

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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.10 Механизация и автоматизация технологических процессов растениеводства  
и животноводства**

**Направление подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки  
сельскохозяйственной продукции**

**Профиль подготовки Технология производства и переработки продукции  
животноводства**

**Квалификация выпускника Бакалавр**

**Форма обучения Очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

### СОДЕРЖАНИЕ

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 1    | Конспект лекций.....   | 5   |
| 1.1  | Лекция № 1,2 Основные положения технологии обработки почвы. Система почвообрабатывающих машин. Машины для дополнительной обработки почвы.....                | 5   |
| 1.2  | Лекция № 3 Способы посева с.х. культур. Система посевных и посадочных машин».....  | 10  |
| 1.3  | Лекция №4 Уход за посевами. Система защиты с.х. растений.....  | 17  |
| 1.4  | Лекция №5 Технология внесения удобрений. Комплекс машин.....   | 23  |
| 1.5  | Лекция №6 Технология заготовки кормов.....   | 27  |
| 1.6  | Лекция № 7 Технология уборки зерновых культур.....   | 31  |
| 1.7  | Лекция 8 Технология послеуборочной обработки зерна.....  | 35  |
| 1.8  | Лекция 9 Основы эксплуатации машинно-тракторного парка.....  | 40  |
| 1.9  | Лекция № 10 Классификация, состав и компоновка животноводческих ферм.....  | 49  |
| 1.10 | Лекция № 11,12 Механизация технологических процессов приготовления кормов. Моделирование технологических процессов.....                                      | 55  |
| 1.11 | Лекция № 13 Физиологические основы доения коров, Принцип работы доильной машины. Классификация и характеристика доильных аппаратов и доильных установок..... | 63  |
| 1.12 | Лекция № 14 Оборудование прифермерских молочных отделений.....   | 70  |
| 1.13 | Лекция № 15 Механизация стрижки овец и первичной обработки шерсти...   | 84  |
| 1.14 | Лекция № 16 Механизация купки овец.....  | 88  |
| 1.15 | Лекция № 17 Механизация удаления навоза из помещений и выгульных дворов.....   | 94  |
| 1.16 | Лекция № 18 Микроклимат животноводческих зданий и помещений.....   | 105 |
| 1.17 | Лекция 19 Математическое моделирование технологических процессов в животноводстве.....   | 109 |
| 2    | Методические указания по выполнению лабораторных работ.....  | 130 |
| 2.1  | Лабораторная работа № 1 Машины для основной обработки почвы.....   | 130 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 2.2  | Лабораторная работа № 2 Машины для основной обработки почвы.....  | 139 |
| 2.3  | Лабораторная № 3 Машины для дополнительной обработки почвы.....   | 142 |
| 2.4  | Лабораторная работа № 4 Машины для посева и посадки с.х. культур.....                                   | 149 |
| 2.5  | Лабораторная работа № 5 Машины для посева и посадки с.х. культур.....                                   | 155 |
| 2.6  | Лабораторная работа № 6 Машины для посева и посадки с.х. культур.....                                   | 160 |
| 2.7  | Лабораторная работа № 7 Машины для внесения удобрений.....  | 167 |
| 2.8  | Лабораторная работа № 8 Машины для внесения удобрений.....  | 172 |
| 2.9  | Лабораторная работа № 9 Машины для защиты растений.....   | 175 |
| 2.10 | Лабораторная работа № 10 Машины для защиты растений.....  | 181 |
| 2.11 | Лабораторная работа № 11 Машины для уборки трав.....  | 190 |
| 2.12 | Лабораторная работа № 12 Машины для уборки трав.....  | 194 |
| 2.13 | Лабораторная работа № 13 Машины для уборки силосных культур.....  | 199 |
| 2.14 | Лабораторная работа № 14 Машины для уборки зерна.....   | 206 |
| 2.15 | Лабораторная работа № 15 Машины и агрегаты для очистки зерна.....                                       | 216 |
| 2.16 | Лабораторная работа № 16 Машины и агрегаты для сортирования зерна....                                   | 224 |
| 2.17 | Лабораторная работа № 17 Архитектурно-планировочные решения животноводческих предприятий.....           | 230 |
| 2.18 | Лабораторная работа № 18 Устройство и эксплуатация кормоприготовительных машин: ИГК-ЗОБ; АЗМ-0,8.....   | 237 |
| 2.19 | Лабораторная работа № 19 Устройство и эксплуатация кормоприготовительных машин: КДУ-2; «Волгарь-5»..... | 243 |
| 2.20 | Лабораторная работа № 20 Доильные аппараты. Устройство и принцип работы доильных установок.....         | 254 |
| 2.21 | Лабораторная работа № 21 Охладители молока МХУ-8С. Пастеризационная установка ОПФ-1-300.....            | 266 |
| 2.22 | Лабораторная работа № 22 Стрижка овец.....  | 286 |
| 2.23 | Лабораторная работа № 23 Установки для купки овец.....  | 304 |
| 2.24 | Лабораторная работа №24 Механизация удаления навоза.....  | 315 |
| 2.25 | Лабораторная работа №25 - Микроклимат в животноводческих помещениях. Расчет микроклимата.....           | 326 |

|  |     |
|--|-----|
| 2.26 Лабораторная работа №26 - Математическое моделирование технологических процессов..... | 339 |
|--|-----|

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1. 1 Лекция №1, 2 (4 часа).

**Тема:** «Основные положения технологии обработки почвы. Система почвообрабатывающих машин. Машины для дополнительной обработки почвы

### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Машины для основной и дополнительной обработки почвы, цель, задачи, агротребования, виды обработки почвы.
2. Лущильники, катки, бороны, культиваторы: их назначение, типы, устройство, работа и регулировки. Рабочие органы машин: типы, назначение, основные параметры. Расстановка лап культиваторов.
3. Классификация машин и агрегатов для обработки почвы, технико-экономические показатели работы почвообрабатывающих агрегатов.
4. Совершенствование почвообрабатывающих машин.
5. Меры безопасности при работе с почвообрабатывающими машинами

### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Машины для основной и дополнительной обработки почвы, цель, задачи, агротребования, виды обработки почвы. Лущильники, катки, бороны, культиваторы: их назначение, типы, устройство, работа и регулировки. Рабочие органы машин: типы, назначение, основные параметры. Расстановка лап культиваторов.

**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.

## **2. Лущильники, катки, бороны, культиваторы: их назначение, типы, устройство, работа и регулировки. Рабочие органы машин: типы, назначение, основные параметры. Расстановка лап культиваторов.**

*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.

## **3. 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 свалочно-развальной и гладкой вспашки. Последние обеспечивают вспашку без свалочных и развальных борозд. Благодаря этому последующие агрегаты могут работать на более высоких скоростях.

**Бороны** делят на зубовые, ...

## **4. 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.

## 1.2 Лекция № 3 (2 часа).

**Тема:** «Способы посева с.х. культур. Система посевных и посадочных машин»

### 1.2.1 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.

### 1.2.2 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.

**Способы посева.** Семена высеваются рядовым, полосовым или разбросным способом (рис. 1, а, б, в). Рядовой способ посева подразделяют на *обычный, узкорядный, перекрестный, широкорядный и ленточный*.

**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 рядках, т.е. отдельными высевающими аппаратами, не должна превышать для зерновых 6 %, зернобобовых 10 %, трав 20 %.

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 туковысевающими аппаратами. Сеялка с туковысевающими аппаратами называется комбинированной. Для посева зерновых культур служат универсальные комбинированные сеялки СЗ-3,6.

**по способу посева** – рядовые,

**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  $m$ :

$$\Omega = m \cdot W \cdot g_c$$

## **1. 3 Лекция № 4 (2 часа).**

**Тема:** «Уход за посевами. Система защиты с.х. растений»

### **1.3.1 Вопросы лекции:**

1. Виды, сроки, способы ухода за посевами, агротребования, методы защиты растений, агротребования.
2. Типы рабочих органов.
3. Классификация машин для ухода за посевами. Комплекс машин для химической защиты растений.
4. Направления совершенствования машин.

### **1.3.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Виды, сроки, способы ухода за посевами, агротребования; методы защиты растений, агротребования.

Вредители и болезни сельскохозяйственных растений, а также сорная растительность являются причиной потерь значительной части урожая и снижения его качества. Поэтому при возделывании сельскохозяйственных культур, особенно при интенсивных технологиях производства продукции растениеводства, важно применять интегральную систему защиты растений, предусматривающую комплекс *агротехнических, механических, биологических, физических и химических методов*.

**Агротехнический способ** наиболее доступен и безопасен для человека и окружающей среды. Он основан на применении научно обоснованных севооборотов и передовых технологий возделывания сельскохозяйственных культур, использовании районированных болезнестойких сортов, рациональных систем обработки почвы, качественного посева, ухода за ними и уборки урожая. При выполнении этих мероприятий можно предупредить проникновение ряда опасных заболеваний, вредителей и сорняков, но нельзя уничтожить развивающиеся сорняки и вредителей.

**Механический способ** направлен на уничтожение появившихся сорняков и вредителей с помощью различных механических средств или приспособлений. Этот способ прост, безопасен для людей и окружающей среды, эффективен при борьбе с сорняками, но малоэффективен при борьбе со многими вредителями.

**Биологический способ** основан на использовании для борьбы с вредителями растений их естественных врагов, а также бактериальных препаратов, вызывающих гибель насекомых и возбудителей болезней. Способ безопасен для людей и животных, однако не позволяет полностью уничтожить всех вредителей растений.

**Физический способ** предусматривает воздействия на семена и растения высоких и низких температур, ультразвука, токов высокой частоты, различных видов излучения. Однако применение этого способа ограничено из-за его сложности.

Лазерная обработка – экологически чистый способ, позволяющий повысить посевные и урожайные свойства семян.

**Химический способ** основан на воздействии на вредителей, болезни и сорную растительность химических препаратов. Это наиболее распространенный и эффективный способ, применяя который, можно в кратчайший период уничтожить практически всех вредителей и сорную растительность, обезвредить культурные растения от болезней. Однако данный способ является самым опасным для человека и окружающей среды.

Общее название химических средств защиты растений - «пестициды». Пестициды (от лат. pestis - зараза и лат. caedo - убиваю) представляют собой химические вещества, используемые для борьбы с вредными организмами.

По воздействию их подразделяют: на инсектициды - для защиты от вредных насекомых, фунгициды - от болезней, гербициды - от сорняков, дефолианты - для опадения листьев, десиканты - для подсушки растений. Пестициды наносят на семена, растения, почву, стены складских помещений в виде растворов, суспензий или тонкоразмолотого порошка. При использовании пестицидов необходимо всегда помнить, что большинство их ядовиты для людей, а также домашних и диких животных, пчел, птиц, рыб.

Различают следующие способы химической защиты растений: протравливание семян; опрыскивание и опыливание пестицидами растений и почвы; нанесение аэрозолей на растения и обработка теплиц, зернохранилищ; фумигация растений, почвы, складов и семян; разбрасывание отравленных приманок.

**Агротехнические требования.** Посевы обрабатывают пестицидами в сжатые агротехнические сроки в соответствии с зональными рекомендациями и по указанию службы химзащиты растений. Рабочая жидкость должна быть однородной по составу, отклонение ее концентрации от расчетной не должно превышать  $\pm 5\%$ . При протравливании машины не должны повреждать семена. Покрытие семян пестицидами должно быть равномерное. Отклонение фактической дозы от заданной допускается не более  $\pm 3\%$ .

При опрыскивании и опыливании машины должны равномерно распределять заданную норму пестицидов по площади поля. Допускается неравномерность распределения рабочих жидкостей по ширине захвата до 30 %, а по длине гона до 25 %. Допустимое отклонение фактической дозы от заданной при опыливании  $\pm 15\%$ , при опрыскивании +15 и -20%. Опрыскивать посевы можно при скорости ветра не более 5 м/с, опыливать — не более 3 м/с при температуре воздуха не выше 23°C и при отсутствии восходящих токов воздуха. Не рекомендуется обрабатывать посевы перед ожидаемыми осадками или во время дождя. Если в течение суток после опрыскивания прошел дождь, то опрыскивание повторяют. Не следует опрыскивать растения в период их цветения.

## 2. Типы рабочих органов.

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.

#### ***Подготовка машин к работе и контроль качества:***

**Подготовка опрыскивателя.** При подготовке опрыскивателя к работе проверяют исправность сборочных единиц, герметичность рабочих магистралей. Выбирают ширину захвата агрегата, тип и количество распылителей. Исходя из выбранных условий, рассчитывают минутный расход рабочей жидкости, л/мин (кг/мин),

$$q = Q \cdot B_p \cdot V_p / 600$$

где  $Q$  – заданная доза внесения рабочей жидкости, л/га (кг/га);  $B_p$  – рабочая ширина захвата, м;  $V_p$  – рабочая скорость, км/ч.

Расчетное значение минутного расхода сравнивают с производительностью насоса. Если расчетное значение больше производительности насоса, то следует изменить условия работы (уменьшить рабочую скорость) и повторно определить минутный расход.

Для настройки машины вычисляют расход жидкости через один распылитель, л/мин,

$$q_1 = q / n$$

где  $n$  – число выбранных распылителей на машине.

Пользуясь таблицами расхода жидкости через один наконечник в зависимости от рабочего давления в распылителе данного типа, выбирают рабочее давление.

В емкость заливают три-четыре ведра воды, включают привод насоса, устанавливают регулятором выбранное рабочее давление. В течение 1 мин собирают жидкость из распылителя. Если фактический расход отличается от расчетного более чем на 5 %, то с помощью регулятора уменьшают или увеличивают рабочее давление и повторно замеряют расход.

Дозу внесения пестицида окончательно замеряют в поле. Для этого в емкость наливают замеренный объем рабочей жидкости, а после опорожнения емкости замеряют обработанную площадь. Чтобы получить фактическую дозу внесения, количество израсходованной жидкости делят на обработанную площадь.

Кроме контроля дозы внесения пестицида проверяют действительную ширину захвата и равномерность покрытия растений каплями.

**Подготовка аэрозольного генератора.** При подготовке аэрозольного генератора проверяют состояние горелки и расположение диффузора строго по центру. Винтом регулятора температуры устанавливают подачу бензина в горелку. Запускают генератор в работу.

Чтобы настроить генератор на требуемую дозу внесения пестицида, в отдельную емкость заливают замеренное количество воды. Кран подачи жидкости размешают напротив выбранного деления шкалы и определяют время расхода жидкости. Если время

опорожнения емкости меньше расчетного, то уменьшают подачу рабочей жидкости и повторно замеряют время ее расхода.

Время расхода жидкости, мин, определяют по формуле

$$t = \frac{600 \cdot G}{Q \cdot B_p \cdot V_p},$$

где  $G$  – количество жидкости в емкости, л.

Чтобы в полевых условиях проверить дозу внесения пестицида, израсходованное количество жидкости делят на обработанную площадь.

**Подготовка протравливателя.** Перед началом работы проверяют герметичность соединений трубопроводов, исправность систем автоматического контроля подачи семян и супензии. При исправных системах приступают к настройке на заданный режим работы.

Для приготовления супензии в резервуар заливают 30...40 л воды и засыпают установленные дозы компонентов пестицидов, включают мешалку и в течение 3...5 мин перемешивают содержимое, а затем доливают воду до полного объема резервуара. Настраивают протравливатель на производительность по семенам. Исходя из дозы нанесения супензии на семена, устанавливают протравливатель на расход рабочей жидкости. По таблицам заводского руководства регулируют подачу рабочей жидкости в камеру протравливания, изменяя производительность насоса-дозатора. Чтобы замерить минутный расход пестицидов, в течение 20 с собирают рабочую жидкость в мерный бачок. Умножая полученный объем на три, определяют минутную подачу пестицидов.

Качество протравливания оценивают по полноте покрытия поверхности семян и уровню их повреждения.

3. Классификация машин для ухода за посевами. Комплекс машин для химической защиты растений.

#### **Классификация машин для химической защиты растений:**

Системой машин для химической защиты растений предусмотрены выпуск и использование отдельных групп машин: опрыскивателей, протравливателей, опыливателей, аэрозольных генераторов, машин для приготовления и заправки опрыскивателей жидкими химикатами.

**Опрыскиватели** – предназначены для дробления жидких химикатов и равномерного нанесения их в мелко распыленном виде на растения или почву с целью борьбы с вредителями и возбудителями болезней растений, уничтожения сорняков, дефолиации листьев и десикации растений.

Крупные капли меньше сносятся ветром, хорошо осаждаются на листовой поверхности, но распределяются, неравномерно концентрируясь основном по краям листьев и в нижней части растений, вызывая ожоги.

Мелкие капли лучше удерживаются на поверхности листьев и меньше смываются дождем. Они лучше проникают в гущу кроны и осаждаются на обратной стороне, но могут сносится ветром за пределы обрабатываемой поверхности.

**Полнообъемные** – распыливают рабочую жидкость слабой концентрации на крупные капли размером более 250 мкм и вносят ее на полевые культуры дозами 300...600 л/га, на многолетние насаждения дозами 800...2000 л/га.

**Малообъемные** – распыливают жидкость на капли размером 50...250 мкм и вносят ее при обработке полевых культур дозами 10...20 л/га.

**Ультрамалообъемные** – распыливают высококонцентрированный жидкий раствор на капли размером 25...125 мкм.

Опрыскиватели *по назначению* делят на специальные (для обработки садов, виноградников, полевых культур) и универсальные; *по расходу рабочей жидкости* – объемные, мало- и ультра малообъемные; *по принципу действия* – штанговые

(гидравлические), у которых распыл жидкости происходит за счет давления, и вентиляторные, у которых рабочая жидкость дробится под действием давления и воздушной струи, *по виду привода – ранцевые* (ручные), тракторные, авиационные, тачечные. Тракторные опрыскиватели в свою очередь, делят на навесные, прицепные и монтируемые.

Опыливатели бывают ручные, тракторные и авиационные. Протравливатели делят *по технологическому процессу* на порционного и непрерывного действия, а по типу рабочего органа – на камерные, шнековые и барабанные.

#### 4. Направления совершенствования машин.

Для получения высоких урожаев пропашных культур проводят ряд операций по уходу за посевами и посадками. Технология ухода за посевами включает боронование до и после появления всходов, прореживание всходов, продольную и поперечную культивацию с одновременным внесением удобрений, обработку посевов гербицидами.

Посевы обрабатывают мотыгами, легкими, средними или сетчатыми боронами. Боронованием поперек рядков или под углом к ним уничтожают почвенную корку и нитевидные проростки сорняков в поверхностном слое почвы. Довсходовое боронование проводят за 4 - 5 дней до появления всходов; послевсходовое - в фазе первой пары настоящих листьев. К этому времени растения успевают достаточно укорениться, а молодые всходы сорняков слабо развиты и легко уничтожаются. Однако из-за некоторого повреждения культурных растений изреженные посевы не боронуют.

Рабочая скорость при довсходовом бороновании не должна превышать 5 - 6 км/ч, а при послевсходовом - 3 - 3,5 км/ч.

Необходимую густоту насаждений формируют поперечным боронованием в 2 - 3 прохода или букетировкой - поперечным прореживанием всходов культиватором.

На свекловичных полях, чистых от сорняков, густоту насаждений формируют при помощи вдольрядных прореживателей. Требуемую густоту насаждений получают соответствующей расстановкой ножей. Вдольрядное прореживание можно совмещать с рыхлением почвы в междуурядьях.

Межурядья рядовых посевов обрабатывают культиваторами-растениепитателями вдоль рядков, а квадратно-гнездовых посевов - вдоль и поперек рядков. Чтобы не повредить всходы, кромки рабочих органов культиваторов располагают на некотором расстоянии от оси рядка Растений. Это расстояние называют защитной зоной. При первой культивации растений ширину защитной зоны принимают 8 - 12 см, а при последующих увеличивают до 14 - 15 см. На неровных участках защитные зоны увеличивают. Для предотвращения засыпания растений при первой обработке применяют односторонние плоскорежущие лапы, защитные щитки-домики или диски; для рыхления защитных зон используют секции ротационных дисков или звенья прополочных борон.

Сорняки в защитных зонах уничтожают также опрыскиванием растворами гербицидов. Для этого на трактор навешивают подкормщик-опрыскиватель и культиватор. Последний оборудуют штангой с распыливающими наконечниками, направленными в сторону защитных зон. Этим же агрегатом вносят в почву аммиачную воду.

Рыхление почвы и внесение минеральных удобрений при междуурядной обработке проводят на глубину до 16 см с обеих сторон рядка, окучивание - на глубину до 15 - 17 см и нарезание борозд - на глубину до 18 см.

Ширину захвата культиватора строго согласуют с шириной захвата сеялки, которой было засеяно поле. Ширина захвата культиватора и число обрабатываемых им рядков должны быть равны соответственно ширине захвата сеялки и числу образованных ею рядков или в целое число раз меньше ширины захвата сеялки. Стыковые междуурядья

необходимо обрабатывать за два прохода культиватора. В противном случае вырезается часть растений в рядках, примыкающих к стыковому междурядью.

К междурядной обработке предъявляются следующие агротехнические требования: не повреждать растения, соблюдать заданную глубину обработки с отклонениями не более чем на  $\pm 1$  см, не выносить влажный слой почвы на поверхность, полностью подрезать сорные растения в междурядьях, в процессе окучивания нагребать почву к растениям ровным слоем высотой 5 - 8 см; дно и стенки борозды должны быть покрыты рыхлым слоем почвы.

## **1. 4 Лекция №5 (2 часа).**

**Тема:** «Технология внесения удобрений. Комплекс машин»

### **1.4.1 Вопросы лекции:**

1. Виды, сроки, способы, технологии внесения удобрений, агротребования.
2. Классификация машин, технико-экономические характеристики, составление агрегатов.
3. Направления совершенствования машин.

### **1.4.2 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 (твёрдый 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 (твёрдых неаэрируемых, твёрдых аэрируемых, жидких комплексных, амиачной воды и безводного амиака) и два комплекса для внесения органических (твёрдых 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;

двуихфазная - твердые органические удобрения (навоз) вывозят в поле и укладывают в кучи, расположенные рядами. Удобрения из куч рассеивают 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 внутрипочвенное 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.** Слежавшиеся 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 растаривания 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 12ч.

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 внутрипочвенного 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. 5 Лекция № 6 (2 часа).

Тема: «Технология заготовки кормов»

### 1.5.1 Вопросы лекции:

1. Технологии заготовки грубых кормов, агротребования, система машин.
2. Технология заготовки сенажа и силоса, агротребования, система машин, технико-экономические характеристики.
3. Перспективные технологии.

### 1.5.2 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 сеяные 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, сеяных 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 подбранное 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 приготовляют 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 сilosные 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 сдует 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. Перспективные технологии.**

Качество среза и срок проведения работ имеют при уборке кормов высший приоритет. Поэтому необходимо наличие высокопроизводительных технологий. Они опираются на использование навесных и самоходных косилок с большой шириной захвата. Путем комбинирования нескольких косилок возможна ширина захвата до 15 м. При рабочей скорости 20 км/ч становится возможной выработка до 10 га/ч. К началу

работы выставки производители вновь разработали множество прочных машин для выполнения этих задач. Ворошители-вспушиватели и валковые сеноворошилки теперь также имеют ширину захвата до 15 м. Успех использования этих машин зависит, в первую очередь, от их прочности.

В кормоуборочных комбайнах дальнейшее повышение производительности достигается за счет увеличения мощности двигателя более 600 л.с. Предлагаются соответствующие по размерам жатки для уборки трав и кукурузы. Выпускаемая кормоуборочная техника с многочисленными детальными усовершенствованиями косилок, валковых сеноворошилок и различных способов уборки создает хорошие предпосылки для получения высококачественных кормов.

## 1. 6 Лекция №7 (2 часа).

**Тема:** «Технология уборки зерновых культур»

### 1.6.1 Вопросы лекции:

1. Способы уборки зерновых культур, их экономическая оценка.
2. Система машин, технология работы зерноуборочных комбайнов, агротехнические и экономические показатели их работы.
3. Совершенствование машин для уборки зерновых культур.

### 1.6.2 Краткое содержание вопросов:

1. 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 крупаенных культур – 3, риса – 5 %.

## 2. 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.

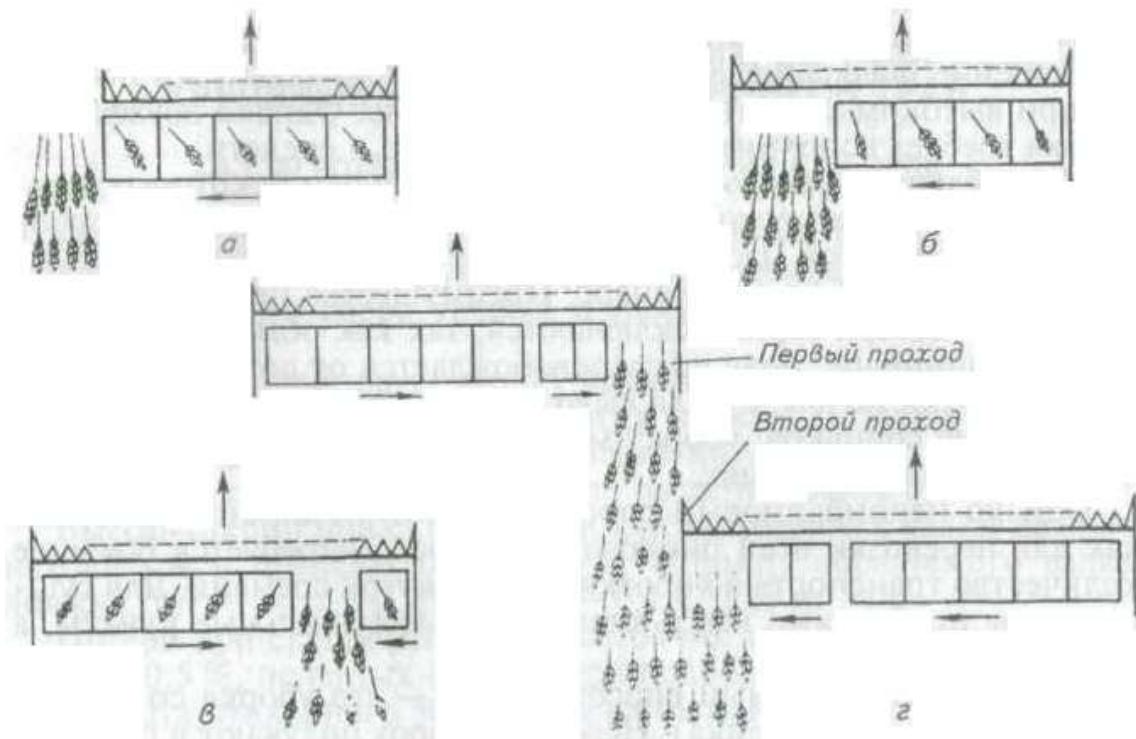


Рис. 1. Способы формирования валка:  
а – однопоточный; б – двухпоточный; в – трехпоточный; г – сдвоенный валок.

### 3. Совершенствование машин для уборки зерновых культур.

Требования к качеству уборки зерновых постоянно повышаются, что продиктовано законодательными положениями о чистоте продуктов питания: дробленые зерна нежелательны, а чистота обмолоченной массы считается важным критерием качества. Это должны обеспечивать технические возможности современного зерноуборочного комбайна. Особенно важна регулировка комбайна: электронные вспомогательные инструменты для регулирования, а также информационные и навигационные системы с использованием GPS помогают комбайнеру оптимально убрать зерно.

Предприятиям с большими площадями необходима высокая производительность при уборке зерновых. В хозяйствах в зависимости от условий проведения уборочной страды можно достичь дневной производительности до 500 т пшеницы на один комбайн. Однако добиться такой выработки на машинах с соломотрясами уже невозможно. Поэтому фирмы все чаще предлагают комбайны с роторными сепараторами. Кроме того, они оснащаются дополнительным оборудованием для повышения производительности и качества работы, а также для облегчения труда комбайнеров.

Мощность двигателей, которыми оснащаются крупногабаритные и высокопроизводительные зерноуборочные комбайны, достигает 550 л.с. Они имеют жатки с шириной захвата до 9,15 м и пропускную способность до 50 т/ч. Комбайны с роторными сепараторами характеризуются более высокой пропускной способностью, однако они расходуют топлива до 30 % больше, чем машины с соломотрясами.

Для повышения эффективности уборки служат также дополнительные устройства типа систем самонастройки с оптико-электронным управлением или управляемые через систему GPS. Они позволяют оптимально использовать ширину захвата жатки и сократить долю потерь на стыке полос. Для дальнейшего повышения производительности объем зерновых бункеров увеличиваются до 11 м<sup>3</sup>. Кроме того, предлагаются комбайны с транспортной скоростью до 30 км/ч. Они призваны помочь сократить затраты времени на переезды с поля на поле во время уборочной страды. У производителей уборочной

техники возросло осознание проблем в области менеджмента соломы. За последние два года измельчители соломы в комбайнах усовершенствованы с точки зрения ее распределения. Однако эта оптимизация обернулась повышением энергоемкости измельчительных органов.

На комбайнах также все чаще используются системы с GPS-поддержкой. Это еще один шаг на пути автоматизации уборки зерновых. Повышение производительности обмолота и качества работ обеспечивается не только за счет конструкции обмолачивающих и сепарирующих устройств, но и с помощью многочисленного дополнительного оборудования, вплоть до телеметрических систем.

## 1. 7 Лекция №8 (2 часа).

**Тема:** «Технология послеуборочной обработки зерна»

### 1.7.1 Вопросы лекции:

1. Задачи, способы и технические средства очистки и сортирования семян, агротехнические требования к ним.
2. Классификация и система машин.
3. Воздушно-решетные машины, воздушно-решетно-триерные машины, фрикционные аппараты, электромагнитные сепараторы, пневматические сортировальные столы, зерноочистительные агрегаты и механизированные пункты.
4. Технология послеуборочной обработки зерна.

### 1.7.2 Краткое содержание вопросов:

1. Задачи, способы и технические средства очистки и сортирования семян, агротехнические требования к ним.

Очистка и сортирование зерновых смесей основаны на их разделении по геометрическим параметрам, аэродинамическим свойствам, форме и состоянию поверхности, плотности, электропроводности, цвету и др.

Разделение по геометрическим параметрам. Разделение по толщине и ширине зерна проводят на плоских или цилиндрических решетах.

Плоское решето представляет собой металлический лист с пробитыми в нем отверстиями одинакового размера. Для разделения семян по толщине применяют решета с продолговатыми отверстиями, а для разделения по ширине — с круглыми. В первом случае рабочим размером отверстия служит его ширина, во втором — диаметр. Решета стандартизированы и значатся под номером, соответствующим размеру ширины или диаметра отверстия.

Для очистки гречихи и выделения сорных семян, имеющих трехгранную форму, применяют решета с отверстиями треугольной формы, а для очистки семян льна — с чечевицеобразными отверстиями.

Вместо пробивных решет с круглыми отверстиями иногда применяют проволочные решета с квадратными отверстиями — плетеные и тканые.

Фракция прохода — это масса частиц, размер которых меньше рабочего размера отверстий решета, то есть проходящих сквозь него.

Фракция схода образуется более крупными частицами, не прошедшими сквозь отверстия решета и сошедшими с него в конце.

Живое сечение решета — это суммарная площадь всех его отверстий. Отношение живого сечения к общей площади решета называется относительным живым сечением. Чем выше этот показатель, тем интенсивнее работает решето и меньше забивается.

Разделение семян по длине происходит в триерных цилиндрах с внутренней ячеистой поверхностью. Рабочим размером, определяющим разделение, служит диаметр ячеек. При вращении цилиндра короткие зерна западают в ячейки глубже, чем длинные. Поэтому из ячеек сначала выпадают длинные, а затем короткие зерна. Первые, оставаясь в цилиндре, перемещаются к его выходу, а вторые попадают в желоб, из которого удаляются шнеком.

В соответствии с ГОСТом, предусмотрено 22 размера ячеек диаметром от 1,6 до 12,5 мм, что обеспечивает очистку семян зерновых и зернобобовых культур, трав и льна, а также калибровку семян кукурузы.

Разделение по аэродинамическим свойствам. Совокупность свойств, определяющих способность частиц перемещаться под воздействием воздушного потока, называют аэродинамическими свойствами. Чем большее сопротивление воздуха испытывает частица, тем медленнее она движется и тем раньше упадет.

Воздушный поток в зерноочистительных машинах создается нагнетательными или всасывающими вентиляторами.

Для разделения семян по аэродинамическим свойствам применяют горизонтальный, наклонный или вертикальный воздушный поток, создаваемый центробежным вентилятором.

Под критической скоростью, или скоростью витания тела, понимают скорость вертикального восходящего воздушного потока, при которой это тело может находиться во взвешенном состоянии.

В вертикальном восходящем потоке зерно подается на сетку или непосредственно в воздушный поток. Скорость потока регулируют так, чтобы зерно оставалось на сетке, а легкие примеси поднимались и поступали в осадочную камеру.

Разделить зерновую смесь воздушным потоком можно только в том случае, если критические скорости семян и примесей различны. В наклонном или горизонтальном воздушном потоке зерновая смесь, поступившая из питающего ковша, подвергается воздействию воздушной струи, в результате чего тяжелые зерна, имеющие малое отклонение при падении, будут попадать в первое отделение короба, а легкие примеси будут унесены дальше — в следующее отделение короба.

Разделение семян по плотности применяют для получения наиболее жизнеспособных семян, а также для отделения трудноотделимых примесей (например, куриного проса от риса, дикой редьки от гречихи). Такая сепарация возможна мокрым (в воде или растворах различной концентрации) и сухим способами.

Сухой способ разделения по плотности применяется в пневматических сортировальных столах.

Мокрый способ ввиду сложности и громоздкости применяется в редких случаях.

По цвету смеси разделяют на устройствах с фотоэлементами.

Разделение семян по другим признакам. Кроме перечисленных выше признаков разделения зерновых смесей, семена различают по их упругости, цвету и электрическим свойствам.

По упругости семена разделяют на отражательных сортировальных стволов.

Разделение по форме и состоянию поверхности применяют в тех случаях, когда по другим свойствам частицы мало отличаются одна от другой. Семена могут иметь различную поверхность (гладкую, шероховатую, пористую, бугорчатую, ямчатую, покрытую пушком) и различную форму (плоскую, продолговатую, шарообразную, трехгранную).

Разделение семян в электрическом поле основано на различии в электропроводности, диэлектрической проницаемости и других электрических свойств. При этом могут быть использованы электрический, коронный и диэлектрический методы разделения.

Агротехнические требования к очистке и сортированию зернам:

При уборке зерновых и других культур в бункер комбайна вместе с зерном поступают примеси — колосья, полова, кусочки соломы, семена сорняков, минеральные частицы.

Очистка необходима для того, чтобы удалить из всего зерна примеси, а также щуплые и поврежденные зерна.

Очистка и сортирование сводятся к разделению (сепарации) зерновой смеси на отдельные фракции, различающиеся по каким-либо свойствам или признакам (например, размерам, свойству поверхности, плотности и др.).

Калибрование — это разделение очищенных семян на фракции по их размерам.

Сортирование зерна предусматривает разделение его на сорта с целью выделения высококачественного посевного материала, а также продовольственного и фуражного.

Зерно, обработанное на зерноочистительных и сортировальных машинах, должно соответствовать требованиям стандартов. В процессе обработки зерна рабочие органы машин не должны повреждать его. Машины должны быть приспособлены для очистки и сортирования семян различных культур, удобны в эксплуатации и регулировках, а также безопасны в работе.

## 2. Классификация и система машин.

По назначению зерноочистительные машины делятся на две группы: общего назначения и специального.

Машины общего назначения предназначены для первичной и вторичной очистки и сортирования семян зерновых технических, бобовых культур и трав.

Машины специального назначения (электромагнитные, пневматические сортировальные столы и т.п.) используют для дополнительной и специальной доработки зерна.

По принципу действия и составу рабочих органов машины общего назначения бывают четырех типов: воздушные, воздушно-решетные, триерные и воздушно-решетно-триерные.

Воздушно-решетные машины предназначены для предварительной очистки и частичного сортирования зерна после обмолота комбайнами и молотилками.

Основные рабочие органы таких машин — решетная и воздушная части. Кроме того, они снабжены устройствами для загрузки.

Воздушно-решетно-триерные — сложные машины, предназначенные для очистки и сортирования семян зерновых, зернобобовых, технических и других культур, используемых для посева и продовольственных целей. Основные рабочие органы таких машин — триеры и воздушно-очистительное устройство, а также система загрузки и выгрузки семян.

По способу передвижения машины бывают стационарными или передвижными. Последние могут иметь собственный двигатель, тогда их называют самоподвижными. Производительность воздушных зерноочистительных машин составляет 10...20, воздушно-решетных — 1,25...2,0, триерных — 1,25...10, воздушно-решетно-триерных — 3,75...4,5 т/ч. Меньшие значения соответствуют обработке семенного материала, большие — обработке продовольственного зерна и первичной очистке семенного материала.

Комплекс машин: для различных зон страны созданы комплексы машин и оборудования зерноочистительных и зерноочистительно-сушильных пунктов различной производительности. В качестве примера назовем комплексы машин и оборудования для стационарных агрегатов типа АЗС и ЗАВ и для стационарных зерноочистительно-сушильных пунктов типа КЗС, а также семяочистительные приставки, нории, триерные блоки, универсальные машины и т.д.

## 3. Воздушно-решетные машины, воздушно-решетно-триерные машины, фрикционные аппараты, электромагнитные сепараторы, пневматические сортировальные столы, зерноочистительные агрегаты и механизированные пункты.

Самоподвижная машина вторичной очистки семян МС-4,5 предназначена для очистки зерновых, зернобобовых, технических и масличных культур, семян трав. МС-4,5 работает на открытых токах или складских помещениях во всех климатических зонах страны. Основные части машины (рис. 1): загрузочный скребковый транспортер 1 со шнековыми питателями, решетный стан 2, воздушно-очистительная часть 3, однопо-

точная нория 4, триерные цилиндры 5, вибролоток, механизм передвижения, отгрузочный ленточный транспортер 6.

Загрузочный транспортер собран из наклонного скребкового транспортера и двух Т-образно расположенных шнековых питателей, соединенных с нижней головкой загрузчика. Ширина захвата транспортера составляет 3350 мм.

При движении машины вдоль вороха шнековые питатели захватывают зерновой материал и подводят к подъемной трубе загрузчика, который подает его в распределительный шnek. Шnek распределяет зерновой материал по ширине и подает его в воздушный канал первой аспирации, где восходящий поток воздуха выносит в отстойную камеру легкие примеси (солому, легкие колосья, головки сорняков и т.д.), которые выходят через приемник 1.

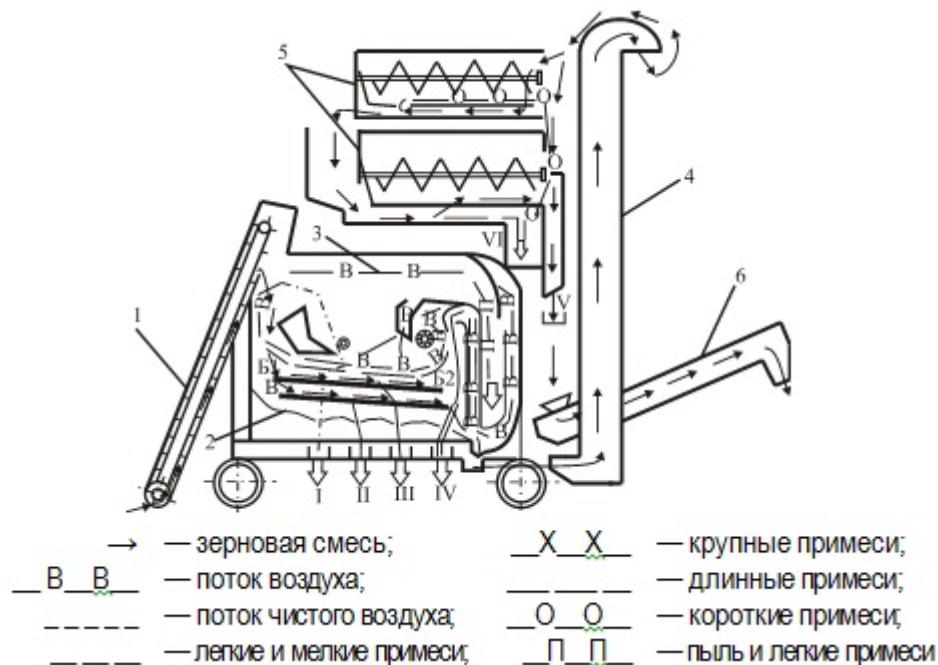


Рис. 3.1. Технологическая схема работы машины МС-4,5:

1 — скребковый транспортер; 2 — решетный стан; 3 — воздушно-очистительная часть; 4 — нория; 5 — триерные цилиндры; 6 — ленточный транспортер

Пройдя очистку в канале первой аспирации, материал поступает на решето Б1 решетного стана, на котором вся зерновая смесь делится на две приблизительно равные части (фракции).

Материал, прошедший через решето Б1, содержит часть зерна с мелкими примесями, которые выделяются на подсевном решете В и далее на сортировальном решете Г. Материал, прошедший через решето В, содержит мелкие минеральные примеси и сорняки. Он выходит из машины через приемник П.

Сход с решета В поступает на сортировальное решето Г.

Сход с решета Б1, содержащий зерно преимущественно с крупными примесями, поступает на решето Б2, на котором сходом выделяются крупные примеси, а зерно с оставшимися мелкими примесями через решето Б2 поступает на решето Г.

Материал, прошедший через решето Г, содержит в основном мелкое и дробленое зерно и выводится по желобу в приемник III. Сход с решета Г представляет собой очищенный материал, который подается далее в воздушный канал второй аспирации, где восходящий поток воздуха выносит во вторую отстойную камеру оставшиеся легкие примеси и щуплое зерно.

Далее зерновой материал вибролотком подается в рабочую ветвь нории, которая транспортирует зерно в верхний триерный цилиндр, выделяющий короткие примеси.

Короткие примеси перебрасываются в лоток, из которого шнеком подаются в приемник V, откуда выводятся наружу вместе с длинными примесями.

Машина оснащена механизмом самопередвижения. Производительность машины 4,8 т/ч, масса 2,2 т. Мощность установленных электродвигателей 7,4 кВт. Машину обслуживают два человека: механик и рабочий.

При очистке вороха, у которого длина частиц основного материала (например, овса) больше длины остальных примесей, сходом с овсянного цилиндра пойдет основной материал, а в лоток будут выводиться примеси.

Очищенное от коротких примесей зерно самотеком направляется в триерный цилиндр длинных примесей. Зерно забирается ячейками триера и направляется в желоб, откуда шнеком подается в транспортер 6, а длинные примеси сходом идут в приемник VI. При очистке материала без триеров следует переключить заслонку режима работы в верхней головке элеватора. Тогда зерно выводится на транспортер 6.

#### 4. Технология послеуборочной обработки зерна.

Технология обработки свежеубранной массы начинается с первичной очистки. Предварительную очистку и сушку зерна в хозяйстве не проводят, так как техническая база предприятия не позволяет это сделать. Это является существенным недостатком в технологии послеуборочной обработки.

Примеси снижают ценность партии и поэтому учитываются при расчетах за зерно. Многие примеси, особенно растительного происхождения в период уборки урожая и образования зерновой массы могут содержать значительно больше влаги, чем зерно основной культуры, и поэтому способствовать нежелательному увеличению активности физиологических процессов. Присутствие примесей, и особенно трудноотделимых вызывает необходимость сложной и многоступенчатой очистки зерна перед его использованием. На очистку партий зерна от примесей требуются большие затраты энергии, рабочей силы, производственных площадей и целый комплекс зерноочистительных машин.

Удаление примесей весьма важно для предотвращения самосогревания и порчи зерна. В процессе очистки выделяются поврежденные, проросшие семена основной культуры, семена других растений и примеси неорганического происхождения.

## 1. 8 Лекция №9 (2 часа).

Тема: «Основы эксплуатации машинно-тракторного парка»

### 1.8.1 Вопросы лекции:

1. Общие сведения об эксплуатации машинно-тракторного парка.
  2. Машинно-тракторный агрегат, требования предъявляемые к нему.
  3. Классификация и типаж тракторов.
  4. Тяговое и удельное сопротивление машин и орудий.
  5. Способы расчета состава агрегатов, их технико-экономические показатели.
- Кинематика агрегатов.
6. Основы планирования механизированных с.-х. работ, техническое обслуживание машин. Определение состава машинно-тракторного парка.

### 1.8.2 Краткое содержание вопросов:

1. Общие сведения об эксплуатации машинно-тракторного парка.

Виды сельскохозяйственных работ. Научно обоснованная система ведения сельского хозяйства предусматривает выполнение разнообразных процессов, состоящих из различных операций.

Технологические операции включают в себя *основные*, направленные на изменение свойств обрабатываемого материала, продукта или среды, и *вспомогательные*, направленные на облегчение, улучшение или обеспечение выполнения основной операции.

*Транспортные* операции тесно связаны с технологическими. Они представляют собой перемещение без изменения состояния материала, технических средств, рабочей силы и т. п.

Сельскохозяйственная работа или *производственная операция* – это сочетание основной и вспомогательной технологических операций, а при необходимости и транспортных.

В земледелии технологическими операциями и соответственно сельскохозяйственными работами являются вспашка, посев, уборка урожая и другие, транспортными – доставка семян, отвозка зерна и т. п.

Сельскохозяйственную технику используют в разнообразных природных условиях: в засушливых степях, в переувлажненных зонах, при температурах до 50 °С в летний период и до -30 °С зимой, на равнинных просторах и в условиях гористой местности, на низменностях и на значительной высоте над уровнем моря и т. д. Все это предъявляет специфические требования как к самой технике и механизации сельского хозяйства, так и к методам и способам эксплуатации машин.

Специфика сельскохозяйственного производства, связанная с протяженностью в пространстве и во времени работ по возделыванию сельскохозяйственных культур, требует выделения из общего парка мобильных машин, которые работают преимущественно при перемещении (главным образом в земледелии).

*Сельскохозяйственный агрегат* – это сочетание мобильных машин с источником энергии (энергетическими средствами), передаточными и вспомогательными устройствами.

*Машинно-тракторный парк* (МТП) представляет собой совокупность мобильных машин предприятия (подразделения, объединения) вместе с энергетическими средствами и вспомогательными устройствами.

*Эксплуатация машины* – это процесс реализации ее потребительских свойств, включающий в себя использование машины по своему назначению, поддержание ее исправности и работоспособности (техническое обслуживание) и обеспечение ее функционирования (подготовка к использованию и техническому обслуживанию, технологическое обслуживание, хранение, транспортирование и т. п.).

*Производственная эксплуатация* – это обеспечение и использование машин по своему назначению.

*Техническая эксплуатация* (техническое обеспечение эксплуатации) – это обеспечение и поддержание исправности и работоспособности машины.

*Наука об эксплуатации машинно-тракторного парка* (ЭМТП) изучает и обосновывает методы и способы рациональной эксплуатации машинно-тракторных агрегатов и машинно-тракторного парка.

## 2. Машинно-тракторный агрегат, требования предъявляемые к нему.

Машинно-тракторный агрегат (МТА) – это сочетание технологических машин с механическим или электрическим источником энергии, передаточными и вспомогательными устройствами. Например, Т-4А + СП-11 + З·СЗ-3,6). В данном агрегате источником энергии служит трактор Т-4А; технологическими машинами – три сеялки СЗ-3,6, а вспомогательным устройством – сцепка СП-11.

Эксплуатационные характеристики машин содержат значения показателей, полученных при испытании машин в конкретных производственных условиях. Эти характеристики используют при выборе рабочей машины и трактора при комплектовании агрегата для заданной технологической операции. В качестве эксплуатационных рассматривают те характеристики конкретной машины, которые оказывают наибольшее влияние на ее производительность, затраты труда и средств с учетом качества работы и воздействия на окружающую среду.

*Показатели, формирующие эксплуатационные характеристики мобильных агрегатов, можно разделить на группы:*

Технологические показатели характеризуют качество выполнения агрегатом технологической операции в соответствии с научно обоснованными агротехническими требованиями. К этим показателям можно отнести глубину обработки, степень крошения пластика, гребнистость, норму высева семян, дозу внесения удобрений, ширину защитной зоны, потери урожая и т. д.

Экологические показатели характеризуют воздействие агрегатов на окружающую среду (почву, воздух, растительный и животный мир, воду). Например, удельное давление на почву.

Энергетические показатели характеризуют удельный расход энергии в расчете на единицу объема выполненной работы, зависящей от сил сопротивления, создаваемых обрабатываемой средой на рабочих органах машин. К этим показателям относятся удельное сопротивление машин, мощность, передаваемая через ВОМ.

Экономические показатели выражаются производительностью и эксплуатационными затратами в процессе работы машин в составе агрегатов. Это прежде всего производительность агрегата, затраты труда и денежных средств.

Эргономические показатели характеризуют свойства машин и агрегатов, обусловливающие санитарно-физиологические условия труда (тип кабины, удобство сиденья, обогрев, вентиляция), удобство обслуживания, безопасность труда, эстетические показатели и т. п.

Показатели надежности характеризуют в упрощенном изложении способность машины (агрегата) надежно работать в заданных условиях в течение требуемого промежутка времени. Надежность машины закладывается еще на стадии проектирования и изготовления. На показатели надежности существенно влияют режимы эксплуатации и

квалификации.

### 3. Классификация и типаж тракторов.

Современные тракторы классифицируются по следующим основным признакам.

По назначению согласно стандарту СЭВ 612-77 различают следующие сельскохозяйственные тракторы:

- общего назначения - для выполнения работ в растениеводстве и животноводстве, исключая возделывание пропашных культур;
- универсально-пропашные - для выполнения работ в растениеводстве и животноводстве, в том числе для возделывания и уборки пропашных культур;
- пропашные - для выполнения работ по возделыванию и уборке пропашных культур;
- специализированные - для работ по возделыванию отдельных сельскохозяйственных культур (виноградниковый, свекло-, хлопко- и хмелеводческие) или в различных условиях (горный, мелиоративный, болотоходный). Большинство специализированных тракторов представляют собой видоизмененные базовые модели тракторов;
- самоходные шасси - трактор со свободной в межосевом пространстве рамой, на которую можно устанавливать сельскохозяйственные машины или платформу для перевозки грузов.

По типу движителей тракторы делят на:

- колесные, передвигающиеся с помощью колесного движителя;
- гусеничные, передвигающиеся с помощью гусеничного движителя;
- полугусеничные, в которых используются колесные и гусеничные движители одновременно. Обычно полугусеничный трактор представляет собой модификацию колесного.

**Типаж тракторов** – это минимальный технически и экономически обоснованный ряд выпускаемых промышленностью или намеченных к выпуску тракторов, необходимых народному хозяйству. Классификационный показатель типажа тракторов – тяговый класс.

Каждый класс содержит одну основную (базовую) модель трактора и несколько ее разновидностей (модификаций). Последние используют для выполнения специальных сельскохозяйственных работ. Модификация представляет собой видоизмененную модель базового трактора, сохраняющую его основные сборочные единицы, т.е. имеющую высокую степень унификации. Принцип унификации, широко применяемый в машиностроении, позволяет быстро, с наименьшими затратами создавать необходимые машины (в данном случае тракторы), которые дешевле и проще в эксплуатации.

Базовую модель трактора определенного тягового класса и ее модификации принято условно называть семейством тракторов этого класса.

В типаже сельскохозяйственных тракторов на 1981...1990 гг. предусмотрено десять тяговых классов: 0,2; 0,6; 0,9; 1,4; 2; 3; 4; 5; 6; 8.

### 4. Тяговое и удельное сопротивление машин и орудий.

Основные показатели энергетических свойств рабочих машин – их рабочее сопротивление (сопротивление на рабочем ходу)  $R$  (Н), и потребляемая мощность  $N_p$  (энергоемкость процесса), кВт. Для удобства расчетов, имея в виду большое количество однотипных машин, различающихся чаще всего только по ширине захвата  $B$ , введено понятие **удельного тягового сопротивления** машин на ровной поверхности  $k$  (Н/м), которое определяют следующим образом:

$$k = R / B \text{ (Н/м)}$$

$k$  – удельное сопротивление (Н/м).

$R$  – сопротивление на рабочем ходу (Н).

$B$  – ширина захвата (м).

Для машин отличающихся как шириной захвата  $B$  так и глубиной обработки  $h$  (например, для почвообрабатывающих и, в частности, для плугов) удельное сопротивление  $k_{пл}$  (Па) рассчитывают так:

$$k_{пл} = R_{пл} / B \cdot h$$

$h$  – глубина обработки.

Для машин, сопротивление которых пропорционально главным образом их весу  $G_M$ , например для транспортных или для рабочих при холостом передвижении:

$$k_f = R / G_m = f_m$$

$f_m$  – коэффициент перекатывания.

Для машин, рабочие органы которых приводят в действие от вала отбора мощности (ВОМ), расчет удельного сопротивления ведут по мощности  $N_M$ , затрачиваемой на привод. При этом для тягового – приводного агрегата иногда рассчитывают условное (приведенное к 1 м ширины захвата при данной скорости движения  $v$ ) удельное сопротивление  $k_{n,y}$  на привод рабочих органов:

$$k_{n,y} = N_M / (v \cdot B)$$

Зная среднее значение удельного сопротивления, определяют общее расчетное сопротивление агрегата:

$$R = \sum k \cdot B \text{ или } R_{пл} = k_{пл} \cdot B \cdot h$$

В случае если в удельное сопротивление при экспериментальном его определении не были включены затраты на передвижение, общее сопротивление определяют как сумму например:

$$R = k \cdot B + f \cdot G_m$$

Общее (среднее) сопротивление прицепной (рабочей) части агрегата при движении на подъем и спуск определяют следующим образом. *Тяговое сопротивление*:

$$R_A = R + R_C + R_D \pm R_\alpha = R_A^0 \pm R_\alpha$$

$R_A^0 = R + R_C + R_D$  – сопротивление агрегата на горизонтальном пути.

$R_D$  – сопротивление дополнительного оборудования.

$R_\alpha$  – тяговое сопротивление от составляющего веса машины.

$R_\alpha$  – сопротивление перекатыванию.

Все приведённые формулы действительны для установившегося движения, когда ускорение равно нулю. При трогании с места сопротивление агрегата увеличивается за счёт сил инерции, которые необходимо преодолеть при начале движения.

5. Способы расчета состава агрегатов, их технико-экономические показатели. Кинематика агрегатов.

Высокопроизводительное использование техники во многом зависит от правильного комплектования машинно-тракторных агрегатов, выбора лучших из них и подготовки их к работе.

При комплектовании решают следующие вопросы:

- выбор рабочих органов, машин, сцепок и тракторов, которые в конкретных условиях обеспечат высокое качество работы;

- определение состава и режима работы агрегата, обеспечивающих наибольшую производительность и экономичность за счет наилучшего использования мощности двигателя;

- соединение машин, сцепки и трактора в агрегате так, чтобы получить высокие качественные и экономические показатели.

*Исходные данные* для комплектования агрегатов: вид и характеристика обрабатываемой почвы или растений, размеры и рельеф полей, агротехнические требования к выполняемой работе, агротехнологические свойства машин и тракторов, удельное сопротивление рабочих машин, тяговые свойства трактора.

Комплектование агрегата начинают с выбора рабочих органов, машин и тракторов.

Сельскохозяйственные машины (орудия) следует выбирать с учетом прежде всего качества работы, соответствующего агротехническим требованиям для заданных условий работы. Машины должны быть удобны в обслуживании. Число их подбирают с таким расчетом, чтобы рационально использовать тяговое усилие и мощность трактора. При этом необходимо стремиться к тому, чтобы агрегат обладал достаточной проходимостью и был маневренным, отвечал современным эргономическим и экологическим требованиям, безопасен в работе.

При составлении МТА на базе мощных тракторов можно одновременно использовать несколько машин, которые соединяют с тракторами с помощью универсальных или специальных сцепок.

Тракторы следует выбирать, исходя из наличия их в хозяйстве и с учетом зональной системы машины. При этом необходимо учитывать тип почвы, удельные и тяговые сопротивления агрегатов, размеры рабочих участков, набор сельскохозяйственных культур. Выбранный трактор должен удовлетворять агротехническим требованиям.

При этом различают три основных способа определения числа машин в агрегате: *аналитический, графоаналитический и графический*.

**Аналитический способ** предусматривает определение числа машин в агрегате расчетами по соответствующим формулам.

**Графо-аналитический способ** – способ основан на рациональном сочетании расчетов с графическим построением.

**Графический способ** предусматривает определение числа машин в агрегате непосредственно по тяговым характеристикам трактора при известных значениях тягового сопротивления отдельных машин.

Основные преимущества аналитического способа высокая точность, обеспечивающая высокую эффективность агрегата. Недостаток этого метода его сложность и неудобство его оперативного применения в условиях производства.

Преимущество графо-аналитического и графического способа заключается в наглядности и простоте оперативного их применения непосредственно в условиях производства, однако эти способы менее точны.

*Кинематика агрегата* – это его движение (с точки зрения геометрических форм) при выполнении сельскохозяйственных работ. Основные элементы движения обуславливаются рабочими ходами, преимущественно близкими к прямолинейным, и холостыми ходами, связанными с поворотами, заездами, переездами.

*Шириной захвата агрегата или машины* называется ширина полосы рабочего участка, обрабатываемая за один проход. Различают конструктивную ширину захвата ( $b_k$  - для одномашинного и  $B_k$  - для многомашинного) и фактическую, или рабочую (соответственно  $b_p$  и  $B_p$ ). Рабочая ширина захвата агрегата может быть больше или меньше конструктивной в зависимости от того, ведут ли сплошную обработку рабочего участка или полосами, отстоящими друг от друга на некотором расстоянии. Отношение  $B_p/B_k$  называют *коэффициентом использования конструктивной ширины захвата агрегата* и обозначают буквой  $\beta$ .

$$\beta = \frac{B_p}{B_k}$$

### *Кинематические характеристики трактора и агрегата.*

При любых способах движения траектория агрегата складывается из прямолинейных и криволинейных отрезков. На поворотах и в случае криволинейного движения отдельные точки агрегата движутся с неодинаковой скоростью и описывают различные траектории.

Для характеристики кинематики агрегата в эксплуатационных условиях введены некоторые условные понятия и обозначения.

*Кинематический центр агрегата* или просто центр агрегата (ц. а.) - это точка агрегата, относительно траектории которой рассматривают кинематику всех других его точек. В качестве центра агрегата условно приняты (рис. 1):

а) для агрегатов с колесными тракторами и самоходных машин с одной ведущей осью - проекция на плоскость движения середины ведущей оси;

б) для агрегатов с гусеничными тракторами, самоходных машин с гусеничным ходом - проекция на плоскость движения точки пересечения продольной оси трактора (самоходной машины) с вертикальной плоскостью, проведенной через середины опорных частей гусеницы;

в) для агрегатов с колесными тракторами, имеющими две ведущие оси с управляемыми колесами на каждой, - проекция на плоскость движения середины прямой, соединяющей середины ведущих осей;

г) для агрегатов с колесными тракторами, оборудованными шарнирным остовом, - проекция на плоскость движения центра шарнира.

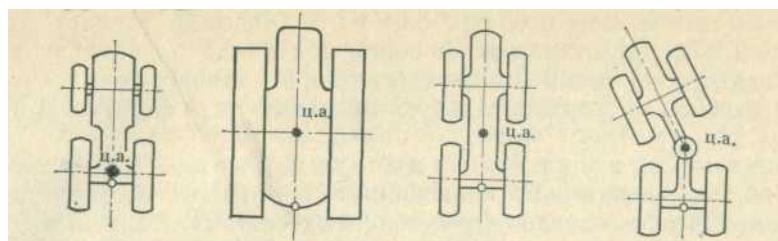


Рис.1 Расположение центра агрегата:

а - колесный трактор с одной ведущей осью; б - гусеничный трактор; в - колесный двумя ведущими осями; г - колесный трактор с шарнирным остовом.

Когда говорят о траектории агрегата, поворотах агрегата, радиусе поворота и т. д., имеют в виду соответствующие понятия и величины, относящиеся к его центру.

Другими важными характеристиками агрегата, определяющими его кинематику, являются следующие (рис. 2).

Рис. 2. Кинематические характеристики агрегата:

а - при прямолинейном движении; б - на повороте.

*Кинематическая длина*  $l_k$  - проекция расстояния между центром агрегата и линией расположения наиболее удаленного рабочего органа при прямолинейном движении.

*Кинематическая ширина*  $d_k$  - проекция расстояния между продольной осью агрегата, проходящей через его центр, и наиболее удаленной от этой оси точкой агрегата, движущейся по полю. Различают  $d_k$  вправо и влево.

*Продольная база*  $L$  - расстояние (горизонтальная проекция) для колесных агрегатов между осями ведущих и ведомых колес трактора (самоходной машины), а для гусеничных - между осями катков, ограничивающих опорную поверхность.

*Длина выезда агрегата*  $l$  - расстояние, на которое нужно продвинуть агрегат от контрольной линии на поворотной полосе до начала поворота, чтобы избежать ограждений или порчи растений.

Для кинематики агрегата с прицепными машинами характерными являются:

*центр прицепного звена* (ведомая точка)  $Ц_{пз}$  (рис. 2), представляющий собой основание перпендикуляра, опущенного из точки прицепа (шарнира) данного звена (ведущая точка) на горизонтальную проекцию оси колес ведомого звена\*;

\* Центром прицепного звена симметричного агрегата является горизонтальная проекция середины оси прицепной машины.

*количество кинематических звеньев*, т. е. количество последовательно включенных в агрегат элементарных кинематических звеньев (двухколесных систем). Если какое-либо из звеньев прицепа не представляет собой элементарной двухколесной системы, такой прицеп называют кинематически неправильным.

*Центр поворота агрегата* ( $Ц. п.$ ) – это точка, относительно которой в данный момент совершается поворот центра агрегата.

*Радиус поворота агрегата*  $r$  – это расстояние между центром агрегата и центром поворота.

6. Основы планирования механизированных с.-х. работ, техническое обслуживание машин. Определение состава машинно-тракторного парка.

*Техническое обслуживание* (ТО) – это совокупность работ для поддержания исправности и работоспособности машины при подготовке к использованию, использовании по назначению, транспортировке и хранении.

*Работоспособное состояние* – состояние изделия, при котором оно выполняет заданные функции с параметрами, установленными требованиями нормативно-технической документации.

Система технического обслуживания и ремонта машин является комплексом взаимосвязанных мероприятий, которые определяют технологию и организацию проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту машины для конкретных условий эксплуатации с целью обеспечения необходимых показателей качества, предусмотренных соответствующей нормативно-технической документацией.

В сельском хозяйстве действует «Положение о планово-предупредительной системе технического обслуживания и ремонта машин», утвержденное Министерством сельского хозяйства РФ.

*Плановой* система называется потому, что все виды технического обслуживания проводят после строго установленного времени работы машины или после выполнения ею определенной наработки по заранее составленному плану-графику.

*Предупредительной* система считается потому, что она предусматривает строго регламентированную периодичность и обязательный состав технологических операций, которые предупреждают возникновение технических неисправностей, повышенных или аварийных износов и поломок деталей машин.

По мере роста научно-технического прогресса, способствующего повышению надежности машин, все большее внимание уделяют совершенствованию системы технического обслуживания, которая приобретает характер комбинированной системы, предусматривающей выполнение части операций в обязательном порядке, а другой части – по потребности, определяемой техническим осмотром и диагностированием. Это снижает трудоемкость обслуживания, уменьшает потребность в запасных частях и эксплуатационных материалах.

Для различных машин при эксплуатации установлены соответствующие виды технического обслуживания, их содержание и периодичность, а также основные требования к проведению обслуживания на сельскохозяйственных предприятиях.

*Вид технического обслуживания* – это комплекс операций ТО для машины данной марки в конкретных условиях эксплуатации, выполняемых через определенный интервал

наработки. Вид технического обслуживания может быть плановым, когда его проводят через строго определенное время работы, и специальным.

Перечень операций технического обслуживания тракторов или сельскохозяйственных машин конкретных марок разрабатывают с учетом конструктивных особенностей, применяемых масел и смазочных материалов, а также условий эксплуатации. Содержание, методы и применяемые средства технического обслуживания должны быть технически и экономически обоснованы.

При проведении технического обслуживания тракторов и машин необходимо соблюдать санитарные правила организации технологических процессов и гигиенические требования к производственному оборудованию, утвержденные Минздравом РФ. Ответственными лицами за своевременное, качественное и в полном объеме проведенное техническое обслуживание являются руководитель и главный инженер организации, эксплуатирующей тракторы и машины. Техническое обслуживание нужно выполнять в соответствии с «Техническим описанием и инструкцией на эксплуатацию заводов-изготовителей» и нормативно-технической документацией на ТО для машин конкретных марок.

**Техническое обслуживание сельскохозяйственных машин.** Основное содержание операций технического обслуживания рассмотрено на примере зерноуборочных комбайнов.

*Ежесменное техническое обслуживание* заключается в наружной очистке и осмотре двигателя, отдельных агрегатов, контрольных приборов, дозаправке топливом, маслом и водой, в устраниении обнаруженных при осмотре неисправностей.

*Первое техническое обслуживание* предусматривает выполнение всех операций ЕТО и дополнительно: очистку и промывку фильтров грубой и тонкой очистки масла и масляной центрифуги; слив отстоя из топливных баков; проверку и дозаправку маслом корпусов шкива водяного насоса и бака гидравлической системы; регулировку привода режущего аппарата, цельного шнека, пальчикового механизма и мотовила; натяжение цепных и ременных передач; проверку состояния предохранительных муфт; затяжку подшипников; проверку работы соломотряса, соломо- и половонабивателей верхнего и нижнего решет, вентиляторов механизмов копнителя, шнеков колосового и зернового элеваторов, бункера, выгрузного шнека, рулевого управления, сцепления двигателя и главного тормоза комбайна, давления воздуха в шинах колес.

*Второе техническое обслуживание*, помимо операций ЕТО и ТО-1, включает дополнительные: очистку и промывку воздухоочистителя, фильтра грубой очистки топлива; проверку уровня тормозной жидкости и при необходимости доливку ее в бачок тормозной системы и систему гидропривода включения сцепления; проверку и при необходимости регулировку рабочего хода педалей тормозов и сцепления и др.

*Послесезонное техническое обслуживание* заключается в наружной очистке и безразборной проверке (диагностированием) технического состояния механизмов и сборочных единиц комбайна с целью установления возможности дальнейшей эксплуатации его без ремонта. Если комбайн не нуждается в ремонте, проводят операции послесезонного технического обслуживания, а затем подготавливают его к длительному хранению.

Ежесменное техническое обслуживание несложных сельскохозяйственных машин проводят, как правило, одновременно с выполнением технического обслуживания тракторов, с которыми они агрегатируются.

**Технический осмотр** – процесс обследования (проверки) машины, преимущественно без разборки, в результате которого дается заключение о соответствии ее фактического состояния требованиям, установленным технической документацией. Технический осмотр машин проводят обычно в установленные сроки с целью контроля за

соблюдением правил их эксплуатации, определения остаточного ресурса машин, возможности их дальнейшей эксплуатации и выявления потребности в ремонте.

Различают технические осмотры, выполняемые перед началом полевых работ, в ходе работ, по окончании сезона работ, при техническом обслуживании и хранении машин.

При технических осмотрах машин все более широкое применение находят методы технической диагностики, позволяющие оценивать техническое состояние и остаточный ресурс машин.

Для проведения технического сервиса в России созданы МТС (машино-технологические станции), РОП (ремонтно-обслуживающие предприятия) РТП (ремонтно-технические предприятия), СТОТ.

## **1. 9 Лекция № 10 (2 часа).**

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

### **1.9.1 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.

**1.9.2 Краткое содержание вопросов:** (тезисно изложить основное содержание рассматриваемых 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.

### **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>.

### **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.

## **1. 10 Лекция № 11 (4 часа).**

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

### **1.10.1 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

**1.10.2 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.

### **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.

#### **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.

#### **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.

## **1. 11 Лекция № 12 (6 часов).**

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

### **1.11.1 Вопросы лекции:**

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

### **1.11.2 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 тугодойность 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 додаивании (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.

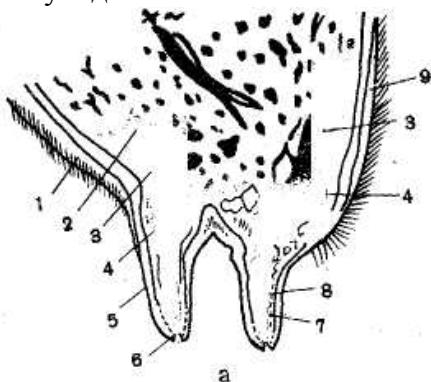


Рис. 1. Вымя коровы

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 признакам:

### **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 водяной.

*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 контрольным 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.



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.

## 1. 12 Лекция № 13 (4 часа).

Тема: «Оборудование прифермерских молочных отделений»

### 1.12.1 Вопросы лекции:

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

### 1.12.2 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  $230-270 \text{ с}^{-1}$ ) с непрерывной выгрузкой осадка в виде жидкого концентратса удалось выделить до 98% бактерий. На качество очистки влияют температура молока, продолжительность непрерывной работы средств очистки. Оптимальная температура равна  $35-60^{\circ}\text{C}$ , 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.

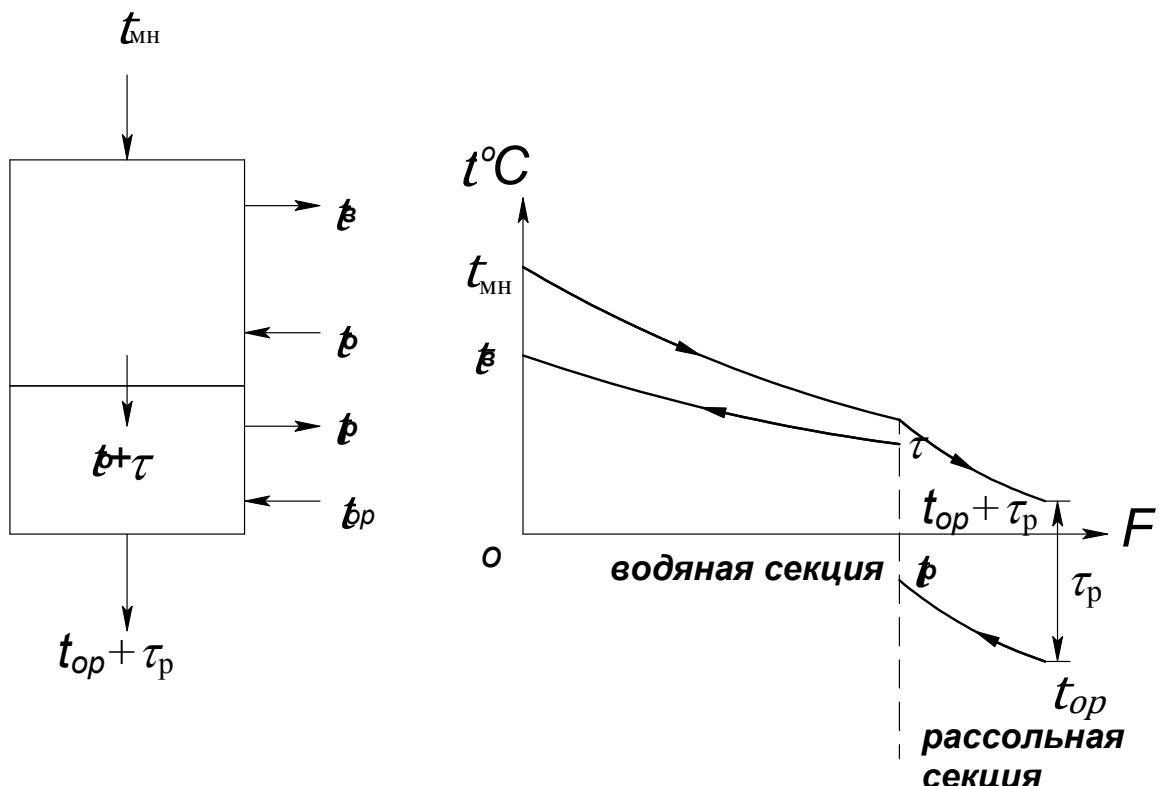


Рис. 27 - Температурная диаграмма двухсекционного охладителя

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

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

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

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

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

### 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**

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

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

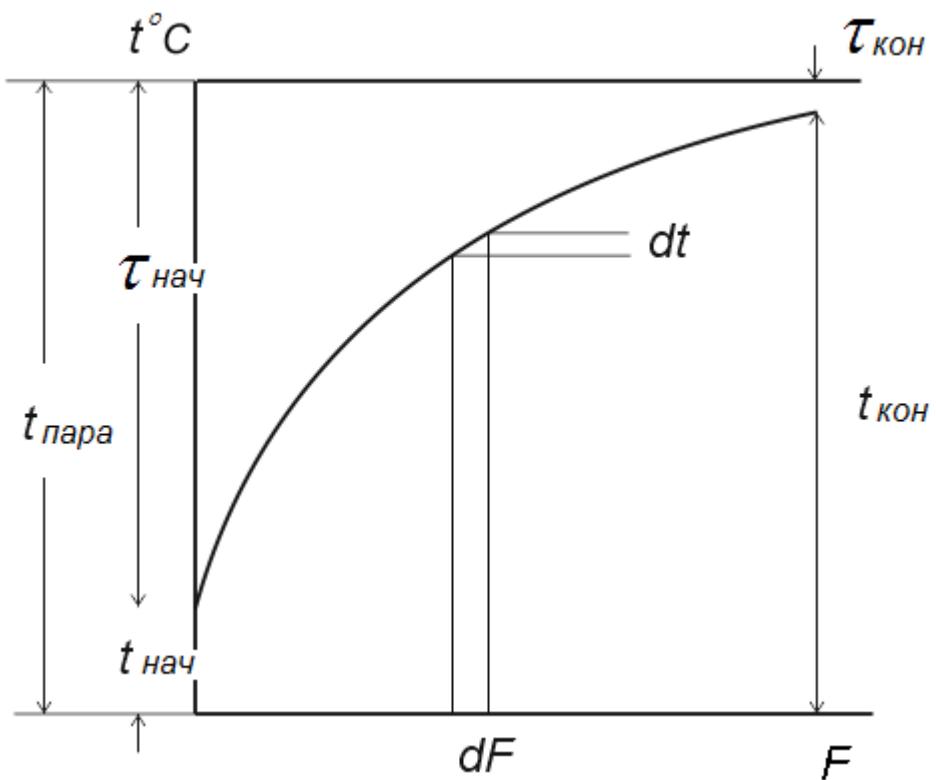


Рисунок 28 – Тепловой процесс пастеризации

$t$  – температура молока,

### 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

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

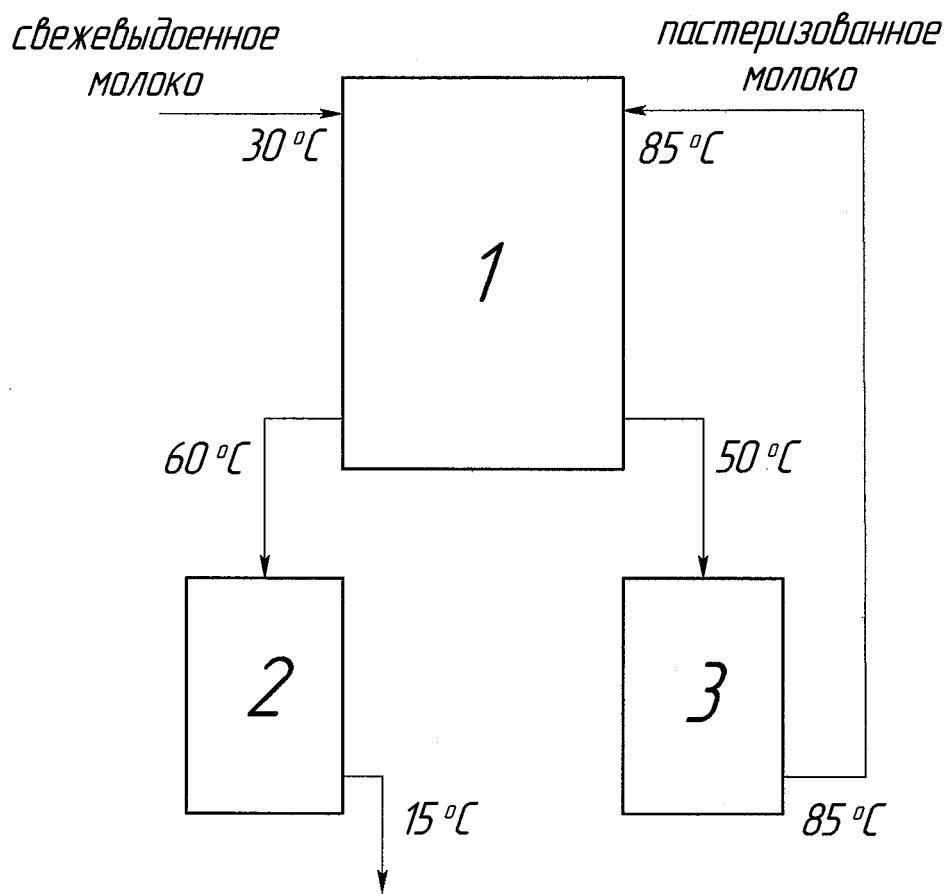


Рис. 29 Схема включения прямоточного регенератора в молочную линию: 1 – регенератор, 2 – охладитель, 3 – пастеризатор.

### Молочные сепараторы

Сущность разделения молока заключается в том, что вследствие разницы плотностей молочного жира и так называемой молочной плазмы (т.е. обрата), происходит всплыивание жировых частиц. Эта разница составляет  $0,11 \text{ г}/\text{см}^3$  (плотность жира  $0,92 \text{ г}/\text{см}^3$ , а плазмы –  $1,03 \text{ г}/\text{см}^3$ ). 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

$$V_c = \frac{2}{9} g \frac{\sigma_n - \sigma_{ж}}{\eta} r^2 ($$

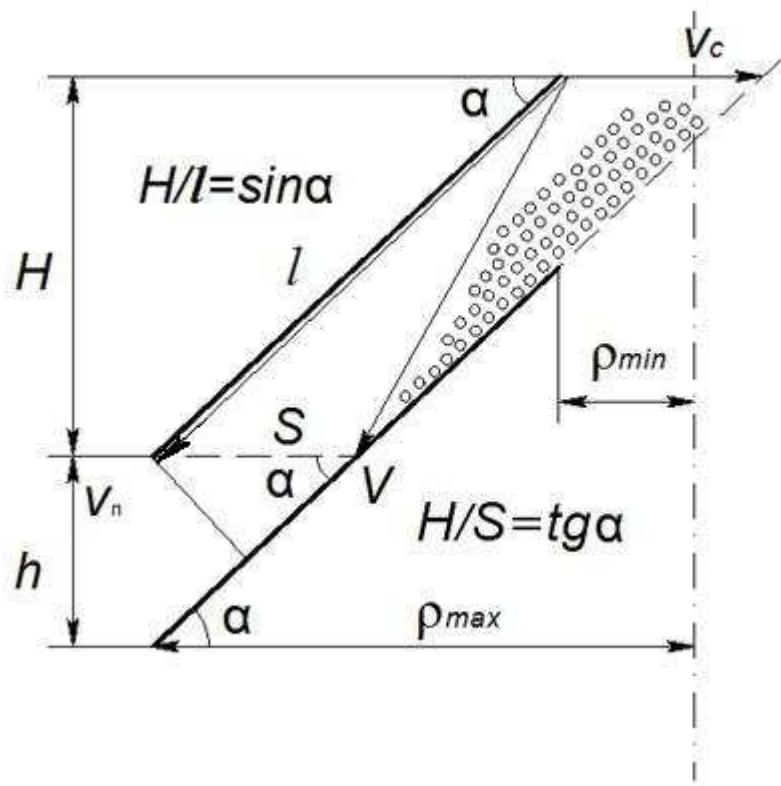


Рис. 30а – Выделение жирового шарика при движении молока в межтарелочном пространстве

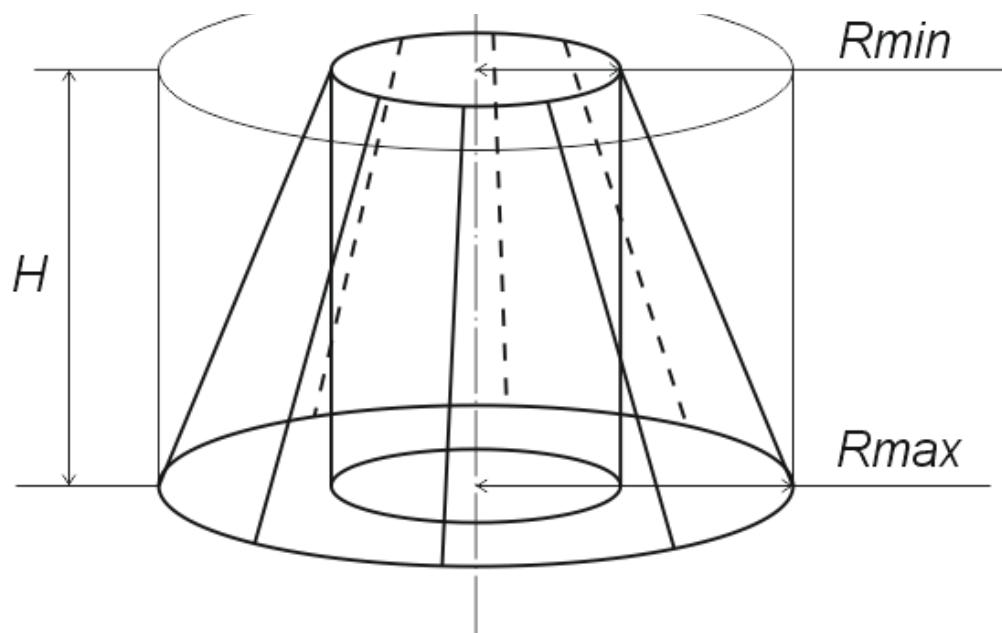
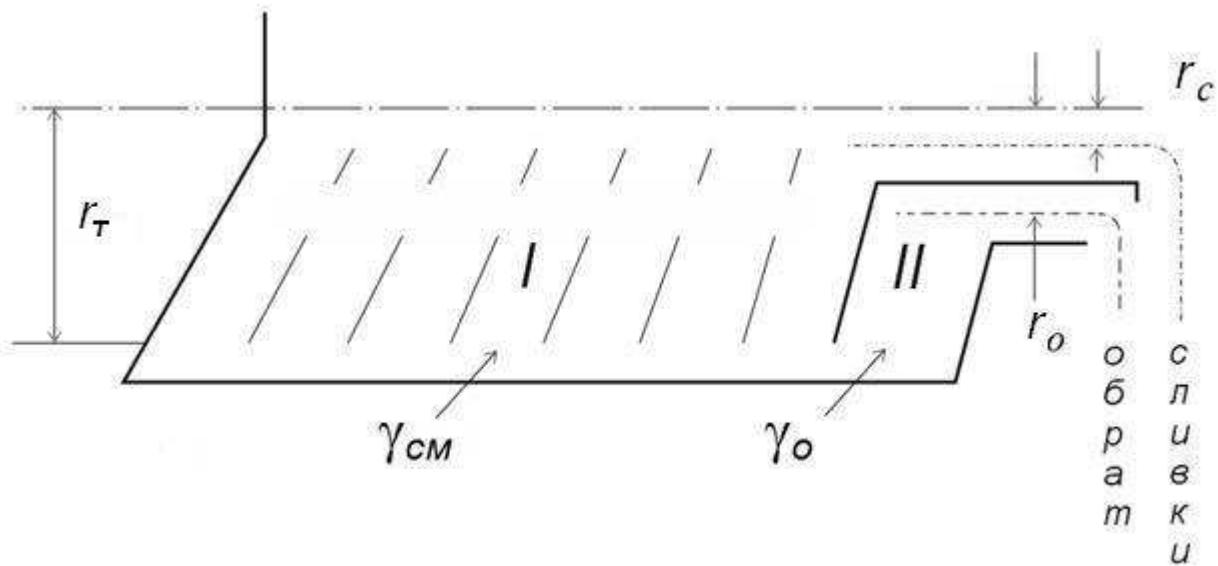


Рис. 30б – К определению расчетного объема барабана сепаратора

Для практических расчетов



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. 13 Лекция № 14 (2 часа).

Тема: «Механизация стрижки овец и первичной обработки шерсти»

### 1.13.1 Вопросы лекции:

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

**1.13.2 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.

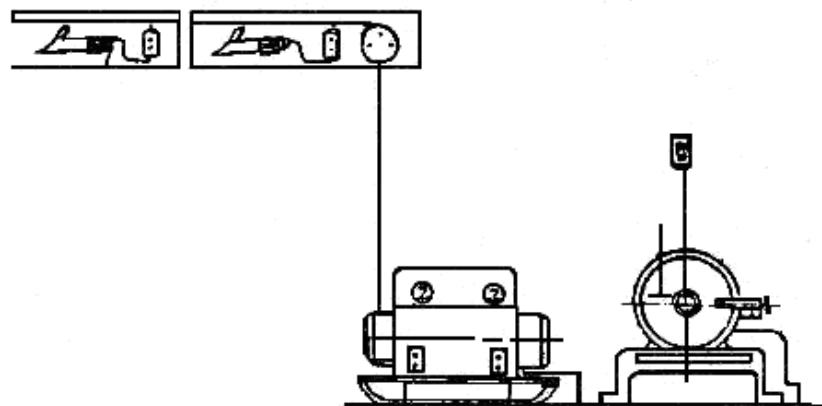


Рис. 1. Схема ЭСА 12Г

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.

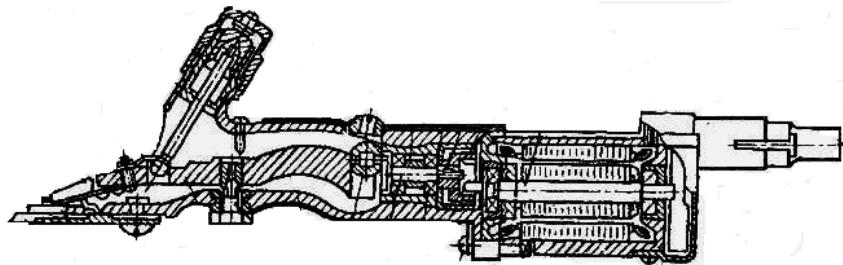


Рис. 2. Стригальная машинка МСУ-200

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 зоне машинки, позволяя стригалю видеть эту зону.

### 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. 14 Лекция № 15 (2 часа).

Тема: «Механизация купки овец»

### 1.14.1 Вопросы лекции:

1. *Оборудование для обработки кожного покрова овец.*

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

3. *Технологические расчеты купочных и душевых установок*

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

### 11. 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 целями 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 0КВ)

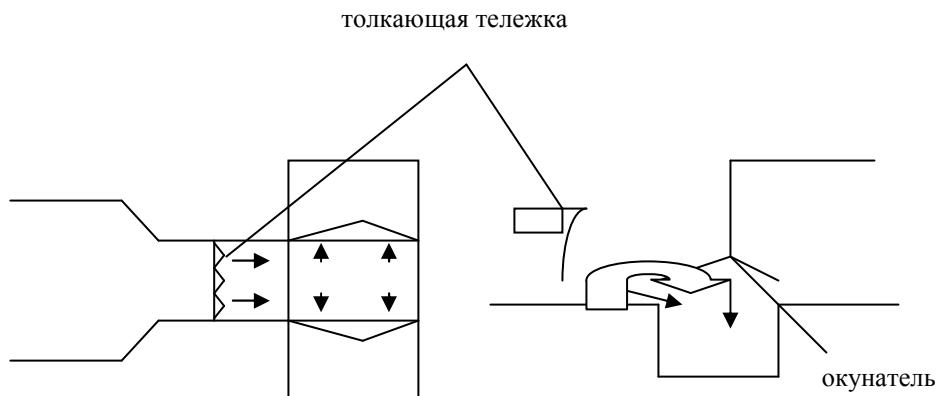


Рис. 1. Схема работы толкающей тележки

Недостатки: 1. Травмы (гибель) животных при отделении группы пальцами тележки; 2. Утопление (гибель) животных при одновременном окурнании 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

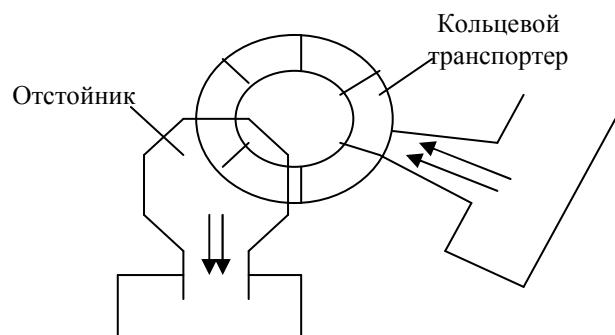


Рис. 2. Схема конвейерно-кольцевой купочной установки

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

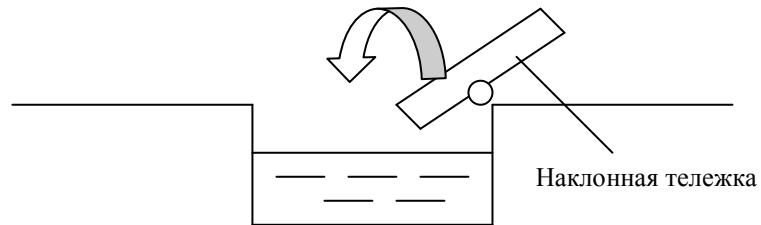
Недостатки: 1. Трудность загона овец на транспортер; 2. Уход овец назад и в стороны; 3. Частые травмы конечностей животных между кромкой стенок и поверхностью транспортера.

### 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*

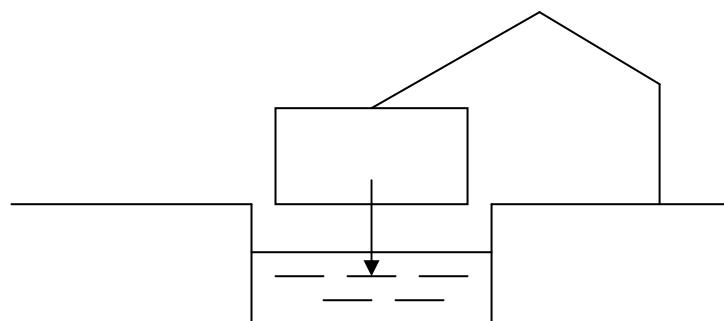
Недостатки: 1. Травмирование копытец и конечностей при скольжении по полу площадки; 2. Отсутствие принудительно подающего механизма.

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

Недостаток: Резкое снижение производительности при повторных обработках.

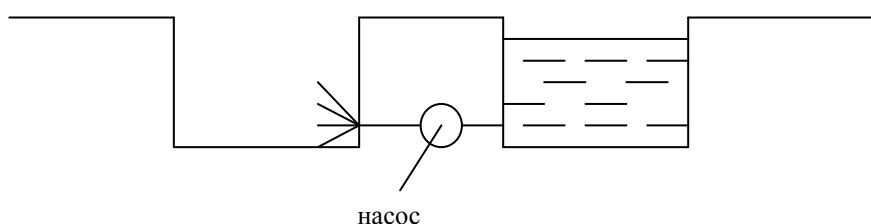
7. Установка со сбрасывающим механизмом «бегущая волна» УПК-300

8. Комбинированного типа - толкающая тележка + наклоняющаяся платформа



*Рис. 4. Схема установки с опускающейся клетью*

б) с заполняемыми бассейнами (УКО-750) - 2 бассейна, система разбрзгивания жидкости, бассейны цилиндрические  $\varnothing 10$  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 к 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;

### 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,  $\text{м}^2$  (овцематок – 1,0 – 1,8  $\text{м}^2$ , баранов – 2,0 - 2,6  $\text{м}^2$ .)

$\tau_0$  - остаточное насыщение шерстного покрова овец жидкостью,  $\text{кг}/\text{м}^2$

$N$  - 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  $\text{мм}^2$  и их толщину (для грубошерстных и полугрубошерстных 66  $\text{кг}/\text{м}^3$ )

$l$  - 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,  $\text{кг}/\text{м}^2$

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

$S$  - площадь камеры,  $\text{м}^2$

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

$Q$  - интенсивность подачи жидкости,  $\text{м}^3/\text{с}$

$\rho$  - плотность эмульсий,  $\text{г}/\text{м}^3$

Предельное насыщение

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

$C_n$  - коэффициент, учитывающий характеристику шерстного покрова (для грубошерстных и полугрубошерстных  $C_n = 220 \text{ кг}/\text{м}^3$ )

$l$  - длина шерстных волокон,  $\text{мм}$

## **1. 15 Лекция № 16 (4 часа).**

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

### **1.15.1 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

.....

**1.15.2 Краткое содержание вопросов:** (тезисно изложить основное содержание рассматриваемых 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*

#### **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 жидкком виде.

технология сбора и удаления жидкого бесподстильного 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.

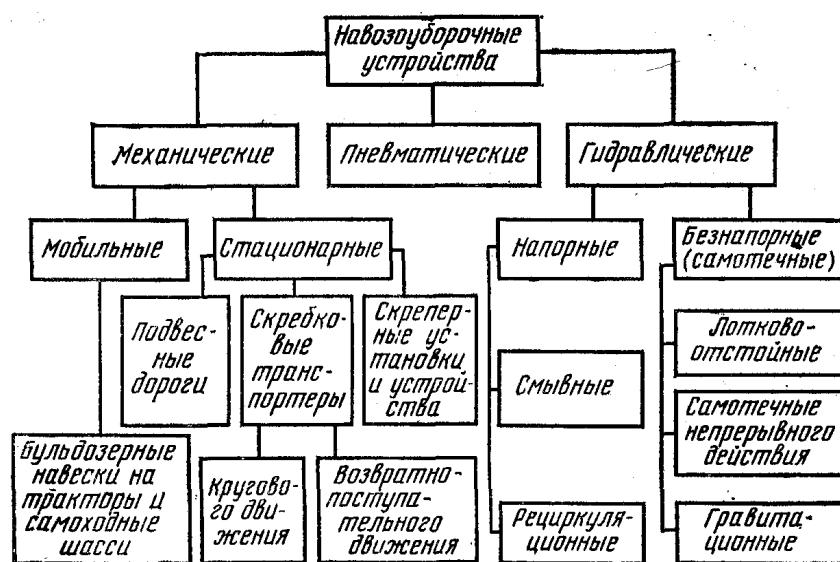


Рис. 2. Классификация устройств для удаления навоза из помещений

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 -

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).

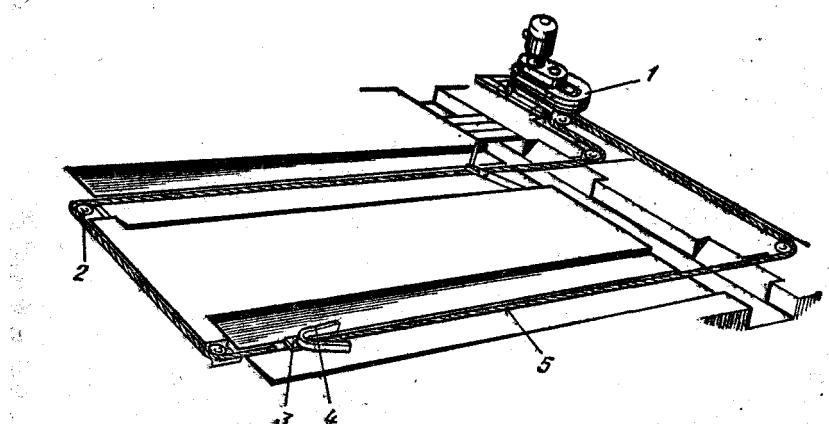


Рис. 3. Схема скреперной установки

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,

### **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:

### *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 смыывается, 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 жидких 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. 16 Лекция № 17 (2 часа).

Тема: «Микроклимат животноводческих зданий и помещений»

### 1.16.1 Вопросы лекции:

1. Понятие о микроклимате

2. Система вентиляции и отопления на животноводческих фермах и

комплексах.....

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

1. Понятие о микроклимате

Зашита животных от вредных воздействий среды при содержании их в помещениях, а также повышение резистентности организма нормированием условий внешней среды (созданием оптимального микроклимата) имеют важное значение не только для здоровья животных, но и для продления срока службы основных производственных зданий, улучшения эксплуатации технологического оборудования и условий труда обслуживающего персонала.

Под микроклиматом животноводческого помещения понимают климат ограниченного пространства (коровника, телятника, свинарника или другого здания). Микроклимат помещении представляет собой совокупность физических, химических и биологических параметров окружающей среды. Основные из них — это температура и относительная влажность воздуха, его подвижность, электрические свойства, содержание углекислоты, аммиака, сероводорода, концентрация пыли и наличие микрофлоры. К Этим параметрам следует добавить интенсивность производственных шумов, которая значительно возросла с внедрением механизации, а также освещенность рабочих зон.

Температура, влажность, чистота и подвижность воздуха в помещении оказывают влияние на терморегуляцию животных: совокупность физиологических процессов, поддерживающих температуру тела на постоянном уровне. Постоянство температуры тела достигается благодаря изменениям теплопродукции и теплоотдачи, а следовательно, продуктивности животных и потребления ими кормов.

*При понижении температуры внутри помещения животные потребляют большие кормов, а при повышении температуры затрудняется отдача теплоты организмом во внешнюю среду, что снижает продуктивность животных.*

Относительная влажность воздуха в животноводческих и птицеводческих помещениях обычно достигает 70... 80%. При дальнейшем ее увеличении до 90 % и более замедляются окислительно-восстановительные процессы в организме, нарушается обмен веществ, снижается сопротивляемость организма простудным заболеваниям, падает продуктивность животных.

Скорость движения воздуха должна составлять 0,2...0,3 м/с. При скорости менее 0,2 м/с образуются застойные зоны, в которых накапливаются вредные выделения, а при скоростях выше 0,5 м/с наблюдается увеличение простудных заболеваний.

Шум в помещении влияет не только на животных и птицу, но и на обслуживающий персонал, поэтому действие этого фактора нужно рассматривать комплексно, учитывая и охрану труда.

Нормальное освещение животноводческих помещений, которое обеспечивается при сочетании естественного и искусственного света, влияет не только на продуктивность животных и птицы, но и на производительность труда обслуживающего персонала.

Формирование микроклимата животноводческих помещений зависит от ряда технических и технологических факторов: объемно-планировочных и конструктивных решений, технологии содержания, эффективности системы навозоудаления, способов и типов кормления, теплозащитных свойств ограждающих конструкций и, глинное, эффективности систем отопления и вентиляции.

Вопросы теплоизоляции ограждающих конструкций имеют большое значение для создания оптимального микроклимата. Многочисленные исследования показали, что на эффективность выращивания молодняка и содержание взрослых животных значительное влияние оказывает температура поверхности стен и пристенной зоны, особенно в холодный период года, когда температура ограждающих конструкций значительно ниже температуры кожи животного. В таких случаях теплопотери животных излучением достигают 50 % и более от общего количества энергии, вырабатываемой организмом, что может служить причиной местного или общего переохлаждения организма животного. Это, в свою очередь, приводит к снижению привесов, продуктивности и увеличению числа больных животных.

Для животноводческих помещений наиболее эффективный перепад температур воздух —ограждение составляет 3 ... 5 °C.

В формировании микроклимата важную роль играет устройство полов, так как через них теряется 20 ... 40 % теплоты от общих тепловых потерь здания.

Помимо теплофизических качеств ограждающих конструкций, формирование микроклимата зависит от вида и возраста животных, находящихся в помещении, условий их содержания (выгульное, безвыгульное), типа кормления.

Состояние и формирование микроклимата в животноводческих помещениях во многом связано с нормальным функционированием канализационной системы, а также с регулярностью уборки навоза и навозной жижи (за исключением тех случаев, когда животных содержат на глубокой подстилке, или навоз собирают в навозные каналы при самотечной системе его удаления).

Для снижения концентрации вредных газов и излишней влаги в помещении, а также для рассредоточения приточного воздуха и ликвидации застойных зон устраивают системы вытяжной вентиляции в навозных каналах при содержании животных на решетчатых полах. Повышенная влажность воздуха в помещениях для животных обычно объясняется недостаточным функционированием вентиляционных устройств, высокой влажностью наружного воздуха и отсутствием обогрева воздуха в помещении.

Хорошо регулируют микроклимат на территории ферм и в животноводческих помещениях зеленые насаждения. В жаркий летний период под их влиянием температура воздуха на территории ферм снижается на 7 ... 13 °C, а в помещениях для животных — на 3 ... 6 °C.

**В целом в лекции рассмотрены вопросы состояния микроклимата на животноводческих фермах на сегодняшний день. Представлены основные расчеты системы микроклимата. Представлены схемы и классификация.**

## **2. Система вентиляции и отопления на животноводческих фермах и комплексах**

На животноводческих фермах и комплексах применяют вентиляционные установки различных типов. Их классификация приведена на рисунке 146.

Эффективное средство для создания оптимальных режимов микроклимата в животноводческих помещениях — применение комбинированных систем отопления и механической вентиляции с частичной или полной автоматизацией. С этой целью в микроклиматической камере устанавливают тсилогисср.тюры и приточные вентиляторы для смситания юрячго и холодного воздуха..- В зимний период работает ироточг-иытяжиая вентиляция с прогревом воздуха теплогенергпорями, В переходи!,"! и летний | периоды, когда нет потребности в подогреве приточного воздуха, | действует только вытяжная вентиляция, а свежий воздух в по-1 мещение поступает через регулируемые жалюзийные решетки, установленные рассредоточено в окнах. Система управления теплогенераторами предусматривает автоматическую регуля-1 ровку их теплопронзводительности по принципу «Большой Огонь» — «Малый огонь». Вся аппаратур<sup>4</sup> упра; .^ия ири-Ючной и вытяжной вентиляции размещается г, тк.чфах, уста'- Новленных в климатической камере.

На животноводческих и птицеводческих комплексах можно Применять систему электротермического оборудования «Электроклимат» мощностью до 400 кВт.

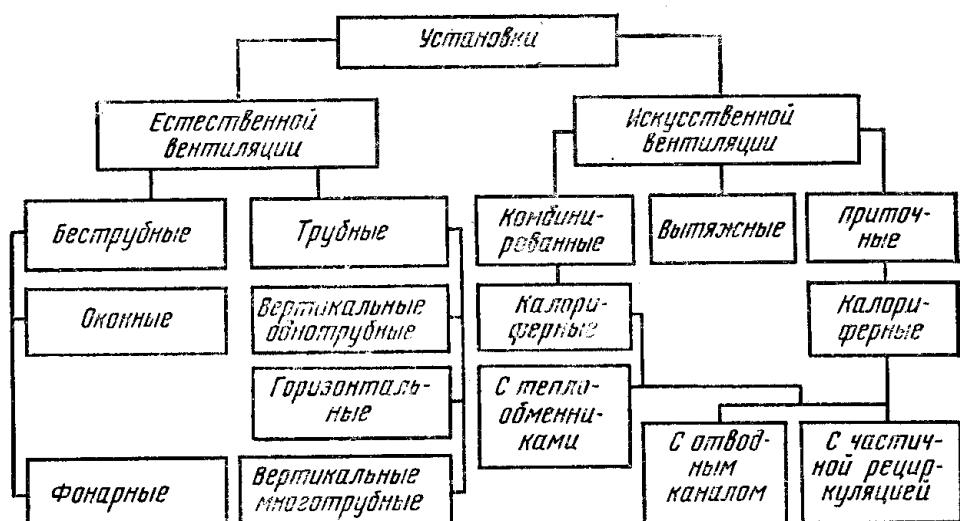


Рис. 1. Классификация вентиляционных установок.

Представляет практический интерес и сочетание обогреваемых полов с комбинированными системами отопления и вентиляции. Это существенно улучшает микроклимат непосредственно в зоне нахождения животных, что очень важно при выращивании молодняка.

Поддержание оптимального микроклимата в помещениях мо-лочнотоварного комплекса часто приводит к повышенному расходу теплоты. В самом деле, по зоогигиеническим нормам в расчете на одну голову крупного рогатого скота расход воздуха должен составлять 70 ... 100 м<sup>3</sup>/ч. И коропчик" на 200 голов средний расход воздуха составляет 17 000 м<sup>3</sup>/ч. Расчеты, подтвержденные;

теплофизическими измерениями, показывают, что при таком воздухообмене лишь 10 ... 15 % теплоты уходит через стены, покрытия, окна, ворота и пол, а 85 ... 90 % теплоты теряется при вентиляции зданий. В этом случае экономия топлива при использовании отопительных систем возможна в первую очередь за счет теплоты, уходящей с отработанным воздухом. Это достигается благодаря применению теплообменников-рекуператоров. Наиболее простой и достаточно эффективный теплообменник такого рода устроен по принципу труба в трубе и имеет коэффициент теплопередачи около 21 Вт/(м<sup>2</sup>•К) при площади теплообмена 80 м<sup>2</sup>. При рабочей температуре — 25 ... 30 °С и внутренней — +10 °С он утилизирует примерно 60 тыс. Вт теплоты, что равноценно расходу более 80 кВт. ч электроэнергии. Необходимый расход

энергии для двигателей вентиляторов теплообменника при этом примерно равен 7,5 кВт. ч, т. е. в 11 раз меньше.

Стоимость системы такого отопления составляет от 3 до 6 °г от общей стоимости животноводческих зданий. Применение теплообменников позволяет снизить единовременные затраты на устройство систем обеспечения микроклимата не менее чем в 2 раза.

Но главное преимущество таких устройств заключается в резком снижении эксплуатационных расходов.

Эффективность вентиляции зависит от многочисленных факторов, среди которых основные следующие: герметичность помещений и их хорошая теплоизоляция с защитным барьером от влаги; правильная циркуляция воздуха внутри помещения; объем помещений, приходящийся на одно животное; правильное устройство приточных каналов для свежего и вытяжных для загрязненного воздуха; наличие аппаратуры для автоматического контроля температуры и воздухообмена.

В последние годы все шире применяют калориферные установки, которые осуществляют смену загрязненного воздуха и обогрев помещений.

Эффективность пептиляционно-отопительных систем зависит от качества функционирования их конструктивных элементов. На рисунке 147 показаны некоторые из этих элементов.

## **1. 17 Лекция № 18 (2 часа).**

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

### **1.17.1 Вопросы лекции:**

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

**1.17.2 Краткое содержание вопросов:** (*тезисно изложить основное содержание рассматриваемых 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 (центрифугирование), 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,**

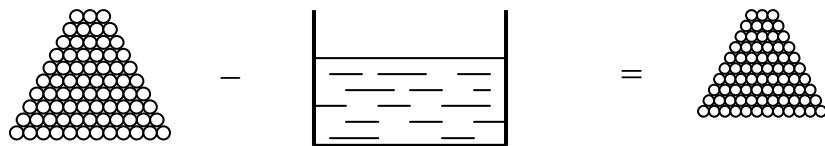
**химическими или биологическими свойствами:**

- 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

| № | Название и физические свойства веществ, участвующих в процессе | Графическая интерпретация технологического процесса                                |                   |                  |
|---|--|--|-------------------|------------------|
|   |  |  | Испарившаяся вода | Конечный продукт |
| 1 | Название вещества  | Сырьё  | Испарившаяся вода | Конечный продукт |
| 2 | Масса или объем вещества                                       | $M_c$  | $M_b$             | $M_{k.n.}$       |
| 3 | 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

$$M_c - M_b = M_{k.n.} \quad (1)$$

$$W_c M_c - 100 M_b = W_{k.n.} M_{k.n.} \quad (2)$$

где  $M_c$ ,  $M_b$ ,  $M_{k.n.}$  – масса сырья, влаги, конечного продукта соответственно;  $W_c$ ,  $W_{k.n.}$  – 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  $W_c$ ;  $W_{ж.ф.}$ ;  $W_{г.ф.}$  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:

$$M_c - M_{ж.ф.} = M_{г.ф.} \quad (9)$$

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

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

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

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

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

Конечные формулы имеют следующий вид:

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

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

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

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

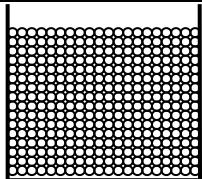
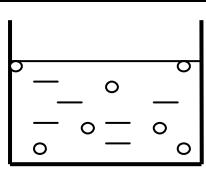
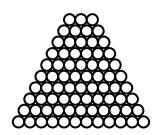
$$M_{ж.ф.} = M_c (W_c - W_{г.ф.}) / (W_{ж.ф.} - W_{г.ф.})$$

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

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                                 |  |   |
|---|--|---|--|---|
|   |  |  |  |  |
| 1 | Название вещества  | Семена подсолнечника  | Подсолнечное масло   | Подсолнечный жмых   |
| 2 | Масса  | $M_c$   | $M_M$  | $M_{ж.м.}$  |

|   | вещества                                       |                 |                 |                               |
|---|--|-----------------|-----------------|-------------------------------|
| 3 | Относительное содержание растительного жира, % | $\mathcal{K}_c$ | $\mathcal{K}_m$ | $\mathcal{K}_{\mathcal{K}_m}$ |

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

Математическая модель процесса получения подсолнечного масла имеет вид:

$$M_c - M_m = M_{\mathcal{K}_m} \quad (11)$$

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

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

## 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 | Графическая интерпретация технологического процесса |
|---|------------|---|
|---|------------|---|

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

### Особенности таблицы

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 | Точное название вещества                                       | картофель   | концентраты | силос |   | кормосмесь |
| 2 | Масса кормов, кг   | X   | Y           | z     |   | 800        |
| 3 | Влажность кормов, %  | 70  | 13          | 75    |   | 58         |
| 4 | Питательность кормов, к.ед./кг                                 | 0,3   | 0,95        | 0,25  |   | 0,44       |

Математическая модель процесса имеет вид

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

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

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

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 | 1  | 2   | 3                 | 4                    |
| 1 | Точное название вещества                                       | Свежая ягода клубники                                   | Испарившаяся вода | Сухая ягода клубники |
| 2 | Масса веществ, кг  | X   | Y                 | Z                    |
| 3 | Величина <b>абсолютно сухого остатка, %</b>                    | 20  | 0                 | 87                   |
| 4 | 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

| № | Название и | Графическая интерпретация процесса |
|---|------------|------------------------------------|
|---|------------|------------------------------------|

|     |   |                    |                 |                    |                            |  |   |  |
|-----|---|--------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|--|---|--|
| п/п | физические свойства веществ, участвующих в процессе |                    | -               |                    | +                          |  | = |  |
|     | 1   | 2                  | 3               | 4                  | 5                          |  |   |  |
| 1   | Точное название вещества                            | Натуральное молоко | Выпаренная вода | Сахар свекловичный | Сгущенное молоко с сахаром |  |   |  |
| 2   | Масса веществ, кг/сут                               | X                  | Y               | Z                  | 1000                       |  |   |  |
| 3   | Содержание жира, %                                  | $\mathcal{K}_m$    | 0               | 0                  | 8                          |  |   |  |
| 4   | Содержание абсолютно сухого остатка, %              | 12                 | 0               | 87                 | 30                         |  |   |  |
| 5   | 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  $Z = 150$  кг

Дальнейший ход решения комментарий не требует.

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

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

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).

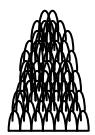
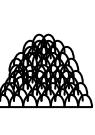
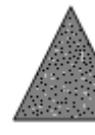
**Характеристика кормов** Таблица 9

| №<br>п/п | Показатели                          | Сено | Корнеплоды | Сенаж | Комбикорм | Кормосмеси |
|----------|-------------------------------------|------|------------|-------|-----------|------------|
|          | 1                                   | 2    | 3          | 4     | 5         | 6          |
| 1        | Содержание протеина, г/кг           | 82   | 13         | 39    | 1,4       | 24         |
| 2        | Содержание обменной энергии, МДж/кг | 4,6  | 1,25       | 3,6   | 10,2      | 4,1        |
| 3        | Питательность к.ед/кг               | 0,47 | 0,13       | 0,3   | 0,95      | 0,37       |

Заполняем таблицу № 10.

**Расчет состава кормосмеси**

**Таблица 10**

| №<br>п/п | Название и физические свойства кормов | Графическая интерпретация   |            |   |           |   |   |   |
|----------|---------------------------------------|---|------------|---|-----------|---|---|---|
|          |                                       |  | +          |  | +         |  | + |  |
|          | 1                                     | 2   | 3          | 4   | 5         | 6   |   |   |
| 1        | Название корма                        | сено  | корнеплоды | сенаж   | комбикорм | кормосмесь  |   |   |
| 2        | Масса кормов, кг                      | X   | Y          | Z   | K         | 24  |   |   |
| 3        | Содержание протеина, г/кг             | 82  | 13         | 39  | 1,4       | 23  |   |   |
| 4        | Питательность, к.ед/кг                | 0,47  | 0,13       | 0,3   | 0,95      | 0,37  |   |   |
| 5        | Содержание обменной энергии МДж/кг    | 4,6   | 1,25       | 3,6   | 10,2      | 4,1   |   |   |

Математическая модель кормосмеси имеет следующий вид:

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

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

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

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

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 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 кормосмеси |                   |   |                       |
|----|--|---|-------------------|---|-----------------------|
|    |  |   | -                 |   | =                     |
|    | 1  | 2   | 3                 | 4 |                       |
| 1. | Точное название вещества                     | Сырое зерно   | Испарившаяся вода |   | Абсолютно сухое зерно |
| 2. | Масса, кг/га                                 | 3000  | X                 |   | Y                     |
| 3. | 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

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

2. Определяется количество абсолютно сухого ячменя, требующееся на одну свиноматку в течении года -  $G_{год/гол.}$

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

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

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

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),

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

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

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.

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

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

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

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

#### 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

**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.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### **2.1 Лабораторная работа № 1 (2 часа).**

**Тема:** «Машины для основной обработки почвы»

**2.1.1 Цель работы:** Изучить назначение, технические характеристики, устройство и регулировки навесного плуга ПЛН-3-35, ПЛП-6-35. Разобрать варианты использования плуга на легких и тяжелых почвах.

#### **2.1.2 Задачи работы:**

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.

#### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Плуг ПЛН-3-35, ПЛП-6-35, угольник, линейка, рулетка, учебные плакаты (механизм навески трактора МТЗ)

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

### **НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**

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 обрачивает 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 обворачивает 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 грядилю 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.

#### *Переоборудование 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.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПЛУГА ЛЕМЕШНОГО НАВЕСНОГО ПЛН-3-35**

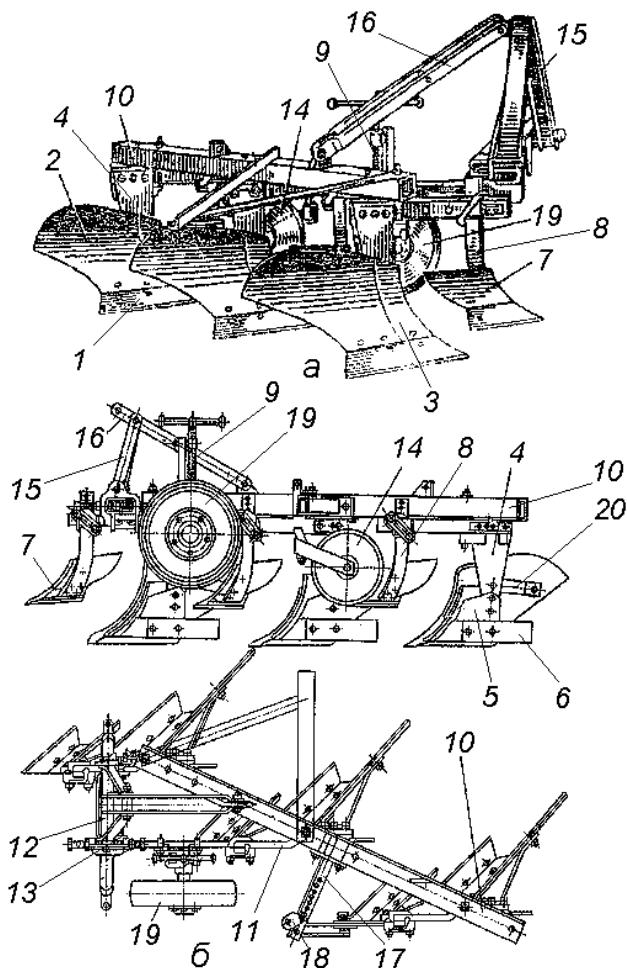


Рисунок 1: а - общий вид плуга; б - проекции плуга.

Корпус плуга: 1 - лемех, 2,3 - отвал, 6 - полевая доска, 4 -стойка, 5 - башмак, 20 - распорка отвала, 7 - предплужник, 8 -державка, 14 -дисковый нож, 17 - дополнительный брус, 18 – накладка, 9 - винтовой механизм, 19 - опорное колесо; Рама: 10 - брус жесткости, 11 - грядиль, 12 - распорка, 13 - прокладка,15 - замок автосцепки, 16 -раскос.

ПЛП-6-35 предназначен для вспашки почв, не засоренных камнями, с удельным сопротивлением до  $9,0 \text{ Н/см}^2$  на глубину до 30 см.

Техническая характеристика:

|  |                 |
|--|-----------------|
| Ширина захвата, м  | 2,1             |
| Глубина пахоты, см   | 30              |
| Предельное удельное сопротивление, $\text{kgs/cm}^2$ ( $\text{Н/см}^2$ ) | 0,9/9           |
| Рабочая скорость, км/ч   | 7...12          |
| Производительность за час, га/ч  | 2               |
| Масса, кг  | 1200            |
| Агрегатируется с тракторами класса (кН)                                  | 3...4 (30...40) |

## 2. УСТРОЙСТВО И РЕГУЛИРОВКИ ПЛУГА ПЛП-6-35

### 2.1. Общее устройство и процесс работы

Плуг состоит из плоской сварной рамы 10, на которой закреплены корпуса 4, предплужники 7, дисковый нож 14, опорное колесо 19 с механизмом регулировки глубины вспашки 9, механизм заднего колеса 23 и замок автосцепки 13.

Плоская рама 10 сварена из основной, продольной и поперечной балок. К основной балке рамы приварены уголники для крепления стоек корпусов 4 и кронштейнов предплужников 11.

Поперечная балка рамы имеет ряд отверстий, позволяющих установить кронштейны-понизители 12.

Для соединения полунавесного плуга с трактором используется автосцепка АС-2, замок которой с помощью пальцев крепится к кронштейнам-понизителям, а верхней точкой к переднему концу трубы догружателя 15, шток которого 16 присоединен к кронштейну 22 на основной балке рамы. Догружатель обеспечивает постоянство глубины вспашки. Телескопическая конструкция догружателя при переводе плуга в транспортное положение дает возможность поднимать только его переднюю часть

Для подъема и опускания рамы плуга, поддержания заданной глубины вспашки задними корпусами служит механизм заднего колеса, состоящий из кронштейна 23, нижних 24 и верхних 25 рычагов с водилом, нижнего 27 и верхнего 28 стаканов, в которые вставлена ось 29 заднего колеса. На конец оси надето и закреплено чекой направляющее кольцо 21 с пазом. В паз входит ролик, установленный на планке 30, которая закреплена шарнирно на рычагах 24 и 25.

В рабочем положении ролик входит в паз кольца и удерживает ось заднего колеса от поворота. Управление механизмом заднего колеса осуществляется выносным гидроцилиндром 32, шток которого при выдвижении поворачивает водило, поднимая тем самым раму плуга. При этом планка 30 опускается, ролик выходит из паза направляющего кольца 21, освобождая ось и допуская ее поворот.

К нижнему стакану прикреплена рессорная пружина 31 с роликом, который входит в паз кольца, приваренного к оси 29 ниже стакана 27. При прямолинейном движении плуга и небольших боковых нагрузках ролик удерживает ось заднего колеса в стакане. Во время поворота агрегата сильное боковое давление выталкивает ролик из паза, допуская поворот оси. Усилие, при котором ролик выходит из паза, регулируют набором пластин толщиной 0,5 мм.

Для установки плуга на заданную глубину вспашки положение заднего колеса по высоте регулируют упорным болтом, ввернутым в скобу 33.

Положение опорного полевого колеса 19, предназначенного для регулирования и поддержания заданной глубины пахоты, изменяется с помощью винтового механизма 3. Плуг оснащен прицепом для борон и катков (прицеп снят).

Корпус плуга подрезает, разрыхляет и оборачивает пласт. 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 и трапециевидными лемехами, могут устанавливаться самозатачивающиеся лемеха, на лезвия которых с тыльной стороны нанесен слоем в 1,5 мм твердый сплав сормайт №1. Нанесение сплава сормайт №1 на лезвия увеличивает срок службы в 10-15 раз. Отвал отрезает пласт от стенки борозды, деформирует его и оборачивает верхним слоем вниз. В зависимости от условий работы плуг ПЛП-6-35 может оснащаться 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 безотвальных 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 усиливается распоркой.

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 прилегать к лемеху по линии стыка и не выступать над поверхностью лемеха. Допускается местный зазор не более 1 мм, а выступание лемеха над отвалом на 2 мм. По линии полевого обреза отвал не должен выступать над лемехом, лемех 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 захвата корпуса и сбрасывает его на дно борозды.

Предплужник состоит из стойки, на которой закреплены лемех и отвал. Предплужник крепят к кронштейну 11 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 крепится 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 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.

## *2.2. 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 выполняется без предплужника.
8. Нижняя точка лезвия ножа должна находиться ниже носка лемеха предплужника на 20-30 мм. Ступица ножа не должна касаться поверхности поля.

## *2.3. Порядок подготовки и соединения полунавесного плуга с трактором*

В зависимости от удельного сопротивления почвы, глубины вспашки и колеи трактора полунавесной плуг можно перестраивать в пяти и четырехкорпусной варианты,

при этом снимают последние корпуса плуга, а механизм заднего колеса с гидроцилиндром перемещается по основному брусу рамы вперед.

Взаимное расположение плуга и трактора при их соединении должно учитывать расстояние между кромкой гусеницы (колеса) трактора и стенкой борозды, предотвращающее ее обрушивание. Для Т-150 - 240 мм, Т-150К - 300 мм, Т-4А - 230...290 мм, при этом устойчивое движение пахотного агрегата достигается соответствующей подготовкой трактора и полунавесного плуга.

### 2.3.1. Подготовка трактора

Навесное устройство трактора необходимо собрать по двухточечной схеме, для этого передние концы нижних продольных тяг закрепляют на шарнире, установленном на нижней оси навески трактора, и в зависимости от числа корпусов, смещают шарнир относительно оси симметрии трактора вправо (см. таблицу), при этом середина шарнира верхней тяги должна располагаться над стыком втулок нижних продольных тяг.

Устанавливают длину левого раскоса и располагают вертикальные раскосы относительно рычагов подъема навески в зависимости от марки трактора и предполагаемого числа корпусов плуга. Укорачивают до отказа верхнюю центральную тягу механизма навески трактора.

Таблица 1 - Установка навески трактора

| Марка трактора | -во корпусов плуга, шт. | Кол | Смещение механизма навески на тракторе вправо от его оси, мм. | на | Дли  | Положение вертикальных раскосов относительно рычагов подъема |
|----------------|-------------------------|-----|---|----|------|--|
|                |                         |     |   | го | лево |  |
|                |                         |     |   |    | раск |  |
| Т-150          | 6                       |     | 0   |    | 755  | с внутренней стороны   |
|                | 5                       |     | 60  |    |      | с правой стороны   |
| Т-150К         | 6                       |     | 120   |    | 755  | с правой стороны   |
|                | 5                       |     | 150   |    |      | с правой стороны   |
| Т-4А           | 6                       |     | 20  |    | 670  | с внутренней стороны   |
|                | 5                       |     | 140   |    |      | с правой стороны   |
|                | 4                       |     | 140   |    |      | с правой стороны   |

### 2.3.2. Подготовка полунавесного плуга

При работе полунавесного плуга с гусеничными тракторами Т-4А, Т-150 навеска плуга смещается в крайнее правое положение за счет переноса кронштейнов - понизителей по отверстиям поперечной балки рамы, при этом шток додружателя 16 устанавливают на кронштейне додружателя 22 в крайнем правом положении (по ходу плуга).

При работе полунавесного плуга с колесным трактором Т-150К навеска плуга смещается в крайнее левое положение, при этом шток додружателя устанавливается слева от кронштейна.

Корпуса плуга, предплужники, дисковый нож устанавливаются на раму плуга с соблюдением технических требований.

Опорное колесо крепится на продольном брусе рамы против второго корпуса.

Давление в шине заднего колеса плуга должно составлять 0,2 МПа.

### 2.3.3. Соединение плуга с трактором

Для соединения плуга с трактором необходимо надеть шаровые втулки нижних тяг на цапфы и ввести верхнюю тягу в проушины автосцепки. Соединения застопорить

быстроуемыми штырями. Затем с помощью гидросистемы трактора ввести в зацепление автосцепку с замком до момента фиксации соединения на защелку.

Для отсоединения плуга необходимо разомкнуть защелку и, опустив автосцепку, вывести ее из зацепления с замком.

#### 2.4. Установка плуга на заданную глубину обработки

1. Полунавесной плуг опустить на площадку так, чтобы носок лемеха заднего корпуса находился в опорной плоскости заднего колеса.

2. Установить под опорное колесо бруск, толщина которого должна быть меньше на 20...30 мм заданной глубины пахоты.

3. Изменением длины правого раскоса механизма навески трактора выровнять раму в поперечном направлении.

4. Регулировочный болт механизма заднего колеса установить так, чтобы головка болта слегка касалась упора.

5. Между торцом трубы дозатора и гайкой на штоке дозатора установить зазор (10...20 мм).

6. Зафиксировать положение стойки опорного колеса.

7. Если задний корпус плуга в работе заглублен меньше, чем остальные, а между головкой регулировочного болта и упором механизма заднего колеса имеется зазор, необходимо увеличивать длину дозатора, что достигается вращением регулировочной гайки.

#### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПЛУГА ЛЕМЕШНОГО ПОЛУНАВЕСНОГО ПЛП-6-35

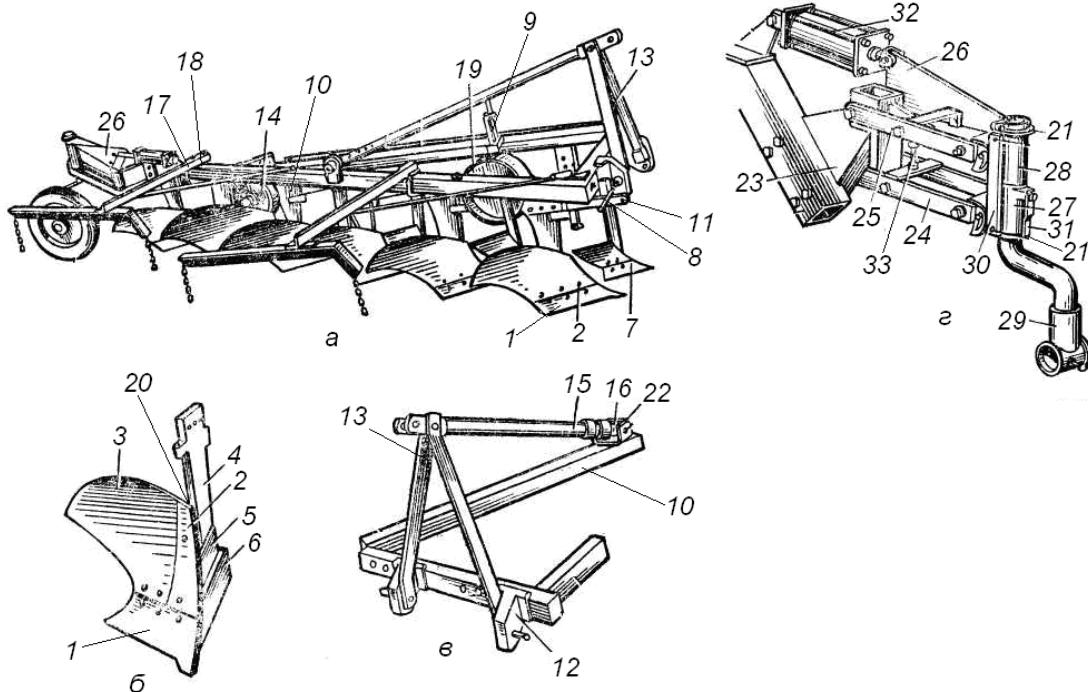


Рисунок 1: а – общий вид плуга; б – корпус плуга; в – навесное устройство; г – механизм заднего колеса.

Корпус плуга: 1 - лемех, 2,3 - отвал, 6 - полевая доска, 4 - стойка, 5 - башмак, 20 - распорка отвала; 7 - предплужник, 8 - державка, 14 - дисковый нож, 17 - дополнительный брус, 18 - накладка, 9 - винтовой механизм, 19 - опорное колесо, 10 - рама сварная, 11 - кронштейн предплужников, 12 - кронштейн-понизитель, 13 - замок автосцепки, 15 - труба дозатора, 16 - шток дозатора, 22 - кронштейн дозатора, 23 - кронштейн заднего колеса, 24 - нижний рычаг, 25 - верхний рычаг, 26 - водило, 27 - нижний стакан, 28 -

верхний стакан, 29 - ось заднего колеса, 21 - направляющие кольца, 30 - планка с роликом, 31 - рессорная пружина, 32 - гидроцилиндр, 33 - скоба.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

1. В чем достоинство долотообразного лемеха?
2. Принцип работы самозатачивающегося лемеха.
3. В каких условиях плуг ПЛН-3-35, ПЛП-6-35 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, ПЛП-6-35.
9. Как объяснить необходимость перекоса рамы плуга относительно трактора при установке на заданную глубину пахоты?
10. Каков порядок соединения плуга ПЛН-3-35, ПЛП-6-35 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?

## **2.2 Лабораторная работа № 2 (2 часа).**

**Тема: «Машины для основной обработки почвы»**

**2.2.1 Цель работы:** Изучить назначение, устройство, техническую характеристику, установки и регулировки культиватора - плоскореза - глубокорыхлителя КПГ-250А.

### **2.2.2 Задачи работы:**

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.

### **2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Навесной культиватор-плоскорезглубокорыхлитель КПГ-250А, сменные рабочие органы, инструмент, рулетка, учебные плакаты.

### **2.2.4 Описание (ход) работы:**

#### **НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**

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 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.

#### **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

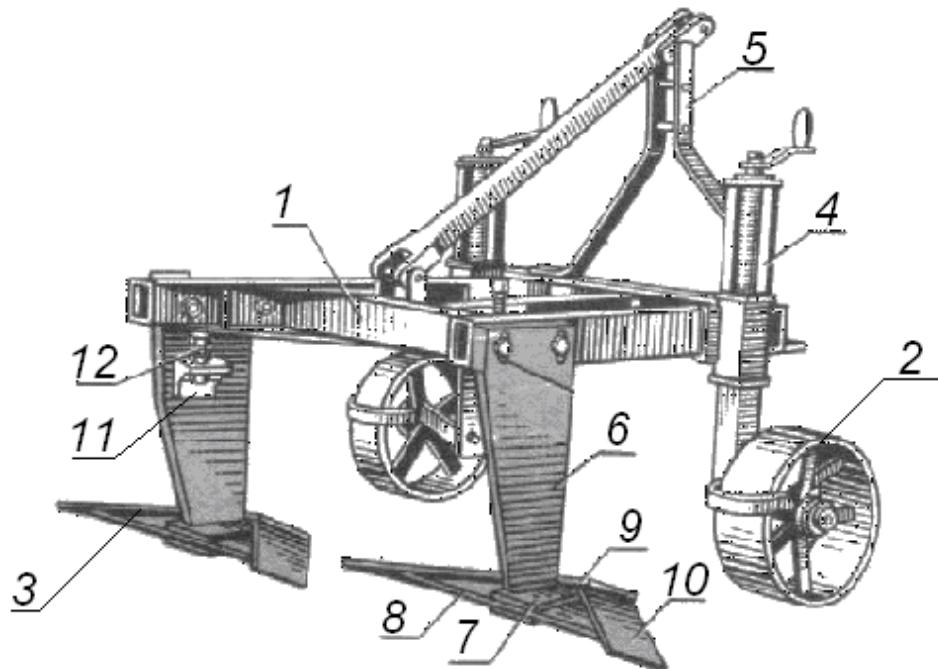


Рисунок 1: 1 - рама, 2 - опорное колесо, 3 - плоскорежущая лапа, 4 - механизм подъема, 5 - замок автосцепки, 6 - стойка, 7 - пятка, 8 - башмак, 9 - долото, 10 - лемех, 11 - уголок, 12 - упорный болт.

### **2.3 Лабораторная работа № 3 (2 часа).**

**Тема: «Машины для дополнительной обработки почвы»**

**2.3.1 Цель работы:** Изучить назначение, техническую характеристику, устройство, установки и регулировки культиваторов для сплошной обработки почвы на примере прицепного гидрофицированного культиватора КПС-4. Изучить назначение, техническую характеристику, устройство, технологический процесс работы машины, основные регулировки и установки бороны.

#### **2.3.2 Задачи работы:**

11. Описать назначение и краткую техническую характеристику культиватора КПС-4.

2. Вычертить схемы механизма регулировки глубины и расстановки рабочих органов на раме культиватора КПС-4.

3. Описать порядок проведения основных технологических регулировок.

4. Описать назначение бороны БИГ-3А.

5. Дать краткую техническую характеристику машины.

6. Начертить схему бороны БИГ-3А показать на ней основные узлы и детали.

7. Описать порядок проведения основных регулировок бороны.

#### **2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Культиватор гидрофицированный КПС-4, инструмент, иллюстрированный материал. Борона игольчатая гидрофицированная БИГ-3А, инструмент, иллюстрированный материал.

#### **2.3.4 Описание (ход) работы:**

#### **НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУЛЬТИВАТОРА КПС-4**

Прицепной гидрофицированный культиватор КПС-4 предназначен для уничтожения сорняков и рыхления почвы без ее оборачивания при уходе за парами и подготовке к посеву. Рыхление почвы способствует накоплению и сохранению влаги и питательных веществ в форме, доступной для усвоения их растениями.

*Техническая характеристика:*

|   |           |
|---|-----------|
| Ширина захвата, м                       | 4         |
| Максимальная глубина обработки, см      | 12        |
| Диапазон рабочих скоростей, км/ч        | 9...12    |
| Расчетная производительность, га/ч      | 2,8...4   |
| Масса, кг                               | 970       |
| Агрегатируется с тракторами класса (кН) | (14...50) |

Культиватор унифицированный, выпускается в прицепном и навесном вариантах. Прицепной или навесной культиватор КПС-4 агрегатируется с тракторами классов 1,4...2 (14...20 кН). Два прицепных культиватора агрегатируются с тракторами Т-150 и Т-150К при использовании гидрофицированной сцепки СА-11. Широкозахватный агрегат из трех или четырех культиваторов составляют с использованием гидрофицированной сцепки СА-16 для работы с тракторами Т-4А, К-700, К-701.

В зависимости от применяемых рабочих органов культиватор выпускается в следующих исполнениях: прицепной со стрельчатыми лапами, наплавленными твердым сплавом - КПС-4; прицепной с рыхлительными лапами - КПС-4-01; навесной со стрельчатыми лапами - КП-4-02; навесной с рыхлительными лапами - КПС-4-03. Для работы на тяжелых, каменистых почвах предназначен культиватор КПС-4-05, оснащенный S-образными стойками.

### **УСТРОЙСТВО И РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС КУЛЬТИВАТОРА КПС-4**

Культиватор гидрофицированный КПС-4 состоит из сварной рамы 1, на переднем брусе которой шарнирно установлены грядили 5 и ходовые пневматические колеса 3 с винтовыми механизмами для регулирования глубины хода рабочих органов 6. С задним уголком рамы 1 грядили соединены через нажимные штанги 8. На свободных концах грядилей 5 закреплены стойки рабочих органов 6.

В прицепном варианте к раме культиватора шарнирно присоединена трехлучевая сница 2, на центральном луче которой имеется проушина для присоединения корпуса гидроцилиндра подъема рабочих органов 11, шток которого соединяется с рамой 1. На раме смонтировано приспособление для навески борон 7.

Во время перевода прицепного культиватора в транспортное положение гидроцилиндр поворачивает раму с закрепленными на ней рабочими органами относительно сницы и ходовых колес, тем самым выглубляя лапы из почвы. При этом выглубляются зубовые бороны, связанные с рамой приспособлением для навески борон.

В навесном варианте культиватора КПС-4 использована автосцепка АС-1, замок которой крепится на переднем брусе рамы.

### **ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ, ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕГУЛИРОВКИ**

Стрельчатые лапы располагают в шахматном порядке в двух рядах. Для обработки слабо засоренных полей в переднем ряду на коротких грядилях закрепляют лапы шириной захвата 270 мм, а в заднем ряду на длинных грядилях - лапы шириной захвата 330 мм. Концы режущих кромок задних лап с каждой стороны должны на 40...50 мм перекрывать кромки передних лап, чтобы обеспечить полное подрезание корней сорняков. При обработке сильно засоренных полей на коротких и длинных грядилях устанавливают лапы захватом 330 мм. Лезвия лап должны быть острыми, затупившиеся лезвия затачивают, чтобы подрезание сорняков было полное.

Рыхлительные лапы размещают в трех поперечных рядах.

На коротких грядилях закрепляют по одной лапе, а на длинных при помощи сдвоенных держателей - по две. Расстояние между соседними бороздками 167 мм. Глубину обработки изменяют винтами механизма глубины - 4, перемещая опорные колеса относительно рамы.

Стойку стрельчатой лапы крепят к грядилям 5 болтами и держателем 12. Вращая болт, перемещают стойку, вставленную в держатель, и таким образом изменяют угол наклона лапы. На легких почвах и при неглубокой обработке стойки устанавливают так, чтобы режущие кромки лап прилегали к поверхности ровной площадки. На тяжелых почвах и при глубокой обработке носки лап должны быть наклонены вперед на 2...3°. Лапа, сильно наклоненная вперед, будет сгруживать почву, наклоненная назад - плохо заглубляться.

Расстановку рабочих органов, их регулировку и установку соответственно заданной глубине обработки проводят на ровной площадке. Культиватор переводят в рабочее положение и под его колеса подкладывают бруски, толщина которых на 2..4 см меньше требуемой глубины обработки (с учетом погружения колес). Вращением винта механизма глубины 4 опускают раму с лапами до их соприкосновения с поверхностью площадки. Рама при этом должна быть горизонтальна, а головки нажимных штанг 8 должны опираться на угольник рамы. Если головки выступают над угольником, или лапы не касаются опорной площадки, ослабляют болты крепления и стойки лап перемещают в держателе 12 вниз или вверх. На засоренных участках и на твердых почвах сжатие пружин увеличивают перестановкой упора в отверстиях нажимной штанги 8. По окончании регулировки сила сжатия пружин на всех штангах должна быть одинаковой. Сжатие пружин на штангах лап, движущихся вслед за колесами трактора, увеличивают.

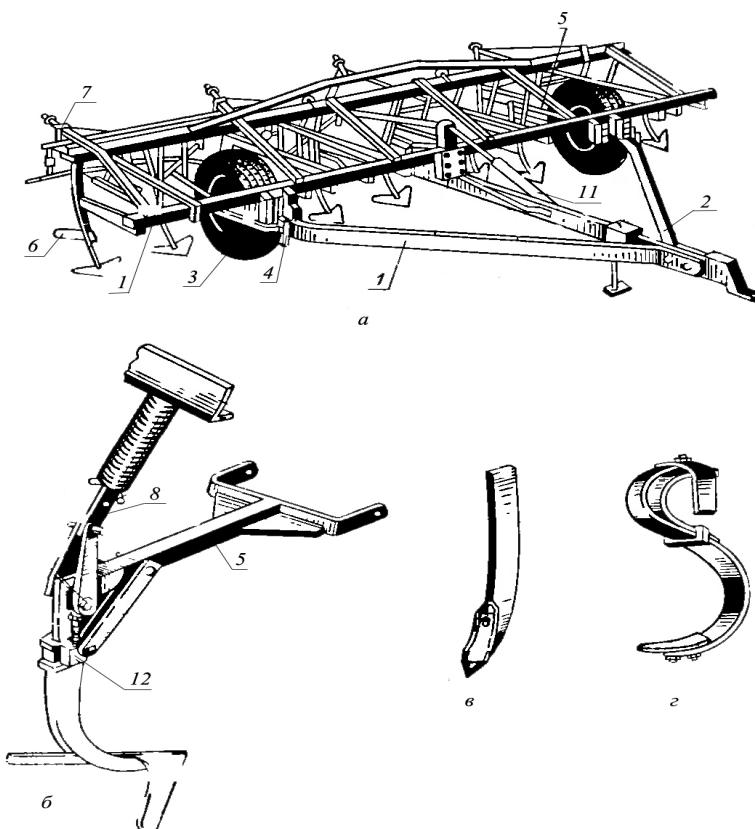


Рисунок 1 - Прицепной культиватор КПС-4а – общий вид; б – стрельчатая лапа; в и г – рыхлительные лапы.

1- рама, 2 – трехлучевая сница, 3 - опорное колесо, 4 - винтовой механизм, 5 - грядиль, 6 - рабочий орган (универсальная стрельчатая лапа), 7 - приспособление для навески борон, 8 - нажимная штанга с пружиной, 9 - косынка сницы (понизитель), 10 - планка транспортера, 11 - гидроцилиндр, 12 - держатель.

**Борона игольчатая гидрофицированная БИГ-ЗА** предназначена для раннего весеннего закрытия почвенной влаги на стерневых фонах, для осенне-и весеннего рыхления поверхности поля, покрытой стерней и другими растительными остатками, с целью сохранения влаги в почве, заделки семян сорняков и падалицы без нарушения стерни, сглаживания неровностей микрорельефа, а также может дополнительно использоваться на бороновании озимых культур, многолетних трав и кукурузы.

*Техническая характеристика:*

Ширина захвата, м

3

|   |                |
|---|----------------|
| Производительность за 1 час основного времени, га/ч |                |
| - агрегата из трех борон с трактором класса         |                |
| 30 кН (V <sub>p</sub> = 6,8 км/ч)                   | 6,2            |
| - агрегата из пяти борон с трактором класса         |                |
| 50 кН (V <sub>p</sub> = 9 км/ч)                     | 11,5           |
| Глубина обработки, см                               | 4...6          |
| Угол атаки дисков, град                             | 0,2,8,12,16    |
| Рабочая скорость движения, км/ч                     | до 12          |
| Транспортная скорость, км/ч                         | до 15          |
| Число батарей                                       | 4              |
| Диаметр дисков, мм                                  | 550            |
| Общая масса, кг                                     | 1100           |
| Габаритные размеры, мм                              | 3340x3160x1200 |
| Дорожный просвет, мм                                | 200            |

БИГ-3А агрегатируется с тракторами тягового класса 1,4 (14 кН). Конструкция бороны позволяет составлять широкозахватные высокопроизводительные агрегаты из трех и пяти борон с тракторами класса 30...50 кН при помощи гидрофицированных сцепок СП-15 и СП-16.

## ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО

Борона состоит из рамы 1, опирающейся на два пневматических колеса 9, гидравлического механизма подъёма 6, прицепного устройства 8, двух передних 4 и двух задних 3 батарей состоящих из игольчатых дисков, механизма подъёма 2, механизма выравнивания 5, стяжки винтовой 7. Рама сварной конструкции из труб квадратного сечения.

## УСТРОЙСТВО И РАБОТА ОСНОВНЫХ УЗЛОВ БОРОНЫ

1. Рама 1 сварной конструкции предназначена для крепления узлов и деталей бороны. Она состоит из трех продольных и двух поперечных брусьев трубчатого сечения. На среднем продольном брусе находятся ползуны 10 для регулировки угла атаки батарей. К передней части среднего бруса приварен кронштейн для крепления корпуса гидроцилиндра 6 и винтовой стяжки 7. К заднему поперечному брусу в средней части крепится прицеп 11 для соединения борон при транспортировке их цугом (одна за другой). Там же приварен кронштейн крепления оси двуплечего рычага механизма выравнивания 5. На переднем поперечном брусе в средней части расположен кронштейн крепления оси второго двуплечего рычага механизма выравнивания 5. К трем продольным брусьям рамы 1 приварены корпуса подшипников для установки оси механизма подъема колес 2.

2. Механизм подъема 2 с опорными пневматическими колесами 9 служит для подъема борон в транспортное и опускание в рабочее положение при помощи гидроцилиндра 6, а также для регулировки глубины обработки почвы при помощи винтовой стяжки 7, в средней части которой находится гайка с храповиком и храповым рычагом. Гидравлический подъем орудия осуществляется гидроцилиндром 6, соединенным рукавами высокого давления с гидросистемой трактора. Для механического подъема, регулировки глубины и фиксации транспортного положения орудия при дальних переездах служит винтовая стяжка 7.

Механизм подъема 2 состоит из оси, к концам которой приварены кронштейны для установки колес 9. В средней части к оси крепятся кронштейны, внутри которых расположены рычаги для крепления винтовой стяжки 7 и штока гидроцилиндра 6. К самим кронштейнам крепится ось, соединяющая две тяги механизма выравнивания 5.

3. Механизм выравнивания 5 блокирован с механизмом подъема 2 и служит для обеспечения подъема и опускания борон параллельно поверхности почвы, тем самым

дает возможность передним и задним батареям заглубляться на одинаковую глубину. Механизм включает в себя две тяги сварной конструкции круглого и прямоугольного сечения, два двуплечих рычага, стяжку 12, прицепную сергу 8. Прицеп 8 связан с рамой 1 посредством винтовой стяжки 12, двуплечих рычагов и тяг механизма выравнивания 5.

При агрегатировании борон БИГ-3А с различными тракторами или сцепками, изменяя длину стяжки 12, добиваются горизонтального расположения рамы 1. В дальнейшем при движении агрегата по неровностям на поле механизм выравнивания 5 будет обеспечивать стабильность глубины обработки.

4. Батарея игольчатых дисков имеет две секции девятидисковых 3 и две восьмидисковых 4 блока. Батареи включают в себя рабочие органы - игольчатые диски, распорные втулки - шпульки, квадратную ось и подшипники. Каждый игольчатый диск состоит из ступицы с квадратным отверстием и приваренных к ступице двенадцати игл круглого сечения. Концы игл заострены и в процессе эксплуатации заточки не требуют. Диаметр игольчатых дисков 550 мм. Расстояние между дисками в собранной батарее 177 мм. Игольчатые диски вместе с распорными втулками надеваются на квадратную ось и зажимаются гайками с двух сторон, образуя батарею. Батареи со средним продольным бруском рамы 1 связаны посредством ползунов 10.

Для предотвращения забивания батареи игольчатых дисков почвой, соломой и растительными остатками к кронштейнам крепятся секции чистиков 13. На наружных концах балок батареи установлены буфера 14 и ограничительные цепи для соединения борон в шеренговой сцепке.

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС**

При движении борон по стерневому фону диски перекатываются, заглубляясь при этом на заданную глубину под действием собственного веса машины. Иглы рыхлят верхний слой почвы и одновременно задельывают семена сорняков и падалицы культурных растений. При этом до 75% стоящей и наклонной стерни остается на поверхности поля.

### **УСТАНОВКИ И РЕГУЛИРОВКИ БОРОНЫ**

5.1. Установка на активное и пассивное воздействие на почву. Активное – носком вперед и пассивное – наоборот. При пассивном воздействии для поверхностного рыхления на легких и средних почвах батареи размещают так, чтобы иглы при входе в почву располагались выпуклой стороной вниз. Активное расположение рабочих органов применяется для разрушения корки на уплотненных почвах, когда пассивная постановка игл не обеспечивает достаточную глубину рыхления. Перенастройка для пассивного или активного воздействия осуществляется изменением направления движения борон, для этого борону присоединяют к сцепке (трактору) передней или задней частью.

Для этого: опускают борону в рабочее положение; отсоединяют винтовую стяжку 12 механизма выравнивания 5 и прицепную сергу 8, закрепляют их на другой стороне борон; отсоединяют рукава высокого давления и переставляют их на другую пару отверстий гидроцилиндра 6, предварительно вывернув заглушки; переставляют секции чистиков 13 назад по ходу трактора.

5.2. Установка глубины обработки. Глубину обработки устанавливают, изменяя длину винтовой стяжки 7. При опускании бороны в рабочее положение под действием собственного веса рычаг с упором, находящийся против стяжки 7, остановится в положении, определяемом длиной стяжки, и опорные колеса ограничат заглубление рабочих органов в почву, регулировку бороны необходимо проводить на ровной поверхности. Для регулировки необходимо под опорные пневматические колеса 9 подложить бруски, толщина которых должна быть равна требуемой глубине обработки, уменьшенной на 2...3 см (на величину погружения колес в почву при работе).

При втянутом штоке гидроцилиндра 6, изменяя длину винтовой стяжки 7 рычагом храпового механизма, добиться касания дисков опорной поверхности. При помощи

механизма выравнивания 5, изменяя длину тяги 12, поставить раму 1 бороны горизонтально, при этом диски передних и задних батарей должны касаться опорной поверхности. Если не достигнута необходимая глубина обработки, винтовой стяжкой 7 осуществляют дополнительное заглубление дисков.

5.3. Установка угла атаки игольчатых дисков. Угол атаки (0, 2, 8, 12, 16 градусов), т.е. угол между направлением движения агрегата и плоскостью вращения дисков, изменяют в зависимости от плотности почвы. При работе агрегата на повышенных скоростях с целью максимального сохранения стерни на поверхности поля необходимо уменьшить угол атаки. Установка батарей на заданный угол атаки производится с помощью рычажной системы, расположенной на среднем продольном брусе рамы 1. Новые положения ползунов 10 фиксируются фиксатором, который вставляется в отверстия на брусе.

5.4. Транспортировка бороны. Транспортировка бороны на поворотах или на короткие расстояния, где возможен проход широкозахватного агрегата, осуществляется с поднятыми гидроцилиндрами 6 в транспортное положение батареями. Рукоятка распределителя гидросистемы трактора при этом должна находиться в положении – «нейтральное».

При транспортировке агрегата из трех, пяти борон на дальние расстояния или по узким дорогам, с целью уменьшения ширины агрегата, бороны соединяются цугом (одна за другой). При этом на всех боронах необходимо зафиксировать гидроцилиндры 6 с вытянутым штоком транспортными распорками, а рукоятку распределителя гидросистемы трактора перевести в положение – «плавающее».

5.5. Работа бороны. Агрегат борон БИГ-ЗА должен работать только загонным способом. В конце загона бороны переводятся в транспортное положение, тракторист поворачивает агрегат и только после поворота снова опускает их в рабочее положение гидроцилиндром 6.

#### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА БОРОНЫ БИГ-ЗА

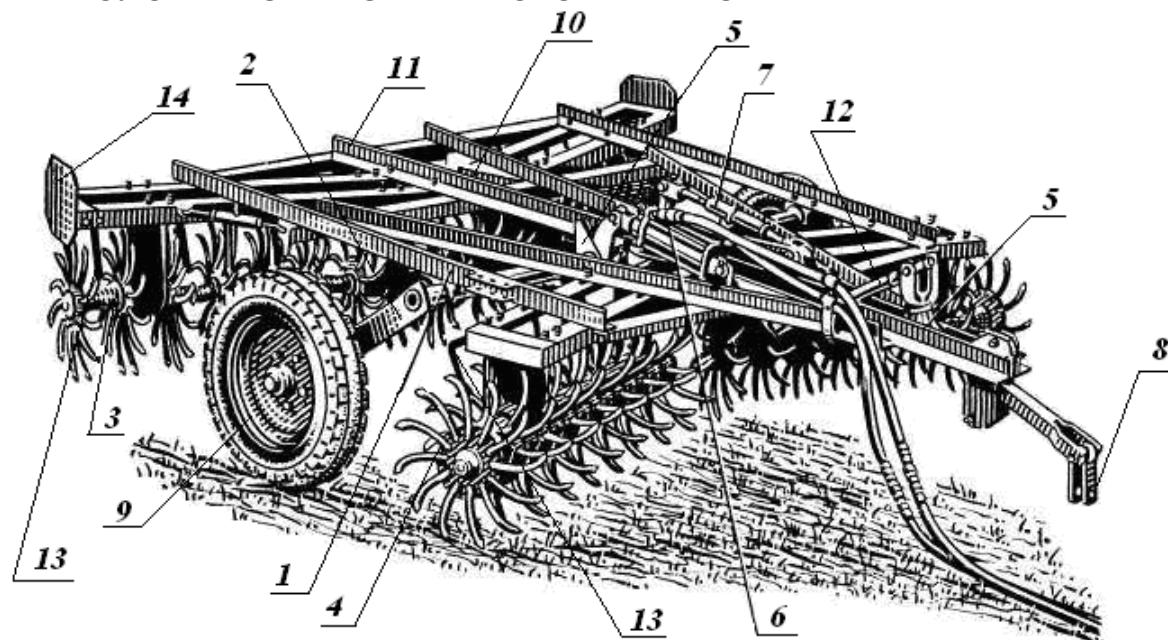


Рисунок 2 - Борона игольчатая: 1 - рама; 2 - механизм подъема; 3 - девятидисковая батарея; 4 - восьмидисковая батарея; 5 - механизм выравнивания; 6 - гидроцилиндр двойного действия; 7 - винтовая стяжка; 8 - прицепная серыга; 9 - опорные пневматические колёса; 10 - ползун; 11 - прицеп; 12 - винтовая стяжка механизма выравнивания; 13 - секция чистиков; 14 - буфер.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:**

1. Варианты использования культиватора КПС-4.
2. Как производится расстановка рабочих органов культиватора КПС-4 для сплошной обработки почвы?
3. За счет чего достигается копирование рельефа рабочими органами культиватора при движении по неровностям поля?
4. За счет чего достигается полное подрезание сорняков?
5. Порядок установки культиватора КПС-4 на заданную глубину хода рабочих органов.
6. Как осуществляют групповую и индивидуальную регулировку изменения угла наклона лап, чем вызвана ее необходимость?
7. От чего изменяют степень сжатия пружин на нажимных штангах?
8. Как осуществить подъем рабочих органов культиватора с установленным приспособлением для навески зубовых борон в транспортное положение?
9. Назначение игольчатой бороны БИГ-ЗА.
10. Показать на машине и перечислить основные узлы БИГ-ЗА, их назначение.
11. Что называется углом атаки? В каких пределах, и каким образом он изменяется на бороне БИГ-ЗА?
12. Назначение, устройство и работа механизма выравнивания?
13. Порядок установки БИГ-ЗА на заданную глубину обработки?
14. Назовите и покажите основные детали батареи игольчатых дисков.
15. Каким образом осуществляется подъем батарей в транспортное положение?
16. Что понимают под активным и пассивным воздействием батарей дисков на почву? Как переоборудовать борону БИГ-ЗА на активное и пассивное воздействие?

## 2.4 Лабораторная работа № 4 (2 часа).

Тема: «Машины для посева и посадки с.х. культур»

**2.4.1 Цель работы:** Изучить устройство и регулировки зерновой сеялки на примере зернотуковой сеялки для узкорядного посева - СЗУ-3,6. Ознакомиться с порядком подготовки сеялки к работе.

### 2.4.2 Задачи работы:

1. Указать марку, назначение и краткую техническую характеристику машины.
2. Вычертить схему технологического процесса высева семян и удобрений.
3. Вычертить схему подъемно-установочных механизмов регулировки глубины хода сошников и загортачей.
4. Описать основные регулировки сеялки, придерживаясь следующей примерной схемы:

- наименование узла, подлежащего регулированию;
- краткое описание сути регулировки;
- технические условия, параметры, способ регулирования;
- эскиз или схема регулируемого узла.

### 2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Сеялка зерновая узкорядная СЗУ-3,6, инструмент, иллюстрированный материал.

### 2.4.4 Описание (ход) работы:

## НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЯЛКИ

Конструктивной основой семейства рядковых прицепных сеялок служит зернотуковая универсальная сеялка СЗ-3,6, которая предназначена для посева зерновых и зернобобовых культур с одновременным внесением минеральных удобрений.

На базе СЗ-3,6 созданы: сеялка для узкорядного посева СЗУ-3,6, обеспечивающая высев семян с междурядьем 75 мм; сеялка прессовая СЗП-3,6, обеспечивающая прикатывание засеваемых рядков; сеялка травяная СЗТ-3,6 - для посева семян трав; сеялка для посева риса СЗР-3,6; льна - СЗЛ-3,6 и др.

Уровень унификации узлов и деталей в сеялках этого семейства находится в пределах 80...90%. Они работают на скоростях до 12 км/ч. На сеялках применены пневматические колеса, подшипники качения с одноразовой сезонной смазкой. Сеялки оборудованы гидравлическим управлением и автоматическим контролем за работой высевающих аппаратов и сошников.

#### Техническая характеристика:

|  |           |
|--|-----------|
| Ширина захвата при полном наборе сошников, м             | 3,6       |
| Масса, кг  | 1480      |
| Условия проходимости и передвижения:                     |           |
| - транспортный просвет, мм (не менее)                    | 150       |
| - ширина колеи, мм                                       | 4025      |
| - рабочая скорость, км/ч                                 | до 12     |
| - транспортная скорость, км/ч                            | до 20     |
| Ширина междурядий при полном наборе сошников, мм         | 65 и 85   |
| Глубина хода сошников, мм                                | 40...80   |
| Количество двухрядовых сошников                          | 24        |
| Расстояние между передними и задними рядами сошников, мм | 300...350 |
| Высевающие аппараты, шт.:                                |           |
| для зерна - штампованные, катушечные                     | 24        |

|  |           |
|--|-----------|
| для удобрений - катушечные, штифтовые                        | 24        |
| Емкость зернотукового ящика, дм <sup>3</sup> :               |           |
| отделение для семян  | 453       |
| отделение для удобрений                                      | 212       |
| Диаметр опорно-приводных колес, мм                           | 1245      |
| Количество точек сезонной смазки                             | 29        |
| Сеялка обслуживается в работе:                               |           |
| при односеялочном агрегате - 1 чел.(тракторист)              |           |
| при многосекционном агрегате - 2 чел. (тракторист, сеяльщик) |           |
| Производительность за 1 ч                                    |           |
| чистого времени при работе со скоростью 12 км/ч              | 3,24 га/ч |
| Тяговое сопротивление, кгс                                   | 355       |

### **ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО СЕЯЛКИ**

Сеялка СЗУ-3,6 состоит из следующих узлов: рама 13, прицепное устройство 11, механизм подъема 10, опорно-приводные колеса 8, зернотуковый ящик 1, зерновой 2 и туковый 3 высевающие аппараты, семяпроводы 4, механизм передачи 9, сошники 5, загортачи пружинные (пальцевые) 6, подножная доска 12, шлейф 7.

2.1. Рама 13 состоит из продольных и поперечных брусьев, к которым приварены кронштейны для крепления узлов сеялки. Рама сеялки опирается на два пневматических опорно-приводных колеса 8. К сошниковому брусу крепятся поводки с узкорядными сошниками 5.

На раме установлены квадратные валы подъема сошников, квадратные валы подъема загортачей с пружинными загортачами 6, прицепное устройство, состоящее из средней и боковых с니ц, скрепленных болтами. На средней снице установлен винтовой механизм глубины хода сошников 5 и гидроцилиндр для подъема и перевода сошников в транспортное положение. На кронштейнах рамы установлены зернотуковые ящики 1. Каждый ящик состоит из двух отделений, переднего - для семян, заднего - для туков. При необходимости можно использовать для семян весь объем ящика, для чего в средней стенке предусмотрены открывающиеся окна (заслонки вынуты).

2.2. Ко дну ящика прикреплены катушечные высевающие аппараты для зерна 2 (См. стенд. "Высевающие аппараты") с групповым опораживателем семян. Он имеет штампованный корпус, в нижней части которого смонтирован клапан, который можно располагать на разных расстояниях от катушки, приспособливая аппарат для высева как мелких, так и крупных семян. Клапаны могут быть использованы для опорожнения высевающих аппаратов от семян за счет поворота вала, на котором они закреплены (рычагом).

Количество высеваемых семян зависит от длины рабочей части катушки, находящейся внутри корпуса высевающего аппарата. При выдвижении катушки из корпуса с помощью рычага регулятора нормы высева выходное окно аппарата перекрывается муфтой.

Розетка, выполненная по форме желобков катушки, предотвращает просыпание семян с торца катушки наружу.

2.3. Для высева туков на ящике установлен катушечно-штифтовый высевающий аппарат 3, состоящий из корпуса, внутри которого на валу вращается штифтовая катушка. В нижней части высевающего аппарата расположен клапан, закрепленный на валу опораживателя туков, на этом же валу закреплен рычаг, перемещением которого изменяют положения клапанов относительно штифтовых катушек.

Поступление туков в высевающий аппарат регулируют задвижкой, положение которой можно изменять.

Туки вместе с семенами через резиновые гофрированные семяпроводы 4 попадают к сошникам 5. Сошники открывают борозду, в которую укладываются семена и туки. Затем они заделываются в почву.

2.4. Сошник 5 сеялки СЗУ-3,6 (см. стенд "Сошник сеялки СЗУ-3,6") состоит из литого корпуса, левого и правого дисков, установленных под углом 18° и сходящихся в передней части. Диски вращаются па шариковых подшипниках закрытого типа, установленных на осях. Крышка подшипника прикреплена к диску и закрыта пробкой. Между корпусом сошника и дисками установлены уплотнители. Очистка внутренних поверхностей от налипающей почвы производится чистиком. Семена с туками через раструб корпуса попадают в делительную воронку и высеваются в два ряда.

Для засыпания бороздки на сеялке установлены пружинные загортачи 6, закрепленные на квадратном валу подъема.

2.5 Привод валов зерновых и туковысевающих аппаратов осуществляется от опорно-приводных колес 8 через цепную передачу, вал контроллера и редуктор, расположенный в средней части сеялки.

Привод производится от двух колес одновременно, но благодаря наличию на валу контроллера муфт обгона, при неровностях поля, частичных разворотах сеялки относительно продольной оси дополнительного проскальзывания колес и. поломок в приводе не происходит.

Путем взаимных перестановок шестерен в редукторе достигается шесть передаточных отношений на вал туковысевающих аппаратов и четыре передаточных отношения на вал зерновых высевающих аппаратов (см. схему и таблицы на крышке редуктора).

2.6. На сеялке установлены механизмы регулирования глубины хода сошников и перевода их в транспортное положение 10. С помощью гидроцилиндра (двустороннего действия) сошники переводятся в транспортное положение и удерживаются на определенной глубине в рабочем положении. Следует помнить, что во время работы рукоятка распределителя гидросистемы трактора должна находиться в нейтральном положении, иначе мы не получим нужной и устойчивой глубины хода сошников. По мере того, как масло будет поступать в бесштоковую полость гидроцилиндра, шток будет выходить из него и поворачивать круглый вал по часовой стрелке. Через стяжку движение передается на квадратный вал подъема сошников, который будет поворачиваться против часовой стрелки и через вилки подъема и штанги осуществлять подъем сошников.

В транспортном положении шток выходит из гидроцилиндра на величину 200 мм, а сошники поднимаются над поверхностью поля на 180...190 мм.

Одновременно происходит подъем загортачей 6, так как от гидроцилиндра через соответствующие звенья происходит поворот (против часовой стрелки) квадратного вала подъема загортачей и они поднимаются, а также происходит выключение механизма передачи на высевающие аппараты через разобщитель.

В рабочем положении кронштейн и рычаг блокируются штырем (штырь вставляется в отверстие). В этом случае шток, перемещаясь в гидроцилиндре, будет поднимать или опускать сошники.

Групповое регулирование глубины хода сошников (глубины заделки семян) осуществляется винтом регулятора заглубления. При перемещении винта вниз глубина заделки семян будет увеличиваться. Выворачивая винт вверх, будем уменьшать глубину хода сошников.

В транспортном положении (при переездах) вал подъема сошников должен обязательно фиксироваться штырем, снятым с кронштейна механизма регулирования глубины (штырь вставляется в проушины). Категорически запрещается применять для фиксации дополнительные штыри и оставлять зафиксированным кронштейн

гидроцилиндра, так как одновременная фиксация вала и кронштейна при включении гидроцилиндра неизбежно приведет к поломке.

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС**

Засыпанные в зерновые отделения зернотуковых ящиков семена, а в туковые отделения - удобрения, заполняют самотеком приемные камеры высевающих аппаратов. При движении сеялки с опущенными в рабочее положение сошниками катушки зерновых и туковых высевающих аппаратов, захватывают семена и удобрения, выбрасывают их в коронки семяпроводов. Семена и удобрения по семяпроводам поступают в сошники через делительные воронки и попадают на дно борозд, образуемых дисками сошников в почве.

Заделка семян и удобрений происходит в результате самоосыпания почвы со стен борозд. Окончательная заделка семян и удобрений, также выравнивание микрорельефа производится пружинными загортачами, идущими за сошниками.

## **РЕГУЛИРОВКИ СЕЯЛКИ**

### *1. Регулировки зернового высевающего аппарата:*

- устраниТЬ зазор между катушками и муфтой с помощью компенсационной шайбы;

- проверить одинаковость длины рабочей части катушек, для чего рычаг-регулятор поставить в крайнее положение. В этом случае торцы катушек должны располагаться (лицеваться) в плоскости розеток. Регулировка достигается перемещением корпусов высевающих аппаратов относительно дна семенного ящика;

- при посеве семян зерновых культур клапаны относительно катушек устанавливаются так, чтобы зазор между ними и нижними ребрами муфт был 1-2 мм. Для высева крупных семян зернобобовых культур зазор нужно увеличивать до 8-10 мм поворотом рычага;

- проверьте одинаковость поджатия клапанов, которую можно изменить путем навинчивания гайки на болт;

- для установки сеялки на норму высева нужно выбрать по таблице (см. крышку редуктора) передаточное отношение и определить длину рабочей части катушки. Передаточное отношение для данной нормы высева следует выбрать наименьшим, а рабочую длину катушек наибольшей, что обеспечит равномерность высева и минимальное повреждение семян.

### *2. Регулировки тукового штифтового высевающего аппарата:*

Клапаны, штифтового высевающего аппарата при верхнем положении регулировочного рычага должны касаться штифтов катушек. Рабочий зазор между клапанами и катушкой должен быть 6-10 мм.

- в зависимости от степени сыпучести удобрений заслонками регулируют размер окон тукового ящика;

- высев удобрений регулируют изменением частоты вращения штифтовых катушек. При этом следует руководствоваться данными таблицы и схемой передач (см. крышку редуктора).

### *3 Регулировка сошников:*

- диски должны вращаться на осях без заеданий (усилие на прокручивание диска не более 3 кгс);

- чистик должен иметь минимальный зазор, но не задевать диски;

- после разборки сошников и вторичной их сборки набор регулировочных шайб должен устанавливаться только на ту ось корпуса, на которой они стояли до разборки сошника;

- глубина хода сошников достигается винтовым механизмом (групповая регулировка) пожатием пружин (путем перестановки М-образных шпилек) на штанге

(индивидуальная регулировка). Такая регулировка обычно требуется для сошников, идущих по следу колес;

-расстановка сошников на требуемое междурядье достигается перемещением поводков по сошниковому брусу.

#### *4. Механизм подъема*

Механизм подъема сошников, должен обеспечить транспортный просвет (расстояние от поверхности поля до нижней кромки сошника в поднятом положении) 180... 190 мм, который достигается изменением длины винтовых стяжек, соединяющих круглый вал с квадратными валами.

### **ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И СИГНАЛИЗАЦИИ**

Для автоматического контроля за вращением валов высевающих аппаратов, заглублением сошников и осуществлением дистанционной связи сеяльщика с трактористом на сеялках семейства СЗ-3,6 монтируют приспособление контроля и сигнализации.

Приспособление работает по однопроводной схеме. В электрическую цепь включены: источник тока (от электросистемы трактора); щиток сигнализации, три сигнализатора (сигнализатор вращения валов высевающих аппаратов, сигнализатор заглубления сошников, кнопка дистанционной связи и соединительные кабели).

Щиток сигнализации устанавливается в кабине трактора. Вся цепь замыкается на "массу" через контакты сигнализаторов. При этом кнопка дистанционной связи и сигнализатор заглубления сошников включены в цепь постоянно, а сигнализатор вращения валов высевающих аппаратов подключается к цепи только при полностью заглубленных сошниках.

При замыкании цепи на щитке сигнализации трактора включается световой или звуковой сигнал. Это происходит в следующих случаях:

- 1) при неполном заглублении сошников;
- 2) в процессе заглубления или подъема сошников;
- 3) в случае остановки валов высевающих аппаратов во время работы (при заглубленных сошниках);
- 4) когда нажата кнопка дистанционной связи.

При нажатии на кнопку цепь замыкается на "массу" и в кабине трактора включается световой или звуковой сигнал.

Сигнализатор заглубления сошников монтируется на переднем валу механизма подъема. Он замыкает цепь в промежуточном положении сошников. В транспортном положении цепь размыкается. В рабочем положении, соответствующем заданной глубине хода сошников, сигнализатор заглубления отключается и подключается в цепь сигнализатора вращения валов высевающих аппаратов.

Он представляет собой сигнализатор фрикционного типа с диапазоном срабатывания от 6 до 100 об/мин. При вращении вала высевающих аппаратов контакты сигнализатора разомкнуты.

В случае остановки вала во время работы контакты сигнализатора замыкаются и на щитке сигнализации включается световой или звуковой сигнал.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ:**

1. Назовите основные технические, данные сеялки СЗУ-3,6.
2. Назовите другие марки сеялок, созданных на базе сеялки СЗ-3,6.
3. За счет чего при 24-х сошниках на сеялке получается 48 рядков?
4. В каком положении рукоятка распределителя гидросистемы трактора должна находиться во время работы и почему именно в таком положении?
5. Для чего на сеялке установлены обгонные муфты?
6. За счет каких параметров можно изменить норму высева семян?

7. За счет каких параметров можно изменить, норму высеива минеральных удобрений?

8. С какой целью следует выбирать для данной нормы, высеива передаточное отношение наименьшим, а рабочую длину катушек наибольшей?

9. Как осуществляется групповая регулировка глубины хода сошников?

10. Что достигается перестановкой М-образных шпилек на штангах сошников?

11. Для чего нужны винтовые стяжки?

12. Для чего в рабочем положении кронштейн и рычаг- механизма регулятора глубины блокируется штырем?

13. Почему при длительном транспорте вышеназванный штырь у переставляют в фиксатор транспортного положения сошников и запрещается для этой цели пользоваться дополнительным штырем?

14. Что обеспечивает приспособление контроля и сигнализации?

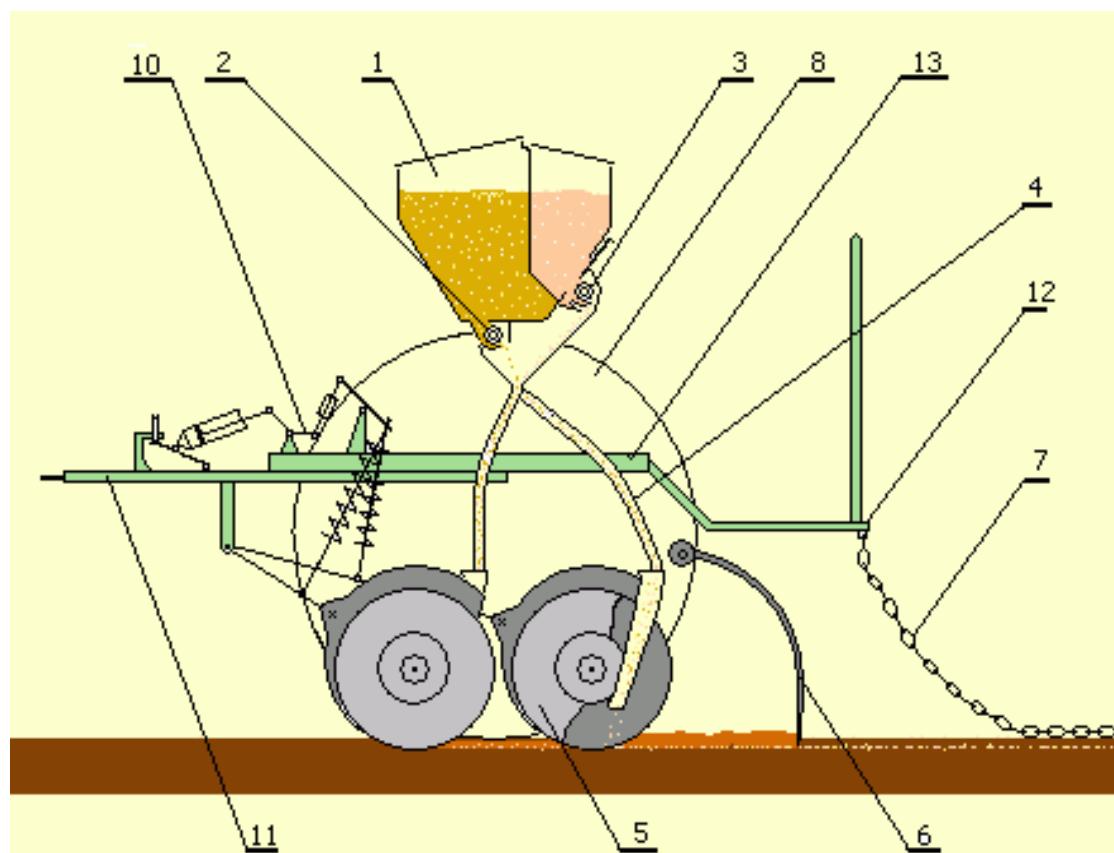


Рисунок 1- сейлки СЗУ-3,6: 1 – Бункер – 2 шт.; 2 – семявысевающий аппарат – 24 шт.; 3 – туковысевающий аппарат – 24 шт., 4 – семятукопровод – 24 шт., 5 –узкорядный сошник – 24 шт.;6 – загортач – 25 шт.; 7 – шлейф (цепной или из 6 лёгких посевных боронок); 8 – опорноприводное колесо – 2 шт.; 9 – механизм привода; 10 – механизм подъёма сошников; 11 – прицепное устройство; 12 – подножная доска с поручнем; 13 – рама.

## 2.5 Лабораторная работа № 5 (2 часа).

Тема: «Машины для посева и посадки с.х. культур»

**2.5.1 Цель работы:** Изучить назначение, техническую характеристику, устройство, технологический процесс работы машины, основные регулировки и установки сажалки картофеля СКС-4.

### 2.5.2 Задачи работы:

1. Изучить назначение, технические характеристики, устройство и регулировки СКС-4.

2. Составить отчет по работе

### 2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Сажалка картофеля скоростная четырехрядная СКС-4, инструмент, иллюстрированный материал.

### 2.5.4 Описание (ход) работы:

#### НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САЖАЛКИ

Сажалка картофеля скоростная полуавесная четырехрядная СКС-4 предназначена для рядковой посадки непророщенных клубней картофеля с одновременным внесением в борозды гранулированных удобрений

*Техническая характеристика:*

|   |                |
|---|----------------|
| Ширина захвата, м                       | 2,8            |
| Рабочие скорости, км/ч                  | 6,9-9,0        |
| Производительность, га./ч чистой работы | 1,68-2,52      |
| Количество высаживаемых рядков, шт      | 4              |
| Вместимость бункеров: кг для картофеля  | 1500           |
| для удобрений                           | 135            |
| Междурядье, м                           | 0,7            |
| Глубина посадки, мм                     | 80-180         |
| Норма высева клубней, тыс клубней       | 45-70          |
| Норма высева удобрений, кг/га           | 100-500        |
| Обслуживающий персонал: чел.            |                |
| тракторист                              | 1              |
| сельхозрабочие                          | 2              |
| Масса полная, кг                        | 1680±5%        |
| Транспортная скорость, км/ч             |                |
| - дороги с твердым покрытием            | 20             |
| - по грунтовым дорогам                  | 7              |
| Агрегатируется с тракторами             | ДТ-75М         |
| МТЗ-80,                                 |                |
| МТЗ-82                                  |                |
| Габаритные размеры (без маркеров), мм   |                |
| в рабочем положении:                    |                |
| длина x ширина x высота                 | 4330x3540x1700 |
| в транспортном положении                | 4330x3540x2190 |

Картофелесажалка состоит из рамы с прицепом, бункера 1, ковшей-питателей 4, вычерпывающих 6 и туковысыевающих 7 аппаратов, сошников 10, бороздозакрываемых 13, гидрофицированных маркеров, опорных 9 и ходовых 8 колес, стабилизатора, рыхлителей 15, гидроцилиндров с маслопроводами и гидроарматурой, электрозвуковой сигнализации, механизма привода рабочих органов.

### УСТРОЙСТВО И РАБОТА ОСНОВНЫХ

#### УЗЛОВ САЖАЛКИ СКС-4

*Бункер 1* для картофеля выполнен в виде ящика с наклонным в сторону ковшапитателя дном. Передняя стенка бункера имеет два окна с регулируемыми заслонками. Задняя стенка подпружинена и способна опускаться вниз, снижая загрузочную высоту.

*Ковш - питатель 4* предназначен для бесперебойной и равномерной подачи клубней из бункера к ложечкам вычерпывающего аппарата 6 и состоит из днища с распределителем, фартука, боковин, ворошителей 3, шнеков 5. Ворошители и шнеки препятствуют образованию сводов и застою клубней.

*Вычерпывающий аппарат 6* предназначен для подачи клубней в борозды и состоит из диска 6, ложечек 16, подпружиненных зажимов 17. Аппараты смонтированы попарно на осях вычерпывающих аппаратов. Смежные концы осей соединены соединительным валиком и цепными муфтами. Зажимы 18 взаимодействуют с шинами-копирами 19, управляющими сбрасыванием

## **ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО**

*Туковысевающий аппарат 7* состоит из бункера для удобрений, высевающего диска, ворошителя, регулятора норм сева с направителем, указателя уровня удобрений. При передаче вращения на приводной вал посредством механизма передачи приводится во вращение высевающий диск, увлекающий за собой удобрения. Направитель направляет слой удобрений к высевному окну и через воронку по тукопроводу в борозду, образованную сошником. Пальцы ворошителя, вращаясь с диском не допускают сводообразования.

По мере расхода удобрений указатель уровня опускается вниз.

*Сошник 10* состоит из полого корпуса, с острым углом вхождения в почву, носка, отвалов, параллелограммной подвески состоящей из верхней тяги, и тяги сошника, кронштейна, копирующего колеса 9. Сошники предназначены для образования посадочных борозд и прослойки почвы между удобрениями, уложенными на дно борозды, и клубнями.

Верхняя тяга подвески сошника имеет стяжную гайку для регулировки угла вхождения сошника в почву.

К нижней тяге подвески сошника приварен упор, а к кронштейну - гайка упора, в которую ввернут болт для регулировки нижнего предельного угла наклона подвески сошника.

*Бороздозакрывающие рабочие органы 13* состоят из рамки сферических дисков 13, установленных на полуосях, штат с пружинами и боронок 14. Полуоси снабжены косынками с отверстиями для регулирования угла атаки дисков. Борона снабжена планкой тяги с отверстиями для регулирования глубины хода.

*Гидроцинизованные маркеры МГ-1* состоят из рамы, опорных кронштейнов, телескопических штанг, следообразующих дисков, программного устройства, включающего обойму, ползун с упором, кулачок, гидроцилиндров, маслопроводов, защелок, пружин, крючков, рычагов.

Маркеры предназначены для образования на поле маркерных следов с целью обеспечения устойчивых стыковых между рядов и прямолинейности рядков

Технологический процесс работы маркеров протекает следующим образом.

При переездах агрегата гидросистема маркеров находится в "нейтральном" положении, обе штанги подняты и заперты защелками и крючками.

После переезда на поле перед началом рабочего прохода защелки и крючки отсоединяют от штанг.

Исходное положение маркеров перед началом первого рабочего прохода: обе штанги с дисками подняты в транспортное положение, упоры ползунов упираются в кулачки, смещенные один относительно другого на два такта, штоки выносных гидроцилиндров втянуты в гильзы цилиндра до отказа, гидросистема маркеров находится в «нейтральном» положении.

При переводе рукоятки распределителя гидросистемы трактора в «плавающее» положение, пружины поворачивают штанги вниз. Опускаясь, штанги посредством рычагов выдвигают ползуны из обойм, а штоки - из гильз гидроцилиндров. Ввиду смещения кулачков относительно друг друга на два такта одна из штанг опустится в рабочее положение, и связанный со штангой ползун выдвигается до отказа, а вторая штанга только несколько повернется и остановится в поднятом положении, т.к. связанный с этой штангой ползун краем выреза развернет кулачок и заклинится им.

При движении агрегата опущенная в рабочее положение штанга чертит своим диском след для последующего прохода агрегата, при этом режим работы гидросистемы маркеров «плавающий», а копирование неровностей рельефа поля осуществляется за счет овальных пазов в рычагах. Вторая неработающая при этом проходе штанга находится в поднятом положении, удерживаясь заклиниенным ползуном и пружиной.

В конце первого рабочего прохода тракторист переводит рукоятку распределителя гидросистемы трактора, связанную с маркерами, в положение «подъем» и рабочая жидкость нагнетается в оба цилиндра и втягивает их штоки, а вместе с ними и ползуны. При этом опущенная штанга поднимается в транспортное положение, а ползуны поворачивают кулачки, подготавливая один из них к беспрепятственному проходу ползуна через обойму при последующем опускании, второй к заклиниванию ползуна. При последующей установке рукоятки управления маркерами в положение «плавающее» опускается уже вторая штанга с диском.

Таким образом, при последовательном нажатии на одну и ту же рукоятку распределителя гидросистемы трактора будет происходить поочередное опускание и одновременный подъем штанг с дисками. При самом распространенном челночном способе движения посадочного агрегата каждый раз в рабочее положение будет опускаться именно та штанга с диском, которая обращена в сторону незасаженной части поля. Заданная программа работы маркер будет повторяться автоматически.

Программное устройство состоит из обоймы с четырехзубовым кулачком и ползуна с упором. Ползун снабжен вырезами. Обойма приварена к раме и снабжена осью для установки кулачка.

При движении ползуна вниз кулачок разворачивается краем выреза ползуна, а при движении ползуна вверх кулачок разворачивается поочередно упором и краем ползуна.

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РАБОТЫ КАРТОФЕЛЕСАЖАЛКИ**

Технологический процесс, выполняемый сажалкой, протекает следующим образом.

Производится загрузка картофеля в бункер из саморазгружающихся транспортных средств и загрузка удобрения в емкости туковысыевающих аппаратов вручную или транспортно-загрузочными средствами.

Затем тракторист трогает агрегат с места, включая одновременно вал отбора мощности (ВОМ). Крутящий момент от двигателя трактора через ВОМ передается на вычертывающие и туковысыевающие аппараты, устройства для подачи клубней из бункера в зоны вычертывания.

Клубни картофеля из бункера 1 при помощи встрихивающих створок 2 и ворошителей 3 непрерывным потоком подаются в ковши-питатели 4.

В ковше клубни разделяются распределителем на два потока и перемещаются шнеками 5 к ложечкам 16.

Вращаясь, диски 6 вычертывающих аппаратов захватывают клубни ложечками 16. После выхода ложечек из слоя клубней в ковше-питателе, находящийся в ней клубень фиксируется в ложечке и удерживается в ней подпружиненным зажимом 18. При заходе рычага зажима на шину-копир 19 зажим отводится от ложечки и клубень падает в борозду через внутреннюю полость сошника 10.

Удобрения из туковысевающих аппаратов 7 через тукопроводы и направители 11 в передней части корпусов сошников поступают в борозды и посредством отвалов присыпаются слоем почвы на которой затем сбрасываются клубни.

Закрытие борозд с высаженными клубнями производится дисками 13 при гребнистой заделке или дисками и боронками 14 при гладкой заделке.

Уплотненный колесами слой почвы разрыхляется рыхлителями 15, а прямолинейность хода сажалки обеспечивается с помощью стабилизатора.

### **УСТАНОВКИ И РЕГУЛИРОВКИ САЖАЛКИ**

5.1. Работа на почвах, засоренных камнями - заменой базовой модели СКС-4 ее разновидностью - СКС-4-1,

5.2. Агрегатирование с колесными тракторами класса 1,4 МТЗ изменением схемы привода рабочих органов с независимого на синхронный.

5.3. При работе с гусеничными тракторами, не имеющими синхронного вала отбора мощности (ВОМ), на левом конце выводного вала редуктора сажалки должна быть установлена звездочка с 2-13 зубьями (выкрашена в белый цвет).

5.4. При работе сажалки с колесными факторами, скорость агрегата должна увеличиваться по мере освобождения бункеров от картофеля и удобрений. Для сохранения при этом установочной густоты посадки вычертывающие и туковысевающие аппараты сажалки следует приводить во вращение от синхронного ВОМ.

При этом на левом конце выводного вала редуктора сажалки вместо звездочки Z=13, следует установить звездочку Z=16.

5.5. Высадка клубней крупных фракций массой 80-120 г. достигается сдвигом боковин и щитков ковшей - питателей, заменой ложечек, демонтажем накладок у выхода ковша-питателя.

5.6 Уровень заполнения ковшей-питателей - подъемом или опусканием заслонок бункера. Рекомендуемый уровень заполнения ковшей питателей - на величину диаметра шнека.

5.7 Ход задней стенки бункера - изменением натяжения пружин подвески стенки.

5.5. Угол вхождения сошника в почву - удлинением или укорачиванием верхней тяги подвески сошника. Для проверки угла вхождения в почву опустите сажалку на ровной площадке в рабочее положение При таком положении задний край нижнего обреза каждого сошника должен быть приподнят относительно носка на 45-50 мм.

5.9. Диапазон копирования неровностей рельефа поля сошником регулируется вращением болта-ограничителя опускания секции. Для проверки установки ограничителей опускания сошников переводят сажалку в транспортное положение и замеряют расстояние между рамой и передним шарниром и между рамой и задним шарниром нижней тяги подвески сошника при упирании болта-ограничителя в упор.

Разность замеров должна быть  $200 \pm 10$  мм. Для регулировки вращают болт при отпущеной контргайке в нужном направлении.

5.10. Глубина хода сошников - подъемом или опусканием копирующих колес. Для установки требуемой глубины хода сошников слегка приподнимают сажалку гидросистемой трактора, под сошник подкладывают бруск так, чтобы разность вышеописанных промеров составляла 100-110 мм. Затем переставить вилку копирующего колеса секции по сектору так, чтобы расстояние между ободом копирующего колеса и нижним обрезом сошника было на 10-15 мм меньше заданной глубины сошника. Заприте вилку замком. Затем передвиньте опорное колесо сажалки таким образом, чтобы они располагались ниже копирующих колес секций на 15-20 мм.

5.11. Глубина заделки клубней и форма гребня - поворотом косынок полуосей бороздозакрывающих дисков и изменением натяжения нажимных штанг.

5.12. Густота посадки клубней - сменой звездочек на валу контрпривода. Норма высадки в пределах 45-80 тыс. клубней на 1 га устанавливается сменными звездочками на

правом конце вала контрпривода ( $Z=14, 16, 18, 20, 22$ ). Звездочки подбираются в зависимости от скорости движения агрегата и желаемой нормы высадки по номограммам, имеющимся в заводской инструкции.

Окончательная проверка и установка нормы производится в поле. Для этого отсоединить нажимную штангу бороздозакрывающих дисков одной секции, поднять до отказа и подвязать к раме сажалки раму с дисками, проехать на установленной рабочей скорости 15-18 м, затем подсчитать количество клубней в раскрытой борозде на длине 14,3 м. Подсчитанное количество клубней, умноженное на 1000, будет равно фактической норме высадки на 1 га.

5.73. Норма высадки удобрений - поворотом регулятора туковысевающего аппарата.

5.14. Величина стыковых междурядий - изменением длины штанг маркеров.

5.75. Программа работы маркеров - смещением кулачков друг относительно друга на два такта. Для этого после одновременного опускания штанг в рабочее положение поднимите их гидросистемой трактора в транспортное положение, закрепите одну из штанг защелкой и установите рукоятку распределителя в "плавающее" положение

После опускания незапертой штанги до заклинивания ползуна или в рабочее положение поднимите эту штангу гидросистемой трактора в транспортное положение и отсоедините защелку от второй штанги.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Дайте техническую характеристику картофелесажалки СКС-4.
2. Назовите основные узлы и механизмы.
3. Расскажите как работает высаживающий аппарат сажалки.
4. Перечислите детали, последовательно соприкасающиеся с клубнями, при подаче клубней из бункера в почву.
5. Расскажите как происходит поочередное опускание штанг маркеров?
6. Перечислите основные регулировки картофелесажалки.
7. Как регулируется и проверяется норма высадки клубней?
8. Расскажите порядок регулировки сошников.

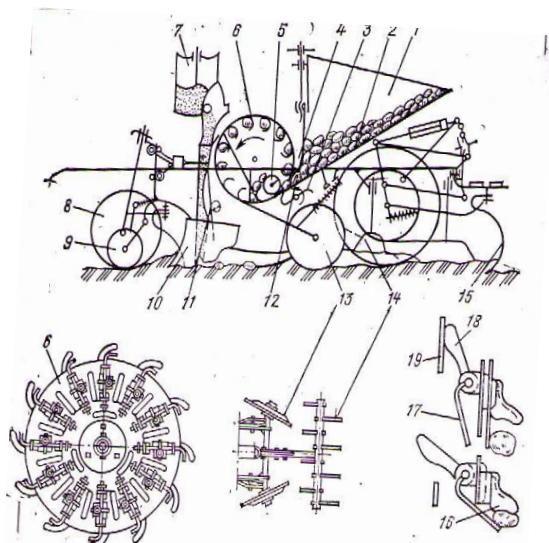


Рисунок 1 - Картофелесажалка СКС-4.

1 - бункер, 2 - встряхиватель, 3 - ворошитель, 4 - питательный ковш, 5 - шнек, 6 - диск вычертывающего аппарата, 7 - туковысевающий аппарат, 8 - ходовое колесо, 9 - копирующее колесо, 10 - сошник, 11 - направитель сошника, 12 - передняя стенка бункера, 13 - бороздозакрывающие диски, 14 - боронки, 15 - рыхлитель, 16 - ложечка, 17 - прижим, 18 - рычаг прижима, 19 - шина-копир.

## 2.6 Лабораторная работа № 6 (2 часа).

Тема: «Машины для посева и посадки с.х. культур»

**2.6.1 Цель работы:** Изучить устройство, рабочий процесс и регулировки кукурузной сеялки СУПН-8.

### 2.6.2 Задачи работы:

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.

### 2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Сеялка универсальная пневматическая навесная СУПН-8 с маркером. Плакаты схемы технологического процесса, посевной секции и высевающего аппарата, прибора «Кедр»

### 2.6.4 Описание (ход) работы:

#### НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУПН-8

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<br>для туков | 21<br>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.

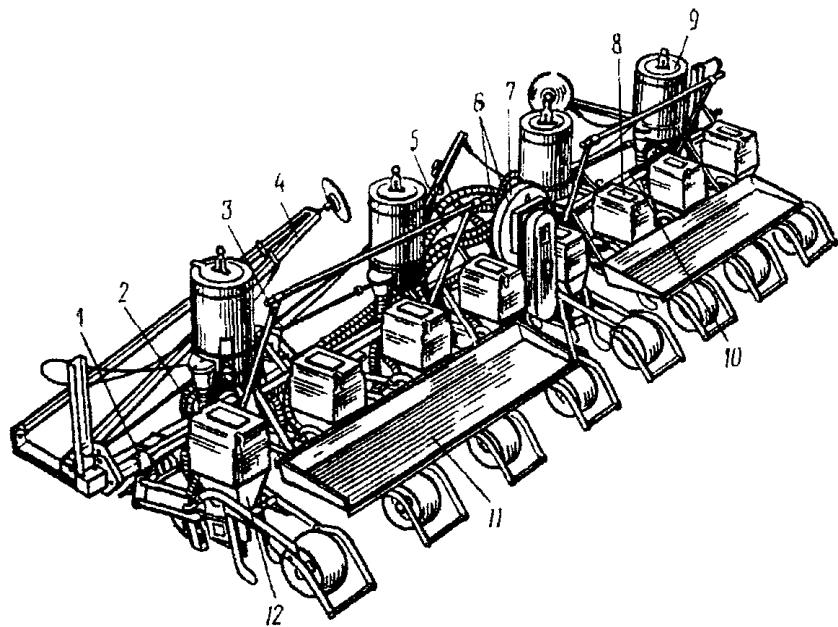


Рисунок1 Сеялка СУПН—8:

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.

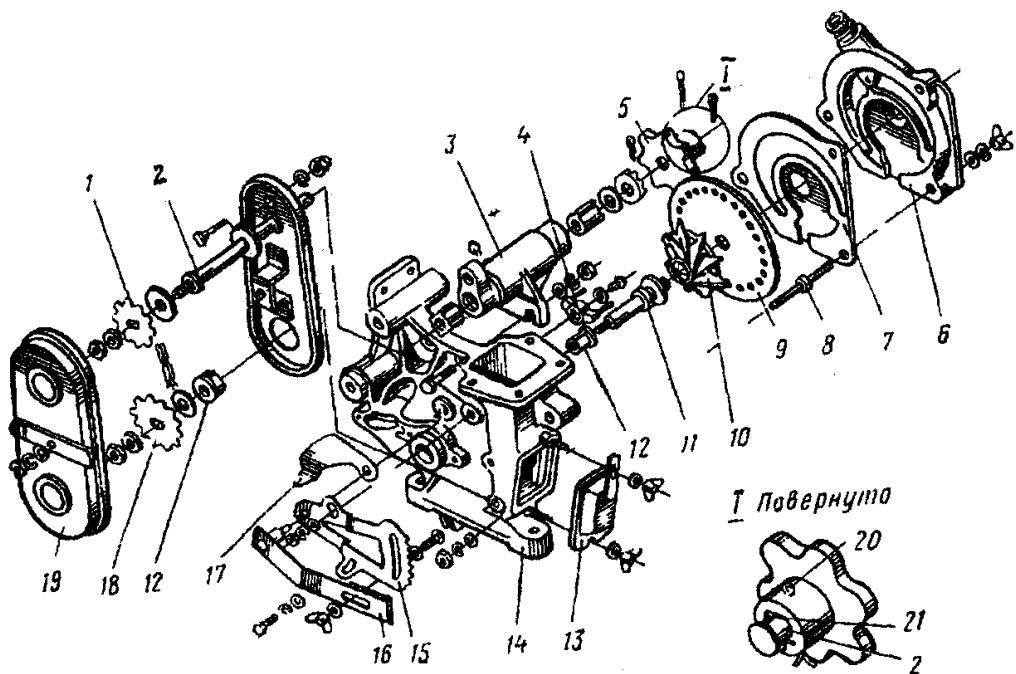


Рисунок 2. Аппарат высевающий:

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.

Опорожнение 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 тяг 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.

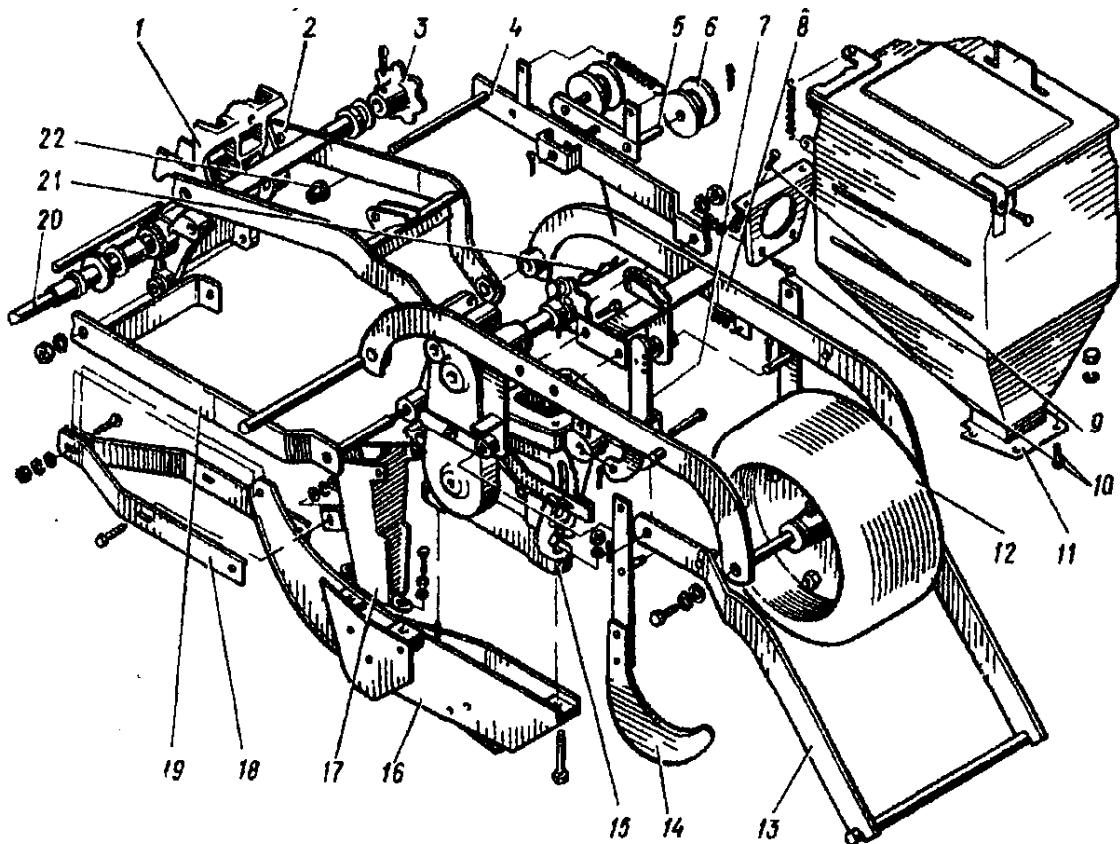


Рисунок. 3 Секция посевная:

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 муфту.

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.

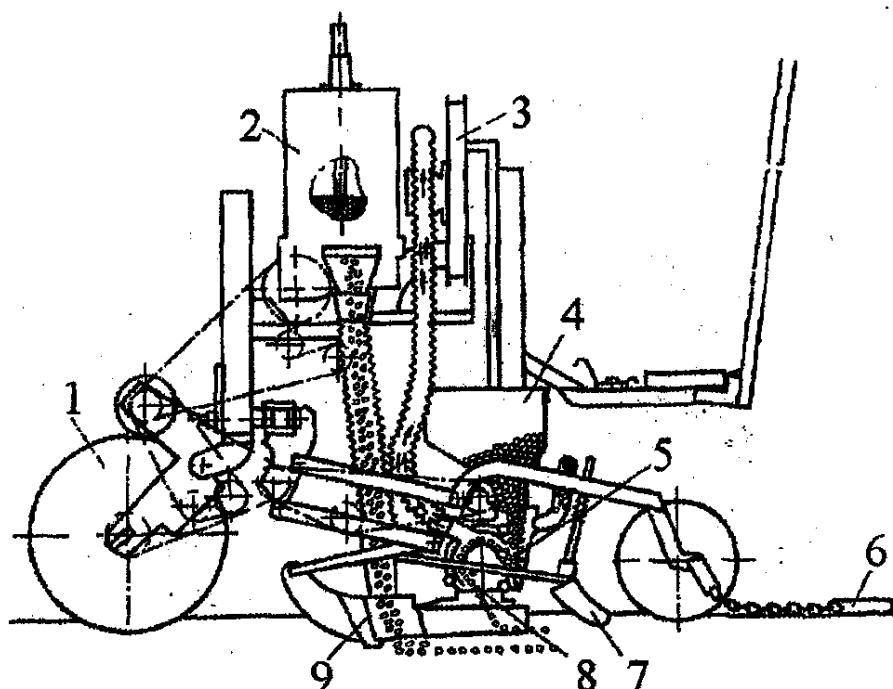


Рисунок. 4 Схема технологического процесса сеялки СУПН—8:

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-барашк.

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 высеива туков достигается изменением расстояния между концами скребков-направителей и внутренней стенкой тукового бункера, а осуществляется рукояткой регулятора норм высеива, положение которых фиксируется на соответствующих делениях.

Фактическая норма высеива проверяется путем взвешивания удобрений, высеваемых отдельными туковысевающими аппаратами на пути в 42 м, с последующим пересчетом на 1 га и соответствующей корректировкой.

| № | Наименование узла сеялки подлежащего регулированию | Назначение 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 высеивающего аппарата СУПН-8?
5. Как исключается забивание отверстий высеивающего диска семенами?
6. Как правильно установить высеивающий диск?
7. Чем обеспечивается однозерновой высев семян?
8. Как проверить присасывание семян к отверстиям диска?
9. Чем производится опорожнение высеивающего 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

## 2.7 Лабораторная работа № 7 (2 часа).

Тема: «Машины для внесения удобрений»

**2.7.1 Цель работы:** Изучить назначение, технологическую характеристику, устройство, технологический процесс работы машины, основные регулировки и установки разбрасывателя 1-РМГ-4.

### 2.7.2 Задачи работы:

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.

### 2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1-РМГ-4 – разбрасыватель минеральных удобрений, учебные плакаты, методические пособия, справочная литература.

### 2.7.4 Описание (ход) работы:

#### НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИНЫ

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

1. *Кузов 1* представляет собой сварную конструкцию трапецидальной 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.

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. *Дозирующее устройство 3* представляет собой секционную подпружиненную заслонку 12 шиберного типа, перемещающуюся в пазах на заднем борту кузова при помощи шарнирно-рычажного механизма 13.

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 лопатками 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 лопатками 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.

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.

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 свыше 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 противоскольжения 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 выше?
7. Чем достигается равномерность распределения удобрений по площади поля?
8. Перечислите основные регулировки разбрасывателя.
9. Какие операции технического обслуживания проводятся при эксплуатации разбрасывателя?

#### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ 1-РМГ-4**

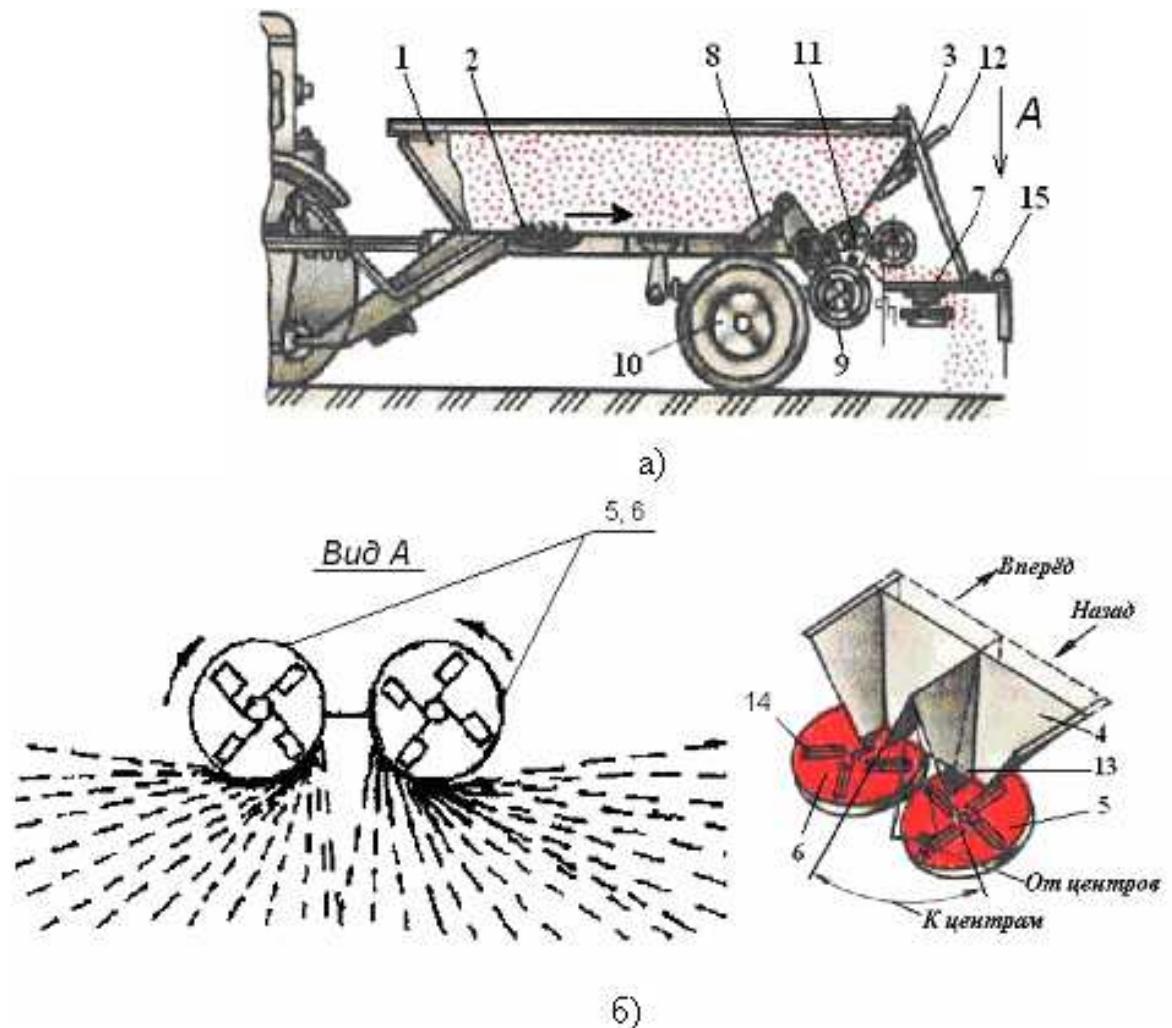


Рисунок 1 - Схема рабочего процесса машины 1-PMГ-4:

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.

## 2.8 Лабораторная работа № 8 (2 часа).

Тема: «Машины для внесения удобрений»

**2.8.1 Цель работы:** Изучить устройство и технологический процесс, регулировки разбрасывателя минеральных удобрений ZA-M 1500 HYDRO.

### 2.8.2 Задачи работы:

В отчете необходимо привести техническую характеристику, перечислить основные узлы и их детали, описать регулировки.

### 2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Разбрасыватель минеральных удобрений ZA-M 1500 HYDRO

### 2.8.4 Описание (ход) работы:

#### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

|                          |      |
|--------------------------|------|
| Объем бункера, л         | 3000 |
| Полезная нагрузка, кг.   | 3000 |
| Масса, кг                | 409  |
| Высота заполнения, м     | 1,53 |
| Ширина заполнения, м     | 2,75 |
| Габаритная ширина, м     | 2,89 |
| Транспортный просвет, мм | 200  |
| Габаритная длина         | 1,4  |

#### ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ.

Основными узлами и механизмами разбрасывателя являются: 1 – рама, 2 – бак, 3 – распределяющие диски Omnia-Set, OM, 4 – переводной рычаг для заслонки расхода X, 5 – приемная емкость для контроля нормы внесения, 6 – взвешивающая рама, 7 – АМАТРОН + X, 8 – гидравлический привод распределяющих дисков, 9 – гидравлический привод мешалки, 10 – гидравлическая распределительная коробка, 11 – гидравлический цилиндр для закрывающей заслонки, 12 – Отделение для кабеля с компьютером агрегата, 13 – цепная защита привода валика мешалки, 14 – защитная решетка в бункере, 16 – соединение для масляного контура, 17 – соединение для безнапорной обратной магистрали, 18 – кабель компьютера со штекером агрегата.

#### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Распределитель удобрений AMAZONE ZA-M оснащен двумя воронковидными наконечниками и сменными распределяющими дисками, которые вращаются против направления движения изнутри наружу, и оснащены одной короткой и одной длинной лопастями.

##### Удобрения

- при помощи валика мешалки из бункера подаются на распределяющие диски.
- направляются вдоль распределяющих лопастей, направляются наружу и разбрасываются при частоте вращения распределяющих дисков  $720 \text{ мин}^{-1}$ .

Для настройки распределителя минеральных удобрений в соответствии с сортом удобрений служит расчетная таблица норм распределения удобрений.

Перед началом эксплуатации распределителя удобрений произведите контроль нормы внесения.

Распределительные диски и валик мешалки приводятся в действие гидравлическими моторами. Масло для них подается через гидравлическую распределительную коробку.

#### НАСТРОЙКА И РЕГУЛИРОВКА МЕХАНИЗМОВ РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ.

1. Установка ширины захвата. Ширина захвата (расстояния между полосами движения) регулируется в рабочем диапазоне соответствующей пары распределяющих дисков Omnia-Set (OM) (при рассеве мочевины могут быть все же отклонения).

Для необходимой ширины захвата выберите подходящий распределяющий диск.

| Ширина захвата | Распределяющий диск |
|----------------|---------------------|
| 10 - 12 м      | 10 - 16 м           |
| 18-24 м        | 24 - 36 м           |
|                | ОМ 10-12            |
|                | ОМ 10-16            |
|                | ОМ 18-24            |
|                | ОМ 24 - 36          |

Ширина захвата для обычного распределения регулируется посредством различного положения лопастей распределяющих дисков.

Свойства распределения удобрений имеют большое влияние на ширину захвата и поперечное распределение удобрений.

Важнейшими факторами, влияющими на свойства распределения являются:

- размер частиц,
- насыпная объемная масса,
- характер поверхности,
- влажность.

Поэтому мы рекомендуем применять хорошо гранулированные удобрения известных производителей удобрений и проводить контроль установленной ширины захвата при помощи мобильного стенда.

### *2. Проверка ширины захвата при помощи мобильного испытательного стенда*

Установочные значения таблицы распределения должны рассматриваться как ориентировочные, так как свойства распределения удобрений изменяются в зависимости от сорта удобрений. Установленную ширину захвата распределителя рекомендуется контролировать при помощи мобильного испытательного стенда.

*3. Регулировка нормы внесения.* Для необходимой нормы внесения установите необходимое положение заслонок при помощи обеих заслонок, дозирующих расход. После ввода необходимой нормы внесения в AMATRON+ (заданное количество в кг/га) определяется по калибровочно-чному коэффициенту удобрений (контроль нормы внесения). Он определяет характер регулировки А-MATRON<sup>+</sup>.

### **ТРАНСПОРТИРОВКА.**

Перед каждой транспортировкой необходимо проверять

- Надлежащее подключение питающих магистралей.
- Наличие повреждений, функционирование и чистоту осветительной системы.
- Визуальные недостатки тормозной и гидравлической системы.
- Отпущен ли полностью стояночный тормоз,
- Функционирование тормозной системы.

При транспортировке по дороге распределитель поднимается настолько, чтобы верхний край отражателя находился на высоте максимум 900 мм над поверхностью проезжей части. При движении по дороге машину необходимо заблокировать от непредвиденного опускания. При поднятии распределителя удобрений передний мост трактора разгружается в зависимости от размера трактора в различной степени. Необходимо следить за тем, чтобы соблюдалась необходимая нагрузка на переднюю ось (20 % собственной массы трактора).

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ.**

1. Перечислите основные узлы разбрасывателя.
2. Расскажите о назначении и разбрасывающих дисков.
3. Расскажите об устройстве и работе гидросистемы разбрасывателя.
4. Перечислите регулировки разбрасывателя.

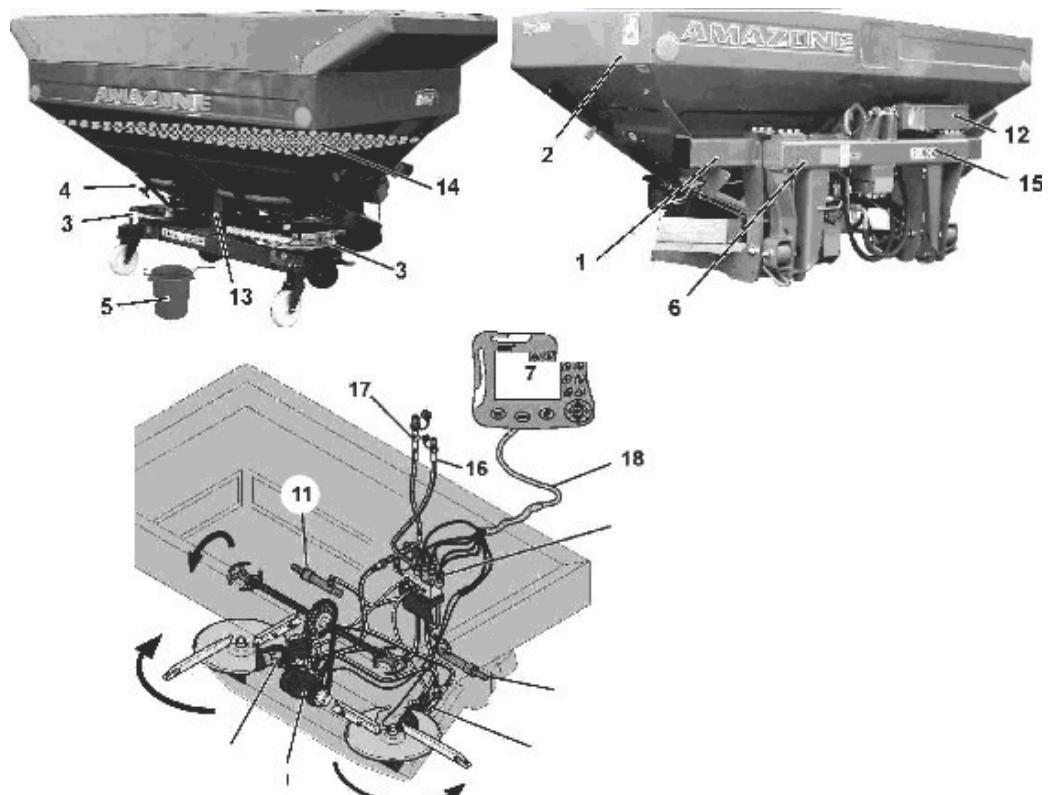


Рисунок 1- Разбрасывателя минеральных удобрений za-m 1500 hydro

1 – рама, 2 – бак, 3 – распределяющие диски Omnia-Set, OM, 4 – переводной рычаг для заслонки расхода X, 5 – приемная емкость для контроля нормы внесения, 6 – взвешивающая рама, 7 – АМАТРОН + X, 8 – гидравлический привод распределяющих дисков, 9 – гидравлический привод мешалки, 10 – гидравлическая распределительная коробка, 11 – гидравлический цилиндр для закрывающей заслонки, 12 – Отделение для кабеля с компьютером агрегата, 13 – цепная защита привода валика мешалки, 14 – защитная решетка в бункере, 16 – соединение для масляного контура, 17 – соединение для безнапорной обратной магистрали, 18 – кабель компьютера со штекером агрегата.

## 2.9 Лабораторная работа № 9 (2 часа).

Тема: «Машины для защиты растений»

**2.9.1 Цель работы:** Изучить устройство и технологический процесс, регулировки опрыскивателя прицепного ОП-2000-2-01

### 2.9.2 Задачи работы:

1. Описать назначение и дать краткую характеристику (техническую) опрыскивателя.

2. Описать (при необходимости дать схемы) вариантов заправки и работы машины.

3. Дать основные технологические регулировки опрыскивателя.

### 2.9.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

ОП-2000-2-01 – опрыскиватель прицепной, учебные плакаты

### 2.9.4 Описание (ход) работы:

#### ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО

Опрыскиватель выполнен в виде одноосного полуприцепа, агрегатируемого за прицепную серьгу трактора. Он состоит из шасси, бака для рабочей жидкости с гидравлической мешалкой, насосного агрегата, регулятора давления, всасывающей нагнетательной коммуникаций и распыливающей штанги.

#### Техническая характеристика:

|   |                |
|---|----------------|
| Производительность за 1 ч основного времени, га/ч | 18...22,5      |
| Рабочая скорость движения, км/ч                   | 8,0..12,0      |
| Рабочая ширина захвата, м                         | 18,0...22,5    |
| Ширина захвата при интенсивной технологии, м      | 21,66          |
| Агрегатирование                                   | МТЗ-80-82      |
| Вместимость бака $m^3$ , л                        | 2000+50        |
| Расход рабочем жидкости, л/га                     | 75-300         |
| при обработке пестицидами                         |                |
| в т.ч. гербицидами                                | 150-300        |
| при внесении ЖКУ                                  | 150-800        |
| Рабочее давление в нагнетательной системе, МПа    | 0,1-0,4        |
| Ширина колес, мм                                  | 1400,1500,1800 |
| Дорожный просвет, мм                              | 500            |
| Обслуживающий персонал, чел                       | 1              |

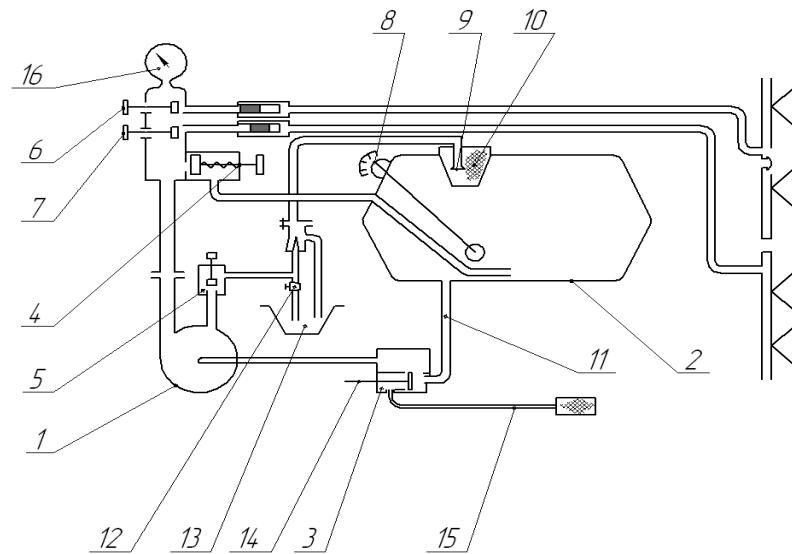


Рисунок 1 - Опрыскиватель ОП-2000-2-01

1 –центробежный насос, 2 – бак, 3 – распределитель, 4 – регулятор давления, 5 – запорный кран, 6,7 – запорные устройства регулятора давления, 4,8 – уровнемер, 9 – наконечник, 10 – крышка горловины, 11 – заправочный рукав для концентрированных сухих ядохимикатов, 12 – пробковый кран, 13 – заправочная емкость, 14 – шток запорного устройства распределителя, 3,15 – заборный рукав, 16,17,21,22,24,25 – рукава, 18 – гидромешалка, 19 – эжектор, 20 – заправочный рукав для концентрированных жидких ядохимикатов, 26 – рабочие секции, 27 – штанга, 28 – шасси.

## **КОНСТРУКЦИЯ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ ОПРЫСКИВАТЕЛЯ**

Шасси 28 - предназначено для монтажа основных узлов опрыскивателя и сцепки его с трактором. Оно состоит из рамы, двух колес, в передней части к раме приварена сница с выдвигающейся и прицепной серьгой и страховочной цепью; передняя часть рамы в нерабочем состоянии опирается на опору, с левой стороны рамы закреплена подножка.

В зависимости от ширины междурядий обрабатываемых культур опорные колеса можно устанавливать с шириной колеи 1400, 1500 или 1800 мм. На оси колеса имеется два отверстия, выдвигая или вдвигая и фиксируя ил болтами, получаем соответственно ширину колеи 1400 или 1500 мм. Для получения колеи в 1900 мм оси необходимо выдвинуть, а колеса переставить на 180°. Нормальное давление в шинах колеса - 0,25 МПа (2,5 кг/см).

Для работы опрыскивателя в междурядьях 45 см по спецзаказу завод поставляет дополнительные шины, обеспечивающие колею 1350 мм.

Прицепная серьга сницы опрыскивателя имеет два отверстия и с помощью шплинта фиксируется в двух положениях (выдвинута вдвинута). Если у трактора расстояние от вала отбора мощности до оси прицепной скобы 509 мм, то серьгу необходимо вдвинуть, если же это расстояние 400 мм - серьгу выдвинуть Прицепное устройство трактора должно быть установлено от поверхности поля на высоте. 350мм.

Страховочная цепь присоединяется к трактору и предохраняет опрыскиватель от поломок, при случайном отсоединении серьги и спицы от прицепного устройства трактора.

Бак 2 - предназначен для рабочего раствора. В верхней части бака расположена заливная горловина с откидной крышкой 10 и сетчатым фильтром. Плотное прилегание крышки к горловине бака обеспечивается резиновым уплотнением. В крышке имеется самозакрывающийся подпружиненный клапан, позволяющий заправлять бак без открывания крышки. Уровень жидкости в баке определяется с помощью уровнемера 8, смонтированного в передней части бака и состоящего из поплавка, штока и стрелки-указателя. Гидромешалка 18, установленная внутри бака, обеспечивает перепускание излишков раствора и постоянное его перемешивание с целью постоянства концентрации по всему объему бака.

Насосный агрегат состоит из редуктора и центробежного насоса, служит для передачи вращения от ВОМ трактора к рабочему колесу насоса. Насос соединен с корпусом редуктора при помощи специального фланца. Места соединений уплотнены резиновым кольцом и прокладкой. Центробежный насос состоит из корпуса, рабочего колеса, установленного на валу редуктора, деталей крепления и уплотнителя. В передней части корпуса имеются две пробки: нижняя - для удобства демонтажа рабочего колеса, верхняя- для заливки в насос воды перед первоначальным запуском. В корпусе насоса имеются две полости: всасывающая (синего цвета) и нагнетательная (белого цвета).

Регулятор давления 4 служит для установки необходимого давления в нагнетательной коммуникации. Он состоит из корпуса, двух запорных устройств 6 и 7 со штоками, клапана с осью коромысла со штоком изменения давления, откидной рукоятки

Рабочая жидкость попадает из регулятора давления на каждую половину штанги раздельно, для этого на регуляторе давления предусмотрено два подвода, каждый из которых перекрывается штоком. Рабочее давление контролируется манометром, а изменяется положением клапана (сечением выходного отверстия) с помощью штока изменения давления. При самопроверке опрыскивателя откидная рукоятка обеспечивает освобождение клапана и переключение регулятора давления на полный перелив, не нарушая режим настройки.

Распределитель 3 - обеспечивает переключение подачи рабочей жидкости в насос из бака опрыскивателя при работе или из посторонних емкостей при самозаправке. Он состоит из корпуса, запорного устройства (клапан, шток, ручка) с фиксатором прессованного кольца и деталей уплотнения. Для самозаправки к распределителю подсоединяется заборный рукав 15. Направление потока рабочей жидкости переключается установкой двустороннего клапана в одно из крайних положений с последующей фиксацией

Фильтры 19 - предназначены для очистки рабочей жидкости от примесей, поступающей из бака опрыскивателя 2.

Штанга 17 - служит для распределения рабочей жидкости по поверхности обрабатываемого участка. Она состоит из пяти несущих металлических секций, выполненных в виде плоских ферм; одной центральной, двух промежуточных и двух крайних, шарнирно соединенных между собой при помощи осей. Центральная секция подвешена к поперечине шарнирно при помощи серег, чем достигается маятниковая подвеска штанги, позволяющая оставаться ей горизонтально при колебаниях трактора.

Перевод штанги из транспортного положения в рабочее, и наоборот производится с помощью двух выносных гидроцилиндров, подсоединенных с помощью шлангов и маслопроводов к гидросистеме трактора, и двух канатов со стяжками, установленными на барабанах. Правильное натяжение канатов производится в следующей последовательности:

1. Сложить штангу в транспортное положение.
2. С помощью стяжек натянуть канаты так, чтобы крайние секции слегка коснулись промежуточных, а затем стяжки несколько ослабить.
3. Разложить штангу в рабочее положение.
4. Подтянуть до касания упоров на стыках крайних и промежуточных секций.

Если для регулировки натяжения канатов длины резьбы на стяжке не хватает, то канаты необходимо укоротить, переставив их концы в зажимах. В рабочем положении штанги крайние секции к промежуточным крепятся и фиксируются с помощью пальцев.

На штанге закреплены пять рабочих секций 26, на которых в отверстиях устанавливаются распылители.

Установка штанги (рабочих секций) по высоте производится гидроцилиндром от гидросистемы трактора. Высота установки штанги выбирается из условия перекрытия зон обработки распылителями, независимо от схемы их расположения.

Для предотвращения от поломок рабочих органов штанга при больших перекосах агрегата на промежуточных секциях закреплены предохранительные опоры.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

*1. Для заправки опрыскивателя заправщиком необходимо выполнить следующие операции:*

1. Вставьте рукав заправщика в отверстие на крышке горловины 10
2. Откройте запорный клапан заправщика
3. Следите по уровнемеру 8 за заправкой бака 2.
4. При полном баке 2 закройте запорный клапан заправщика и выключите его из работы.

5. Вытащите рукав заправщика из крышки горловины 10.
  2. *Самозаправка опрыскивателя производится с помощью центробежного насоса*  
Для ее осуществления необходимо выполнить операции:
    1. Снимите капроновую пробку с патрубка распределителя 3 и заборного рукава 15
    2. Вставьте патрубок заборного рукава 15 в патрубок распределителя 3
    3. Соедините заборный рукав 15 с посторонней ёмкостью
    4. Вдвиньте и зафиксируйте шток: шток 14 запорного устройства распределителя 3, шток 6 и 7 регулятора давления 4 и шток 5 запорного клапана.
    5. Откидной рукояткой регулятора давления 4 освободите штокрегулировочного клапана.
    6. Включите в работу насос 1. При этом жидкость из заправочной емкости по заборному рукаву 15 поступает в распределитель 3, а от него по рукаву 16 во всасывающую полость насоса 1 (синий цвет), из всасывающей полости жидкость поступает в нагнетательную полость насоса (белый цвет), а из нее в регулятор давления 4, откуда по рукаву 17 через гидромешалку 18 поступает в бак 2.
    7. Следите по уровнемеру 8 за заполнением бака 2.
    8. Выключите насос 1
    9. Отсоедините заборный рукав 15 от распределителя 3.
    10. Установите капроновые пробки на патрубке распределителя 3 и заборного рукава 15
    11. При полном баке 2 установите шток 14 распределителя в выдвинутое положение и зафиксируйте его.
- 3. Заправка легкорастворимыми концентрированными сухими и жидкими ядохимикатами*

При заправке легкорастворимыми концентрированными сухими и жидкими ядохимикатами опрыскиватель сам может готовить рабочие растворы. Для этого по схеме "Самозаправка" бак 2 заправляется водой. Необходимое количество концентрированного ядохимиката (при условии получения после перемешивания раствора рабочей концентрации) добавляется в бак с помощью заправочного устройства, состоящего из эжектора 19, пробкового крана 12 и двух рукавов: 11 - для сухих и 20 -жидких ядохимикатов. Для заправки необходимо выполнить операции:

1. Отпустите заправочный рукав 11 или 20 в ёмкость 13 (при опускании рукава 20 откройте кран 12).
2. Вставьте наконечник 9 в отверстие на крышке горловины 10
3. Выдвинув шток, откройте запорный клапан 5
4. Вдвиньте и зафиксируйте шток 6 и 7 запорного устройства регулятора давления 4
5. Выдвинуть шток 14 запорного устройства распределителя 3
6. Включите насос 1

При этом вода из бака 2 через распределитель 3 по рукаву 16 засасывается насосом 1. От насоса часть воды под давлением через запорный клапан 5 по рукаву 21 будет подаваться к эжектору 19, создавая в нем разрежение. За счет которого порошок будет засасываться по рукаву 11 (концентрированная жидкость по рукаву 20) и вместе с водой наконечнику 9 будет поступать в бак 2.

Вторая же часть воды от насоса 1 будет поступать через регулятор давления 4 и рукав 17, она будет способствовать быстрому растворению порошка или концентрированной жидкости.

#### *4. Работа*

Перед началом работы опрыскивателя необходимо проделать следующие операции:

1. Вставьте и зафиксируйте шток запорного клапана 5.
2. Выдвиньте шток 14 распределителя 3
3. Включите в работу насос 1
4. Установите рабочее давление на манометре 16 при помощи регулятора давления 4
5. Выдвиньте шток 6 и 7 запорного устройства регулятора давления 4.

При этом рабочий раствор из бака 2 через распределитель 3 по рукаву засасывается насосом 1, а от него под давлением поступает в регулятор давления 4. Отсюда часть жидкости по рукавам 22 поступает к фильтрам 23, а от них по рукавам 24 и 25 в рабочие секции 26 и 27. На рабочих секциях установлены распылители, которые обеспечивают распыление жидкости и обработку растений.

Излишки жидкости от регулятора давления 4 по рукаву 17 и гидромешалке 18 поступают назад в бак.

#### *5. Регулировки*

В зависимости от вида работы: малообъемное опрыскивание, внесение ЖКУ, опрыскивание по интенсивной технологии необходимо правильно подобрать и расставить на рабочих секциях штанги распылители.

5.1. При малообъемном опрыскивании на рабочих секциях устанавливаются распылители диаметром 1,6 мм. На 2 и 3 отверстии крайних секций от их концов устанавливаются заглушки. После чего распылители могут устанавливаться по трем вариантам работы:

Вариант 1 - распылители устанавливаются на каждом отверстии (37 шт на расстоянии 0,5 м). Ширина обработки - 18,5 м

Вариант 2 - распылители ставятся через отверстие (19 шт на расстоянии 1,0 м), на остальные отверстия ставятся заглушки. Ширина обработки - 19,0 м.

Вариант 3 - распылители ставятся через два отверстия (13шт. на расстоянии 1,5 м), остальные отверстия глушатся. Ширина обработки - 19,5 м.

5.2. При внесении ЖКУ - на рабочих секциях устанавливаются распылители диаметром 4 мм.

Первоначально распылители устанавливаются на 2 и 3 отверстии на крайних секциях от их концов. А затем возможны два варианта расстановки:

Вариант 1 - распылители устанавливаются через отверстие (всего распылителей 23, на расстоянии 1,5 м, заглушки 28). Ширина захвата - 23 м.

Вариант 2 - распылители устанавливаются через два отверстия (всего распылителей 17. на расстоянии 1,5 м, заглушки 24)Ширина захвата - 25,5 м.

5.3. Опрыскивание пестицидами при интенсивной технологии – на рабочих секциях устанавливаются распылители диаметром 1,6. Возможны три варианта установки распылителей:

Вариант 1 - распылители устанавливаются в каждое отверстие в т.ч. и во 2 .и 3 отверстие крайних секций (всего распылителей 41, заглушки нет). Ширина обработки 21,6 м.

Вариант 2 - с концов крайних секций: распылитель, заглушка, два распылителя, а далее распылители устанавливаются через отверстие, т.е. на расстоянии 1 м (всего распылителей 22, заглушки 9. Ширина обработки - 21,6 м.).

Вариант 3 - с концов крайних секций: заглушка, распылитель ,а затем распылители устанавливаются через три отверстия, т.е. на расстоянии 2м, (всего распылителей 11, заглушки 30). Ширина обработки 21,6 м.

5.4. Установка на заданную норму расхода жидкости. Исходя из заданной нормы расхода  $Q$  л/га, скорости движения агрегата  $V$ , (км/ч) и ширины его захвата  $B$ , (м) определяется расчетный минутный расход жидкости  $q_p$  через один распылитель:

$$q_p = \frac{Q \cdot B \cdot V}{600 \cdot n} \text{ (л/мин)}$$

где  $q_p$  - расчетный минутный расход жидкости (л/мин)

$Q$  - заданная норма расхода, л/га

$V$  - рабочая скорость движения, км/ч

$n$  - число распылителей на штанге, шт.

Затем по таблицам, имеющимся в инструкции к машине, исходя из условий работы и нормы  $Q$ , (л/га), определяется рабочее давление манометра  $P$ .

В бак заливается вода и при закрытых штоках запорных устройств машина включается в работу. С помощью регулятора давления устанавливается на манометре давление  $P$ . Под один из распылителей ставится емкость, запорные устройства открываются на время  $t$  (2-3 мин), замеряется объем жидкости в емкости  $Q_\phi$  и определяется фактический минутный расход жидкости одним распылителем  $q_\phi$ .

Если разница между минутными расходами  $q_\phi$  и  $q_p$  больше  $\pm 3\%$ , то из пропорции:

$$q_\phi - P = q_p - P_x$$

определяется и устанавливается на манометре искомое давление  $P_x$ .

$$P_x = \frac{q_p \cdot P}{q_\phi}$$

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Расскажите общее устройство опрыскивателя.
2. Что необходимо сделать:
  - а) при заправке машины заправщиком?
  - б) при "самозаправке" машины?
  - в) при подготавливании рабочего раствора опрыскивателя высококонцентрированного порошка жидкости?
  - г) при настройке машины на работу?
3. Исходя из каких условий выбирается диаметр распылителя
4. От каких факторов зависит минутный расход жидкости?
5. Как установить опрыскиватель на заданную норму расхода жидкости?
6. Что необходимо сделать для установки колеи 1400,1500,1800м?

## 2.10 Лабораторная работа № 10 (2 часа).

**Тема:** «Машины для защиты растений.

**2.10.1 Цель работы:** ОН-400-3 - опрыскиватель навесной, ПС-10А – протравливатель семян.

**2.10.2 Задачи работы:**

1. Дать назначение и краткую техническую характеристику опрыскивателя.
2. Вычертить пневмогидравлическую схему машины. Описать её устройство, варианты заправки и работы.
3. Описать основные регулировки опрыскивателя.
4. Назначение протравливателя семян ПС-10А.
5. Описать основные регулировки ПС-10А.

**2.10.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

ОН-400-3 - опрыскиватель навесной, плакаты, методические пособия, ПС-10А – протравливатель семян, плакаты, инструмент

**2.10.4 Описание (ход) работы:**

### **НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**

Полевой малообъемный опрыскиватель навесной ОН-400-3 предназначен для химической защиты от вредителей и болезней зерновых и технических культур. Он может работать со всеми ядохимикатами применяемыми в сельском хозяйстве в виде растворов, суспензий и эмульсий.

*Техническая характеристика*

|   |                |
|---|----------------|
| Производительность за час чистого времени, га/ч                               | до 40          |
| Ширина захвата (при скорости ветра 3 м/с по направлению опрыскивания):        |                |
| а) при опрыскивании эмульсиями, м   | до 75          |
| б) при опрыскивании водными суспензиями, м                                    | до 50          |
| Рабочая скорость, не более, км/ч  | 8,0            |
| Транспортная скорость, не более, км/ч   | 16,0           |
| Рабочее давление в системе, не более, МПа                                     | 0,8            |
| Давление при заправке в системе, не более, МПа                                | 1,8            |
| Тип применяемого вентилятора  | центробежный   |
| Частота вращения вентилятора<br>(при частоте вращения ВОМ 540 об/мин), об/мин | $2830 \pm 50$  |
| Емкость заправочного бака, м <sup>3</sup>                                     | 0,4            |
| Время заправки, мин   | 4 - 5          |
| Масса опрыскивателя, кг   | $380 \pm 20$   |
| Обслуживающий персонал  | 1 тракторист   |
| Агрегатируется с тракторами   | МТЗ всех марок |

### **ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО**

Опрыскиватель ОН-400-3 включает в себя следующие основные узлы: сварную раму с навеской, всасывающе-нагнетательную коммуникацию с фильтром, поршневым насосом и пультом управления, универсальное вентиляторное устройство, трансмиссию с цилиндрическим двухступенчатым редуктором.

*Рама* представляет собой сварную конструкцию из стального проката и труб, на которой смонтированы составные части опрыскивателя. Рама имеет оси и пластины, с помощью которых машина соединяется с навесной системой трактора.

Бак выполнен из полимерных материалов. Сверху в нем имеется заливная горловина, в которой установлен сетчатый фильтр. Горловина закрывается откидной крышкой с помощью рукоятки. С одной стороны верхней части бака смонтирован уровнемер со шкалой и стрелкой, поплавок уровнемера находится во внутренней полости бака.

С другой стороны верхней части бака с помощью фланца крепится заправочный кран 6, смеситель и диффузор, которые обеспечивают самозаправку опрыскивателя закрытой струей жидкости. При заправке опрыскивателя подвозными заправочными средствами в корпусе крана 6 устанавливается пробка-заглушка, а при самозаправке вместо пробки устанавливается заправочный рукав 3.

В нижней части бака с помощью фланца и уплотнительных прокладок крепится отстойник, имеющий сливную пробку, отвинтив которую можно слить из бака остатки рабочей жидкости.

С другой стороны в нижней части бака смонтирована гидромешалка 23 и предохранительный перепускной клапан 22, которые составляют одну сборочную единицу.

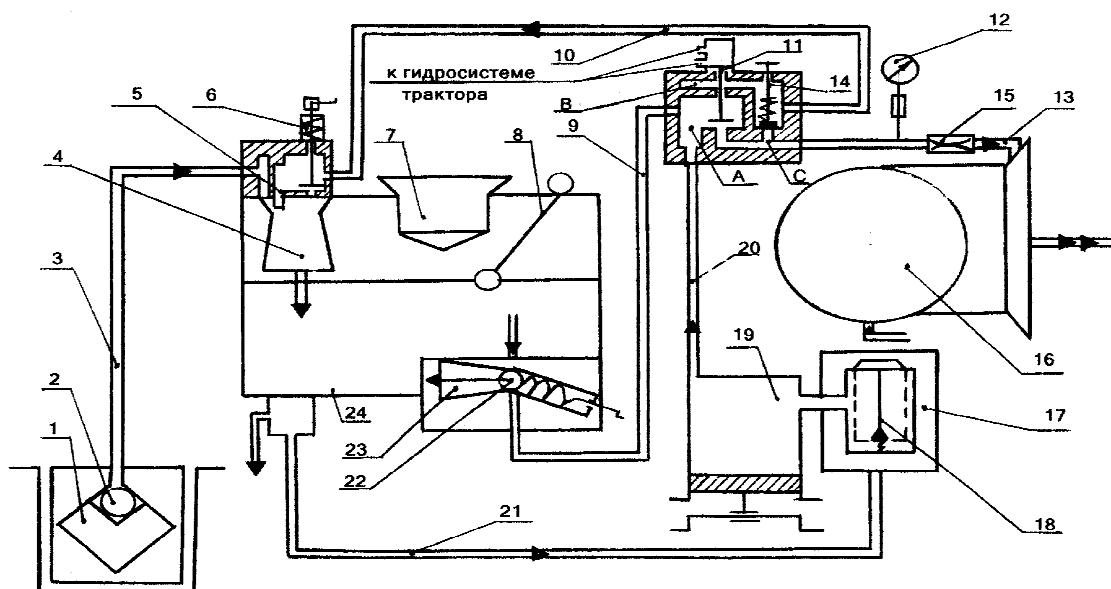


Рисунок 1 - Опрыскиватель навесной

1 – фильтр, 2 – клапан, 3 – заправочный рукав, 4 – эжектор, 5 – жиклёр, 6 – заправочный кран, 7 – заправочная горловина, 8 – уровнемер, 9,10,13,20,21 – рукава, 11 – клапан-отсекатель, 12 – манометр, 14 – кран-регулятор давления, 15 – кран-дозатор, 16 – универсальное вентиляторное устройство, 19 – насос, 22 – предохранительный клапан, 23 – гидромешалка, 24 – бак.

## КОНСТРУКЦИЯ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ

### 1. Коммуникация всасывающая

Коммуникация всасывающая состоит из поршневого насоса 19, всасывающего фильтра 17 и рукава 21, соединяющего фильтр с баком 24 опрыскивателя.

*Всасывающий фильтр* очищает жидкость, поступающую из бака. Он состоит из полиэтиленового корпуса, фильтрующего элемента и крышки с резьбой. Внутри фильтра имеется клапан 18, который автоматически перекрывает поток жидкости из бака при отворачивании крышки фильтра для очистки фильтрующего элемента.

*Поршневой насос* состоит из корпуса, кривошипно-шатунной группы, цилиндров и клапанной коробки. В клапанной коробке, смонтированной в верхней части насоса, располагаются три всасывающие и три нагнетательные клапанные группы.

*Работа насоса* осуществляется следующим образом: при движении поршня вниз в цилиндре создается разряжение и жидкость через открывшийся всасывающий клапан и направляющую сетку поступает в рабочую полость цилиндра. При обратном ходе поршня всасывающий клапан под действием пружин закрывается, а нагнетательный клапан под действием сжимаемой жидкости открывается, преодолевая сопротивление пружины. Рабочая жидкость, проходя через нагнетательный клапан и направляющую сетку, вытесняется в нагнетательную магистраль.

*Смазывание* трущихся деталей кривошипно-шатунной группы осуществляется залитым в картер насоса маслом. Для обеспечения доброкачественной смазки ползунов на коленчатом валу установлены разбрзгиватели масла. На корпусе насоса имеются заливная и сливная пробки.

## *2. Коммуникация нагнетательная*

Коммуникация нагнетательная состоит из пульта управления, в котором установлен клапан-отсекатель 11 и кран-регулятор давления 14 с перепускным клапаном, крана-дозатора 15, манометра 12 с устройством и рукавов 20, 9, 13, 10, соединяющих соответственно пульт управления с насосом, гидромешалкой, вентиляторным устройством и механизмом самозаправки и перелива.

*Клапан-отсекатель 11* служит для сообщения и разобщения нагнетательной полости А с рабочей полостью С, что необходимо при заправке машины и для быстрого прекращения подачи жидкости к вентиляторному устройству при остановках агрегата и при разворотах, когда ВОМ трактора не выключается.

*Винтовым механизмом крана-регулятора 14* можно изменять давление пружины на перепускной клапан и тем самым регулировать рабочее давление в нагнетательной магистрали, которое контролируется масляным манометром 12, состоящим из корпуса, резиновой диафрагмы, куда заливается индустриальное масло, и наворачивающейся на корпус крышки. При наличии давления в нагнетательной магистрали жидкость давит на диафрагму, масло вытесняется и поступает к манометру, стрелка которого показывает рабочее давление в системе. Демптирующее устройство уменьшает пульсацию стрелки манометра и предотвращает контакт агрессивной среды (рабочей жидкости) с деталями манометра.

*Кран-дозатор 15* служит для изменения количества подаваемой жидкости к вентиляторному устройству. Ручку крана-дозатора можно устанавливать в 6 рабочих положений, что обеспечивает изменение площади совпадения отверстия в штоке крана, по которому подводится жидкость и отверстия в корпусе крана, по которому жидкость отводится.

## *3. Универсальное вентиляторное устройство*

Универсальное вентиляторное устройство 16 состоит из кожуха, внутри которого установлено колесо центробежного вентилятора. Кожух выполнен разъемным и состоит из двух боковин, соединяющихся между собой зажимами. Для уплотнения между боковинами устанавливается резиновая прокладка. Рабочее колесо вентилятора состоит из колеса и предохранительной муфты, предназначенной для уменьшения перегрузок, возникающих при запусках и остановках машины.

## *4. Полевое сопло*

Полевое сопло состоит из конусного сопла, внутри которого установлен насадок, обеспечивающий подачу и распыл в скоростной воздушный поток рабочей жидкости. Угол наклона сопла к горизонту изменяется с помощью зубчатого сектора и гидроцилиндра, управляемого из кабины с помощью гидросистемы трактора.

## *5. Трансмиссия опрыскивателя*

Вращение от ВОМ трактора через карданную передачу передается на вал цилиндрического двухступенчатого редуктора с косозубыми передачами. С первичного вала редуктора цепной передачей приводится в действие поршневой насос. На втором валу редуктора установлено рабочее колесо вентиляторного устройства. Редуктор повышает число оборотов рабочего колеса до  $2830 \pm 50$  об/мин.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Заправка опрыскивателя осуществляется через заправочную горловину 7 подвозными заправочными средствами. Если последние отсутствуют, то заправка производится при помощи собственного заправочного устройства эжекторного типа. Для этого всасывающий рукав 3 погружают в емкость с приготовленной рабочей жидкостью, переключатель заправочного крана 6 переводят в положение "3" - заправка (ставят вертикально), клапан-отсекатель 11 пульта управления переводят с помощью гидросистемы трактора в положение, соответствующее заправке (на схеме вниз, на разрезе пульта - вправо) при этом рабочая полость С (окрашена в белый цвет) перекрывается, а нагнетательная полость А (окрашена в зеленый цвет) соединяется с заправочной В (окрашена в желтый цвет) и включают ВОМ трактора. Поршневой насос 19 по рукаву 21 забирает жидкость из бака 24 и по рукаву 20 направляет ее к пульту управления в нагнетательную полость А, откуда она поступает в полость В, а затем по рукаву 10 подается к заправочному крану 6. При положении крана 6 "3"- заправка его клапан перекрывает выходное отверстие, поэтому жидкость поступает к эжектору 5, проходя через отверстие которого с большой скоростью, она создает в эжекторе 4 разряжение, вследствие чего жидкость из заправочной емкости через фильтр 1 и заправочный шланг 3 попадает в бак, заполняя его.

После окончания заправки переключатель крана 6 переводят в положение "Р" - работа (ставят горизонтально), клапан при этом поднимается вверх, открывая окно, через которое жидкость стекает в бак, минуя эжектор.

Для предотвращения вытекания жидкости из бака через заправочный рукав 3 во время работы опрыскивателя в фильтре 1 рукава установлен клапан 2.

При работе опрыскивателя клапан-отсекатель 11 с помощью гидросистемы трактора переводится в рабочее положение (на схеме вверх, на разрезе пульта влево), при этом нагнетательная полость А разобщается с заправочной В и сообщается с рабочей С. Насос 19, также как и при заправке, по рукаву 21 засасывает жидкость из бака 24. Жидкость проходит через фильтр 17 и очищается от примесей. От насоса жидкость по рукаву 20 попадает в полость А, затем в полость С, откуда по рукаву 13 она подается к вентилятору 16 где, дробясь на мелкие капли и перемешиваясь с мощной воздушной струей, выбрасывается из сопла на обрабатываемые культуры.

Расход жидкости можно изменять с помощью крана-дозатора 15, или рабочего давления в полости С, которое изменяется с помощью крана-регулятора 14 пульта управления, а контролируется манометром 12.

Излишек жидкости из полости С перепускным клапаном крана 19 перепускается в полость В, откуда по рукаву 10 через сливное отверстие крана 2 сливается в бак 6.

Расход жидкости контролируется с помощью уровнемера 12 поплавкового типа.

Часть жидкости как при заправке, так и при работе из нагнетательной полости А по рукаву 21 подается к гидромешалке 22, которая производит перемешивание раствора, сохраняя постоянство его концентрации по всему объему.

На одном фланце с гидромешалкой смонтирован предохранительный клапан 23, который перепускает жидкость в бак при повышении давления в напорной магистрали более 20 атм.

## РЕГУЛИРОВКИ

1 Основной регулировкой опрыскивателя является установка его на заданную норму расхода жидкости. Исходя из заданной нормы расхода  $Q$  (л/га), скорости движения агрегата  $V$  (км/ч) и ширины его захвата  $B$  (м), определяется минутный расход жидкости (расчётный)

$$q_p = \frac{OBV}{600n}, \text{ л/мин}$$

затем по таблице определяется положение крана-дозатора и давление в рабочей магистрали.

Таблица.1 Расход рабочей жидкости в зависимости от положения крана-дозатора и давления в магистрали.

| Рабочее давление в магистрали, МПа | Расход жидкости при положении дозатора, л/мин |      |      |      |      |      |
|------------------------------------|---|------|------|------|------|------|
|                                    | I   | II   | III  | IV   | V    | VI   |
| 0,2                                | 5,5   | 18,4 | 25,5 | 34,0 | 36,0 | 40,0 |
| 0,3                                | 7,2   | 22,5 | 30,0 | 44,0 | 46,0 | 51,0 |
| 0,4                                | 7,0   | 27,5 | 35,0 | -    | -    | -    |
| 0,5                                | 8,0   | 28,5 | 36,7 | -    | -    | -    |
| 0,6                                | 8,8   | 30,5 | 38,0 | -    | -    | -    |
| 0,8                                | 9,5   | -    | -    | -    | -    | -    |

После этого в бак опрыскивателя заливается определенное количество воды, машина включается в работу при рабочих оборотах двигателя, засекается время расхода воды и подсчитывается фактический минутный расход жидкости  $q_f$ .

Разница между фактическим расходом  $q_f$  и расчетным  $q_p$  должна быть не более 5%. Корректировка производится изменением рабочего давления в нагнетательной магистрали краном регулятора давления.

2. Регулировка угла наклона рабочего сопла осуществляется в зависимости от условий работы или выбранной ширины захвата.

3. Провисание цепи привода насоса допускается не более 20 мм.

## ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО ПРОТРАВЛИВАТЕЛЯ ПС-10А

Назначение: ПС-10А предназначен для химического обеззараживания семян зерновых, зернобобовых и технических культур водными растворами и супензиями ядохимикатов.

### Технические характеристики

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| Производительность, т/ч              | до 22     |
| Вместимость бака, л                  | 200       |
| Подача дозатора, л/мин               | 0,5...3,5 |
| Скорость движения                    |           |
| при маневрировании, не менее, м/с    | 0,4       |
| Число обслуживающего персонала, чел. | 1         |
| Масса, кг                            | 1100      |

Протравливатель представляет собой самоходную автоматизированную установку с приводом от электродвигателей.

Он включает две основные системы: подачи семян и подачи жидкости (супензии). В систему подачи и отгрузки семян входят: загрузочный шнек 1 с левым и правым

питателями; бункер семян 2 с тремя датчиками уровня семян 3,4,5; дозатор семян 6 в виде станка с косыми прорезями; распределитель 7; протравливающая камера 8; разбрасывающий семенной диск 9; шнек протравливающей камеры 11; промежуточный (вертикальный) шнек 12; выгрузной шнек 13.

В систему подготовки и подачи протравливающей жидкости (сuspензии) входят: резервуар 14 с мешалками 15 и датчиком уровня; дозатор жидкости 17 с регулятором подачи; труба подачи жидкости 18 с датчиком давления; распыливающий диск 10.

Кроме того протравливатель снабжен воздухоочистительной системой, включающей вентилятор 20, воздухопроводы и фильтры 21, 22; системой электрооборудования и агрегатами управления.

Все узлы и агрегаты протравливателя смонтированы на раме с ходовой частью.

## **КОНСТРУКЦИЯ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ**

Наиболее сложным и важным узлом протравливателя является дозатор жидкости 17. Дозатор предназначен для регулировки количества супензии, подаваемой на распылитель. Он состоит из эксцентрикового вала, установленного в подшипниках качения с одноразовой смазкой. Между корпусом и крышками крепятся диафрагмы. В крышке запрессованы седла и установлены шариковые клапаны. На эксцентриковый вал насыжена эксцентриковая втулка, на которую надета пружина, прижимающая маховик к диску. Дозатор приводится в работу цепной передачей от промежуточного вала через звездочку. Вращательное движение вала преобразуется в возвратно-поступательное движение диафрагм.

При движении левой диафрагмы вправо супензия засасывается через всасывающий патрубок и нижний шариковый клапан в камеру крышки. При движении влево супензия через верхний клапан вытесняется из камеры в нагнетательную магистраль. При этом правая диафрагма нагнетает, левая – всасывает и наоборот.

Производительность дозатора регулируется изменением хода диафрагмы за счет изменения общего эксцентризитета вала и втулки. При регулировке необходимо нажать пальцем руки маховик сверху вниз и повернуть его на требуемое деление шкалы.

Шасси служит для монтажа на нем всех узлов и агрегатов машины. Оно состоит из ведущего моста, переднего моста, колеса рулевого управления, рулевого механизма и рамы. Каркас рамы сварной, выполнен из труб прямоугольного сечения.

Ведущий мост – опора рамы и служит для передачи крутящего момента от коробки передач на ведущие колеса посредством дифференциала.

Ведущий мост приводится в действие от коробки передач цепной передачей.

Рулевой механизм служит для поворота колес переднего моста при движении.

Органы управления и приборы.

Рукоятка четырехходового крана служит для установки крана в одно из положений: взятие проб или протравливание.

Рычаг подъема загрузочного устройства служит для установки загрузочного устройства в одно из положений: нижнее – при протравливании; верхнее – при маневрировании и наладке.

Рычаг установки подачи семян предназначен для поворота стакана, дозирующего количество подаваемых в камеру семян.

Рычаг переключения скоростей предназначен для обеспечения передвижения протравливателя с рабочей скоростью (положение рукоятки – вверх) или скоростью маневрирования (положение – вниз).

Переключатель реверса самохода служит для обеспечения движения протравливателя вперед или назад.

Автоматический выключатель установлен для подачи напряжения протравливателю и аварийного отключения протравливателя от сети в случае короткого замыкания.

Переключатель режимов работы предназначен для выполнения одного из видов работ.

1) наладка – «Н» - для проверки работы загрузочного устройства, шнека камеры, промежуточного и выгрузного шнеков, приготовления рабочей жидкости, для маневрирования;

2) выгрузка – «В» - для принудительной очистки шнеков при окончании работы;

3) протравливание в автоматическом режиме - «А».

В режиме «А» технологическим процессом управляют три датчика бункера семян. Нижний датчик 3 управляет подачей рабочей жидкости, средний 4 – передвижением протравливателя; верхний 5 – работой питающего загрузочного шнека.

Кнопки управления предназначены для управления механизмами протравливателя в наладочном режиме и для возобновления работы при перегрузке.

Кнопка «ЗАГРУЗКА-БЛОКИРОВКА» предназначена для запуска загрузочного устройства и возобновления работы протравливателя при перегрузке.

Кнопка «ДОЗАТОР-ВЫГРУЗКА» предназначена для запуска шнеков камеры, промежуточного и выгрузного шнека, отключения дозатора рабочей жидкости и перемешивания рабочей жидкости.

Кнопка «НАГРЕВ» предназначена для включения электронагревателей в случае их установки на машине.

Кнопка «СТОП» предназначена для отключения всех механизмов протравливателя.

Для контроля работы протравливателя служат сигнальные лампы:

- включение сети – лампа «СЕТЬ»;
- отсутствие рабочей жидкости в баке – лампа «НЕТ СУСПЕНЗИИ»;
- поступление рабочей жидкости в камеру протравливания – лампа «ПОДАЧА СУСПЕНЗИИ»;
- включение нагрева рабочей жидкости, если он установлен – лампа «НАГРЕВ».

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Технологический процесс включает два этапа: приготовлении супензии и обработку семян.

Супензию приготавливают в резервуаре 14, куда через горловину специальным приспособлением засыпают ядохимикат, клеящие и стимулирующие вещества.

Заполняют резервуар водой в течение 5-10 минут, компоненты перемешивают мешалками 15.

При пониженной температуре супензию необходимо подогреть электронагревателями, если они есть.

При протравливании семена из бурта подбирает заборный шнековый питатель и перемещает к загрузочному шнеку 1, который подаёт их в бункер 2. Из бункера семена поступают в распределитель на вращающийся диск 9, с которого под действием центробежной силы они сходят в камеру протравливания. Дозатор 17, включаемый муфтой, через трубопровод с фильтром засасывает из резервуара 14 рабочую супензию и подает на вращающийся распылитель 12, который переводит её в мелкодисперсное состояние. Проходя через распыленный факел супензии, семена покрываются ею и сходят в шnek 13 камеры протравливания 7. Протравленные семена шнеками через рукав выгружаются в транспортные средства.

Три датчика бункера обеспечивают постоянную, равномерную подачу семян в протравливающую камеру. При запуске машины разбрасывающий диск 9 и дозатор 17 включаются в работу; когда семена, поступающие в бункер, замкнут нижний датчик

уровня семян 3, начинается работа протравливающей камеры. Если уровень семян в бункере поднимается до среднего датчика 4, то при его замыкании отключается «САМОХОД». При дальнейшем подъеме уровня семян и замыкании верхнего датчика 5 отключается загрузочный шнек 1.

При снижении уровня семян в бункере верхний датчик, размыкаясь, включает загрузочный шнек; средний - «САМОХОД». Если разомкнется нижний датчик, протравливание прекращается, машина останавливается.

Контроль над ходом технологического процесса осуществляется с помощью световой сигнализации.

Система синхронизации между подачей семян и передвижением машины исправна, если:

- 1) при отсутствии семян в бункере включается привод самохода и электромагнит дозатора;
- 2) при заполнении бункера семенами до уровня верхнего датчика привод загрузочного устройства автоматически отключается.

При понижении уровня рабочей жидкости до датчика 16 бака 14 в режиме «А» отключается загрузочное устройство и самоход и загорается лампа «НЕТ СУСПЕНЗИИ», привод дозатора продолжает вращаться.

Подача рабочей жидкости контролируется датчиком контроля расхода рабочей жидкости и сигнальной лампой «ПОДАЧА СУСПЕНЗИИ». При подаче рабочей жидкости в камеру протравливания сигнальная лампа периодически загорается или горит постоянно.

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕГУЛИРОВКИ

1. Производительность протравливателя регулируется дозатором семян 6 с помощью рычага, который устанавливают на нужное деление шкалы. Цифры шкалы примерно соответствуют подаче семян пшеницы в т/ч (подача семян ячменя на 30% меньше, а овса - на 50%).

При установившейся работе проверяют производительность протравливателя взятием проб в трехкратной повторности.

При нормальной производительности поверхность каждого семени должна быть равномерно покрыта тонким слоем супспензии и в то же время, семена не должны слипаться.

2. Настройка дозатора рабочей жидкости на расход, соответствующий установленной производительности по семенам, производится следующим образом:

- 1) рассчитайте минутную подачу рабочей жидкости по формуле:

$$q = \frac{W \cdot H}{60} \text{ л/мин};$$

где  $q$  - расчетная минутная подача рабочей жидкости, л/мин.;

$W$  - подача семян, т/ч;

$H$  - норма расхода жидкости на 1 т семян, л/т.

- 2) Установите переключатель 15 режимов работы в положение «Н»;

- 3) Переключите четырехходовой кран в положение «ВЗЯТИЕ ПРОБ»;

4) Произведите 2-3 прокачки дозатора на максимальной производительности для удаления воздуха из сети:

5) Установите маховичок дозатора рабочей жидкости на деление шкалы, соответствующее расчетной подаче рабочей жидкости, ориентируясь на данные таблицы.

Таблица1 - Подача рабочей жидкости

| Деление<br>шкалы дозатора            |    |    | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 0  |
|--------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Подача<br>рабочей жидкости,<br>л/мин | ,6 | ,8 | ,0 | ,2 | ,4 | ,6 | ,8 | ,0 | ,2 | ,4 | ,6 | ,8 | ,0 |

6) Нажмите кнопку «ДОЗАТОР-ВЫГРУЗКА». Зафиксируйте по заполнению мерного цилиндра расход рабочей жидкости за 20 и отпустите кнопку. Переведите в минутный расход.

7) При отклонении фактического расхода рабочей жидкости от требуемого измените ее расход и повторите замеры в трехкратной повторности.

Примечание. Для слива рабочей жидкости из мерного цилиндра четырехходовой кран установите в положение «ПРОТРАВЛИВАНИЕ».

3. Регулировки выгрузного шнека. Выгрузной шнек 13 можно поворачивать в горизонтальной плоскости на 320° с помощью червячной передачи. Это позволяет выгружать семена без перемещения транспортных средств. Кроме этого, горизонтальный шнек можно поворачивать винтовой передачей в вертикальной плоскости на угол 5° от горизонтального положения. Шнек поднимают при загрузке транспортных средств, опускают при затаривании семян в мешки.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что необходимо выполнить перед заправкой машины?
2. Для чего в системе стоит перепускной клапан 22?
3. Сколько положений может отсекать клапан-отсекатель? Что при этом происходит с рабочей жидкостью, находящейся в нагнетательной полости А?
4. Неисправность каких узлов машины может вызвать прекращение или плохую подачу жидкости в рабочую магистраль?
5. С какой целью в фильтре 1 заправочного рукава 3 установлен клапан 2?
6. К чему может привести работа опрыскивателя при неисправной гидромешалке?
7. От каких факторов зависит минутный расход жидкости?
8. Куда отводятся излишки жидкости из полости С при работе опрыскивателя?
9. Влияет ли изменение числа оборотов двигателя трактора на норму расхода жидкости и равномерность опрыскивания?
10. Покажите и назовите основные узлы и рабочие органы протравливателя ПС-10А.
11. Как работает протравливающая камера?
12. Каким образом обеспечивается равномерная, дозированная подача семян в протравливающую камеру?
13. Как устроен, работает и регулируется дозатор супензии?
14. В какие положения может быть установлен 4-ходовой кран?
15. Покажите и назовите органы управления протравливателем?

## 2.11 Лабораторная работа № 11 (2 часа).

Тема: «Машины для уборки трав»

**2.11.1 Цель работы:** Изучить устройство и технологический процесс, регулировки двухбруссной косилки КДП-4.

### 2.11.2 Задачи работы:

В отчете необходимо привести техническую характеристику, перечислить основные узлы и их детали, описать регулировки.

### 2.11.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Косилка двухбруссная полунавесная КДП-4, инструмент.

### 2.11.4 Описание (ход) работы:

#### 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    |

#### 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 выскальзыванию 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 клиновременных 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.

### **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 одновременно отрываются от земли, что достигается вращением в ту или другую сторону винта шарнирных звеньев, присоединенных к внутреннему башмаку.

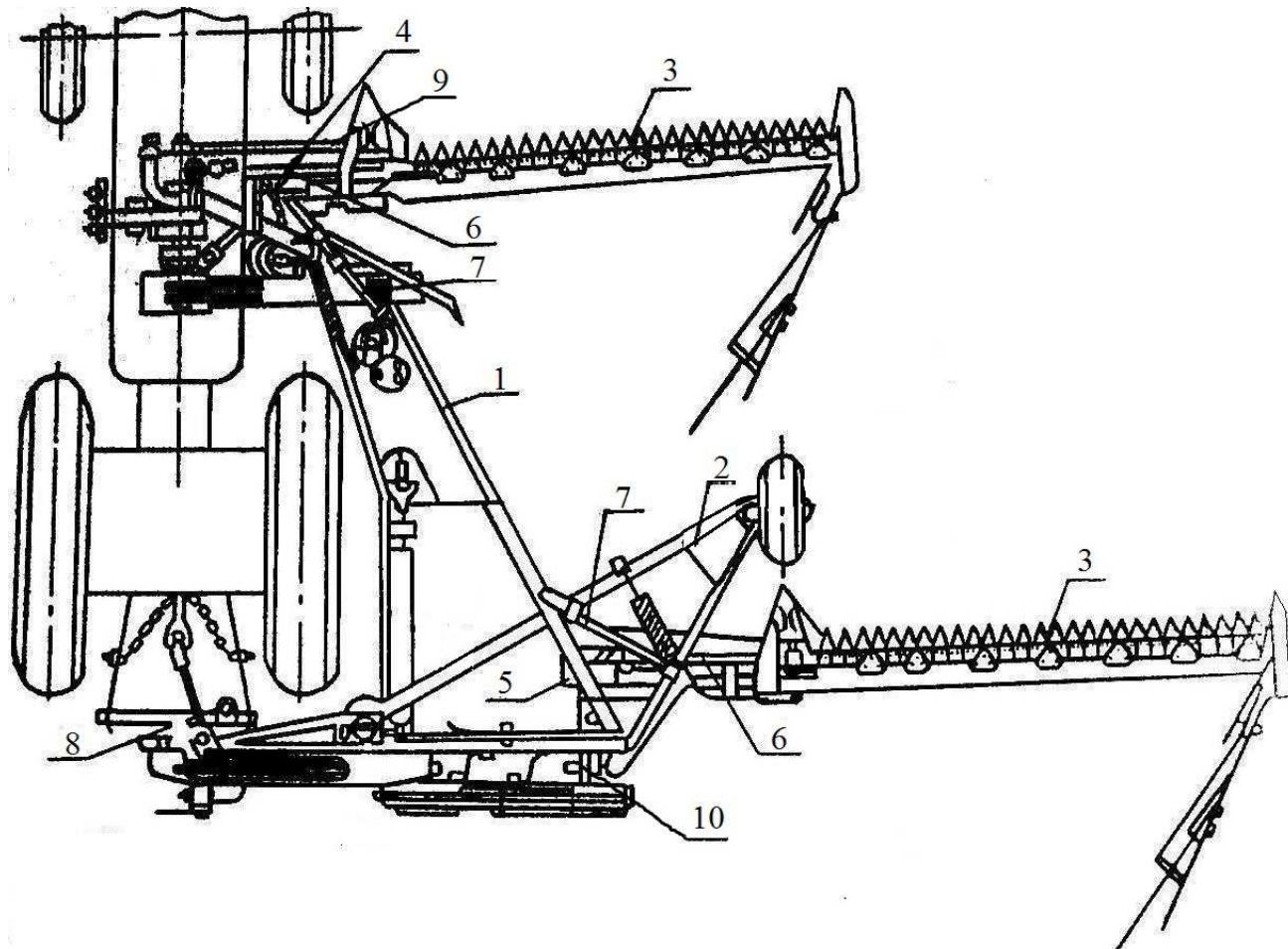
8. Натяжение цепи цепной передачи регулируется поворотом эксцентриковой оси ведущей звездочки. Допустимая стрела провисания цепи – 20 м.

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  $40^0$  во избежание поломки прицепной вилки косилки.

### 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?

### ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



## **2.12 Лабораторная работа № 12 (2 часа).**

**Тема: «Машины для уборки трав»**

**2.12.1 Цель работы:** Изучить устройство и регулировки ротационной косилки КРН-2,1.

### **2.12.2 Задачи работы:**

1. Изучить назначение, технические характеристики, устройство и регулировки ротационной косилки
2. Составить отчет о проделанной работе

### **2.12.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

КРН-2,1А косилка ротационная навесная, инструмент

### **2.12.4 Описание (ход) работы:**

#### **ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ КОСИЛКИ**

Косилка КРН-2,1А предназначена для скашивания высокоурожайных и полеглых трав на повышенных поступательных скоростях с укладкой скошенной массы в прокос.

Машина применяется во всех зонах страны.

Косилка ротационная агрегатируется с тракторами класса 0,9-1,4.

Тип - навесная правосторонняя с нижним приводом.

Характеристика рабочих органов - 4 ротора с двумя скашивающими ножами.

Число оборотов роторов, об/мин 1980...2060

Число оборотов ВОМ трактора, об/мин 540...560

Ширина захвата, конструктивная, м 2,1±0,05

Расчетная производительность за час

основного времени, га/ч, не менее 2,85

Масса (без инструмента, принадлежностей и запасных частей), кг 510±16

Потребляемая мощность от ВОМ трактора, кВт (л.с.), в пределах 16...20, (22...27)

Скорость движения рабочая, км/ч не более - 15

Скорость движения транспортная, км/ч не более - 30

Высота среза растений установочная, см:

на естественных травах 6±2

на сеяных травах 8±2

Количество обслуживающего персонала 1 тракторист

Срок службы, лет, не менее 5

#### **ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО КОСИЛКИ**

Основные узлы и детали, косилки:

1 - главная рама, 2 - подвеска, 3 - подрамник, 4 - ременная передача, закрытая кожухом, 5 - транспортная тяга, 6 - телескопическое стопорное устройство, 7 - гидроцилиндр, 8 - уравновешивающие пружины, 9 - рычаг, 10 - кронштейн режущего аппарата, 11 -тяговый предохранитель, 12 - конический редуктор, 13 - внутренний башмак, 14 - режущий аппарат, 15 - ротор, 16 - полевой делитель, 17 - стойка, 18 - ограждение кабины.

#### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РАБОТЫ**

Срезание стеблей растений осуществляется с помощью пластинчатых ножей, шарнирно установленных на роторах 15, вращающихся со скоростью 65 м/с навстречу друг другу. Ножи срезают траву по принципу бесподпорного среза, подхватывают ее и выносят из зоны резания, перемещая над режущим бруском. Траектории движения ножей

соседних роторов взаимно перекрываются, благодаря чему обеспечивается качественный прокос.

Скошенная трава, ударившись о щиток полевого делителя 16, меняет траекторию движения, укладывается в прокос и освобождает место для прохождения колес трактора при последующем проходе.

Привод косилки осуществляется от ВОМ трактора.

## **УСТРОЙСТВО И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ КОСИЛКИ**

1. *Рама навески.* Присоединение косилки к навесному устройству трактора осуществляется с помощью рамы навески, состоящей из рамы 1 и подвески 2.

Главная рама 1 представляет собой сварную конструкцию с осями для крепления ее к нижним тягам навесного устройства трактора. На правой стороне имеется ось для крепления тягового предохранителя 11. К раме шарнирно присоединена подвеска 2, в нижней части которой имеется кронштейн для крепления подрамника 3. К подвеске также крепится цепь для транспортной тяги.

2. *Подрамник.* Подрамник представляет собой сварную рамную конструкцию и является связующим звеном между рамой навески и режущим аппаратом. В передней части подрамника имеются ушки для присоединения механизма подъема, а также кронштейн и накладка для установки коробки привода.

3. *Механизм уравновешивания.* Механизм уравновешивания предназначен для ограничения давления режущего аппарата на почву, обеспечивая копирование режущим аппаратом неровностей поля, и перевода косилки в транспортное положение.

Механизм уравновешивания состоит из гидроцилиндра 7, шарнирно соединенного с рычагом 9, который через тягу свободного хода связан с режущим аппаратом, уравновешенным пружинами 8 через сектор и гибкую тягу.

Для удержания механизма в транспортном положении и предотвращения опускания режущего аппарата при отказе гидросистемы служит транспортная тяга 5, накидываемая на штырь, а также телескопическое стопорное устройство 6, устанавливаемое в положение транспорта.

Регулировка давления внутреннего и наружного башмака режущего аппарата на почву осуществляется натяжными болтами.

При рабочем положении режущего аппарата шток гидроцилиндра выдвинут, положение рукоятки гидрораспределителя – «плавающее». Транспортная тяга сложена и закреплена цепью. Штырь телескопического стопорного устройства 6, вынут из отверстия и закреплен на скобе. Перемещение режущего аппарата при копировании неровностей поля обеспечивается тягой свободного хода и шарнирным четырехзвенником, образованным рамой, подрамником 3, рычагом 9 и гидроцилиндром 7.

При обезде препятствий, разворотах и небольших переездах режущий аппарат переводится в положение ближнего транспорта. При этом сначала включается гидроцилиндр навесной системы трактора, и косилка вместе с навеской поднимается на необходимую высоту. Затем включается гидроцилиндр косилки 7, его шток втягивается и происходит поворот режущего аппарата. В поднятом положении режущий аппарат не фиксируется, поэтому во избежание выхода из строя гидросистемы косилки длительные переезды агрегата в положении ближнего транспорта не допускаются.

При переводе косилки в транспортное положение для дальних переездов, как и при переводе в ближний транспорт, включается цилиндр навесной системы трактора, и косилка вместе с навеской поднимается на необходимую высоту. Затем включается гидроцилиндр косилки, его шток втягивается и через рычаг и тягу поворачивает режущий аппарат до вертикального положения. Далее навесная система трактора возвращается в прежнее положение. Для фиксации механизма в поднятом положении на штырь одевается транспортная тяга. Длина тяги регулируется резьбовым наконечником. Она закрепляется

штырем и стопорится пружинным кольцом. Штырь телескопического стопорного устройства устанавливается в отверстие.

Перевод косилки в рабочее положение осуществляется в обратном порядке.

4. *Ротационный режущий аппарат*. Ротационный режущий аппарат предназначен для скашивания травы. Он состоит из панели бруса и днища, соединенных между собой болтами.

Под днищем установлены башмаки, которыми режущий аппарат опирается на землю.

Режущий аппарат может свободно поворачиваться в цапфах кронштейнов, обеспечивая копирование неровностей почвы.

На режущем аппарате имеются четыре одинаковых ротора, каждый из которых снабжен двумя ножами, шарнирно установленными на специальных болтах, на средние роторы установлены удлиненные ножи, роторы установлены на валах на шлицевом соединении, затянуты гайками и закончены шайбами.

В нижней части валов на шпонках закреплены шестерни, связанные кинематически с распределительной ведущей шестерней через промежуточные шестерни, установленные каждая на подшипниках и осях.

Распределительная шестерня установлена на шлицевом соединении на валу.

Для контроля уровня в полости режущего аппарата используется пробка. При этом режущий аппарат должен быть установлен в положении, близком к вертикальному, транспортному.

Смазка подшипников производится через масленки. В правой части режущего аппарата имеется кронштейн для крепления полевого делителя.

5. *Полевой делитель*. Отделение скошенной массы от нескошенного травостоя осуществляется с помощью полевого делителя 16.

6. *Механизм передачи*. Привод рабочих органов косилки осуществляется от ВОМ трактора через карданныю передачу к валу ведущего шкива. Далее через клиноременную и зубчатую передачи (см. плакат).

Клиноременная передача 4 состоит из ведущего шкива, клиновых ремней и ведомого шкива. Передача защищена кожухом.

На валу в корпусе ведущего шкива смонтирована обгонная муфта, предназначенная для обеспечения холостого хода роторов и механизмов передач в момент отключения вала отбора мощности трактора (см. плакат).

Натяжение клиновых ремней осуществляется с помощью натяжного устройства, состоящего из натяжника, шарнирно связанного с корпусом, шкива, пружины, чашечной шайбы и гаек.

7. *Тяговый предохранитель*. Тяговый предохранитель предназначен для предупреждения поломок режущего аппарата в момент его столкновения с препятствием. Он состоит из двух тяг с клиновыми фиксаторами, которые удерживаются в зацепленном состоянии с помощью усилия, создаваемого цилиндрической пружиной. Усилие срабатывания предохранителя регулируется поджатием пружины посредством гаек.

При наезде режущего аппарата косилки на препятствие под воздействием увеличивающегося тягового сопротивления фиксаторы выходят из зацепления, в результате чего длина тягового предохранителя увеличивается, а косилка разворачивается.

8. *Стойка*. Стойка 17 служит для удержания косилки в положении, удобном для хранения и навешивания на трактор. Она состоит из трубы, подошвы и пружинного шплинта. На трубе имеются отверстия для фиксации стойки; верхнее - в положении хранения на мягком грунте, среднее - в положении хранения на твердом грунте и нижнее - в рабочем положении косилки.

9. *Гидрооборудование.* Гидрооборудование предназначено для обеспечения привода механизма уравновешивания и состоит из гидроцилиндра, замедлительного клапана, сапуна, рукава высокого давления и устройства, предотвращающего вытекание масла из гидросистемы при ее отсоединении от трактора.

10. *Ограждение кабины трактора.* Ограждение кабины трактора обеспечивает безопасность механизатора на рабочем месте при работе косилки. Оно состоит из рамки, на которую натянута металлическая сетка. Ограждение крепится к кабине трактора болтами, гайками и винтами.

### **УКАЗАНИЯ ПО МЕРАМ БЕЗОПАСНОСТИ**

При обслуживании косилки руководствуйтесь Едиными требованиями к конструкции тракторов и сельскохозяйственных машин по безопасности и гигиене труда (ЕТ-IV) и Общими требованиями безопасности ГОСТ 12.2.042-99.

Во время опробования, запуска и последующей работы посторонним лицам запрещается находиться на расстоянии менее 50 м от косилки при наклоне режущего аппарата не более 3° вперед по ходу машины, и 90-100 м при наклоне режущего аппарата до 7°.

### **РЕГУЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ КОСИЛКИ**

1. Регулирование конического зацепления редуктора режущего аппарата производится с помощью регулировочных прокладок. Гарантированный боковой зазор в зацеплении должен быть не менее 0,12 и не более 0,55 мм.

2. Натяжение клиновых ремней осуществляется с помощью натяжника. Гайками затяните пружину до соприкосновения витков. Вторичное подтягивание гаек производите тогда, когда зазор между витками пружин увеличивается до 3 мм.

3. Регулирование тягового предохранителя производится с помощью гаек. Тяговый предохранитель должен срабатывать при усилии 3000 Н (300 кг), приложенном в середине режущего аппарата.

4. Регулирование механизма уравновешивания режущего аппарата производится натяжными болтами 6. Давление внешнего башмака на почву должно быть в пределах 200-300 Н, давление внутреннего башмака - 700-900 Н. Замеры давления производите динамометром ДПУ-01-2-VI.

5. Установка режущего аппарата относительно почвы. Режущий аппарат должен находиться в горизонтальной плоскости и опираться на почву имеющимися у него башмаками. Это достигается путем изменения длины центральной тяги трактора и натяжением пружин механизма уравновешивания.

При необходимости для изменения высоты среза растений допускается наклон режущего аппарата вперед по ходу движения, но не более чем на 7 градусов.

6. Регулирование транспортной тяги производится при транспортном положении режущего аппарата путём завинчивания на необходимую длину головки тяги.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:**

1. Дайте техническую характеристику ротационной косилки КРН-2,1 А.
2. Перечислите основные узлы и детали косилки.
3. Расскажите о работе косилки, как происходит копирование рельефа почвы?
4. Как устроен и работает тяговый предохранитель?
5. Каким образом косилка переводится в транспортное положение для ближнего и дальнего транспорта?
6. Назначение и работа телескопического стопорного устройства.
7. Перечислите регулировки косилки, расскажите, как выполняется каждая из них.

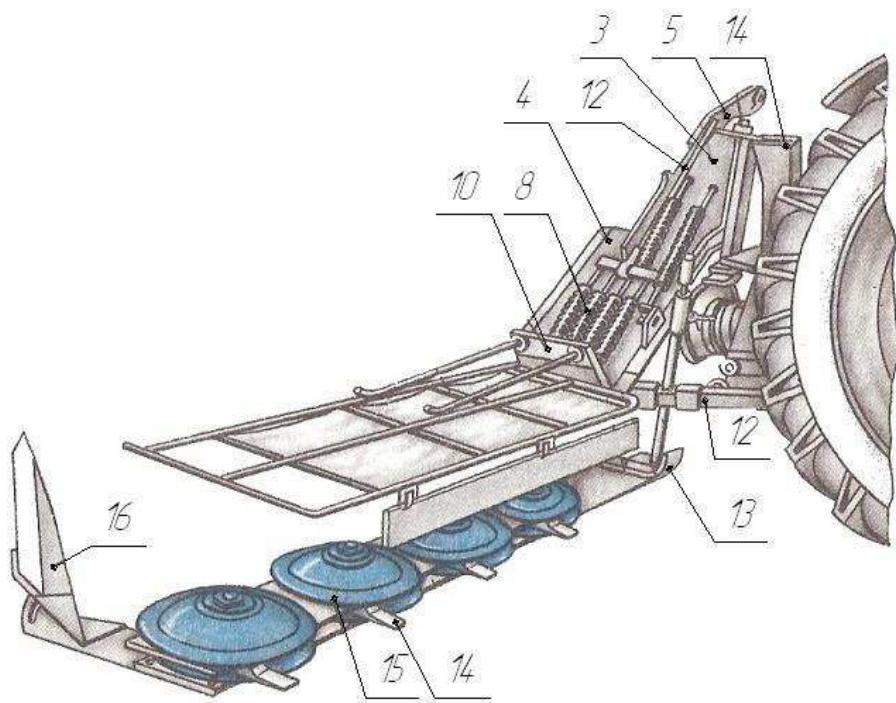


Рисунок 1- Косилка КPH-2,1A

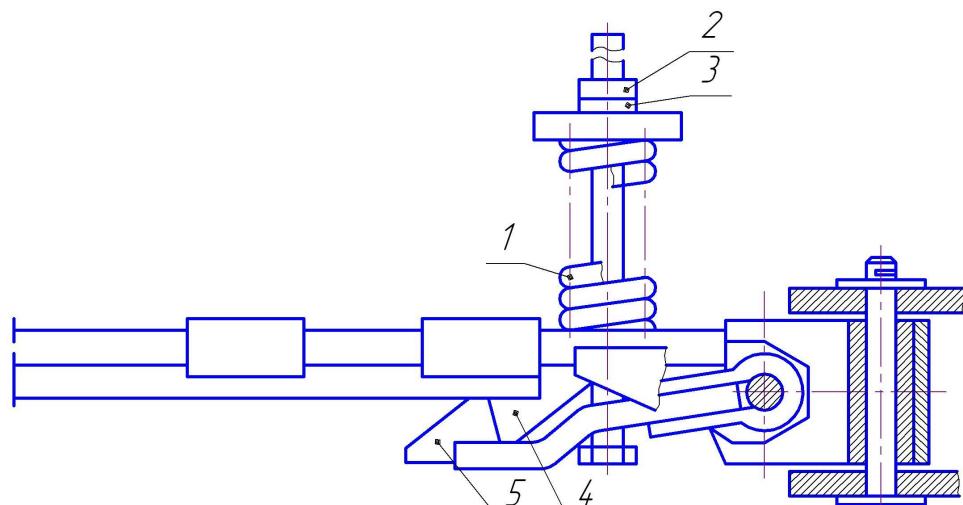


Рисунок 2- Тяговый предохранитель:  
1-пружина, 2 и 3 – гайка, 4 и 5 - фиксаторы

## 2.13 Лабораторная работа № 13 (2 часа).

Тема: «Машины для уборки силосных культур»

**2.13.1 Цель работы:** Изучить устройство, рабочий процесс и регулировки комбайна «Дон-680».

### 2.13.2 Задачи работы:

Описать назначение комбайна «Дон-680»

Дать краткую характеристику комбайна.

Вычертить схему комбайна, показать основные узлы и детали.

Описать порядок проведения основных регулировок комбайна.

### 2.13.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Самоходный кормоуборочный комбайн «ДОН-680»

### 2.13.4 Описание (ход) работы:

#### 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.

#### Техническая характеристика

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 провяленных (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

СМД-31Б-4

Марка 206 (280)

Мощность эксплуатационная, кВт (л.с.)

Питающий аппарат 5

Число вальцов, шт.

Привод от редуктора, реверсный

Измельчающий аппарат

750

Диаметр барабана, мм

Число ножей на барабане, установленных при

12

отгрузке, шт.

838

Частота вращения измельчающего барабана, мин-1

Угол поворота силосопровода, град, от оси комбайна в левую

90

и правую сторону

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.

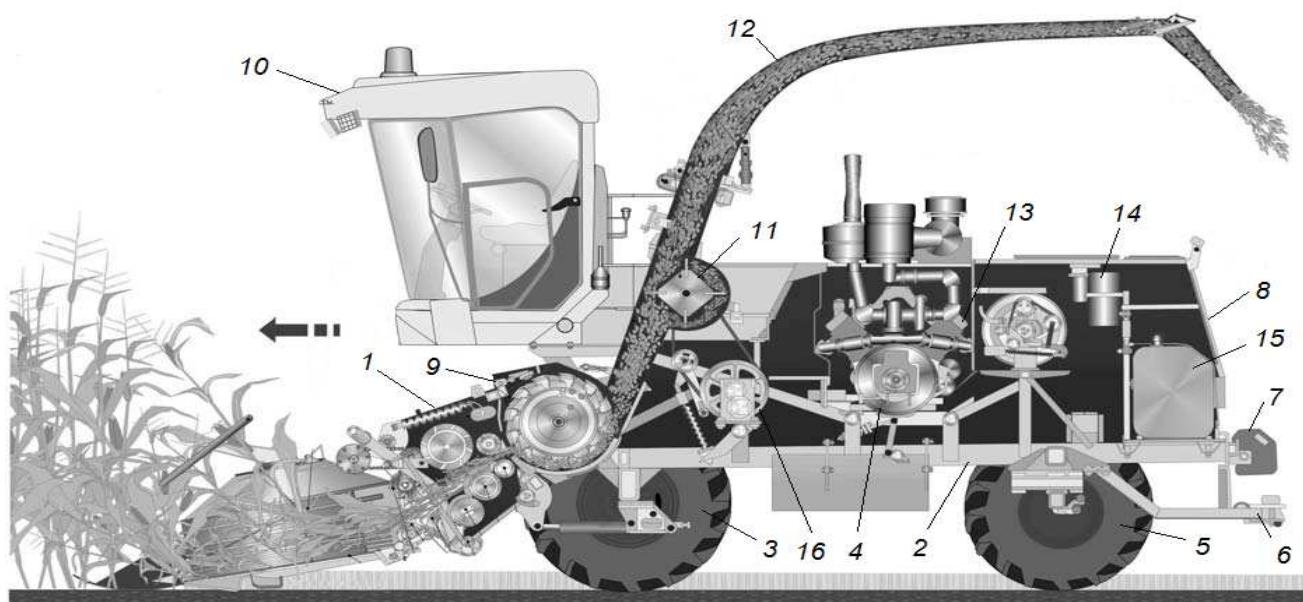


Рисунок 1 - Самоходный измельчитель: 1- питающий аппарат; 2-рама; 3-ведущее колесо; 4-главный контрпривод; 5-управляемое колесо; 6-прицепное устройство; 7-противовес; 8-капот; 9-измельчающий аппарат; 10-кабина; 11-конфузор с ускорителем; 12- силосопровод; 13-моторно-силовая установка; 14-масляный бак; 15-топливный бак; 16-редуктор ускорителя

На передней части рамы установлен питательный 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.

Питательный аппарат состоит из каркаса, пяти вращающихся вальцов: двух верхних, трех нижних, вала контрпривода питателей с муфтой останова

Привод питательного 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 питающее-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.

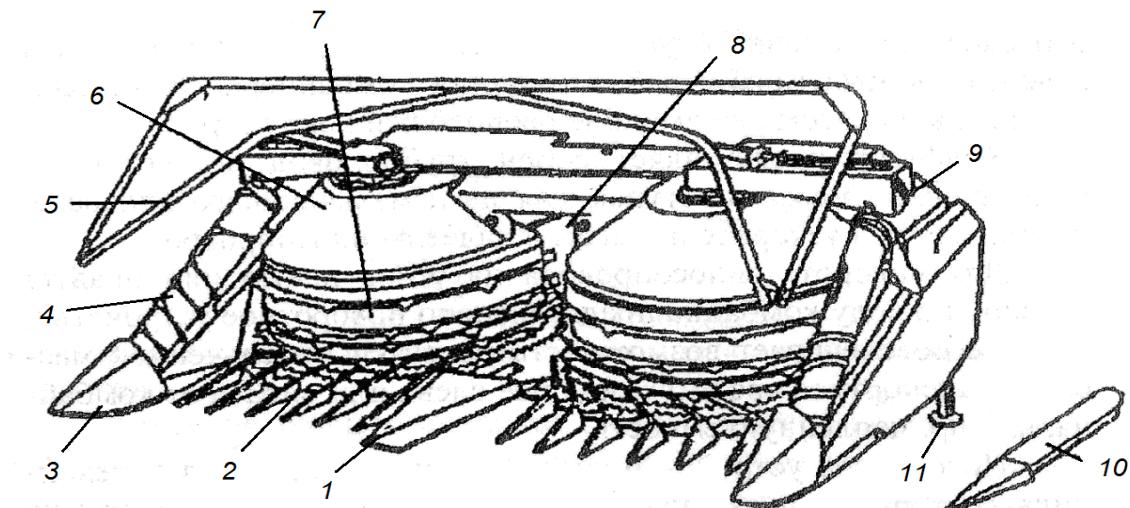


Рисунок 2 - Жатка для грубостебельчатых культур:

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.

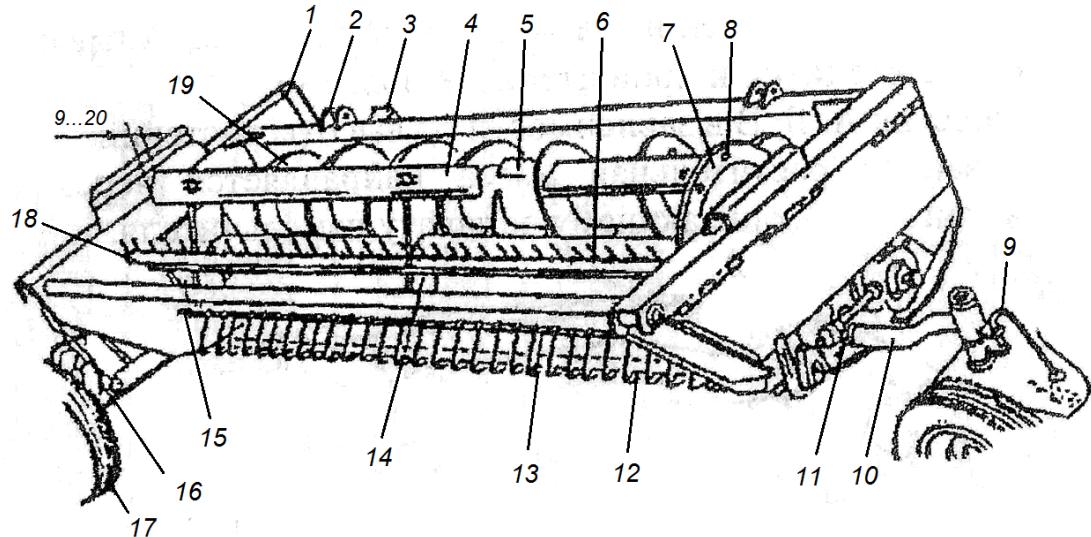
Цилиндрический редуктор имеет два входных вала для получения заданной резки при различных режимах работы.

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 19, четырехгребельного мотовила 4 режущего аппарата 12, редуктора 3, контрпривода механизмов передач, транспортных тележек 10,17.

Платформа с подборщиком агрегатируемая 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 плиты; 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 лопатками, 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.

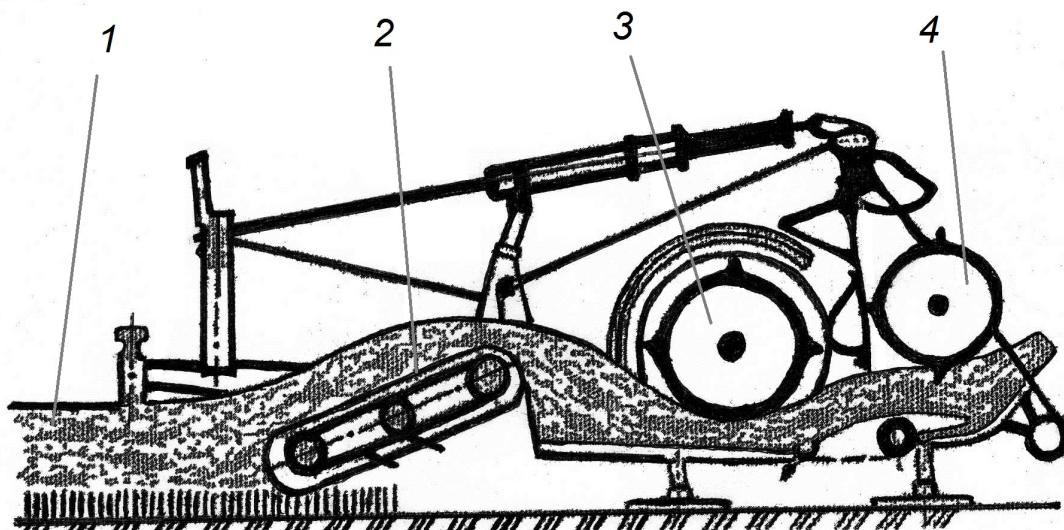


Рисунок 4 - Схема технологического процесса работы платформы с подборщиком комбайна «Дон-680»: 1-трава подвяленная; 2-транспортер подборщика; 3- шнек; 4-битер

Шнек со спиралями правого и левого направления перемещает валок к середине корпуса платформы. Гребенки шнека захватывают его и подают на битер проставки, 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 комбайнер должен снизить скорость движения комбайна.

Длина резки стеблей может регулироваться изменением частоты вращения вальцев 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 проставки 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...65кГс.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...50кГс).

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 простоявка.
7. Как подготовить комбайн к работе? Какие регулировки при этом необходимо провести?

## **2.14 Лабораторная работа № 14 (2 часа).**

**Тема: «Машины для уборки зерна»**

**2.14.1 Цель работы:** Изучить основные способы уборки зерновых культур, агротехнические требования, общее устройство и технологический процесс комбайна «Дон-1500»

### **2.14.2 Задачи работы:**

1. Изучить основные способы уборки зерновых культур
2. Изучить агротехнические требования
3. Изучить общее устройство и технологический процесс комбайна «Дон-1500»

### **2.14.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Плакаты
2. Комбайн «Дон-1500»

### **2.14.4 Описание (ход) работы:**

#### **1. Способы уборки зерновых культур.**

В зависимости от состояния растений, сорта и почвенно-климатических условий зерновые и другие культуры рядового посева убирают однофазным (прямым комбайнированием) или двухфазным (раздельным) способом.

**Однофазный способ.** Зерноуборочный комбайн срезает или очесывает растения; обмолачивает собранную хлебную массу; выделяет из нее зерно, очищает и загружает его в бункер; собирает незерновую часть (солому и полову) в копнитель, укладывает в валок, разбрасывает на поле или измельчает и загружает в емкость прицепа, соединенного с комбайном. Все эти процессы комбайн выполняет одновременно. Прямым комбайнированием убирают равномерно созревающие, малозасоренные, изреженные (густота стеблестоя менее 300 растений на 1 м<sup>2</sup>) и низкорослые (длина стеблей менее 50 см) зерновые культуры, а также культуры с подсевом трав. Уборку начинают при полной спелости зерна влажностью не более 25 %.

**Двухфазный (раздельный) способ.** Валковой жаткой стебли скашивают и укладывают на поле в валки, которые через 4...6 дней подбирают зерноуборочными комбайнами и обмолачивают. Уборку начинают на 4...12 дней раньше, чем прямым комбайнированием, с момента достижения зерна середины восковой спелости, что соответствует влажности зерна 25...35 %. После скашивания стебли в валках подсыхают, зерно созревает за счет питательных веществ в стеблях, становится полнее, плотность его увеличивается.

Раздельным способом убирают неравномерно созревающие культуры (горох, овес, ячмень, просо и др.), склонные к осыпанию и полеганию, высокостебельные культуры и засоренные посевы. Потери зерна от осыпания и выбивания его рабочими органами жатки меньше, чем при однофазном способе. При этом на 1 м<sup>2</sup> должно быть не менее 250 растений, высота растений — не менее 60 см, а высота среза — 12...25 см (для риса 25...30 см). В условиях повышенной влажности формируют тонкие широкие валки, в сухих районах — толстые неширокие валки, в которых стебли укладывают под углом 10...30° к продольной оси валка. Зерно от комбайнов отвозят на стационарные зерноочистительно-сушильные комплексы для послеуборочной доработки и закладки на хранение.

**Индустриально-поточные способы** (технологии) применяют наряду с комбайновыми способами для уборки зерновых культур и семенных посевов трав, при которых весь биологический урожай или его часть вывозят на стационарный пункт для обмолота, сепарирования и очистки зерна. Существует несколько вариантов таких способов.

Для уборки высокоурожайных зерновых культур при нормальной влажности зерна и семенников трав используют способ, при котором мобильной молотилкой обмолачивают хлебную массу и разделяют ее на два потока: солому и невейку (смесь зерна с половой). Невейку отвозят на стационарный пункт и разделяют высокопроизводительным (до 50 т/ч) ворохочистителем на зерно и полову. Затем зерно подают на зерноочистительный агрегат, а полову — в кормоцех.

Индустриально-поточный способ уборки влажных хлебов включает в себя операции скашивания или подбора хлебной массы из валков, транспортировки ее на стационар для сушки, обмолота и разделения на зерно, полову и солому.

В некоторых районах применяют поточный способ уборки, при котором хлебную массу вывозят на край поля, складывают в стога, а затем обмолачивают передвижной молотилкой. При неблагоприятных погодных условиях для сушки массы в стогах используют установки активного вентилирования.

## **2. Агротехнические требования к уборке.**

**Требования к зерновым культурам как к объекту уборки.** Зерноуборочные машины обеспечивают качественную уборку только в том случае, если их рабочие органы выбраны и отрегулированы в соответствии со свойствами убираемой культуры, а растения приспособлены для машинной уборки. Пригодность той или иной культуры к машинной уборке определяется физико-механическими свойствами и биологическими особенностями самих растений, а также их состоянием в период уборки.

Поэтому при создании новых машин учитывают агробиологические особенности растений, а при выведении новых сортов — их пригодность к машинной уборке, что изложено в методике селекционных работ. На работу зерноуборочных машин оказывают влияние строение органов растений, длина стеблей и густота стояния, полеглость, прочность, влажность, размеры и масса семян, массовое отношение зерна к незерновой части, фаза спелости, засоренность посевов.

При скашивании низкорослых и полеглых растений необходимо снижать высоту среза, что нередко связано с техническими трудностями. Высокорослые растения перегружают рабочие органы уборочной машины. В том и другом случае наблюдаются большие потери урожая. Приемлемая длина растений для зерновых колосовых должна быть не более 1...1,1 м и не менее 0,55...0,6 м, коэффициент вариации длины растений — не более 15 %. Внедрение в производство короткостебельных сортов (0,6... 0,8 м) позволит снизить полегание хлебов и увеличить производительность комбайнов.

Полеглость хлебов  $P_{хл}$  (%) определяют делением разности между средней длиной  $L$  выпрямленных стеблей и высотой  $l$  их стояния (расстояние от поверхности поля до середины колоса) на длину  $L$  стеблей:

$$P_{хл} = \frac{L - l}{L} \cdot 100$$

Допустимая полеглость длинностебельных хлебов до 55 %, короткостебельных — до 20 %.

Растения с прочными стеблями меньше полегают, чем со слабыми. Слабые стебли сильнее измельчаются рабочими органами, что ведет к перегрузке очистки. Поэтому сорта с прочными стеблями предпочтительнее для механизированной уборки.

От соотношения масс зерна, соломы и половы зависят производительность комбайна и качество убранного урожая. При уборке высокосоломистых хлебов снижается производительность и возрастают потери от недомолота и свободного (целого) зерна в соломе, а при уборке малосоломистых хлебов производительность возрастает, но увеличивается дробление зерна. Отношение массы зерна к массе соломы должно быть не менее 1 : 1,2 и не более 1 : 0,5.

Семена зерновых культур созревают неравномерно. Зерна колосовых вначале созревают в средней части, затем в верхней и нижней частях колоса. Зерна проса раньше созревают в верхушке метелки. Наиболее неравномерно созревают зерна зернобобовых культур и многолетних бобовых трав. Неравномерное созревание приводит к широким

колебаниям массы, влажности, размеров семян, прочности связи зерна с колосом, затрудняет обмолот.

Работа, затрачиваемая на вымолот (выделение) отдельных зерен из колоса, колеблется в широких пределах (рис. 1, а), максимальное ее значение превышает минимальное в 10...20 раз. Колебания этого показателя больше в начале уборки и меньше в конце. При непрочной связи зерна с колосом зерна отделяются от колоса даже при слабом ударе, например при соударении колосьев под действием ветра. Это свойство растений затрудняет выбор сроков начала уборки, работу и регулировку машин, увеличивает потери. Поэтому при механизированной уборке необходимы сорта с одновременным формированием и равномерным созреванием всех зерновых (плодов) растения.

Устойчивость зерна к механическим повреждениям определяется прочностью зерновки, а также способом обмолота. Существующие ударные способы обмолота приводят к значительному повреждению зерна. Различают макроповреждения (дробленое, раздавленное, шелушеное зерно) и микроповреждения (целое зерно с выбитым или поврежденным зародышем, вмятинами и трещинами в эндосперме, поврежденной оболочкой, внутренними ушибами и др.).

Особенно велики микроповреждения, доходящие нередко до 50 %, что снижает товарные качества зерна и полевую всхожесть семян. Поэтому при выведении новых сортов необходимо резко повысить устойчивость зерна к механическим повреждениям.

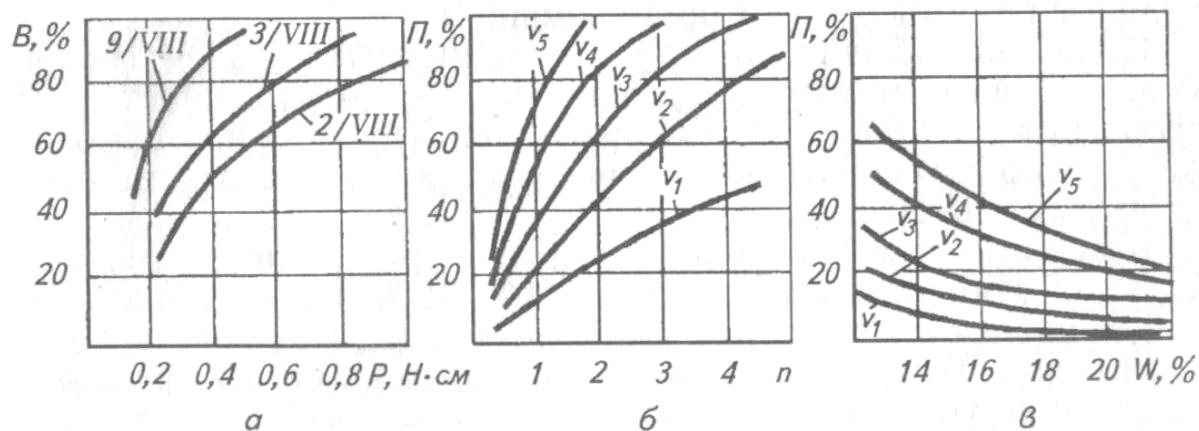


Рис. 1 – Изменение работы  $P$ , затрачиваемой на выделение зерна пшеницы из колоса, в зависимости от сроков уборки (а) и повреждение  $\Pi$  зерна гороха в зависимости от влажности  $W$ , числа  $n$  и скорости  $v$  ударов (б, в):

$$v_1 = 13,1 \text{ м/с}; v_2 = 16,2 \text{ м/с}; v_3 = 18,6 \text{ м/с}; v_4 = 23,6 \text{ м/с}; v_5 = 26,2 \text{ м/с}$$

Для оценки сортов по этому показателю используют дисковый классификатор дробимости зерна свободным ударом. Конструкция прибора позволяет наносить удары по

зерну со скоростью 6,5...31,2 м/с. Скорость удара, соответствующая началу разрушения зерна (появление трещин, вмятин, сколов и т. д.), принята как показатель дробимости изучаемого сорта (порог дробимости). Например, из сортов гороха, оцененных этим методом, менее прочными оказались семена сорта Торсдаг (порог дробления 7,5 м/с), а более прочными — семена сорта Рамонский (12,5 м/с).

Экспериментально установлено, что дробимость зависит от массы, размеров и влажности семян, числа и скорости ударов, материала рабочих органов. Крупные семена сильнее повреждаются, чем мелкие. При многократном ударном воздействии число поврежденных семян возрастает пропорционально числу и скорости ударов (рис. 1, б). Эти данные свидетельствуют о том, что нужно снижать скорость и число ударных воздействий при обмолоте, транспортировке и очистке зерна, а также выбирать оптимальные режимы рабочих органов машин.

Покрытие рабочих органов эластичным материалом (например, резиной) снижает повреждение семян и отодвигает порог дробления в сторону больших скоростей. Поэтому при обмолоте желательно применять молотильное устройство с эластичными ударными элементами.

Кондиционной влажностью зерна и других частей растений является относительная влажность 14...15%, превышение которой приводит к появлению свободной воды, самосогреванию и порче зерна. В период уборки влажность зерна обычно превышает кондиционную, а в некоторых зернах она колеблется от 11 до 50 %. При уборке хлебов высокой влажности увеличиваются потери от недомолота и часть зерна выходит с соломой, а при уборке пересохшей хлебной массы возрастают дробление зерна (рис. 1, в), измельчение соломы, потери зерна с половиной. При влажности зерна 17...22 % создаются наиболее благоприятные условия для качественной уборки.

Засоренность посевов отрицательно сказывается на работе зерноуборочной техники. При наличии зеленых сорняков увеличиваются потери и влажность зерна. Засоренность оценивают по количеству сорных растений в срезанной хлебной массе. Засоренность в зоне среза до 5 % не влияет на работу зерноуборочной техники. При засоренности 5...26 % увеличиваются потери зерна, но уборка возможна на пониженной скорости и при соблюдении режимов работы. Если засоренность посевов превышает 26 %, то качественная работа уборочных машин невозможна. Поэтому борьба с засоренностью посевов — важнейший резерв повышения урожайности и эффективности использования зерноуборочных машин.

**Агротехнические требования к зерноуборочным машинам** устанавливают допустимые уровни потерь, дробления и чистоты зерна.

При раздельной уборке потери зерна за валковой жаткой допускаются не более 0,5 % для прямостоячих хлебов и 1,5 % для полеглых. При подборе валков потери зерна не должны превышать 1 %, а чистота зерна в бункере должна быть не менее 96 %.

При прямом комбайнировании за жаткой комбайна допускается до 1 % потерь для прямостоячих хлебов и 1,5 % для полеглых. Общие потери зерна за молотилкой из-за недомолота и с соломой должны быть не более 1,5 % при уборке зерновых и не более 2 % при уборке риса. Чистота зерна в бункере должна быть не ниже 95 %. Дробление семенного зерна не должно превышать 1%, продовольственного — 2, зернобобовых и крупяных культур — 3, риса — 5 %.

### **3. Общее устройство и технологический процесс комбайна «Дон-1500».**

Зерноуборочные комбайны предназначены для уборки зерновых культур прямым и раздельным комбайнированием, а при наличии специальных приспособлений для уборки зернобобовых, крупяных, подсолнечника, семенников трав и других культур.

*Зерноуборочный комбайн «Дон-1500Б» состоит из жатки, молотилки, копнителя или измельчителя соломы, бункера, ходовой части, двигателя, кабины с органами управления и контроля.*

Жатка комбайна предназначена для скашивания хлебной массы, сбора ее и подачи в молотилку. Основные части жатки: сварной корпус, сегментно-пальцевой режущий аппарат 19 (рис. 2), пятилопастное универсальное эксцентриковое мотовило 1, шнек 2 с пальчиковым механизмом, проставка и корпус наклонной камеры с плавающим транспортером 4, механизм привода. При работе жатка опирается на копирующие башмаки. Шарнирное соединение корпуса жатки с приставкой наклонной камеры позволяет копировать рельеф поля в продольном и поперечном направлениях, что обеспечивает заданную высоту среза стеблей.

Корпус жатки сварной конструкции состоит из платформы, двух боковин, ветрового щита. На боковины жатки устанавливают мысы, прутковые или торпедные делители для отделения срезаемых стеблей от хлебного массива и подвода крайних стеблей к режущему аппарату.

Режущий аппарат предназначен для срезания растений. Основные его части: пальцевой брус и сегментный нож, совершающий возвратно-поступательное движение.

Мотовило подводит стебли к режущему аппарату, поддерживает их во время среза и подает к шнеку. Для обеспечения качественного среза стеблей без потерь на жатке

регулируют частоту вращения мотовила и положение его относительно режущего аппарата по горизонтали (вынос) и вертикали (высоту), а также угол наклона граблин мотовила. Все регулировки выполняют на ходу комбайна в зависимости от состояния хлебной массы.

Молотилка комбайна предназначена для обмолота хлебной массы, отделения зерна от соломы и его очистки. Она состоит из молотильного аппарата, соломотряса, очистки, автономного домолачивающего устройства и механизмов привода.

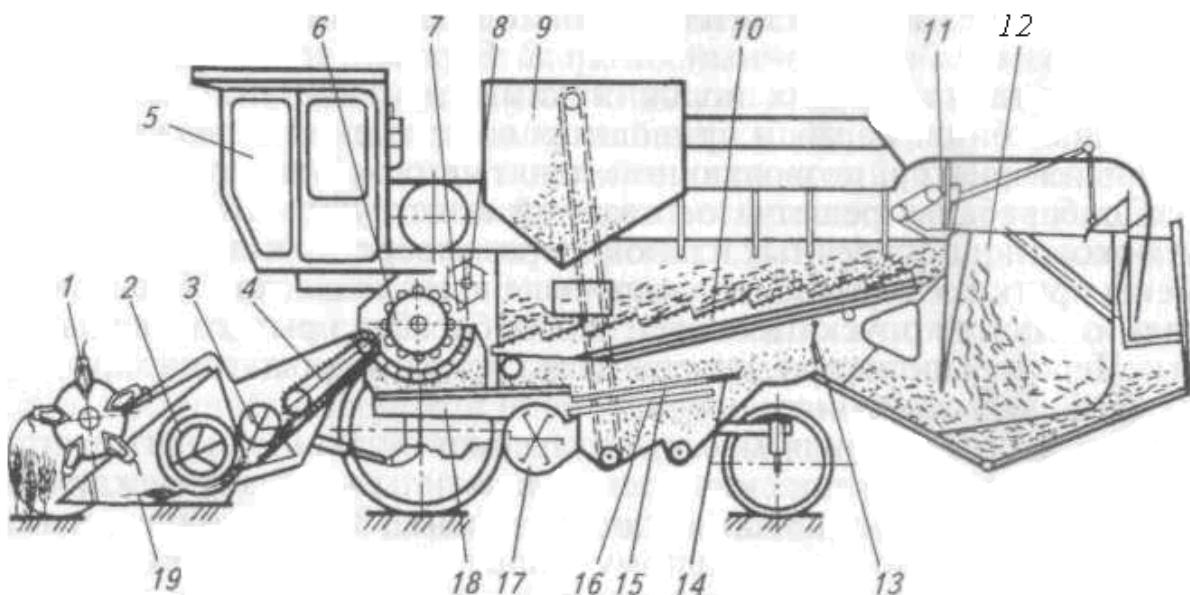


Рис. 2 – Зерноуборочный комбайн «Дон-1500»:  
 1-мотовило; 2-шнек; 3-битер проставки; 4-плавающий транспортер; 5-кабина; 6-барабан;  
 7-подбарабанье; 8-отбойный битер; 9-бункер; 10-соломотряс; 11-соломона-биватель;  
 12-копнитель; 13-половонабиватель; 14-удлинитель верхнего решета; 15-верхнее решето;  
 16-нижнее решето; 17-вентилятор; 18-транспортная доска; 19-режущий аппарат.

Основные части молотильного аппарата: бильный барабан 6, подбарабанье 7 и отбойный битер 8. Барабан содержит диски с закрепленными на них подбичниками. К подбичникам крепят рифленые бичи. Барабан приводится во вращение через клиноременный вариатор, позволяющий менять его окружную скорость.

Подбарабанье решетчатое сварной конструкции. Оно состоит из боковин и поперечных планок, через отверстия которых пропущены прутки. Подбарабанье установлено на подвесках. Его можно поднимать или опускать относительно барабана рычагом из кабины. Через решетчатую поверхность подбарабанья сепарируется 70...80 % вымолоченного зерна.

При работе хлебная масса, подаваемая жаткой, захватывается бичами барабана и затачивается в молотильный зазор между бичами барабана и планками подбарабанья. За время движения хлебной массы по молотильному зазору она подвергается многократным ударным воздействиям и перетиранию, что обеспечивает вымолот зерна из колоса.

На зерноуборочных комбайнах рисовых модификаций применяют штифтовые молотильные аппараты. Качество обмолота можно регулировать, изменяя частоту вращения бильного барабана и зазор между бичами барабана и поперечными планками подбарабанья. Частоту вращения барабана изменяют из кабины с помощью гидрофицированного вариатора, а молотильный зазор – с помощью рычага.

Отбойный битер подает соломистый ворох, выходящий из молотильного зазора, на соломотряс 10.

Соломотряс предназначен для выделения обмолоченного зерна из соломы. Он состоит из клавиш, установленных на двух коленчатых валах. Каждая клавиша выполнена в виде штампованного каскадного корыта, закрытого сверху жалюзийными решетками. В процессе работы клавиши соломотряса подбрасывают солому и растягивают слой. Зерно и мелкие примеси перемещаются вниз, просыпаются сквозь отверстия решеток и по днищу скатываются на транспортную доску 18 очистки. Гребенки перемешают солому к выходу из молотилки, где она захватывается граблинами соломонаабивателя 11 и сбрасывается в копнитель 12.

Домолачивающее устройство обмолачивает колосья, поступающие с очистки комбайна.

Очистка комбайна служит для отделения зерна от мелких примесей. Она состоит из транспортной доски 18, верхнего решетного стана с жалюзийным решетом 75, удлинителя верхнего решета 14, нижнего решетного стана с жалюзийным решетом 16, вентилятора 17 и механизмов привода. Транспортная доска и решетные станы с удлинителем установлены на подвесках и приводятся в колебательное движение.

Мелкий ворох, поступающий на транспортную доску очистки, под действием колебательных движений и ступенчатой поверхности перемещается к выходу из комбайна. При этом тяжелые фракции (зерно) опускаются в нижние слои, а легкие – поднимаются в верхние. В таком состоянии ворох поступает на пальцевую решетку, установленную в конце транспортной доски над верхним решетом очистки. Крупные фракции задерживаются на ней, а мелкие поступают на начало верхнего решета. Крупная фракция сходит с пальцевой решетки на середину верхнего решета, разгружая переднюю его часть, чем обеспечивается равномерная загрузка решета.

Зерно и часть мелких примесей, прошедших через верхнее решето, поступают на нижнее, где отделяются оставшиеся примеси. Зерно поступает в зерновой шнек, а примеси – в колосовой шнек. Сходы с верхнего решета направляются на его удлинитель, где из общей массы выделяются необмолоченные колоски, которые поступают в колосовой шнек, а половина сходом направляется в копнитель комбайна.

Верхнее и нижнее решета и удлинитель обдуваются воздушным потоком вентилятора. Воздух, проходя через жалюзи решет, отделяет легковесные примеси и выносит их в копнитель, а также вспушивает слой, что улучшает сепарацию зерна. Зерно из зернового шнека направляется в бункер, а сходы из колосового шнека – на повторный обмолот в автономное домолачивающее устройство.

Качество работы очистки регулируют, изменяя величину открытия жалюзи верхнего и нижнего решет, удлинителя, а также частоту вращения вентилятора.

Копнитель комбайна предназначен для сбора соломы и половы, формирования копны и выгрузки ее на поле. Он представляет собой камеру, навешенную на корпус молотилки. Камера копнителя образована двумя неподвижными боковинами, верхней решеткой, поворотным днищем с пальцами и клапаном. В копнителе установлены две граблины соломонабивателя и однаполовонабивателя. Клапан копнителя и днище соединены между собой тягами. В закрытом положении клапан удерживается двумя защелками.

Копна выгружается вручную при нажатии на кнопку управления секций гидрораспределителя или автоматически от сигнала датчика, установленного в верхней части копнителя. Клапан копнителя закрывается автоматически.

Бункер предназначен для накопления зерна и выгрузки его в транспортные средства. Он состоит из вертикальных и наклонных стенок, образующих емкость объемом 6 м<sup>3</sup>. В нижней части бункера установлен выгрузной шнек, а на наклонной стенке – вибропобудитель с гидроприводом для активизации выгрузки плохосыпучего и влажного зерна. В бункере размещены датчики для контроля его заполнения. Бункер находится в средней части молотилки. Это значительно увеличивает расстояние от жатки до выгрузного шнека, а также улучшает подъезд автомобилей к комбайну при выгрузке и распределение нагрузки на ведущие и управляемые колеса в процессе заполнения бункера зерном.

Ходовая часть предназначена для перемещения комбайна. Ходовая часть комбайнов «Дон» одноколейная (управляемые колеса движутся по колеи ведущих). В

целях повышения проходимости ее комплектуют шинами низкого давления. Все колеса снабжены самоочищающимся протектором.

Так, комбайн «Дон-1500Б» имеет колесную ходовую часть, содержащую мосты ведущих и управляемых колес. Ведущие колеса приводятся во вращение через гидростатическую трансмиссию, позволяющую бесступенчато изменять поступательную скорость комбайна и, следовательно, обеспечивать оптимальную загрузку молотилки и максимальную производительность комбайна. Для плавного изменения скорости ведущих колес служат объемный гидропривод (от 0 до 24 км/ч для комбайнов «Дон-1500» и «Дон-1200») и клиноременный вариатор (от 0,6 до 23 км/ч для «Дон-1200»). Рабочие органы комбайна включаются и выключаются безмуфтым устройством (лениксом). Принцип его работы основан на изменении натяжения приводного ремня плавным перемещением подпружиненного натяжного ролика в диапазоне от нулевого натяжения (леникс выключен) до предельного натяжения во включенном состоянии.

Двигатель служит для привода рабочих органов и ходовой части комбайна. Двигатель размещен в специальном закрытом капоте с быстросъемными крышками. Воздушный радиатор шарнирно соединен с водяным так, что его можно поворачивать при очистке от налипшей хлебной массы без разъединения воздушных и водяных патрубков.

Кабина оборудована органами управления комбайном, панелью с приборами систем контроля рабочих органов и двигателя. Кабина оборудована фильтром тонкой очистки воздуха, нагнетаемого в нее; фреоновым кондиционером или отопителем в зависимости от сезона и зоны эксплуатации комбайна, подпрессоренным сиденьем, регулируемым по росту и массе водителя. Кроме известных приборов, в ней находится многоканальная электронная система контроля за всеми основными органами.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Расскажите основные способы уборки зерновых культур.
2. Сельскохозяйственные культуры, убираемые комбайном.
3. Комплекс зерноуборочных машин.
4. Причина появления мелкого вороха в бункере.
5. Причина появления дробленого зерна и колосьев в бункере.
6. На схеме комбайна объяснить:
  - ход крупного вороха.
  - ход мелкого вороха.
  - ход зерна.

## **2.15 Лабораторная работа № 15 (2 часа)**

**Тема:** «Машины и агрегаты для очистки зерна

### **2.15.1 Задание для работы:**

1. Опишите назначение и характеристику машины СМ-4.
2. Вычертите технологическую схему машины.
3. Опишите работу машины.
4. Опишите основные технологические регулировки.

### **2.15.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Семеочистительная машина СМ-4 предназначена для очистки и сортировки зерновых, зернобобовых, технических, масличных культур и семян трав, используемых как для посева, так и для продовольственных целей.

### **ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО МАШИНЫ**

СМ-4 - сложная зерноочистительная машина, включающая воздушную, решетную и триерную очистки

Воздушная очистка состоит из двух аспирационных систем I и II, расположенных в верхней части машины. Под аспирационными системами решетный стан III с четырьмя решетами. Триерная очистка располагается справа по ходу машины, она включает верхний (кукольный) и нижний (овсюжный) цилиндры.

Рама машины опирается на три колеса. Передние колеса приводятся в движение механизмом "самохода", обеспечивая перемещение машины по току или в складских помещениях.

В передней части машины смонтировано загрузочное устройство.

### **УСТРОЙСТВО И РАБОТА ОСНОВНЫХ ЧАСТЕЙ И УЗЛОВ МАШИНЫ**

1. Загрузочный транспортер собран из наклонного скребкового транспортера 1 и двух Т-образно расположенных шнековых питателей, соединенных с нижней головкой загрузчика.

Верхняя головка загрузочного транспортера получает привод с помощью клиноременной передачи от распределительного шнека 4. Натяжение ремня осуществляется рукояткой, шарнирно связанной с кронштейном натяжного ролика. Этой же рукояткой при необходимости загрузочный транспортер можно отключить, освободив ремень клиноременной передачи.

На валу верхней головки установлена предохранительная храповая муфта, отрегулированная на передачу крутящего момента 43 Нм.

Натяжение скребковой цепи производится перемещением вала верхней головки с помощью специальных натяжных болтов.

Регулировка подачи зернового материала в распределительный шнек осуществляется заслонкой, шарнирно связанной с рукояткой. Грубая регулировка подачи осуществляется гребенкой рукоятки, а точная - регулировочной гайкой. Настройка ведется по шкале.

С рамой машины загрузочный транспортер связан шарнирно. В зависимости от профиля тока загрузочный транспортер можно регулировать по высоте лебедкой и фиксировать в нужном положении.

2. Воздухоочистительная часть предназначена для выделения из обрабатываемого материала легких примесей и щуплых зерен.

Она представляет собой сварную конструкцию из листовой стали и состоит из двух замкнутых аспирационных систем - I и II аспирации. В общей стенке этих систем имеется

окно для перетока части воздуха из нагнетающей ветви I аспирации во всасывающую ветвь II. В качестве генераторов воздушного потока каждая аспирация имеет диаметральный вентилятор.

В I аспирации встроено питающее устройство, состоящее из распределительного шнека 4, подвижной перегородки и клапана-питателя 2 с рукояткой 5.

Распределительный шнек 4 перемещает зерно в поперечном направлении, равномерно распределяя его по ширине машин.

Передвижная перегородка используется при очистке малосыпучих семян. В этом случае рычаг оси перегородки (правая сторона машины) соединяется шарнирно с кронштейном, который устанавливается на боковине решетного стана.

Обычно рычаг перегородки фиксируется в ушке на боковине и она стоит неподвижно.

Клапан-питатель подпружинен, усилие поджатия регулируется с помощью рычага-фиксатора. На оси клапана установлен отключающий упор, воздействующий на ролик конечного выключателя 6 связанного электрической связью с механизмом самоподвижения.

В обеих аспирационных системах имеются отстойные камеры 6, для осаждения легких примесей. Для выведения легких примесей из отстойной камеры I аспирации в ней размещен шнек 13. Из II отстойной камеры легкие примеси выводятся самотеком. Скорость воздушного потока в аспирационных каналах регулируется заслонками.

В пространстве, образованном каналами II аспирации, расположен съемный матерчатый фильтр, через который часть запыленного воздуха выводится в атмосферу. Фильтр периодически очищается встряхиванием. Пыль оседает в емкость под фильтром и удаляется скребком при неработающей машине. Окно для установки фильтра закрывается съемной крышкой. В корпусе II аспирации имеется прием для ввода очищаемого продукта с решетного стана, а в нижней части - шнек для вывода очищенного зерна.

3. Решетный стан служит для очистки зернового материала на решетах. В нем установлено 4 решета: в верхнем ярусе - Б1 и Б2, в нижнем - В и Г. Перед установкой в машину их вставляют в специальные рамки (заусеницами вниз), которые вдвигают в корпус решетного стана и закрепляют механизмом зажима.

Для выхода из решетного стана фракций, полученных в результате разделения зернового материала, устроены скатные листы и желоба.

Решетный стан подвешен к раме на вертикальных подвесках-пружины, он приводится в возвратно-поступательное движение с помощью двух шатунов эксцентрикового вала (передняя часть машины).

Решета очищают щетками, установленными под ними. Щеточная очистка состоит из двух прямоугольных рамок, в которые вставлено по шесть щеток.

Щетки плотно прилегают к решеткам и при работе совершают возвратно-поступательное движение. Рамки со щетками соединены между собой и приводятся в движение шатунами щеточного механизма.

Каждая решетная рамка фиксируется в решетном стане двумя зажимными устройствами, расположенными на боковинах стана. Механизм зажима включает коленчатый вал с пружиной.

Верхнее положение коленвала - рабочее, нижнее положение - для смены решет. Перевод из одного положения коленвала в другое следует производить поворотами его за квадратные концы в сторону боковин стана.

При выемке решетных рамок из стана необходимо приподнять их для ввода за торцевые гайки коленвалов.

4. Шнек частого зерна предназначен для транспортировки материала после решетной и воздушной очистки в элеватор.

Корпус шнека представляет собой металлическую трубу с окнами для ввода материала, эти места уплотнены резиновыми прокладками. Корпус шнека поджимается к корпусу воздушной части хомутами с замками, к корпусу элеватора - вводным носком.

Положение шнека фиксируется кронштейном, расположенным на фланце рукоятки шнека.

5. Элеватор 9 представляет собой двухпоточную закрытого типа ковшовую норию для загрузки триерных цилиндров и вывода из машины очищенного зерна.

Элеватор состоит из корпуса, нижней и верхней головок и лент с ковшами. Дно нижней головки быстросъемное.

6. Триеры. Машина имеет два триера: верхний - кукольный 10 - для отделения коротких примесей и нижний - овсюжный 11 - для отделения длинных примесей.

Оба триера имеют аналогичное устройство. Каждый из них состоит из обечайки, розеток и лотка. Обечайка соединяется с розетками с помощью трех стяжек. Обечайки кукольного и овсюжного триеров отличаются диаметром ячеек, у кукольного - 5 мм, у овсюжного - 9,5 мм.

Задняя розетка овсюжного триера имеет кольцо-диафрагму, которая обеспечивает создание определенного слоя материала для сокращения потерь полноценного зерна в отходы. При обработке таких культур как овес, диафрагма снимается. Передняя розетка кукольного цилиндра выполнена в виде подъемного колеса. Колесо состоит из двух боковин и трех черпаковых лепестков, заключенных между боковинами. Зерно, попадая на лепестки, поднимается при вращении цилиндра и сбрасывается в течку.

Лоток цилиндра находится внутри обечайки и опирается на разборный вал триера через подшипники скольжения. Вал имеет шнековую навивку внутри лотка. Лоток заканчивается горловиной, через которую выводится материал, заброшенный ячейками обечайки в лоток.

Триерные цилиндры установлены на раме горизонтально, потому осевое перемещение материала в цилиндре осуществляется с помощью плунжеров, закрепленных на стенке лотка. Поворот лотка осуществляется с помощью цилиндрической зубчатой пары (колесо и шестерня) поворотом маховика. Положение рабочей кромки лотка определяется визуально указателем, копирующим его форму, и фиксируется фрикционной парой, усилие которой регулируется торцовой гайкой

7. Механизм самопередвижения служит для перемещения машины вдоль вороха при работе и передвижения ее от вороха к вороху без вспомогательных транспортных средств. Он состоит из храпового механизма с рычажной системой блокировки рабочей и холостой собачек, открытого цилиндрического редуктора, вала управления кулачковыми муфтами и цепных передач на ходовые колеса.

Изменение направления движения машины производится рукояткой реверса, шарнирно установленной на переводной вилке. Для маневра рукоятку необходимо повернуть на небольшой угол по часовой стрелке, затем вернуть ее в первоначальное положение и переключить подвижную шестерню, следя указаниям таблички. Нормальное положение рукоятки вертикальное.

Переход с рабочей скорости на транспортную, производится рукояткой транспортной скорости. Кулачковые муфты предназначены для включения механизма передвижения с ходовыми колесами при работе, передвижения по току своим ходом, поворота «направо», «налево» и отключения ходовых колес при буксировке машины. Замыкание и размыкание муфт полуосей производится поворотом ручки вала управления.

5. Электрооборудование. На машине установлены 2 двигателя: привода вентиляторов 4 А 112 МА УПУЗ (Рн=3 кВт, n=1000 об/мин) и привода самохода 4 А 90 Л 4 УПУЗЗ (Р=2,2 кВт, n=1500 об/мин).

Питание электроэнергией осуществляется от сети 380В с помощью переносного кабеля марки КРПТ  $3 \times 2,5 + 1 \times 1,5$ , имеющего три фазные жилы сечением  $2,5 \text{ мм}^2$  каждая и одну нулевую жилу  $1,5 \text{ мм}^2$ .

Пуск и остановка двигателей производится нажатием соответствующих кнопок «ПУСК» и «СТОП».

9. Привод. Все рабочие органы машины приводятся в движение от двух двигателей.

От первого двигателя движение передается на шкив главного вала, который вращается в шариковых подшипниках, установленных на вертикальных швейлерах рамы. Между подшипниками установлены пара эксцентриков, противовес, шкивы и звездочка.

С главного вала с помощью клиноременной передачи передается движение на входной вал конического редуктора привода триеров и на вал шнека приемной камеры, а с помощью цепной передачи движение передается на звездочку редуктора. С выходного вала редуктора самохода цепная передача на ходовые колеса.

С выходного вала редуктора привода триеров идет цепная передача на валы триерных цилиндров.

Со шнека приемной камеры движение передается с помощью клиноременной передачи на вал загрузочного транспортера, а со звездочки идет цепная передача на звездочку щеточного механизма, которая находится на валу шнека отходов I аспирации.

От второго двигателя, на валу которого находится трехручьевой шкив, с помощью клиноременной передачи движение передается на валы диаметральных вентиляторов и на вал верхней головки отгрузочного транспортера. От вала верхней головки отгрузочного транспортера лентой элеватора - на вал нижней головки, с вала нижней головки - на шнек чистого зерна II аспирации.

#### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СМ-4**

При движении машины вдоль зернового вороха, шнековые питатели захватывают зерновой материал и подводят к подъемной трубе загрузчика, который подает его в распределительный загрузочный шnek 4.

Шнек 4 распределяет материал по ширине и подает его в воздушный канал I аспирации, где восходящий поток воздуха выносит в отстойную камеру 6 легкие примеси (включая солому, колосья, головки сорняков и т.д.).

Пройдя очистку в канале I аспирации, материал поступает на решето B1 решетного стана, которым вся зерновая смесь делится на две примерно равные по весу, но различные по размерам зерен части (фракции). Каждая из этих частей обрабатывается на решетах отдельно. Фракцию с крупными семенами (сход с решета B1), не имеющую мелких примесей и мелкого зерна, обрабатывает решето B2 и выделяет из нее крупные примеси, которые направляются сходом в приемник 13; фракцию с мелкими семенами (проход через решето B1), не имеющую крупных примесей, обрабатывает подсевное решето B, оно выделяет из нее мелкие примеси.

Проход через решето B (мелкие примеси) по желобу выводится в приемник I. Сход с решета B и проход через решето B2 попадают на сортировальное решето Г.

Решето Г разделяет материал на две части. Если зерно очищается на продовольственные цели, в сходе с решета будет чистое зерно, в проходе - фуражные отходы. Если ведется обработка семенного материала, то в сходе будет 1-й сорт (крупное, чистое зерно).

Сход с решета Г поступает в канал второй аспирации 12, проход по желобу в приемник II.

Во второй аспирации восходящий поток воздуха выносит в отстойную камеру оставшиеся легкие примеси и щуплое зерно.

Далее зерновой материал шнеком чистого зерна подается в правую ветвь отгрузочного элеватора 9, который транспортирует зерно в триерный цилиндр коротких

примесей 10. Короткие примеси (куколь и ему подобные) перебрасываются в лоток, из которого шнеком выводятся наружу, подаются по трубе в решетный стан, где объединяются с проходом решета Г (фуражные отходы).

Очищено от коротких примесей зерно подъемным колесом направляется по течке и триерный цилиндр длинных примесей 11. Ячейки этого триера выбирают зерно и перебрасывают в желоб, откуда шнеком оно подается к левой ветви отгрузочного элеватора; сходом по обечайке идут длинные примеси, которые выводятся через выход IV. Зерно, минуя триерную очистку, поступает в левую ветвь отгрузочного элеватора.

При очистке вороха, основной материал которого имеет длину большую, чем остальные примеси, например, овес, сходом с овсянного цилиндра пойдет основной материал, а лотком будут выводиться только короткие примеси

#### **РЕГУЛИРОВКИ И УСТАНОВКИ-СМ-4**

1. Подбор и установка решет обуславливает высокое качество очистки и сортировки зерна. Решета нужно подбирать для каждой вновь очищаемой партии зернового материала.

К машине прилагается 11 шт., решет с продолговатыми отверстиями шириной: 0,8; 1,3; 1,7; 2,0; 2,3; 2,9; 3,4; 3,5; 3,7; 3,9 мм и 14 решет с круглыми отверстиями диаметром: 1,0; 1,2; 1,5; 1,7; 1,8; 2,0; 2,1; 2,2; 2,3; 2,5; 2,7; 2,9; 3,1; 3,6 мм.

Приступая к подбору решет, руководствуются рекомендациями «Таблицы подбора решет и триерных обечаек».

При подборе используют лабораторные решета, на которых материал обрабатывают вручную. Чтобы правильно подобрать решета, необходимо хорошо знать роль каждого из них в схеме машины.

Подобрав решета, устанавливают их в решетный стан и проверяют в работе при полной нагрузке. Для проверки каждого решета берут две пробы: «проход» и «сход». В проходе не должно быть сходовых частиц, в сходе - проходовых.

2. Регулировка подачи материала, поступающего в приемный ковш распределительного шнека, осуществляется подвижной заслонкой с помощью рукоятки. На рукоятке имеется табличка с делениями для ориентировочной установки подачи материала. Выбрав подачу, необходимо увеличить щель перемещением рукоятки на половину деления.

3. Регулировка автомата подачи материала. Материал равномерно распределяется по ширине машины за счет подпружиненного клапана питающего устройства.

Усилие поджатия клапана изменяется поворотом и фиксацией регулировочного рычага.

Для мелкосеменных культур усилие поджатия клапана меньше, для зерновых - больше.

Клапан вместе с упором, закрепленным на его оси, и конечным электрическим выключателем автоматически поддерживает установленную подачу материала, включая и выключаю «самоход» машины.

4. Регулировка воздушного потока. После того как установлена подача зернового материала, приступают к регулировке воздушного потока в каналах. В канале I аспирации скорость воздушного потока устанавливают такой, чтобы из зернового материала отделялись пыль, часть соломы, полова, легкие сорняки и т.д., а в канале II аспирации - легкие щуплые семена основной культуры и посторонние примеси.

Таблица 1 - Подбора решет и триерных обечаек

| Очищаемая культура | Решётные полотна |    |   |   | Триерные цилиндры |                 |
|--------------------|------------------|----|---|---|-------------------|-----------------|
|                    | Б1               | Б2 | В | Г | Ø ячеек коротких  | Ø ячеек длинных |
|                    |                  |    |   |   |                   |                 |

|                        |                            |                            |                              |                          | примесей   | примесей     |
|------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|------------|--------------|
| Пшеница                | Ø<br>4-6,5<br>2,2-3        | Ø<br>5,7<br>□<br>3-3,6     | Ø<br>2-2,5<br>□<br>1,7-2,2   | Ø<br>2,5-3<br>□<br>2-2,4 | 5,0        | 9,5          |
| Рожь                   | Ø<br>4-6,5<br>□<br>2,2-2,6 | Ø<br>5-6,5<br>□<br>2,6-3,6 | Ø<br>1,5-2,5<br>□<br>1,5-1,7 | Ø<br>2-2,5<br>□<br>1,7-2 | 5,0        | 9,5<br>-11,2 |
| Ячмень                 | Ø<br>4-5<br>□<br>2,4-3     | Ø<br>5-8<br>□<br>3,6-5     | Ø<br>2,5<br>□<br>2-2,4       | Ø<br>3,0<br>□<br>2,2-2,6 | 6,3        | 9,5<br>-11,2 |
| Овес                   | Ø<br>5,5<br>2-<br>2,4      | Ø<br>6,0<br>2,6<br>-3,6    | Ø<br>2,5<br>□<br>1,7-2       | Ø<br>2,0-2,2             | 6,3        | 9,5          |
| Кукуруза               | Ø<br>7-9                   | Ø<br>10<br>□ 6             | Ø<br>5,0<br>□<br>3-5         | Ø<br>6,0<br>□<br>4-5     |            |              |
| Просо                  | Ø<br>2,5-3<br>□<br>1,7-2   | Ø<br>3-4<br>□<br>2-2,2     | Ø<br>2,0                     | Ø<br>1,5-1,7             |            |              |
| Горох                  | Ø<br>6,5-8<br>□<br>6-8     | Ø<br>8-9<br>□<br>7,0       | Ø<br>4,5<br>□<br>2,4-3,6     | Ø<br>5-6<br>□<br>4-4,5   |            |              |
| Гречиха                | Ø<br>5,0<br>□<br>2,4-2,6   | Ø<br>6,5<br>□<br>3-4       | Ø<br>2,5                     | Ø<br>3,6-4               | 6,3        | 9,5          |
| Свекла<br>сахарная     | Ø<br>5,0                   | Ø<br>7-8                   | □<br>2-2,4                   | □<br>2,4-2,6             | 9,5        | 9,5          |
| Вико-<br>овсяная смесь | Ø<br>2,6-3                 | Ø<br>6,5-8                 | Ø<br>2,5                     | Ø<br>3,6-5,0             | 5,0        | 9,5          |
| Житняк,<br>пырей       | Ø<br>5,0                   | Ø 8<br>2,0-2,6             | □<br>2,2-2,6                 | □<br>5,0                 | 5,0        | 9,5          |
| Лен                    | Ø<br>2,5-3<br>Ø<br>0,9-1   | Ø<br>3-4<br>Ø<br>1,1-1,2   | Ø<br>2,0                     | Ø<br>2,5<br>□<br>0,8-0,9 | 3,6<br>3,0 | 5,0          |
| Клевер,<br>люцерна     | Ø<br>1-1,1                 | Ø<br>1,5-2<br>Ø<br>1,2-1,5 | Ø<br>1,3<br>□<br>0,5-0,6     | Ø<br>0,8-0,9             | 1,6        | 2,8          |
| Рис                    | Ø<br>2,4-2,8<br>Ø          | Ø<br>2,8-3,6<br>Ø          | Ø<br>2,0-2,2<br>Ø            | Ø<br>2,2-2,4<br>□        | 6,3        | 9,5<br>-11,2 |

|       |         |         |         |  |  |
|-------|---------|---------|---------|--|--|
| 5-5,5 | 5,5-6,5 | 2,5-3,2 | 3,2-3,6 |  |  |
|-------|---------|---------|---------|--|--|

*Примечание: Знак Ø означает решето с круглыми отверстиями  
Знак □ означает решето с продолговатыми отверстиями*

Предварительная регулировка воздушного потока производится изменением частоты вращения роторов вентиляторов. Максимальные обороты роторов получают постановкой ремня на ручей Ø 224 мм трехручьевого шкива. Минимальные обороты получают при постановке ремня на ручей Ø 160 мм трехручьевого шкива. Изменение скорости воздушного потока от максимума до минимума производится регулировочными заслонками.

5. Настройка работы триеров. Качество работы триерных цилиндров зависит от положения рабочей кромки желоба. Высота установки рабочей кромки желоба должна быть такой, чтобы короткие частицы попадали в желоб, а длинные оставались в нижней части цилиндра.

При этом необходимо иметь ввиду, что если, например, в овсяножном триере рабочая кромка желоба установлена высоко, семена получаются более чистыми, но при этом не все из них попадают в желоб, часть остается в цилиндре и сходит вместе с длинными примесями.

Положение рабочей кромки желоба, обеспечивающее достаточно четкое разделение зерновой смеси и хорошую производительность триера, достигается поворотом желоба с помощью маховика через зубчатую пару. Проверка качества работы триерных цилиндров производится просмотром всех выходов с цилиндров.

6. Регулировка частоты вращения эксцентрикового вала. При очистке семян трав, проса, льна приводной эксцентриковый вал машины должен делать 334 об/мин. Для этого большой шкив перемещается по эксцентриковому валу и передача на вал осуществляется со шкива электродвигателя, имеющего ручей диаметром 112 мм.

7. Натяжение ленты элеватора осуществляется специальным приспособлением. Для обеспечения нормальной работы элеватора необходимо, чтобы при усилии 4 кг стрела прогиба ремня не превышала 10-25 мм.

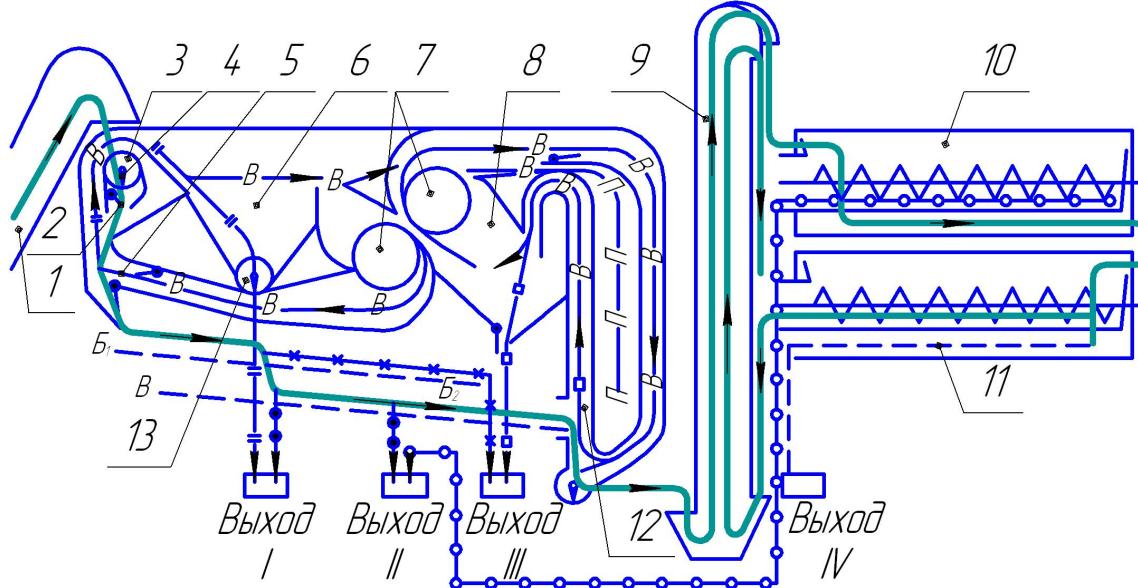
8. Работа на продовольственном режиме. На продовольственном режиме материал не проходит триерную очистку. Отключить триерные цилиндры можно, ослабив натяжение ремней привода редуктора триеров, рукоятка механизма натяжного ролика расположена в передней части машины.

Для выгрузки материалов, минуя триерные цилиндры, необходимо перевести заслонку стока в положение «продовольственный режим», она расположена под верхней головкой нории (элеватора).

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:**

1. Назовите основные технические данные семеочистительной машины СМ-4.
2. Как включить в работу загрузочный транспортер?
3. Перечислите основные элементы воздухоочистительной части СМ-4.
4. Расскажите, каким образом заменить решета в решетном стане?
5. Как регулируется подача зерна в машину, каким образом обеспечивается постоянство подачи?
6. Как работает и как регулируется воздушная очистка?
7. Расскажите о назначении каждого решета в решетном стане. Как подбираются решета?
8. Как устроен и как работает овсяножный триер?
9. Покажите выход из машины крупных, мелких, легких, длинных, коротких примесей, II сорта, I сорта.

10. Что сделать, если при очистке пшеницы с 1 сортом выходят длинные примеси?



|     |                         |   |                 |
|-----|-------------------------|---|-----------------|
| —   | Обрабатываемый материал | — | Воздушный поток |
| ••• | Мелкие примеси          | — | Легкие примеси  |
| *** | Крупные примеси         | — | Щуплое зерно    |
| —   | Длинные примеси         | — | Пыль            |
| —○— | Короткие примеси        |   |                 |

Рисунок 1 - Технологическая схема семеочистительной машины СМ-4

1 – загрузочный транспортер; 2 – клапан-питатель; 3 – регулировочная заслонка подачи материала; 4 – распределительный шнек; 5 – канал первой аспирации; 6 – отстойная камера; 7 – диаметральные вентиляторы; 8 – отстойная камера II аспирации; 9 – отгрузочный элеватор (нория); 10 – кукольный триер; 11 – овсяножный триер; 12 – канал II аспирации; 13 – выгрузной шнек отстойной камеры I аспирации.

## 2.16 Лабораторная работа № 16 (2 часа).

Тема: «Машины и агрегаты для сортирования зерна»

### 2.16.1 Задание для работы:

1. Назначение машины и признак разделяемости, на котором она основана.
2. Дать технологическую схему и описать технологический процесс ПСМ-25.
3. Описать устройство машины, основные узлы и их назначение.
4. Описать, какие регулировки имеет машина и как они выполняются.

### 2.16.2 Краткое описание проводимого занятия:

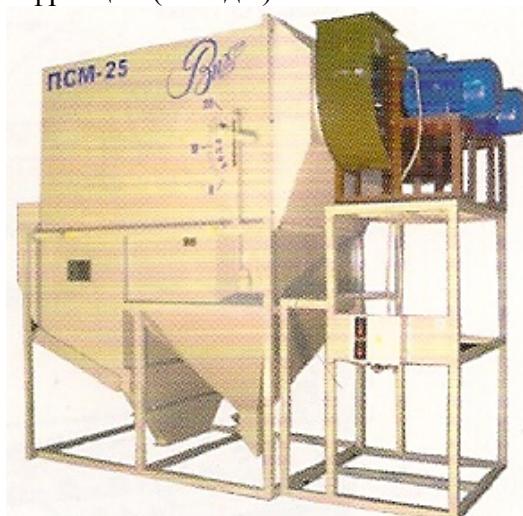
Пневматический сортировальный стол применяют для очистки и сортирования зерна и семян по плотности (преобладающий признак).

|  |           |
|--|-----------|
| Производительность (на пшенице), т/ч                             | 2,5       |
| Установленная мощность (2 эл. двигателя)                         | кВт 6,6   |
| Углы установки деки в продольном и поперечном направлениях, град | от 0 до 8 |
| Частота колебаний деки в мин                                     | 360-610   |
| Рабочая площадь деки, кв., м                                     | 1,2       |
| Частота вращения вентилятора, об/мин                             | 1440      |
| Подача воздуха, м <sup>3</sup> /ч                                | 9000      |
| Максимальный напор, Па   | 1200      |

### ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ

1 - дека (делительная поверхность), 2- загрузочная воронка, 3- воздушная камера, 4 - верхняя рамка, 5 - средняя рамка, 6 - нижняя рамка, 7 - рама машины, 8 - вибропривод, 9 - механизм регулирования амплитуды, 10 - механизм регулирования частоты колебаний, 11 – электровентилятор, 12 - приемник фракций.

Выходы: I - легкая фракция (отходы), II фракция на повторную обработку, III - легкая фракция очищенного материала, IV - тяжелая фракция очищенного материала. V - тяжелая фракция (отходы).



### УСТРОЙСТВО И НАЗНАЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ И МЕХАНИЗМОВ МАШИНЫ

Дека имеет рабочую металлическую сетку (для крупносеменных культур) или сетку с тканевым покрытием для обработки мелкосеменных культур. Под рабочей сеткой

расположена воздушная камера 3, в которой размещены две воздуховыравнивающие решетки, одна из которой служит опорой для рабочей сетки.

Загрузочная воронка 2 предназначена для подачи материала на деку.

Верхняя рамка 1 служит основанием воздушной камеры. Она соединена шарнирно со средней рамкой 5.

Рычажно-винтовой механизм, установленный между рамками 4 и 5, позволяет изменять поперечный угол наклона деки. Аналогичный механизм, установлен между нижней рамкой и рамой машины 7. Он предназначен для изменения продольного угла наклона деки.

Вибропривод 8, включающий электродвигатель, эксцентриковый вал, шатун, клиноременный вариатор, подвижную рамку, представляет собой самобалансный механизм, предназначенный для колебания деки. Частота колебаний деки регулируется механизмом 10, амплитуду колебаний регулируют разворотом эксцентриков -9.

Электровентилятор 11, состоящий из электродвигателя АО-42-4 мощностью 5.5 кВт при 1500 мин<sup>-1</sup> с насаженным на вал рабочим колесом, кожуха и патрубка, предназначен для нагнетания воздуха в камеру 3. Скорость воздушного потока через поверхность деки регулируют заслонками на входном окне вентилятора.

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС**

Материал поступает на деку 1 через загрузочную воронку 2. Наклонно установленная дека находится в колебательном движении и продувается снизу воздушным потоком. Под действием колебаний и воздушного потока зерновая смесь приводится в псевдосжиженное состояние и начинает расслаиваться (перераспределяться). Семена с большей плотностью опускаются к деке, а с меньшей – всплывают. Нижние слои за счет сцепления с декой (сил трения) и сил инерции перемещаются в направлении колебаний деки и выводятся через выходы V, IV. Верхние слои, имеющие незначительную связь с нижним, стекают в сторону опущенного края деки и выводятся через выходы III, II, I. Таким образом, через выход V выводятся тяжелые примеси (галька, крупный песок, металлические включения), через выход IV – наиболее плотные семена, через выход III – менее плотные семена, выход II подвергается, как правило, повторному сортированию, через выход I выводятся легковесные отходы.

### **РЕГУЛИРОВКИ**

1. Продольный угол наклона деки при обработке пшеницы устанавливают 5...6 град., при очистке мелкосеменных культур -1,5...5 град. При увеличении продольного угла скорость движения материала вверх к кромке тяжелой фракции уменьшается, а при чрезмерно большом угле часть рабочей поверхности будет свободной от семян. Уменьшение угла наклона вызывает увеличение скорости движения материала вверх к выходам V и IV и ухудшение четкости разделения.

2. Поперечный угол наклона деки при обработке крупносеменных культур устанавливают 1...2 град, мелкосеменных - 0,5...3 град. Чрезмерное увеличение поперечного угла наклона приводит к более быстрому сходу легкой фракции с деки вниз вправо к выходу I и к одновременному увеличению схода полноценной фракции в отходы.

Продольный и поперечный углы наклона нужно установить так, чтобы происходило наиболее четкое разделение материала при равномерном распределении его по деке.

3. Амплитуду колебаний деки регулируют разворотом эксцентриков вибропривода. Примерные значения амплитуды на очистке пшеницы 4...6, на очистке мелкосеменных культур – 2...5 мм, контролируют по положению стрелки на секторе противовеса

4. Частота колебаний деки регулируется клиноременным вариатором так, чтобы материал плавно перемещался вверх по деке. Примерная частота колебаний деки 550 мин<sup>-1</sup>. Об установке оптимальной частоты колебаний судят по равномерному распределению

материала по деке. При увеличенной частоте материал толстым слоем перемещается к кромке тяжелой фракции, а при недостаточной - к опущенному краю.

5. Подача обрабатываемого материала на деку должна быть такой, чтобы слой материала в начале деки был 45...60 мм (для крупносеменных культур) или 25...30 мм (для мелкосеменных культур).

6. Скорость воздушного потока регулируют, постепенно открывая входное окно вентилятора, до тех пор, пока материал не начинает слегка "кипеть". Скорость потока воздуха должна быть такой, чтобы тяжелая фракция не отрывалась от деки, вся масса слегка "кипела", а легкая фракция "всплывала".

7. Клапаны приемника фракций 12 устанавливают в положения, обеспечивающие желаемое соотношение фракций. Если одновременно с сортированием необходимо удалять тяжелые и легкие примеси, клапаны устанавливают так, чтобы легкие примеси выделялись через выход I, тяжелые - через V, а тяжелая фракция семян (выход IV) и легкая (выход III) составляли, соответственно, 50 и 20% от массы всех семян, легкие засоренные семена (выход II) количестве 30% необходимо вторично пропустить через машину.

Если сортируется чистый материал, выходы I, II, V перекрываются. 70...75% семян направляются через выход IV (тяжелая фракция), 25...30% - через выход III (легкая фракция).

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Дайте техническую характеристику пневматического сортировального стола ПСС-2,5

2. Как происходит разделение материала на рабочей поверхности стола?

3. Перечислите регулировки пневматического сортировального стола, покажите механизмы для их выполнения.

4. Что сделать, если часть поверхности деки свободна от семян и в работе не участвует?

5. Установите клапаны приемника фракций в положение, обеспечивающее очистку семян. Покажите и назовите выходы всех фракций.

6. Установите клапан приемника фракций для варианта сортировки чистого материала.

## 2.17 Лабораторная работа № 17 (2 часа).

Тема: «Основы эксплуатации МТП»

**2.17.1 Цель работы:** Определить состав агрегата и режим его работы, обеспечивающий загрузку трактора, близкую к оптимальной, а так же оценить правильность комплектования МТА.

### 2.17.2 Задачи работы:

1. Построить для заданной марки трактора кривые зависимостей  $N_{kp \max} = f(P_{kp})$  и  $V_p = f(P_{kp})$  на всех рабочих передачах.
2. Для заданного вида работы определить интервалы технологически допустимых скоростей движения и зону рациональной тяговой загрузки трактора.
3. Произвести расчёт состава МТА и проверить его тяговую загрузку.
4. Нарисовать схему движения МТА и определить кинематические характеристики.

### 2.15.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Трактор, СХМ, методические указания

### 2.15.4 Описание (ход) работы:

#### Исходные данные

Вид с/х работы

Характеристика поля:

-Размеры загона:

-длина, м;

-ширина, м.

Угол склона, град.

Тип агрофона

Удельное сопротивление почвы  $K_h$ , кН/м.

Допустимый по агротребованиям скоростной режим работы МТА.

Марка трактора

Масса трактора, кГ

Рабочие передачи (по заданию)

Скорость движения  $V$ , км/ч

Сила тяги, кН

Расход топлива под нагрузкой  $G_m$ , кг/ч.

Марка машины-орудия

Масса машины-орудия, кг.

Коэффициент использования времени смены  $\tau$ .

#### Методические указания

Для каждой передачи необходимо определить предельное значение ширины захвата тягового агрегата по формулам:

для прицепного агрегата

$$B_{np} = \frac{P_{kp} - P_\alpha}{K + g_m i + g_{cu} (f_{cu} + i)}; \quad (1)$$

для навесного агрегата

$$B_{np} = \frac{P_{kp} - P_{\alpha}}{K_{nav} + g_m(\rho' f_m + i)}, \quad (2)$$

где  $P_{kp}$ -сила тяги трактора, кН;

$P_{\alpha}$ -сила сопротивления подъёму трактора, кН;

$K$ -уточнённое значение удельного тягового сопротивления, кН/м;

$K_{nav}$ -тоже для навесных машин,  $K_{nav}=(0.8...0.85)K$ ;

$g_m, g_{cu}$ -вес машины и вес сцепки на 1м ширины захвата, кН/м;

$i$ -уклон местности в сотых долях;

$\rho'$ -коэффициент догрузки трактора от навесной машины: при вспашке - 0,5...1,0; культивации - 1,0...1,5; глубоком рыхлении 1,6...2,0;

$f_m$ -коэффициент сопротивления качению трактора.

Уточнённое значение удельного тягового сопротивления машин-орудий на скоростях выше 5км/ч определяется по формуле:

$$K = K_h(1 + \frac{\varepsilon}{100}(V_p - V_h)), \quad (3)$$

где  $\varepsilon$ -коэффициент, характеризующий прирост сопротивления при повышении скорости.

Вес машины и вес сцепки в расчете на 1м ширины захвата определяется следующим образом:

$$g = \frac{G}{B_k}, \quad \text{кн/м.} \quad (4)$$

Найти количество с/х машин в агрегате

$$n_m = \frac{B_{np}}{B_k}, \quad (5)$$

где  $B_k$ -ширина захвата с/х машины конструктивная, м.

Полученное значение  $n_m$  округлить до целого в меньшую сторону.

Выбрать сцепку. Для этого найти потребный фронт её.

$$B_{cu} = (n_m - 1)B_p; \quad (6)$$

$$B_p = \beta b_k, \quad (7)$$

где  $\beta$ -коэффициент использования ширины захвата.

Если необходимая сцепка не соответствует выбранной предварительно, выполнить уточнённый расчет по формулам 1-5.

Тяговое сопротивление прицепного МТА определяется по формуле:

$$R_a = n_m B_k (K + g_m i) + G_{cu} (f_{cu} + i), \quad (8)$$

Для навесного МТА:

$$R_a = K_{nav} B_k + G_m (\rho' f_m + i), \quad (9)$$

Коэффициент использования силы тяги трактора

$$\eta_m = \frac{R_a}{P_{kp} - R_a}, \quad (10)$$

Сопоставить полученные значения с оптимальными и оценить правильность комплектования МТА.

При необходимости следует взять другие передачи и расчет повторить.

Сменная выработка машинно-тракторного агрегата равна

$$W_{cm} = 0.1 B'_p V_p T_p, \quad (11)$$

где  $B'_p = n_m B_p$ , м.

$V_p$ -скорость движения МТА, км/ч.

$T_p = T_{cm} \tau$  - рабочее время смены, час.

Удельные затраты труда

$$H = \frac{(m_{mp} + m_v) T_{cm}}{W_{cm}}, \text{ чел.ч/га.} \quad (12)$$

где  $m_{tp}, m_v$ -количество трактористов и вспомогательных рабочих, обслуживающих агрегат.

Удельный расход топлива при работе трактора под нагрузкой

$$g = \frac{G_m T_p}{W_{cm}}, \text{ кг/га} \quad (13)$$

Сопоставить значения сменной выработки агрегата, коэффициента использования силы тяги, затрат труда и топлива при работе МТА на различных режимах и сделать выводы.

#### Контрольные вопросы

1. Как выбрать  $P_{kp}$  для данной передачи?
2. Почему возникает необходимость в уточнении значение удельного тягового сопротивления машин-орудий на скоростях выше 5км/ч?
3. В какую сторону необходимо округлить рассчитанное количество машин в агрегате?
4. Как выбрать сцепку?
5. По какому показателю выбрать оптимальный режим работы и состав агрегата?
6. Как определить сменную выработку машинно-тракторного агрегата?
7. Как определить удельные затраты труда и расход топлива при работе машинно-тракторного агрегата?

## **2.18 Лабораторная работа 18 (2 часа).**

**Тема: «Архитектурно-планировочные решения животноводческих предприятий.»**

**2.18.1 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.

### **2.18.2 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.

### **2.18.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Литература, типовые плакаты, макеты

### **2.18.4 Описание (ход) работы:**

#### **1. 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* - предприятия, 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    |
| птицы-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, земледельческая и внутрифермерская.

Отраслевая (межотраслевая) специализация основана на разделении труда между животноводческими отраслями.

Хозяйственная 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 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.

## 2. 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.

### 2.1 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 влагоизоляционный 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: асбосцементные 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.

### **3. 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, автосмеси, 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).

*Свинарники* 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.

*Свинарники-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 логово. 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 жидким 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. В при 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.

#### 4. 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 зооинженерной 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 циклически 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 (полней) 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?

## 2.19 Лабораторная работа 19 (2 часа).

**Тема: «Устройство и эксплуатация кормоприготовительных машин: ИГК-ЗОБ; АЗМ-0,8.»**

**2.19.1 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.

### 2.19.2 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.

### 2.19.3 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*

### 2.19.4 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> |            |
| <i>соломы</i>                                  | <i>0,8</i> |
| <i>зеленой массы</i>                           | <i>3</i>   |
| <i>зерна</i>                                   |            |
| <i>Мощность привода, кВт</i>                   | <i>30</i>  |
| <i>Измельчающий аппарат</i>                    |            |

|                                    |             |
|------------------------------------|-------------|
| <i>Диаметр ротора, мм</i>          | <b>1000</b> |
| <i>Длина ротора, мм</i>            | <b>82</b>   |
| <i>Количество штифтов, шт.:</i>    |             |
| <i>на неподвижном диске</i>        | <b>66</b>   |
| <i>на роторе (подвижном диске)</i> | <b>100</b>  |
| <i>Частота вращения, мин</i>       | <b>1124</b> |
| <i>Габариты, мм:</i>               |             |
| <i>Длина</i>                       | <b>3325</b> |
| <i>Ширина</i>                      | <b>1350</b> |
| <i>Высота</i>                      | <b>3500</b> |
| <i>Масса, кг</i>                   | <b>1320</b> |

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: весной - 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 клиноременную 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, попадающих с измельчаемым кормом.

Измельчающий аппарат состоит из рамы, ротора 4 с лопатками 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  $360^\circ$ . 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 иноядные 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  
$$Q = 3,6 a_s p b v_{Tr} r$$

где  $a_s$  — среднее расстояние между подающим горизонтальным и наклонным транспортерами, м;  $b$  — ширина горловины, м;  $v_{Tr}$  — скорость питающих транспортеров, м/с;  $p$  — плотность корма, кг/м<sup>3</sup>;  $r$  — коэффициент скольжения корма по транспортеру (0,96 ... 0,98).

Значения  $a_s$  и  $v_{Tr}$  берут из технической характеристики,  $r$  определяют измерением на машине,  $p$  задает преподаватель.

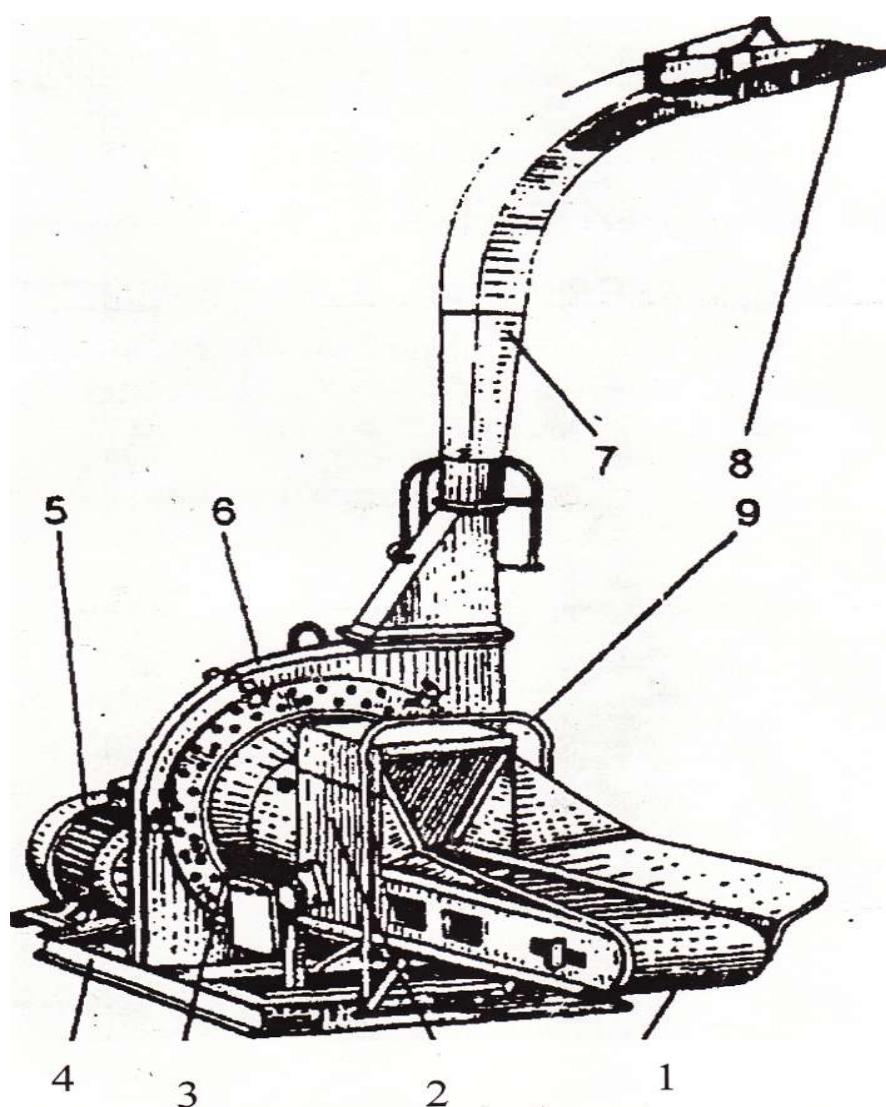


Рис. 1 Общий вид измельчителя грубых кормов

1 - нижний транспортеры подающий транспортер; 2 - приемная камера; 3 - рабочая камера; 4 - фундамент; 5 - электродвигатель; 6 - конвейер; 7 - дефлектор; 8 - регулирующий козырек; 9 - реверс.

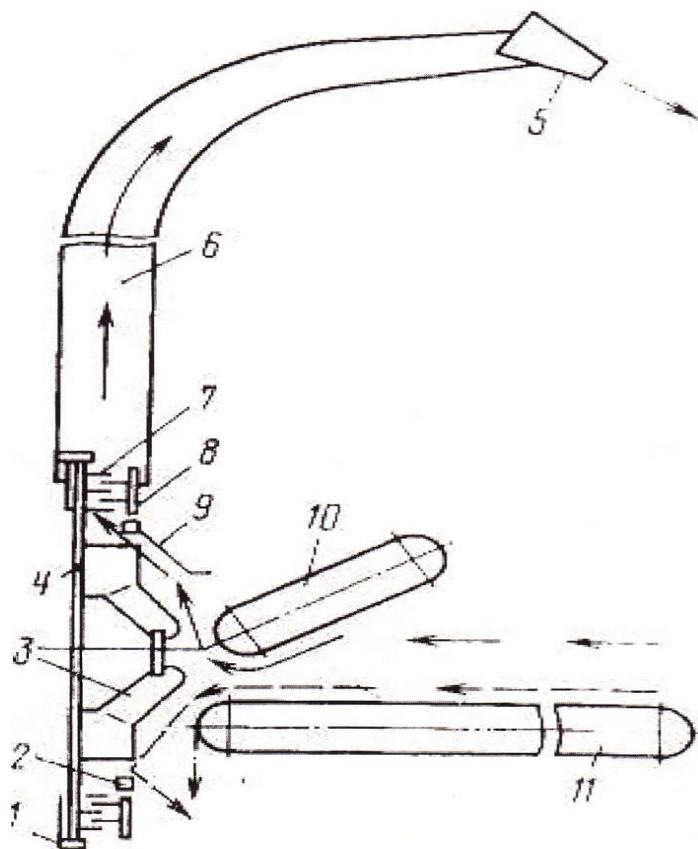


Рис.2 Технологическая схема ИГК-3ОБ

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

## 2.20 Лабораторная работа 20 (2 часа).

Тема: «Устройство и эксплуатация кормоприготовительных машин: КДУ-2; «Волгарь-5».

**2.20.1 Цель работы:** Изучить измельчитель грубых кормов «Волгарь-5», КДУ-2.

**2.20.2 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.

**2.20.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Действующая модель КДУ-2, Волгарь -5, плакаты, методические указания.

**2.20.4 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 растробом 4, нагнетательного 7 и отводящего 8 трубопроводов, фильтра 9, режущего аппарата 12, питающего механизма и системы электрооборудования.

Все узлы смонтированы на раме 16.

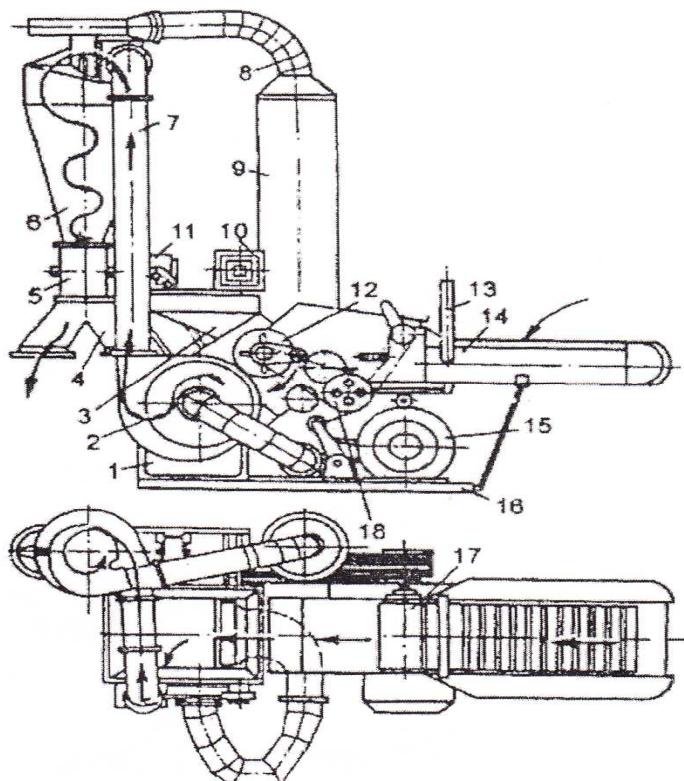


Рис.1 Универсальная дробилка кормов КДУ-2А:

1-дробильный аппарат; 2- вентилятор; 3- загрузочный бункер; 4- рукав выгрузки; 5-шлюзовый затвор; 6- циклон; 7- кормовой трубопровод; 8- воздушный трубопровод; 9- фильтрованный рукав; 10- амперметр- индикатор; 11- червячный редуктор; 12- барабан ножевой; 13- рычаг включения; 14,17- подающий и подпрессовывающий транспортеры; 15- электродвигатель; 16- рама; 18- редуктор.

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.

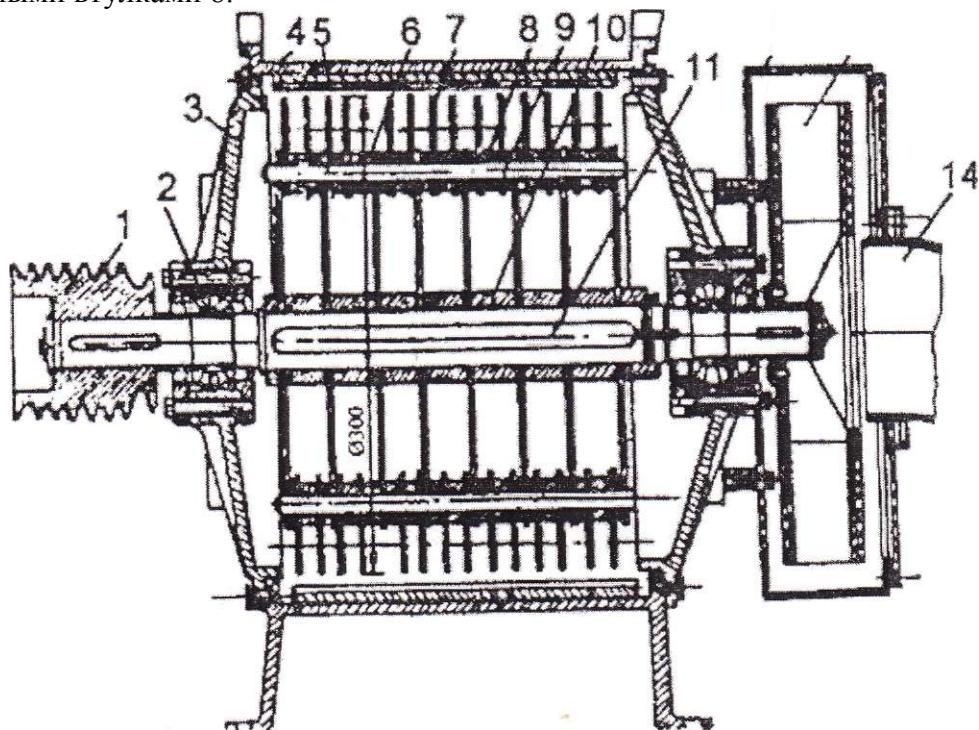


Рис. 2. Молотковый барабан КДУ-2А с вентилятором:

1 - шкив; 2 - двухрядный сферический подшипник; 3 - боковина; 4 - корпус; 5 - дека; 6 - диск; 7 - молоток; 8, 10 - распорные втулки; 9 - палец; 11 - шпонка; 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 7 и 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-роликовые 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.

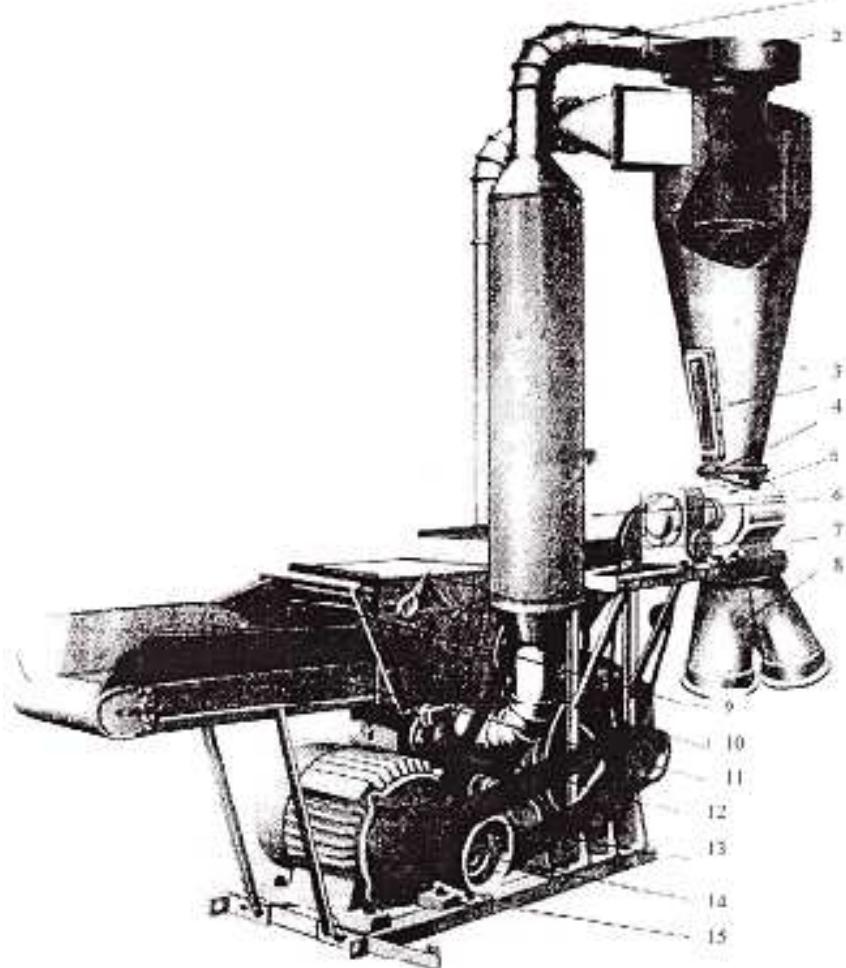


Рис.4. Общий вид дробилки КДУ-2.

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 - раструб 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 снимаются. 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 отверстиям 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 раструб 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 оградительную 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           |
| аппарате 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           |

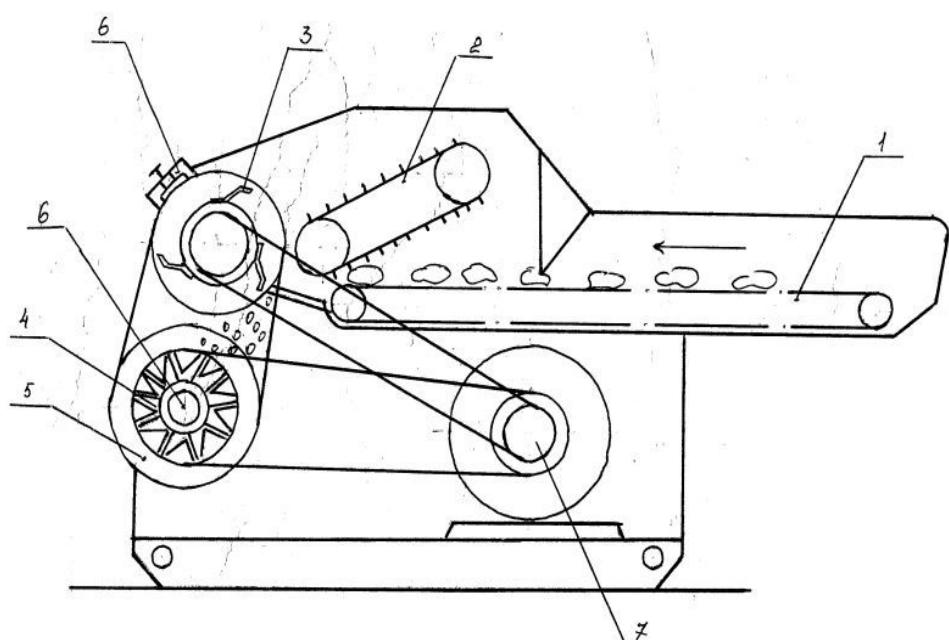


Рис.1. Технологическая схема измельчителя кормов «Волгарь-5»:

1-подающий 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. I), нажимной 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 шнеку. 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 (рис. 2) 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 отключенным 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 (см. рис. 3). 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 расшплинтовывают 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 зашплинтовывают 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° (рис. 87, б).

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 0.5 мОм в силовых цепях).

##### 5. 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

## **2.21 Лабораторная работа 21. (2 часа).**

**Тема: «Доильные аппараты. Устройство и принцип работы доильных установок»**

**2.21.1 Цель работы:** Ознакомиться с принципом действия и конструкцией доильных аппаратов

**2.21.2 Задачи работы:**

1. Ознакомиться с существующими конструкциями.
2. Вычертить схему доильного аппарата.
3. Составить отчет по работе

**2.21.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Натуральные образцы доильных аппаратов и агрегатов

Методические пособия по выполнению лабораторных работ

Плакаты

**2.21.4 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 трубки 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 трубки. 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 - торт сосания. Впуск воздуха в межстенное пространство вызывает сжатие сосковой резины, массирующее сосок и задерживающее выведение молока - торт 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.

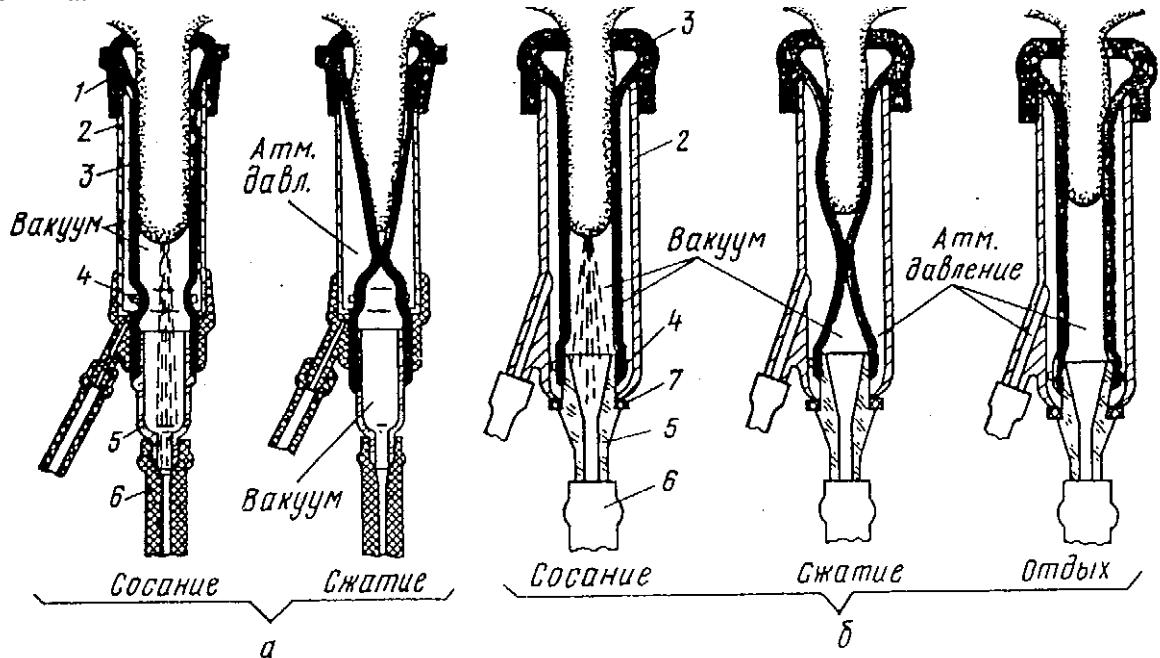


Рис. 4 Схема работы двухкамерного доильного стакана:  
а — двухтактный режим; б — трехтактный режим; 1 — резиновая манжета; 2 — корпус стакана; 3 — сосковая резина; 4 — соединительное кольцо; 5 — смотровой конус; 6 — молочный патрубок; 7 — уплотнительное кольцо

#### 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 трубы. 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 устройством 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.

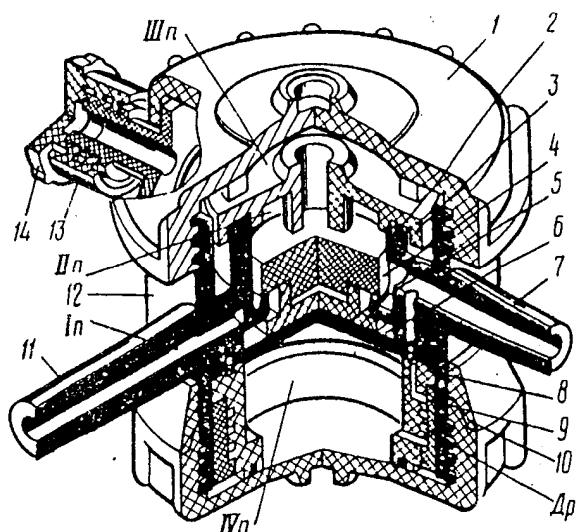


Рис. 2 Пульсатор доильного аппарата АДУ-1:

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; I<sub>n</sub> — камера постоянного вакуума; II<sub>n</sub> — камера переменного вакуума; III<sub>n</sub> — камера постоянного атмосферного давления; IV<sub>n</sub> — управляющая камера переменного вакуума; Др — винтовой канал дросселя

На рисунке 4 представлена схема работы двухтактного доильного аппарата. По шлангу 2 вакуум-магистрали 1 передается на камеру I<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 II<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 такт 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 I<sub>n</sub>. Воздух из камеры III<sub>n</sub> по вакуумному шлангу 7 проходит в межстенные камеры стаканов, создавая такт сжатия. В ходе такта сжатия воздух по дроссельному каналу 8 постепенно проходит в камеру IV<sub>n</sub>, повышая в ней давление, и поднимает мембранный клапан 4. Клапан 4 перекрывает камеры III<sub>n</sub> и II<sub>n</sub>, одновременно сообщаются камеры II<sub>n</sub> и I<sub>n</sub> и вакуум проходит на межстенные камеры стаканов, вновь создавая такт сосания. Далее вакуум переходит на управляющую камеру и механизм переключается на такт сжатия.

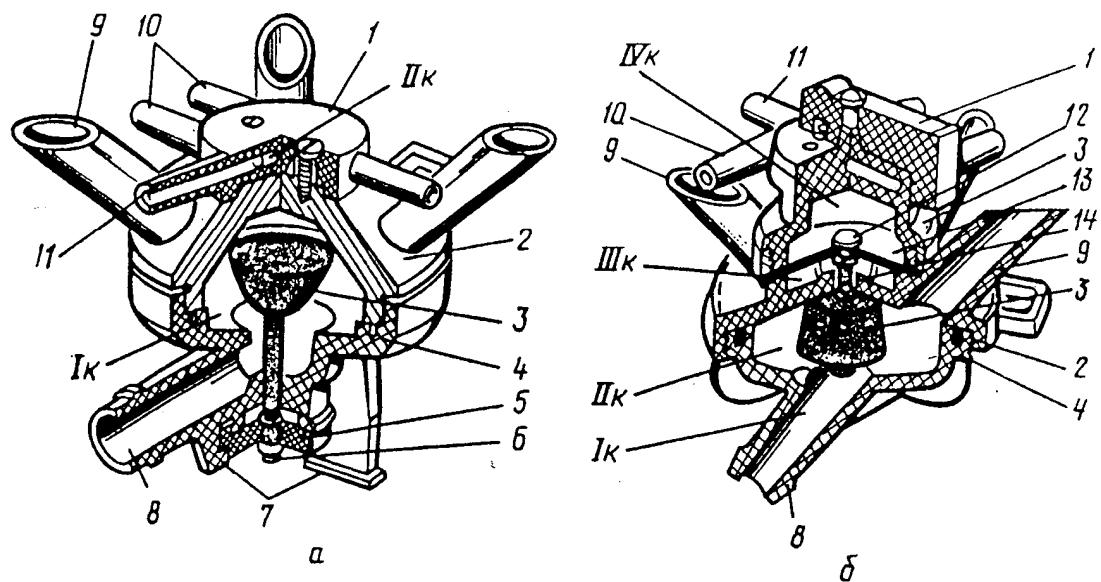


Рис. 3. Коллектор АДУ-1 двухтактной (а) и трехтактной (б) модификаций:  
 1 — распределитель; 2 — корпус; 3 — клапан; 4 — корпус молокосборной камеры;  
 5 — шайба; 6 — шплинт; 7 — выступ-фиксатор; 8 — патрубок молочного шланга;  
 9 — молочный патрубок; 10 — патрубок переменного вакуума; 11 — штуцер; 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: Ік - постоянного вакуума, ІІк - молоко-сборную, ІІІк - атмосферного давления и ІVк - переменного вакуума, соединенную с межстенными камерами стаканов и камерой ІІп пульсатора. Вакуум (рис. 5, а) от вакуум-магистрали 1 поступает на камеру 1п пульсатора. Благодаря атмосферному давлению в камере ІVп эластичная мембрана 12 поднимается с подпятником 3 и клапаном 4, который перекрывает сообщение между камерами Іп и ІІп, открывая при этом окно между камерами Іп и ІІп. Вакуум распространяется на камеру Іп и по шлангу 10 на камеру ІVк, а также на межстенные камеры стаканов. Атмосферное давление со стороны камеры ІІк, имеющей каналы сообщения с атмосферным воздухом, поднимает мембрану 15 коллектора и связанные с ней стержень с клапаном 18. При этом камера Ік сообщается с молочной камерой ІІк 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 Іп пульсатора по дроссельному каналу 11 в камеру ІVп (рис. 5, б). Атмосферное давление, действующее на верхнюю площадку клапана 4 со стороны камеры ІІп, опустит клапан. Окно между камерами Іп и ІІп перекрывается, а в окно, образовавшиеся между камерами ІІп и Іп, входит атмосферный воздух, который затем проходит через камеру ІVп, и в межстенных пространствах стаканов создается такт сжатия.

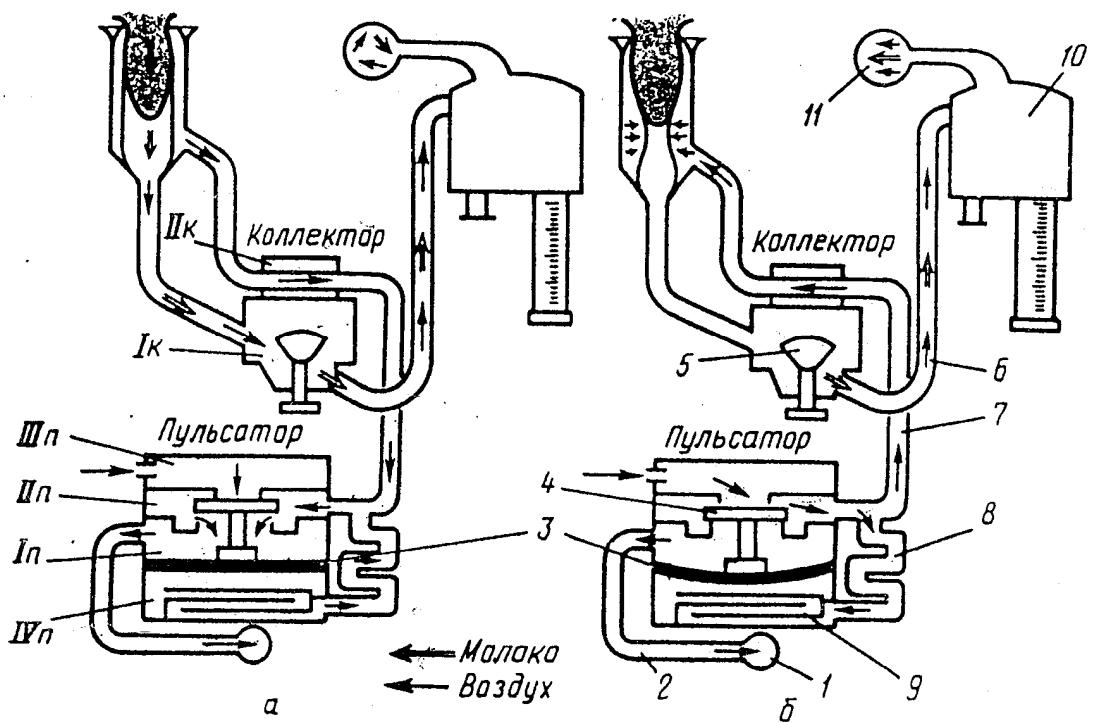


Рис. 4 Схема работы двухтактного аппарата:

*a* — торт сосания; *б* — торт сжатия;  $1_{\text{K}}$  и  $1_{\text{p}}$  — камеры постоянного вакуума коллектора и пульсатора;  $11_{\text{K}}$  и  $11_{\text{p}}$  — камеры переменного вакуума коллектора и пульсатора;  $111_{\text{p}}$  — камера постоянного атмосферного давления пульсатора;  $1V_{\text{p}}$  — 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.

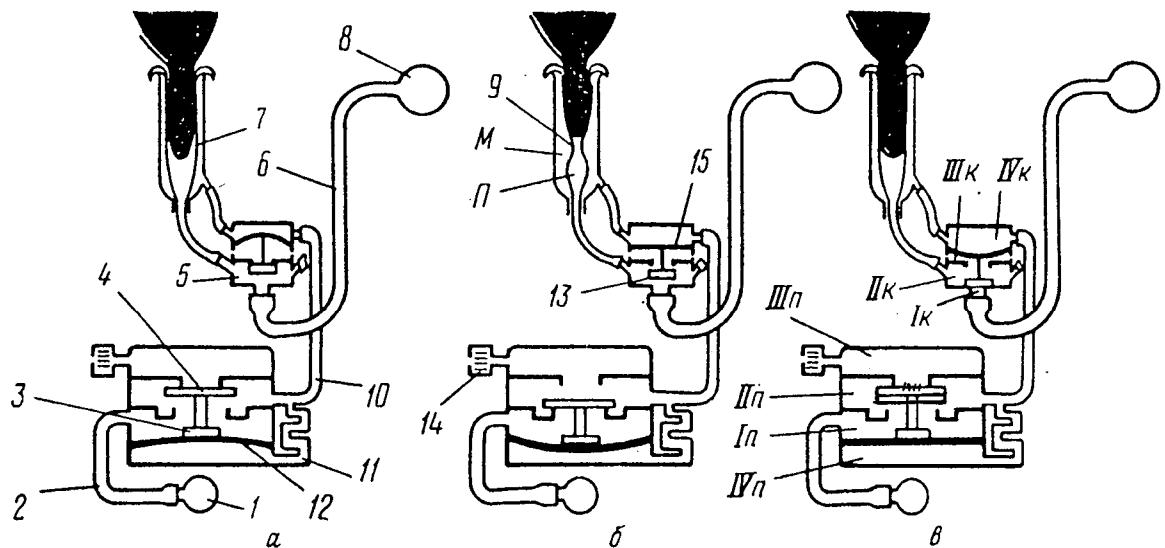


Рис. 5 Схема работы трехтактного аппарата:

*а* — торт сосания; *б* — торт сжатия; *в* — торт отдыха; *Iп* и *Iк* — камеры постоянного вакуума; *IIп* и *IIк* — камеры постоянного атмосферного давления; *IVп* — управляющая камера переменного вакуума; *IVк* — камеры стакана; *П* и *М* — подсосковая и межстенная камеры стакана; *1* — вакуум-магистраль; *2* — вакуумный шланг; *3* — подпятник; *4* — молокопровод; *5* — коллектор; *6* — молочный шланг; *7* — доильный стакан; *8* — молочный канал; *11* — мембрана; *12* — дроссель-клапан; *13* — клапан; *14* — воздушный фильтр; *15* — мембрана коллектора

В ходе тарта сжатия воздух из камеры *IVп* по каналу *11* перетекает в камеру *IVк*, в которой был вакуум. В камерах *IIIк* и *IVк* коллектора давление выравнивается. Возникает разность давлений между камерами *IIIк* и *Пк*, за счет которой опускается клапан *13*. Из камеры *IIIк* воздух проходит в молочную камеру коллектора и подсосковые пространства стаканов, создавая торт отдыха (см. рис. 5, в). В пульсаторе давление воздуха в камере *IVп* возрастает и так как площадь мембранны больше площадки давления клапана *4*, то действие силы, направленное вверх, поднимает мембранны с клапаном *4*, отсекая приток воздуха в камеру *IIп* из камеры *IIIп* и открывая путь вакууму из камеры *Iп* в камеру *IIп* и далее в межстенные камеры стаканов с последующим формированием тарта сосания. Затем последовательность тартов повторяется. Частота смены тартов 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 управляющие 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 жиме шланга *6*, воздушного шланга *5'*, коллектора *7* и четырех доильных стаканов. При доении в ведра в молочный шланг *6* н ляют стеклянную трубку.

Доильный стакан представляет собой алюминиевую гильзу *12* с сосковой резиной. 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.

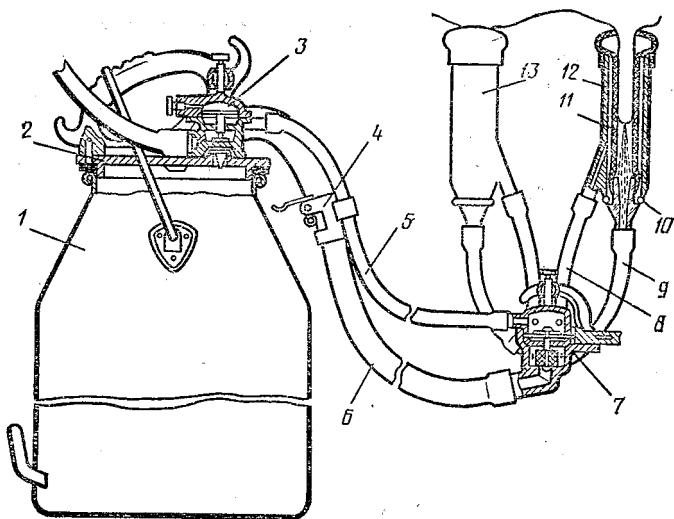


Рис. 6 Доильный аппарат «Волга»:

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 мембранный 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 такт 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-III. 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 такт 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-1. 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 такт отдыха.

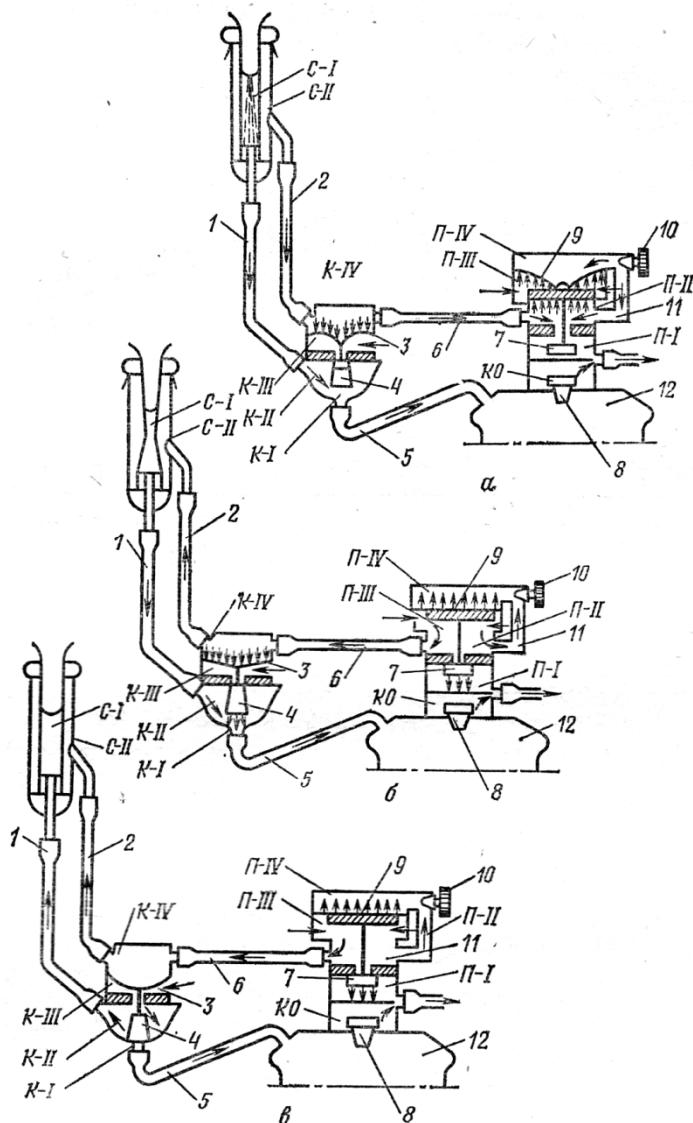


Рис. 7 Схема трехтактного доильного аппарата:

а – торт сосания; б – торт сжатия, в – торт отпуска: 1 – молочный шланг стакана, 2 – воздушный шланг стакана, 3 – мембрана коллектора, 4 – клапан коллектора, 5 – молочный шланг аппарата, 6 – воздушный шланг аппарата,

7 – клапан пульсатора, 8 – обратный клапан, 9 – мембрана пульсатора,

10 – винт регулировки числа пульсов, 11 – канал, 12 – доильное ведро,

КО – камера обратного клапана, С-1 и С-2 – подсосковое и межстенное пространства стакана, К-І, К-ІІ, К-ІІІ и К-ІV – камеры коллектора (соответственно постоянного вакуума, переменного вакуума, постоянного атмосферного давления и переменного вакуума), П-І, П-ІІ, П-ІІІ, П-ІV – камеры пульсатора (аналогичны камерам коллектора)

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:   |              |
| фаза стимуляции  |              |
| фаза основного доения  |              |

фаза додаивания  $33 \pm 3$   
 50+  
 $33 \pm 3$   
 5. Частота пульсаций, пул/мин:  
 фаза стимуляции  
 фаза основного доения  
 фаза додаивания 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.

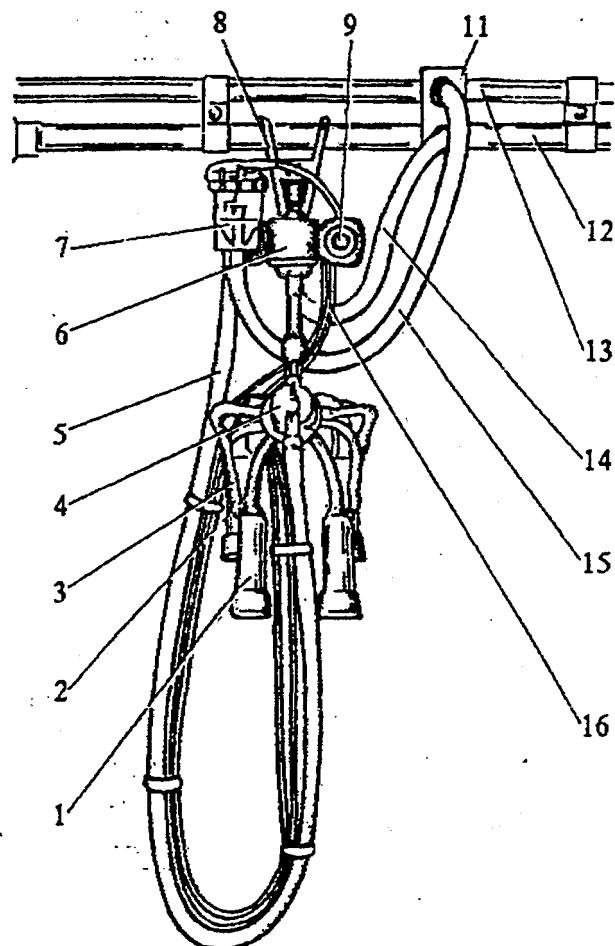


Рис. 1 Общий вид аппарата, установленного в молокопровод:  
 1- доильный стакан; 2- сосковая резина; 3- трубка; 4- коллектор; 5- молочный шланг; 6- блок управления; 7- приемник; 8- скоба; 9- пульсатор; 11- ручка АДМ.53.001-0); 12- вакуумпровод; 13- молокопровод; 14- вакуумный шланг; 15- молочный шланг; 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.

## **2.22 Лабораторная работа 22 (2 часа).**

**Тема: «Охладители молока МХУ-8С. Пастеризационная установка ОПФ-1-300»**

**2.22.1 Цель работы:** Изучить принцип действия и конструкцию холодильной установки.

**2.22.2 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.
4. Назначение и техническая характеристика.
5. Устройство и принцип работы.
6. Подготовка к работе и правила эксплуатации.
7. Характерные неисправности.
8. Меры безопасности.

**2.22.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Холодильная установка МХУ-8С
2. Экспериментальная доильная установка послойного намораживания.
3. Термометр.
4. Секундомер
5. Натуральный образец установки ОПФ-1-300
6. Плакаты
7. Методические указания

**2.22.4. 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 З и испарителя 4.

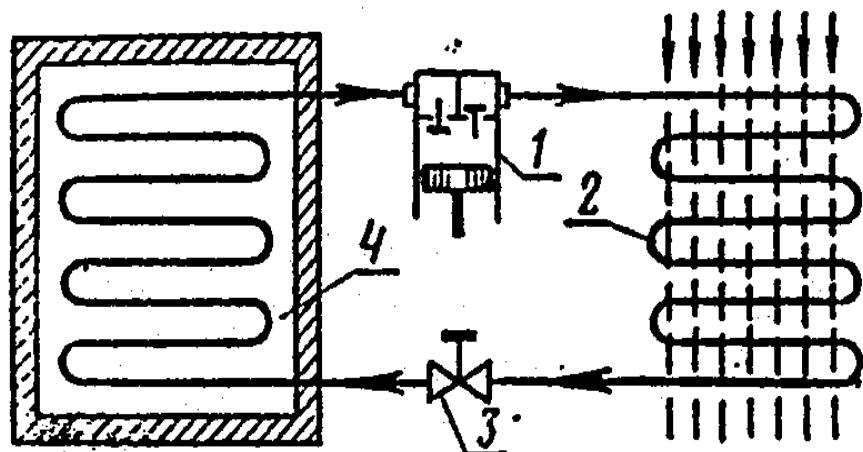


Рис. 1 Схема компрессионной холодильной установки: 1 - компрессор; 2- конденсатор; 3-регулирующий вентиль; 4-испаритель

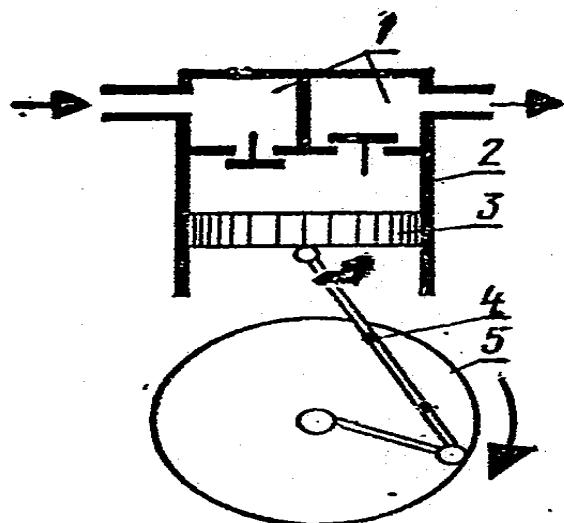


Рис. 2 Схема работы поршневого компрессора: 1 – клапаны, 2 – цилиндр, 3 – поршень, 4 – шатунно-кривошипный механизм, 5 - маховик

Компрессор (рис. 2) предназначен для отсасывания паров фреона из испарителя, поддержания в нем пониженного давления ижатия 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 совершает 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-ресурсе 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.

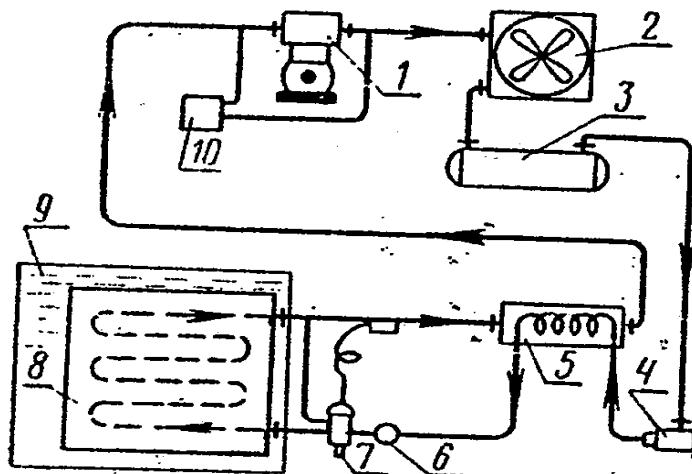


Рис. 3 Схема холодильной установки МХУ-8С: 1 – компрессор,

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

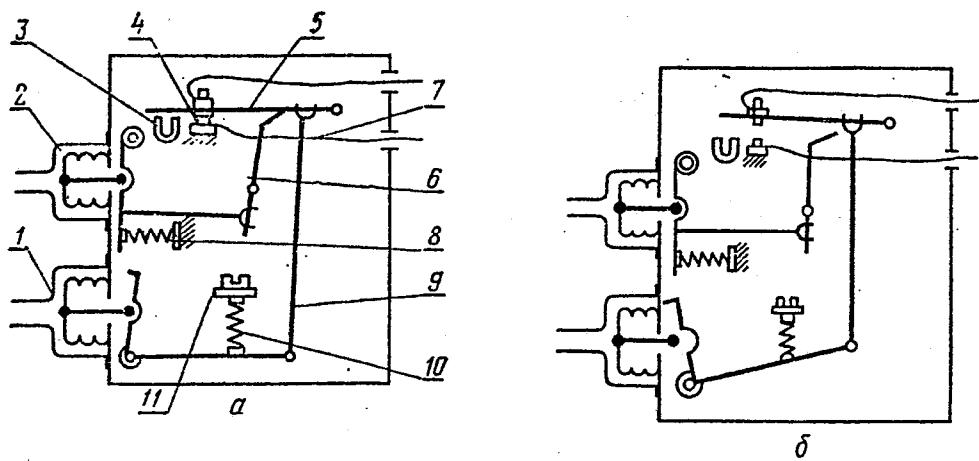
**Компрессорфреоновый, непрямоточный двухцилиндровый свертикальным расположением цилиндров, своздушным охлаждением.** Он отсасывает пары фреона из испарителя и поддерживает в нем низкое давление 0,1...0,2 МПа (около 1...2 кгс/см<sup>2</sup>). Отсасываемые фреоновые пары компрессором сжимаются до 1...1,2 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.

**Конденсаторребристо-трубчатый** своздушным 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 врегулирующем вентиле и нарушают работу машины. Рабочим веществом для фильтра-осушителя является селикагель, 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, трехзаходный, споверхностью теплообмена около 4 м<sup>2</sup>, 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 трехзаходный 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 утеплоносителя, 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 273К(0°C), проходящим внутри медных змеевиковых трубок теплым жидким фреоном.



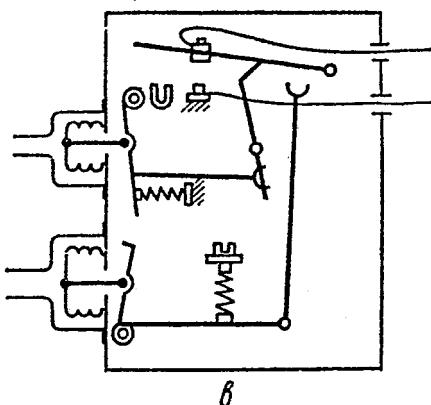


Рис. 4 Реле давления:

*a* -рабочее положение; *б*-сработал сильфон прессостата; *в*-сработал сильфон маноконтроллера; 1-прессостат; 2 -маноконтроллер; 3-магнит; 4 -электрические контакты; 5-контактная пластина; 6-механизм выключения; 7-проводы; 8-пружина; 9-рычаг; 10 -пружина; 11 -Г-образный рычаг

**Автоматические приборы МХУ-8С**(реле давления, терморегулирующий вентиль, термореле идатчик температуры) дают возможность поддерживать 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 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 двухсильфоные 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 прессостат 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 (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 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 тягой 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 9 против часовой стрелки. Собачка механизма мгновенного выключения бросает контактную пластину 5, и

контакты 4 размыкаются. При снижении давления влинии 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 ведущую времени. Чем выше тепловая нагрузка, тем больше жидкого фреона превратится в пар. Поэтому при повышенной тепловой нагрузке должно увеличиваться и поступление жидкого фреона в испаритель, при снижении тепловой нагрузки поступление жидкого фреона должно уменьшаться, т. е. ведущую времени 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 трубки 2, мембранны 3, регулировочного винта 4, стержня клапана 5, пружины 6, клапана 8 и камеры 7. Термопатрон, капилляр и полость над мембранны 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 мембранны соединена 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.

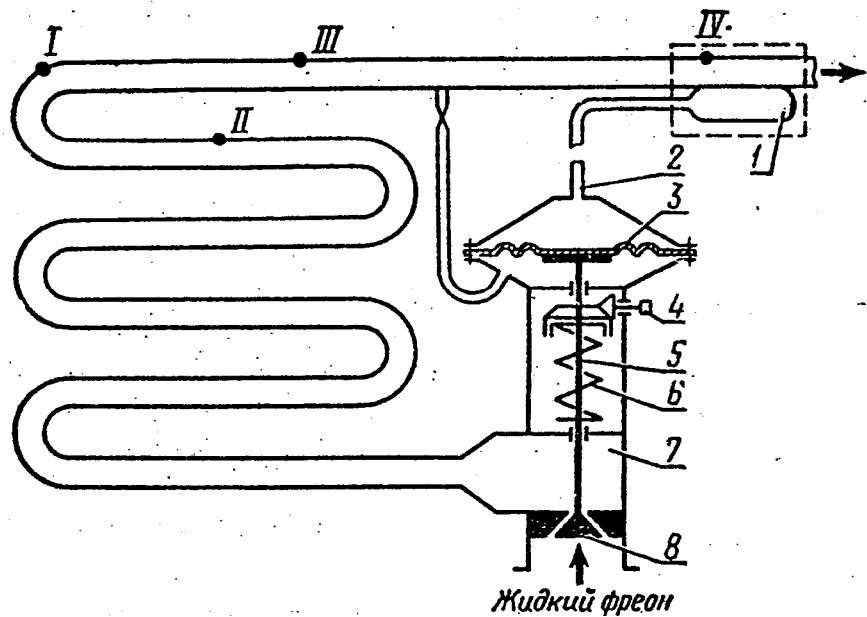


Рис. 5 Схема терморегулирующего вентиля:  
 1 -термопатрон; 2-капилляр; 3-мембрана; 4-регулировочный винт; 5-стержень клапана; 6-пружина; 7 - камера; 8 -клапан

Предположим, что вточке I весь фреон превратился впар. 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 вточке Ю, воспринимает тепло перегретых паров, находящийся в нем фреон нагревается, увеличивается в объеме и давит на мембрану 3.

Пространство под мембраной соединено 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, это происходит тогда, когда кипение фреона заканчивается вточке II, то давление, создаваемое в термопатроне и в пространстве над мембраной, окажется выше, чем давление под мембраной. В результате этого мембрана Зпрогнется 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 °C. Дальнейшее повышение давления в термопатроне 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 вточке 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 трубы и сильфона. Узел регулировки входит в регулировочный винт, пружина с шайбами, втулка и муфта. На верхней шайбе имеется указатель температуры, 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 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°C.

Датчик температуры (термоконтактор ТК) (рис. 7) предназначен для поддержания температуры воды в аккумуляторе холода в пределах 2...4°C 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°C термоконтактор отключает электродвигатели компрессора и вентилятора, а при повышении ее до 4°C включает электродвигатели.

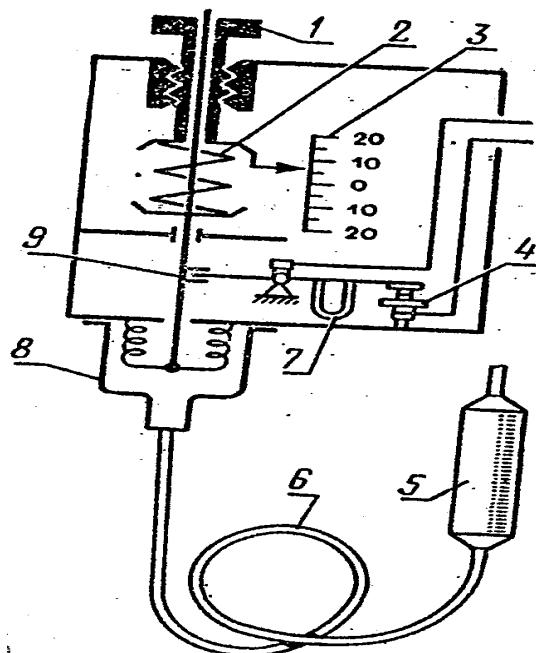


Рис. 6 Схема термореле:  
 1 – регулировочный винт, 2 – пружина, 3 – шкала, 4 – электрические контакты,  
 5 – термопатрон, 6 – трубка, 7 – постоянный магнит, 8 – сильфон, 9 - шток

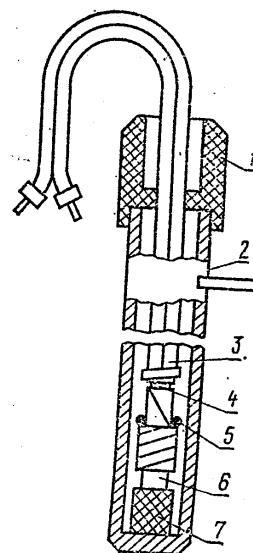


Рис. 7 Схема датчика температуры:

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 5ч до начала охлаждения молока. За это время на испарителе намерзает до 500 кг льда. Лед тает за 2ч, обеспечивая охлаждение 2000 кг молока с 37 до 8°C.

### Зависимость температуры замерзания хладоносителя от концентрации солей

| Хлористый натрий                   |                                     | Хлоористый кальций                 |                                     |
|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Содержание соли на 100 кг воды, кг | Температура замерзания раствора, °C | Содержание соли на 100 кг воды, кг | Температура замерзания раствора, °C |
| 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<sub>2</sub>). 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°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°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 идать 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°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, двууглекислую соду, валериановые капли, пенициллиновую мазь, салфетки, вату, бинты (стерильные), баллон с медицинским кислородом, темные защитные очки.

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ ОПФ-1-300

Установка пастеризационно-охладительная пластинчатая автоматизированная предназначена для центробежной очистки, пастеризации, выдержки иохлаждения молока взакрытом потоке.

Пастеризация иохлаждение 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<sup>0</sup>С выдержкой 300 секунд в соответствии требованиями санветинспекции СССР к молоку от больных коров.

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

|   |       |
|---|-------|
| 2.1.Производительность, л/ч                                 | 1000  |
| 2.2. Начальная температура молока, <sup>0</sup> С           | 10-35 |
| 2.3. Температура нагрева молока, <sup>0</sup> С             | 92+2  |
| 2.4. Время выдержки молока, не менее, сек.                  | 300   |
| 2.5. Температура охлаждения молока, не более <sup>0</sup> С | 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 ваппарате, кг/см <sup>2</sup>         | 2,4   |
| 2.9. Расход пара, кг/ч                                      | 20-30 |
| 2.10. Температура артезианской воды, <sup>0</sup> С         | 10-12 |
| 2.11. Кратность расхода артезианской воды                   | 3     |
| 2.12. Температура ледяной воды, не более, <sup>0</sup> С    | 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 ваппарате:                         |       |
| 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: 1ступень регенерации, 2ступень регенерации, пастеризации, охлаждения артезианской воды иохлаждения ледяной воды. Секции отделены друг от друга специальными промежуточными плитами, имеющими по углам штуцера для подвода иотвода жидкостей. На пластине выбиты порядковые номера, те же номера указаны на схеме компоновок пластин.

Пластины прижаты кстойке при помощи плиты инажимных устройств. Степень сжатия тепловых секций определяется по табличке со шкалой, установленной на верхней инижней распорках. Нулевое деление устанавливается по оси болта вертикальной распорки исоответствует минимальному сжатию аппарата, обеспечивающему герметичность.

Система автоматики включает всяя следующие узлы, пульт управления, вкотором размещены приборы контроля, регулирования изаписи, атакже электроприборы управления, сигнализации, защиты электродвигателей от коротких замыканий иперегрузок, перепускной клапан сэлектрогидравлическим приводом для автоматического переключения потока молока на повторный подогрев при температуре пастеризации ниже  $90^0\text{C}$ , 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 вуравнительный бак 4, откуда насосом 3подается всекцию регенерации 1аппарата 1, азатем подогретое до температуры  $37-40^0$  поступает вмолокоочиститель 2для очистки от механических примесей иидет на дальнейший подогрев всекцию регенерации Писекцию пастеризации, где нагревается до температуры  $90^0$ . Из секции пастеризации молоко через электрогидравлический перепускной клапан 11 направляется ввыдерживатель 6, находится там довтечение 300 сек. идалее поступает в секцию регенерации для отдачи тепла встречному потоку молока, поступающему ваппарат. После этого оно попадает последовательно в секции охлаждения 1У иУ, где охлаждается до температуры  $8^0$ ивыходит из установки.

Для охлаждения молока используется артезианская иледяная вода от холодильной установки типа **МХУ-8**.

Охлаждение молока до температуры не выше  $8^0\text{C}$ возможно только при нормальной кратности подачи воды всекции 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 световая сигнализации срабатывают при падении температуры пастеризации ниже  $90^0$ .

Перепускной клапан 11 автоматически переключает поток молока на повторный подогрев при падении температуры пастеризации молока ниже  $90^0$ , так как клапан через гидрореле связан сконтактным устройством электронного моста контрольного прибора.

Молоко всекции пастеризации подогревается горячей водой подаваемой ваппарат насосом 3. Вода подогревается паром поступающем через инжектор 9из паропровода, на которой установлен клапан 10, регулирующий подачу пара взависимости 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 гидрокамерой иэлектрогидравлическим реле.

Корпус перепускного клапана -из нержавеющей стали.

При включении установки в работу температура пастеризации вначальный момент ниже заданной, апоэтому на катушку электромагнита 17 гидрореле подается напряжение, замыкаются контакты электронного моста вцепь катушки электромагнита гидрореле. Через катушку электромагнита течет ток, под действием которого сердечник втягивается. Шток 13, непосредственно соединенный ссердечником катушки электромагнита, закрывает воде вход вгидрокамеру.

Под действием пружины 5шток 3находится вверхнем положении, выход молока на разлив перекрыт. Вэтом 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 иоткрывает воде вход вгидрокамеру клапана. Вода насосом 2к-9подается вгидрокамеру через фильтр, давит на мембрану 8и, преодолевая усилие пружины 5, перемещает внижнее положение шток 3 клапана, который закрываем проход на вторичный подогревиоткрывает выход на разлив. Вэтом положении клапана установка работает в заданном температурном режиме, т.е.  $91 \pm 2^0$ , имолоко поступает на разлив или втанк.

При падении, температуры пастеризации ниже  $90^0$ замыкаются контакты моста MCP1-01, атакже цепь катушки электромагнита 17, сердечник втягивается и, преодолевая усилие пружины 12 гидрореле, перемещает шток 13, который закрывает воде вгидрокамеру и одновременно открывает отверстие для слива воды из гидрокамеры. Вода под действием пружины 5выталкивается из гидрокамеры сливную трубку, вследствие чего шток 3клапана перемещается вверхнее положение, тем самым перекрывая проход на вторичный подогрев. Вэтом положении клапана молоко поступает из секции пастеризации вуравнительный бак, из которого вновь направляется насосом ваппарат, т.е. на повторный подогрев.

Разборку гидрореле необходимо производить вследующем порядке: снять корпус 10 ирезиновую прокладку 23; отвернуть гайку 25, шайбу 24, снять втулку 21; снять опору 18 вместе оэлектромагнитом 17; разъединить шток 13 ксердечник электромагнита; чтобы вынуть шток 13 из стакана 20, надо вывернуть винты, снять крышку 16, вынуть резиновую манжету 14, снять шайбу, пружину, вторую шайбу ивывернуть шпильку 22.

Сборку производят вобратном порядке, но при завертывании шайбы 24 производят регулировку. Подключают катушку электромагнита под напряжением 220 В. При подтянутом сердечнике поворачиваютшайбу 24 до плотного прилегания резиновой прокладки к седлу клапана, при этом сердечник электромагнита начинает слегка дребезжать. Затем завERTывают гайку 25 ивключают несколько раз электромагнит. После нескольких включений сердечник электромагнита не должен дребезжать. Если же дребезжание не снимается, нужно отвернуть гайку 55 иотрегулировать шайбу 24.

Регулирующий электрогидравлический клапан служит для автоматической подачи пара.

Автоматическое управление электрогидравлическим 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, спомощью которого осуществляется автоматическое управление перепускным клапаном и звуковая сигнализация вслучае нарушения температурного режима, управление клапаном пара.

Переключателем управления пользуются для перевода работы системы регулирования савтоматического режима работы на дистанционный инаоборот.

При помоши кнопок управляют регулирующим клапаном пара в дистанционном режиме.

Кнопки управления служат для включения электродвигателей в работу, для выключения звукового сигнала.

Лампы сигнализирует овключении пульта иэлектродвигателей в работу. Спомощью выключателя подают электроэнергию на пульт управления.

Центробежный молокоочиститель ОМ-1, предназначен для удаления из молока механических примесей. Происходит также очистка молока от лейкоцитов иэритроцитов крови, попавшей вмолоко, 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 вработу, подожмите пластины до нулевой отметки на нажимном устройстве. При пуске пастеризатора на холодной воде вначальный 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 имолочные трубопроводы перед пуском установки вработу. Для чего включите электропитание всей установки, затем молокоочиститель, залейте вуравнительный бак содовый раствор и включите насосы для молока игорячей воды, атакже пустить пар. Промойте установку содовым раствором втечение 10-15 мин., азатем чистой водой, вытесняя из нее раствор.

После промывки содовым раствором аппарат хлорируют истерилизуют. Стерилизация заключается вциркуляции воды ( $\tau=88^0$ ) через уравнительной бак обратным возвратом внего при выходе из аппарата. При этом ваппарате не должно быть холодной воды, для чего перекройте краны на соответствующих трубопроводах.

Перед стерилизацией переключатель управления поставить вположение дистанционной работы. Проводите стерилизацию втечение 20-30 мин, смомента выхода из аппарата чистой воды при температуре  $80-85^0$ .

После окончания стерилизации вытесните воду из аппарата молоком иодновременно начните пастеризацию молока при разогретой системе. Это ускоряет начало нормального процесса пастеризации. Поставьте все приборы пульта вположение автоматического управления процессом. Белая сигнальная лампе возврата молока должна погаснуть.

### **4. Порядок работы**

Пуск.После установки приборов на автоматическое управление включите подачу молока, подлежащего пастеризации, из молокохранительного танка вуравнительный бак, азатем насос для подачи молока ваппарат. Кмоменту пуска молока вустановку сепаратор-

м олоко очиститель должен работать на полных оборотах, иначе возможен перелив молока из барабана вчашу станицы. Затем включите подачу горячей воды ипара. При таком порядке пуска молоко из уравнительного бака вытеснит воду, оставшуюся ваппарате после стерилизации. Воду спускайте до тех пор, пока на пойдеммолоко. В начале работы установки недопастеризованное молоко из аппарата возвращается автоматически перепускным клапаном обратно вуравнительный бак. Эта циркуляция первых порций молока продолжается до тех пор, пока температура молока всекции пастеризации не достигнет 90. Вэтот момент включите подачу холодной воды.

Когда сработает перепускной клапан на подачу молока ввыдерживатель, аппарат включается вработу по нормальной технологической схеме. Необходимым условием правильного пуска является непрерывная подача молока через аппарат инагревание его при полном потоке, авпротивном случае молоко сильно пригорает на пластинах ипроизводительность аппарата резко падает.

Чтобы избежать засасывания воздуха внасос, необходимо вуравнительном баке поддерживать определенный уровень молока /не менее 300 мм/. При слишком низком уровне происходит засасывание воздуха вместе смолоком. Продолжительность непрерывной работы установки определяется степенью загрязненности молока. Объем шламового пространства барабана центробежного молокоочистителя рассчитан на продолжительность работ втечение 2-2,5 ч.

**Остановка.** Для прекращения работы закройте подачу молока в уравнительный бак. Когда остаток молока из бака уйдет внасос, 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 инасос горячей воды, затем остановите молокоочиститель. Если вэтот день молоко больше пастеризовать не будут, то нужно отключить трубопроводы от молокоочистителя. Последний разобрать ипромыть. Штуцер входа молока всекцию регенерации Паппарата шлангом или трубой из нержавеющей стали соединить со штуцером выхода молока из секции регенерации 1. Далее проведите циркуляционную мойку согласно приведенной ниже инструкции.

**Уход.**Подавать ваппарат молоко непрерывно, так как перерывы приводят кпригару молока кпластинаам. Проводить регулярно циркуляционную мойку раствором каустической соды, араз вмесяц (при односменной работе) промывать аппарат раствором азотной кислоты с последующей разборкой ичисткой пластиин согласно инструкции по мойке. При безразборной мойке обязательно отсоединить молокоочиститель. Резьбу на тягах периодически смазывайте техническим вазелином.

Нужные поверхности установки содержать вчистоте. Детали барабана молокоочистителя тщательно промыть ипросушитьпосле чего барабан можно собрать.

Станину молокоочистителя иколпак после работы протирать влажной, азатем сухой тряпкой.

Перед пуском проверить правильность подсоединениикоммуникаций, уровень масла вмасляной ванне, освобожден ли барабан от тормозов, правильность вращения барабана. Барабан

должен плавно набирать обороты втечение 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 вгод 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 молокочистителе 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<sup>0</sup>C) 1,5-2%-ной концентрации непосредственно в уравнительном баке, полученный раствор должен циркулировать в аппарате непрерывно в течение 15-30 мин. Через 5мин. после включения насоса ослабить степень сжатия пластиин 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 разбирая 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 пластиин в уравнительный бак залить 1,6-2-ный раствор азотной кислоты. Раствор нагревается до температуры 65-70<sup>0</sup>C и при этой температуре циркулирует в системе в течение 30 мин.

После этого аппарат промыть холодной водой до полного удаления кислоты (вытекающая вода проверяется лакмусовой бумажкой). Промытый аппарат разобрать и очистить жесткими щетками, смоченными в слабощелочной воде. После сборки аппарата промыть горячим раствором каустической соды (10 мин.), затем горячей и холодной (10 мин.) водой. При промывке проверьте и подтяните при необходимости соединительные муфты и пакет пластиин.

#### 4. Характерные неисправности и методы их устранения

| Неполадки                                     | Сигнал  | Причина  | Способ устранения  |
|---|---|--|--|
| Температура пастеризации ниже 90 <sup>0</sup> | Звонок, загорается лампочка-сигнал о возврате молока (при температуре пастеризации ниже 90 <sup>0</sup> ) | Мало давление пара.<br>Не работает регулирующий клапан на паровой обвязке<br><br>Не работают электронный мост, реле, термометр сопротивления.<br>Большое отложение молочного камня на пластинах (когда температура ниже 90 <sup>0</sup> C) | Поднять давление пара.<br>Проверить клапан<br><br>Проверить работу моста, реле, термометра сопротивления.<br>Остановить установку и прочистить пластины. |
| Температура пастеризации выше 94 <sup>0</sup> |   | Высокое давление пара.<br>Не работает регулирующий клапан на паровой обвязке.  | Снизить давление пара.<br>Проверить клапан.  |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|   |   | Не работает<br>электронный мост, реле,<br>термометр<br>сопротивления.  | Проверить работу<br>моста, реле,<br>термометра<br>сопротивления.   |
| Не работает<br>перепускной<br>электрогоидра-<br>влический<br>клапан | Звонок,<br>загорается<br>красная<br>лампочка-<br>сигнал о<br>возврате<br>молока | Ослаблена пружина в<br>гидрореле. Течь в<br>гидрореле.<br>Вышла из строя<br>катушка<br>электромагнита.<br>Фильтр не пропускает<br>воду. Мало давление<br>воды. | Сменить пружину в<br>гидрореле. Устранить<br>течь<br>Проверить катушку<br>электромагнита.<br>Прочистить фильтр.<br>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 приклейте новые прокладки согласно приложенной инструкции.

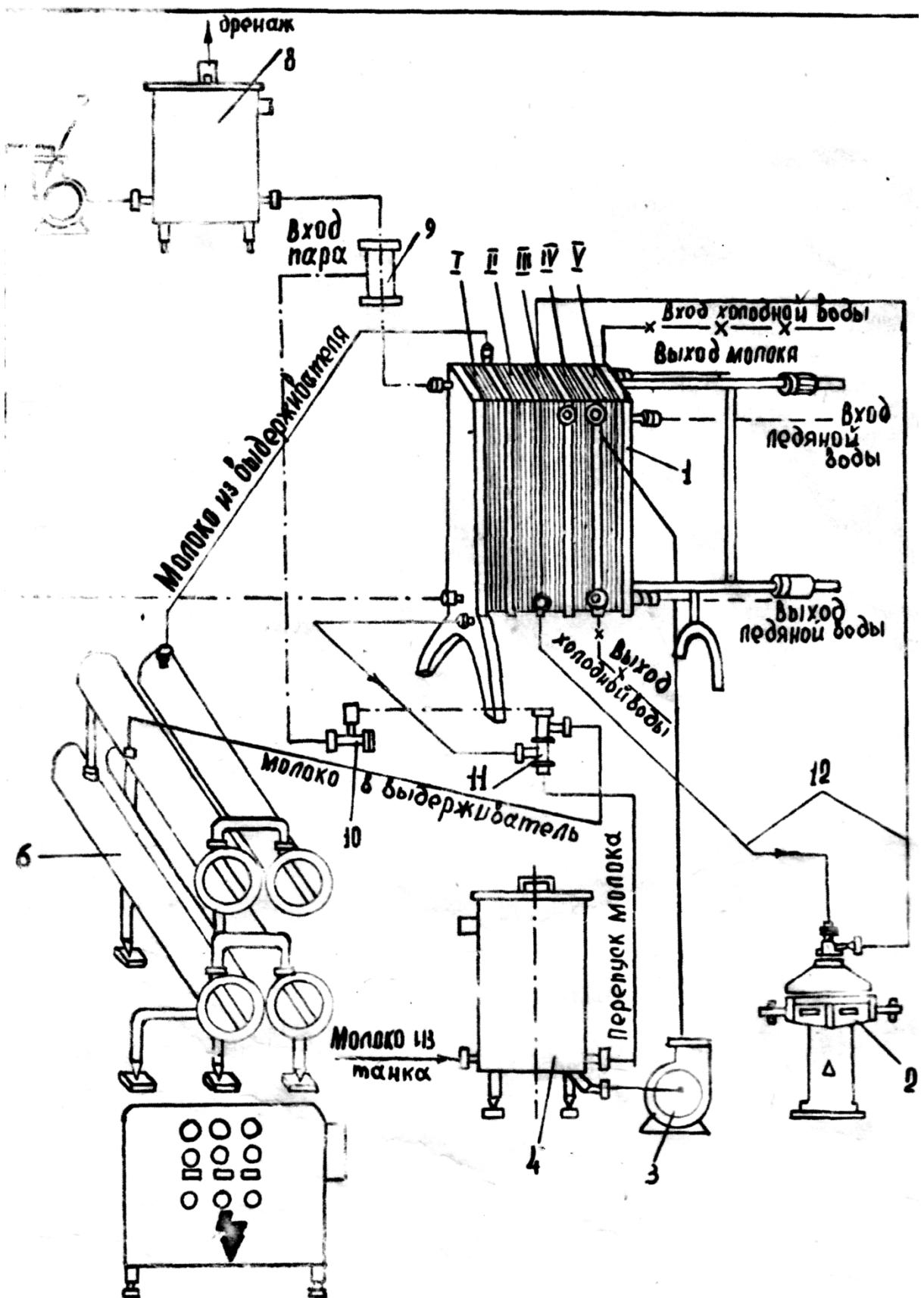


Рис. 1. Технологическая схема ОПФ1-300:

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.

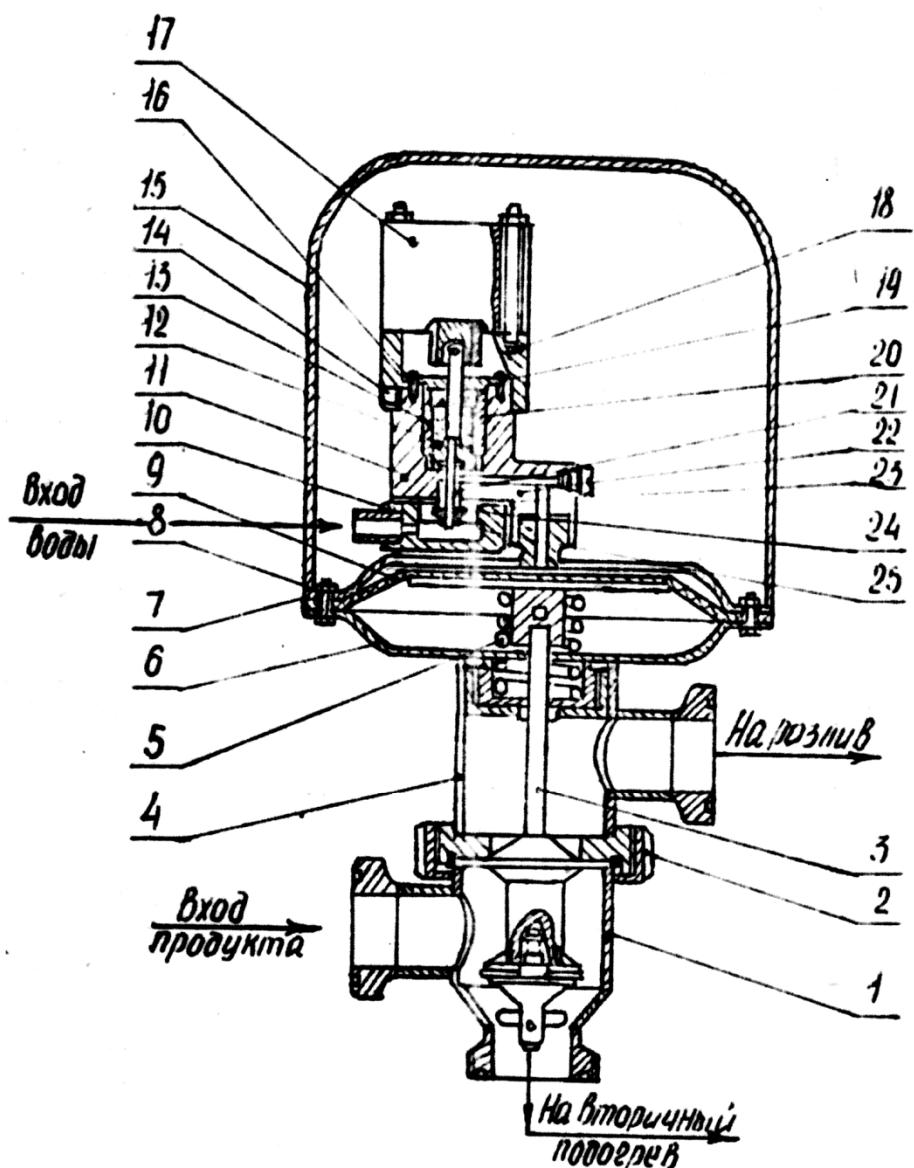


Рис. 2. Перепускной электрогидравлический клапан:

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.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Каков принцип работы хладоновых холодильных машин?
2. Каково назначение компрессора, конденсатора, ресивера, фильтра-осушителя, теплообменника, испарителя?
3. В чем состоит назначение, устройство и принцип работы реле давления?
4. Каково назначение терморегулирующего вентиля, как он устроен и работает?
5. Как осуществляется регулирование заданного температурного режима в охлаждаемом объекте?

## 2.23 Лабораторная работа № 23 (2 часа)

Тема: «Стрижка овец»

**2.23.1 Цель работы:** изучить конструкцию стригальных машинок, изучить методику расчета процесса стрижки.

**2.23.2 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

**2.23.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Стригальные машинки МСУ-200, МСО-77Б
2. Плакаты
3. Методические указания

**2.23.4 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:

$$n_M = m_{ov} / (kT_{cm}C_1C_2C_3),$$

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.

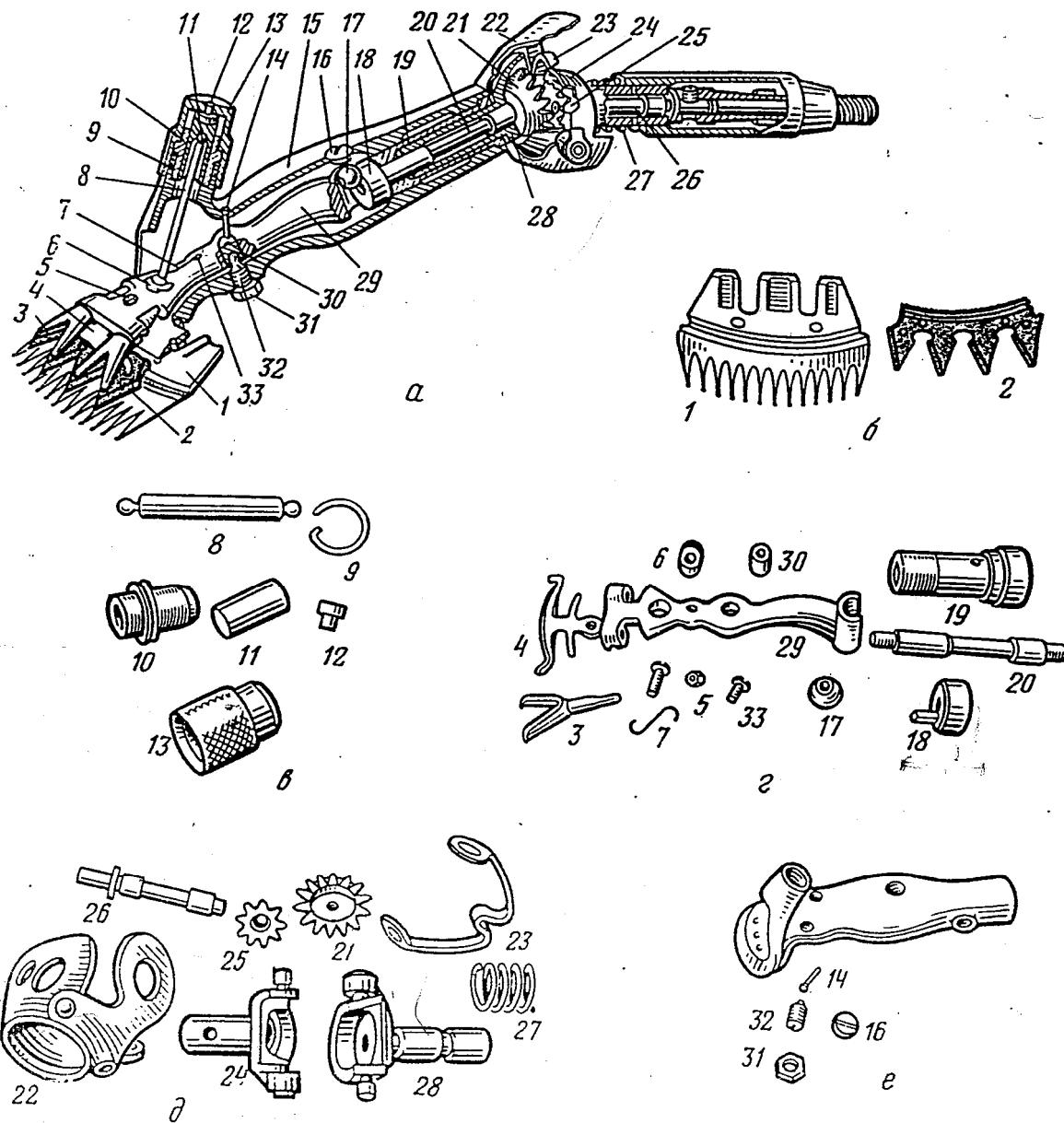


Рис. 1 Общий вид (а) машинки МСО-77Б для стрижки овец и детали режущего аппарата (б), нажимного (в), эксцентрикового (г), шарнирного (д) механизмов и корпуса (е): 1 - гребенка; 2 - нож; 3 - нажимная лапка; 4 - пружина нажимных лапок; 5 - гайка; 6 - подпятник стержня; 7, 27 - пружины; 8 - упорный стержень; 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-012-3С (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.

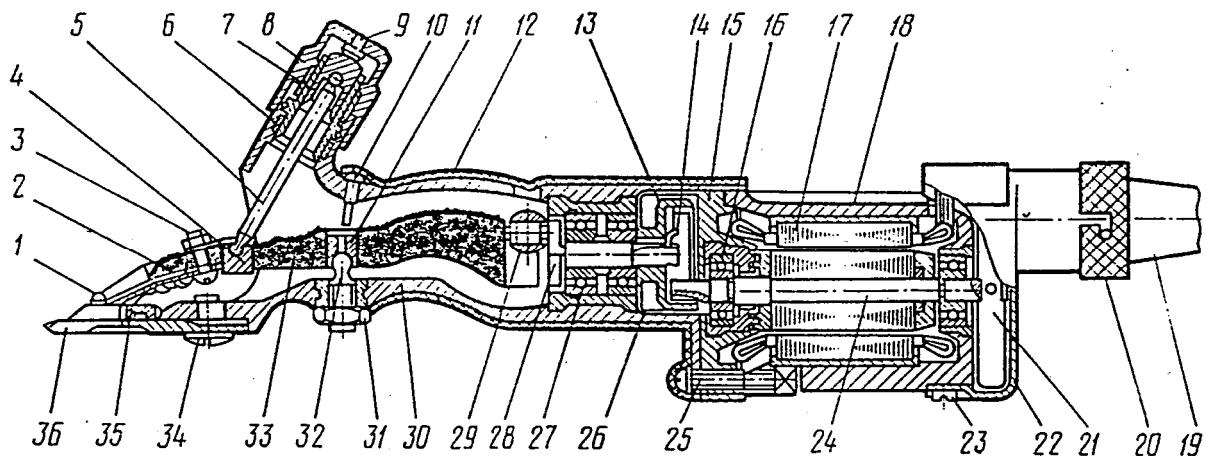


Рис.2 Схема стригальной машинки МСУ-200:

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                       |
| Высота среза, мм               | 5 - 8                      | 4-8                        |
| Число двойных ходов ножа, мм   | 2300                       | 2200                       |
| Число зубьев ножа              | 4                          | 4                          |
| Число зубьев гребенки          | 13                         | 13                         |
| Мощность электродвигателя, кВт | 0,12                       | 0,115                      |
| Напряжение, В                  | 220/380                    | 36                         |
| Частота, Гц                    | 50                         | 200                        |
| Габариты, мм                   | -                          | 306Х 82Х 115               |
| Масса, кг                      | 1,12<br>(без гибкого вала) | 2,1<br>(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 вращающемуся 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 6, 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

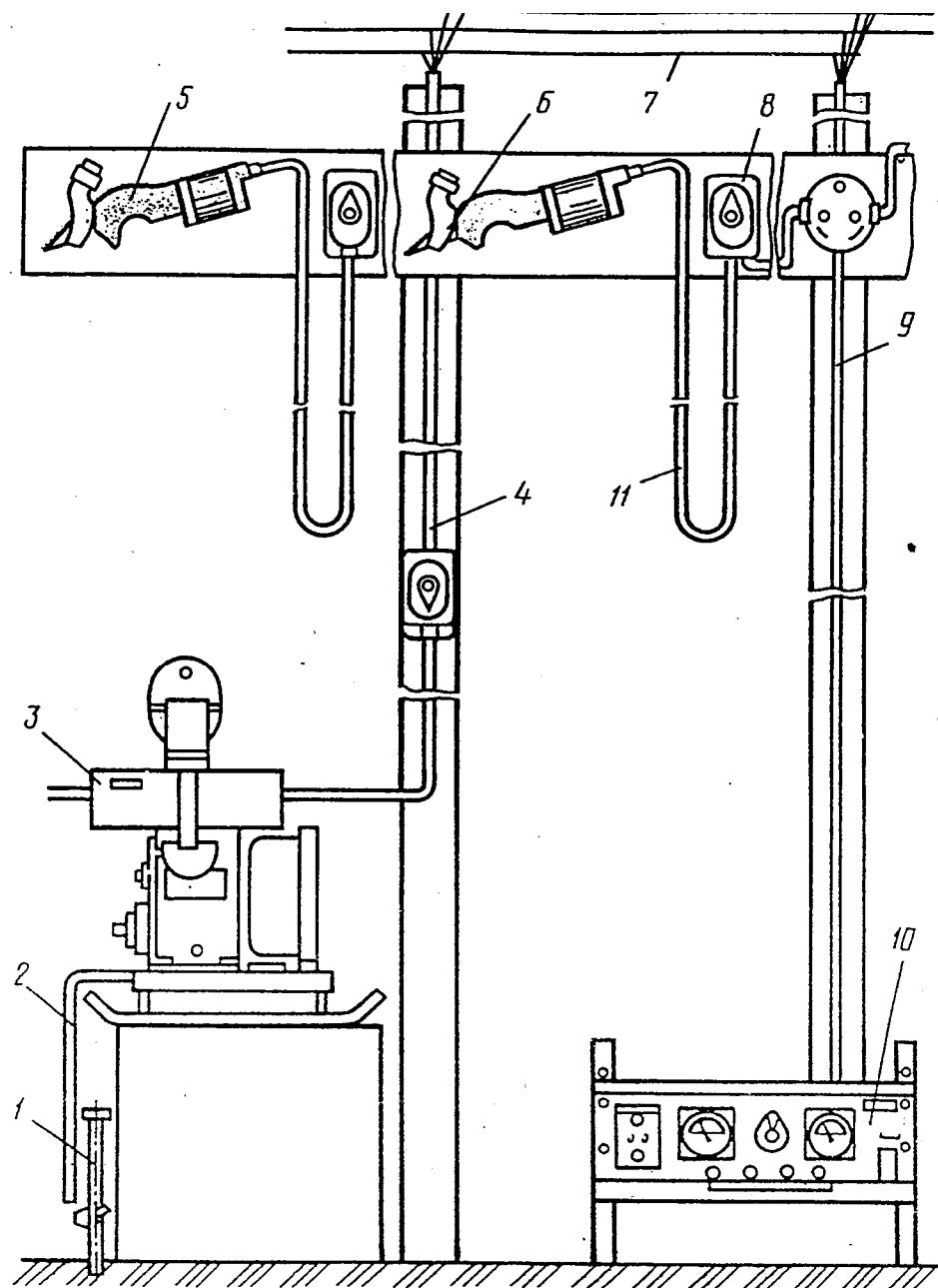


Рис. 3 Схема электростригального агрегата ЭСА-12/200А:

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 - пускатели; 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 8,4 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).

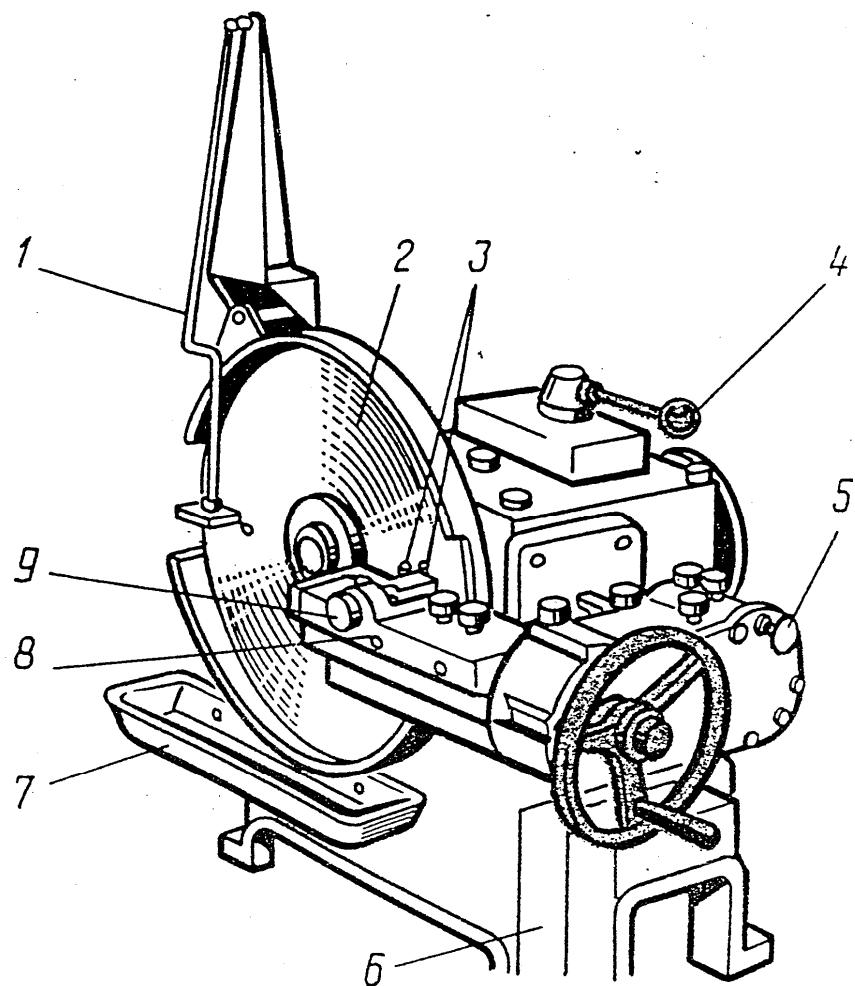


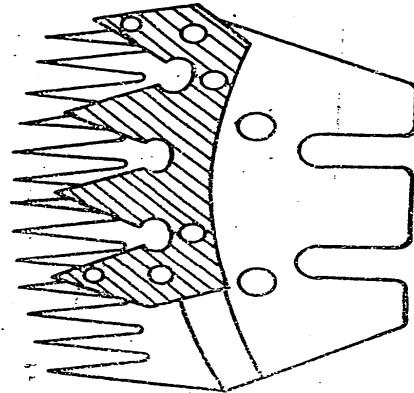
Рис. 4 Довоодочный аппарат ДАС-350:

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

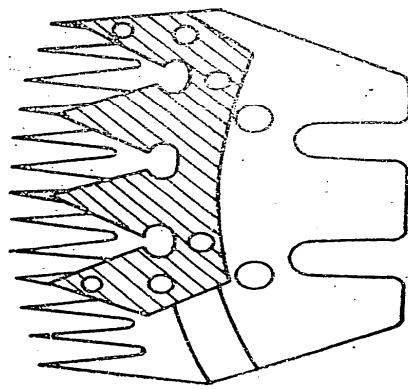
## ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

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 травмированию 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

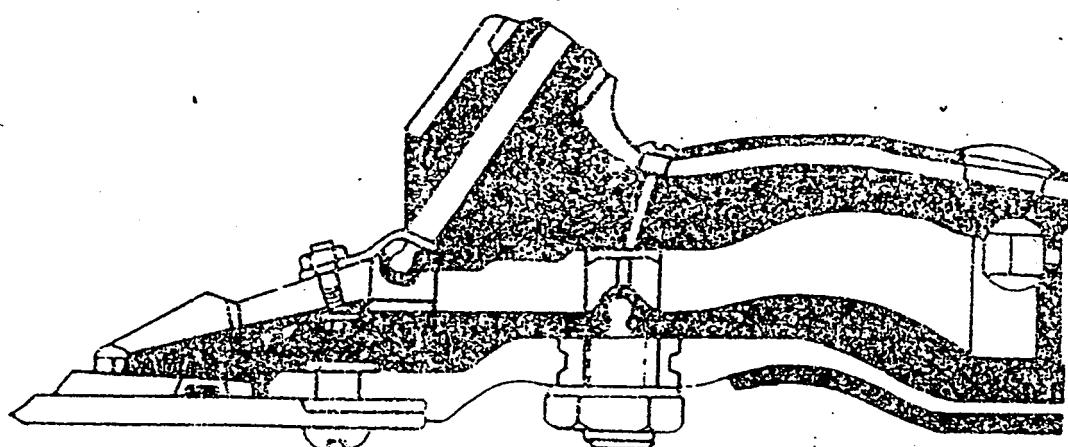


Рис. 6

ВЫСТАВКА НОЖА

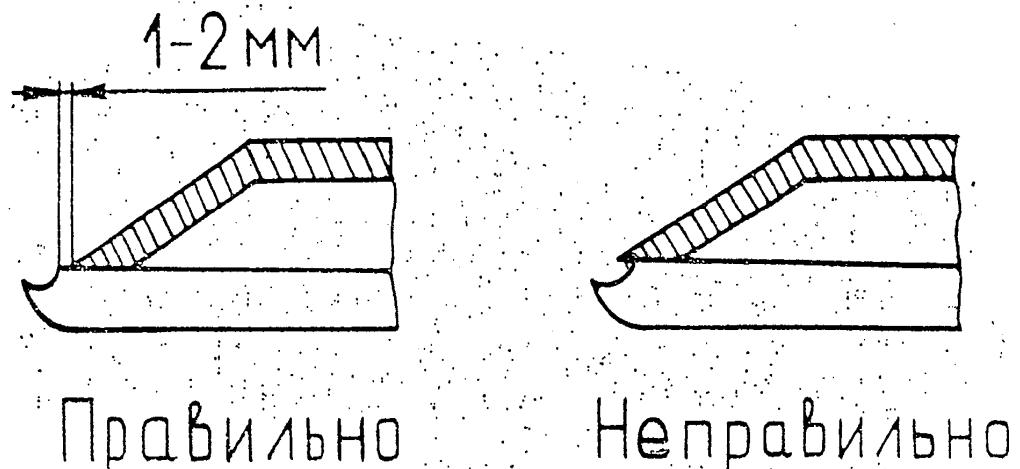


Рис. 7

## ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Таблица

| Неисправность<br>внешнее<br>проявление                                      | Методы устранения,<br>необходимые<br>регулировки 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 тройная                              |            |
| Электродвигатель машинки сильно греется                                     | Остановить машинку, провернуть отверткой. Если заедание чувствуется, машинку отрегулировать. Ослабить нажим нажимной гайкой.  | Отвертка 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.<br>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 | То же<br><br>Отвертка тройная                 |            |

|                                    |   |                                      |  |
|------------------------------------|---|--------------------------------------|--|
| Стригальная головка сильно греется | Отрегулировать усилие нажатия ножа на гребенку. Разобрать головку, удалить грязь, собрать и смазать | Отвертка тройная, ключ 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 распространенными являются 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,  $m^2$ .

$B_M$  - 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).

$V_c = 0,47 \dots 0,63$  - 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 характеристиках самих машинок продольный отгиб будет минимальным или почти равен нулю, если скорость перемещения машинки  $Y_c$  ограничить значением 0,7 м/с.

$\alpha_2 = 0,6 \dots 0,8$  - коэффициент учитывающий реальную скорость перемещения машинки на отдельных участках тела.

$t_{x,g} * s$  - 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).

$s$  - 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.

$$T_0 = \frac{F_0}{B_m * V_c * a_1 a_2 + t_x + t_B + t_{to} * \beta} * 10^3 \quad (3)$$

$$W_c = \frac{3600 * B_m * V_c * a_1 * a_2 * K_t}{[F_0 * 10^3 + (B_m * V_c * a_1 * a_2) * (t_x + t_B + t_{to} * \beta)]}$$

где  $K_t$  - коэффициент классности стригала,  $K_t = 0,5 \dots 1,5$ .

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  $T_g$ .

$$M = \frac{m_1 * n_1 + m_2 * n_2 + \dots + m_j * n_j}{T_c * T_g * W_c} = \frac{\sum m_i * n_i}{T_c * T_g * W_c} \text{, чел} \quad (5)$$

$T_c^{anm} = 10 \dots 15$  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 т, количества 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,  $t_n = 45 \dots 60$  с.

$\tau_n$  - коэффициент использования рабочего времени подавальщика,  $\tau_n = 0,7 \dots 0,75$ .

При отсутствии средств механизации для транспортировки рун, количество относчиков рун определяется по формуле:

$$m_{ot} = \frac{M_c * W_c * t_{ot} * \tau_{ot}}{3600} = \frac{M_c * W_c}{W_{ot}} \quad (7)$$

$t_{ot} = 60 \dots 90$  с нормативное время на относ одного руна от рабочего места стригала к учетчику (для взвешивания и классировки).

тот  $\bar{0},7\ldots0,8$  - 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...ПО 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 стригалях 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).

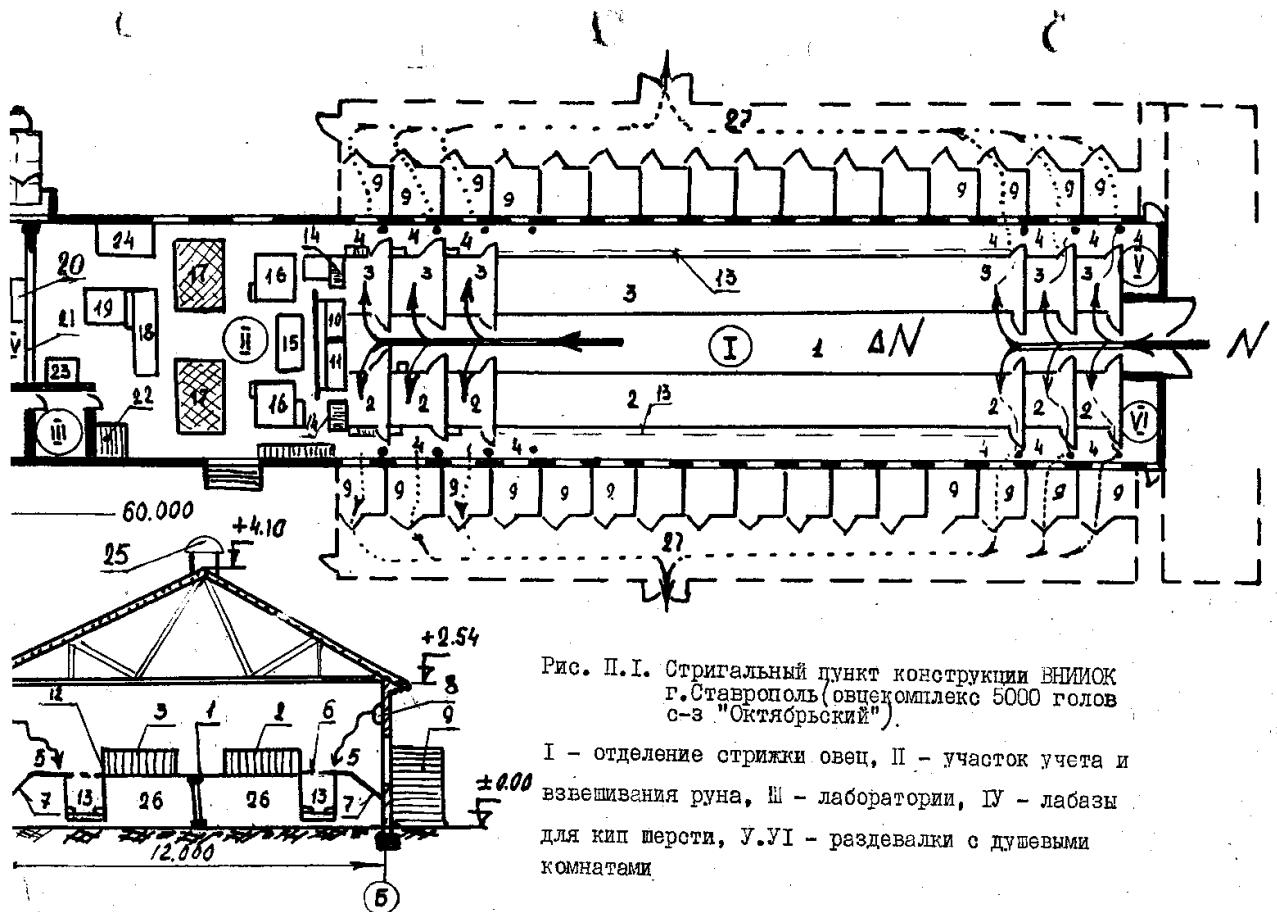
После окончания стрижки отару овец подвергают санитарно-гигиенической обработке мышьяковистых соединений, креозола, серной извести, фосфорогранических инсектицидов и т. д. в проплывных и погружочных ваннах, а также душевых установках и отправляют по отведенной трассе на летние пастбища. Следует напомнить 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<br>$\Sigma m_i n_i$ | Квалифика-<br>ция стригалей | Группы<br>овец<br>$P_{oj}$  | Способ<br>стрижки    | Машинки<br>( $B_m$ )     | Скорость<br>подачи<br>м/с; $V_c$ | Площадь<br>тела ( $m^2$ ); $F_{oj}$  | Продолжительность<br>стрижки; $T_c$ | Продолжительность<br>работы стригал.<br>пункта в день; $T_g$ |  |  |  |  |  |
|---------|-------------------------------|-----------------------------|---|----------------------|--------------------------|----------------------------------|--|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| 1       | 3000                          | Удовлетвори-<br>тельная     | Смешанная<br>овцеводче-<br>ски 40 %,<br>ярки 30 %,<br>валухи 15 %,<br>бараны-<br>производи-<br>тели 15% | на<br>стел-<br>лажах | МСО-<br>77Б              | 0,6...0,63                       | Овцематки:<br>1,1...1,8<br>Ярки:<br>0,9...1,3<br>Валухи:<br>1,0...1,5<br>Производи-<br>тели: 2,0...2,6 | 15 дней                             | 8<br>16<br>12  |  |  |  |  |  |
| 2       | 3000                          |                             |   |                      |                          |                                  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |
| 3       | 3000                          |                             |   |                      |                          |                                  |  |                                     |  |  |  |  |  |  |
| 4       | 5000                          | Средняя                     |   |                      |                          |                                  |  | 20 дней                             | 8  |  |  |  |  |  |
| 5       | 5000                          |                             |   |                      |                          |                                  |  |                                     | 12   |  |  |  |  |  |
| 6       | 5000                          |                             |   |                      |                          |                                  |  |                                     | 16   |  |  |  |  |  |
| 7       | 6000                          |                             |   |                      |                          |                                  |  |                                     | 12   |  |  |  |  |  |
| 8       | 6000                          |                             |   |                      |                          |                                  |  |                                     | 16   |  |  |  |  |  |
| 9       | 6000                          | Профессио-<br>нал           | Прогрес-<br>сивная<br>(Австра-<br>лийский,<br>Ново-<br>зеланд-<br>ский,<br>Оренбург-<br>ский)           | МСУ-<br>200          | 0,7<br>0,7...0,85<br>0,9 |                                  |  | 16                                  |  |  |  |  |  |  |
| 10      | 10000                         |                             |   |                      |                          |                                  |  |                                     | 16   |  |  |  |  |  |
| 12      | 10000                         |                             |   |                      |                          |                                  |  |                                     | 16   |  |  |  |  |  |
| 13      | 20000                         | Высшей                      |   |                      |                          |                                  |  | 16                                  | 16   |  |  |  |  |  |
| 14      | 20000                         |                             |   |                      |                          |                                  |  |                                     | 16   |  |  |  |  |  |



## **2.24 Лабораторная работа 24 (2 часа).**

**Тема: Установки для купки овец**

**2.24.1 Цель работы:** Изучить конструкции и принцип действия осевой купочной ванны ОКВ и установки струнного типа со встречным механизированным загоном.

### **2.24.2 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.

### **2.24.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Методические материалы для выполнения лабораторной работы.
2. Плакаты.
3. Макет купочной установки

### **2.24.4 Описание (ход) работы:**

#### **Общие сведения о душевых и купочных установках**

Большой экономический ущерб овцеводству наносит чесотке, вызываемая чесоточным клещом, паразитирующим 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>С). Температура рабочей эмульсии в ванне при купании должна быть в пределах 293-298 К (20-25<sup>0</sup>С).

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 пастбищ, 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, размещая 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  $5^0$ , 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 дину 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  $0.3-0.5 \text{ м}^2/\text{гол.}$

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 обсаживать всю помощь 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 перекрывают 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 спускания 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 для 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 6х8 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 окунателя 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 котле, датчики уровней, центробежный водяной 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 котле 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 трущихся поверхностях смазывают в соответствии с таблицей смазки. Проверяют правильность натяжения клиноременных 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 котле 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 окунателя 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°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°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°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 окунателя 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 (пониженную) 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 окунателя поворотом рычаге гидрораспределителя включает гидроцилиндры не опускание платформы окунателя 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 демонстрируют 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> С), 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 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  $m^2$  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   |

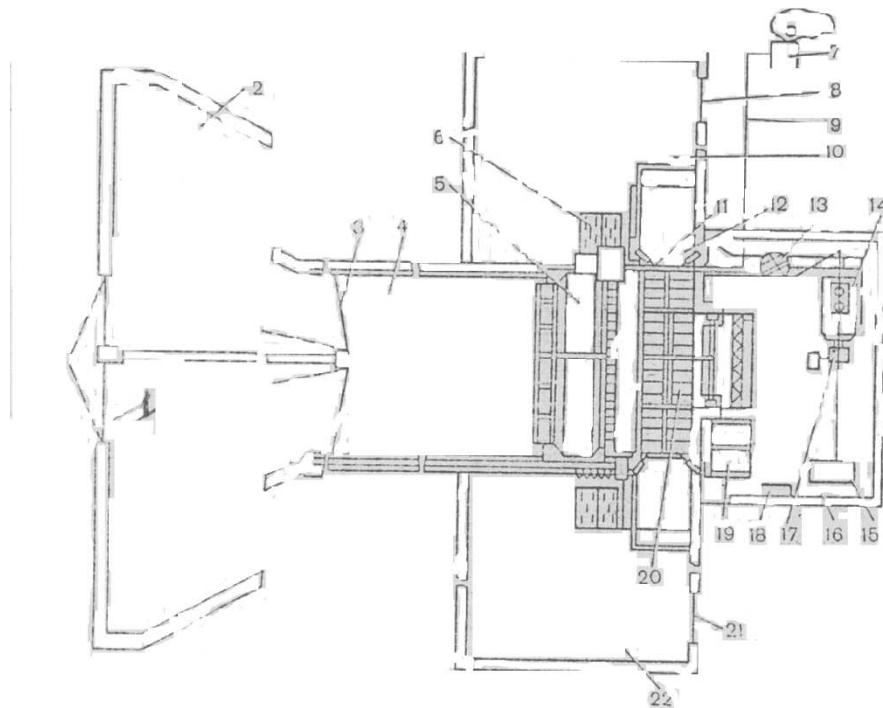


Рис. 1 Установка купочная механизированная ОКБ:  
1 – ворота, 2 – загон для неискупанных овец (предзагон), 3 – впускные ворота рабочего загона, 4 – рабочий загон, 5 – толкающая тележка, 6 – отстойники, 7 – насосная станция, 8 и 21 – выпускные ворота, 9 – водопровод, 10 и 22 – отстойные площадки, 11 – 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

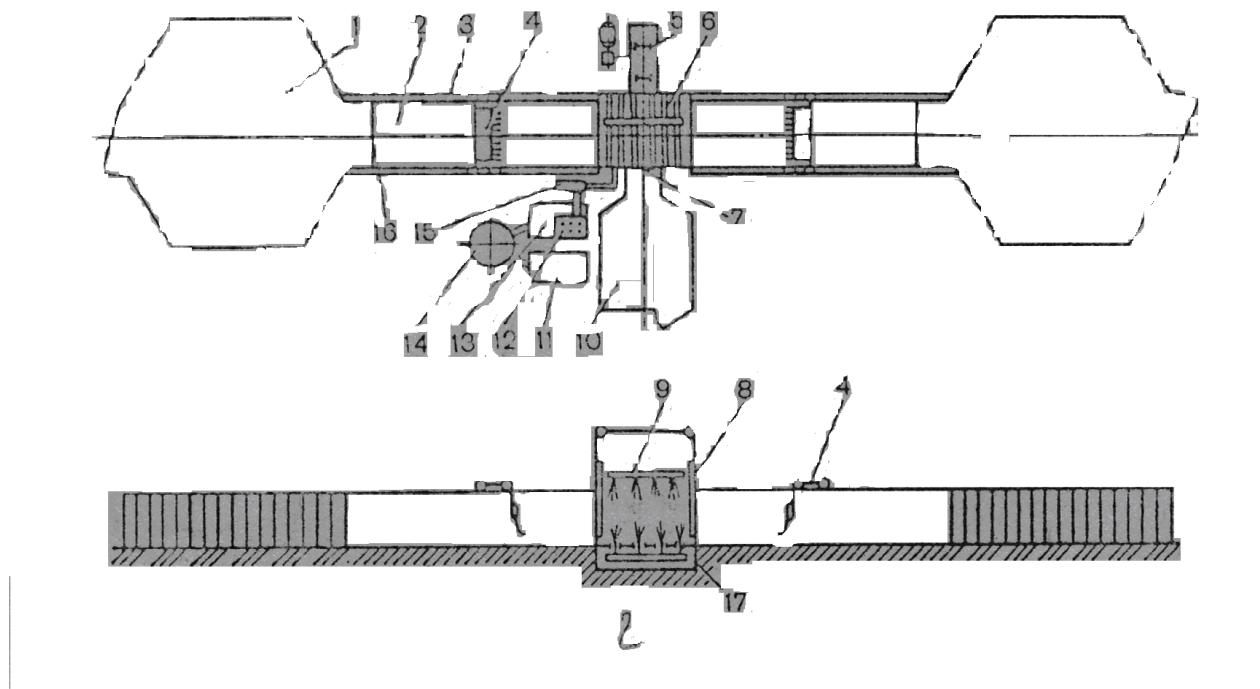


Рис. 2 Схема установки струйного типа:

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

## 2.25 Лабораторная работа 25 (2 часа).

**Тема:** Механизация удаления навоза

**2.25.1 Цель работы:** изучить процесс удаления навоза, произвести расчеты системы навозоудаления.

### 2.25.2 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.

### 2.25.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Фрагмент навозоуборочного транспортера
2. Плакаты
3. Методические указания

### 2.25.4 Описание (ход) работы:

Исходные данные для расчета:

| вариант              | 1         | 2         | 3            | 4             | 5                    | 6            | 7                | 8             |
|----------------------|-----------|-----------|--------------|---------------|----------------------|--------------|------------------|---------------|
| Вид животных         | KPC       | Свины     | KPC          | Свины         | Свины                | KPC          | Свины            |               |
| Поголовье            | 200       | 100 маток | 400          | 336 поголовье | 300 сусы пор. М., кг | 200 0 откорм | 30 0 ре. м. мол. | 600 рем. мол. |
| Размеры помещения, м | 72x21     | 15x96     | 96x18        | 72x18         | 12x72                | 21x90        | 48x18            | 9x87          |
| Содержание           | привязное |           | Беспривязное |               |                      |              |                  |               |

### Расчет выхода навоза

Суточный выход навоза от заданного поголовья рассчитывается по формуле:

$$Q_{cym} = \sum q_i \cdot m_i$$

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:

$$Q_{cod} = Q_{cym} \cdot n$$

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<br>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).

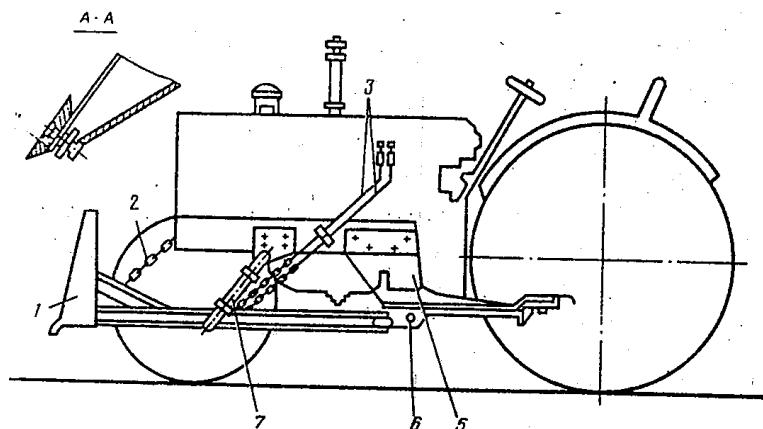


Рис. 1 навесное оборудование БН-1В:

1 - отвал; 2 - цепь; 3 - гидропривод; 4 - нож; 5 - кронштейн бульдозера; 6 - палец;  
7 - гидроцилиндр

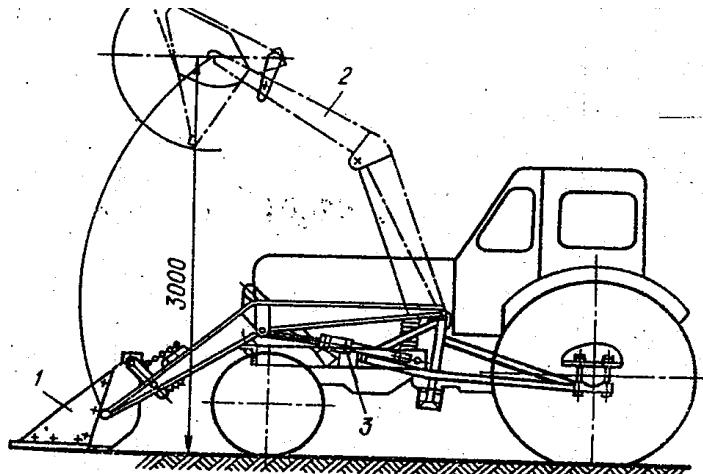


Рис. 2 Схема работы навесного оборудования ПГ - 0,4:  
1 - ковш; 2 - стрела; 3 - гидросистема

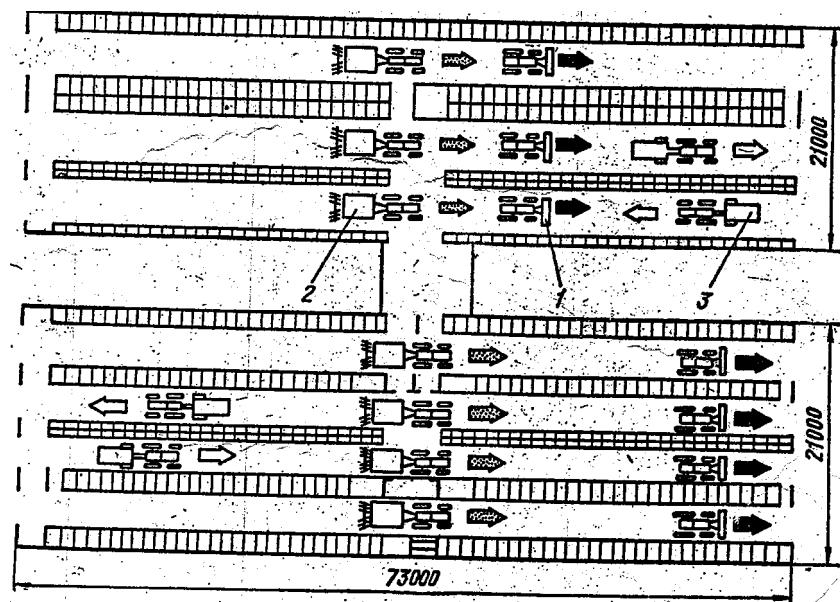


Рис. 3 Технологическая схема бульдозерной уборки подстилочного навоза на комплексе совхоза «Скреблово» Ленинградской области:  
1 - бульдозер; 2 - разбрасыватель торфа; 3 - кормораздатчик

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).

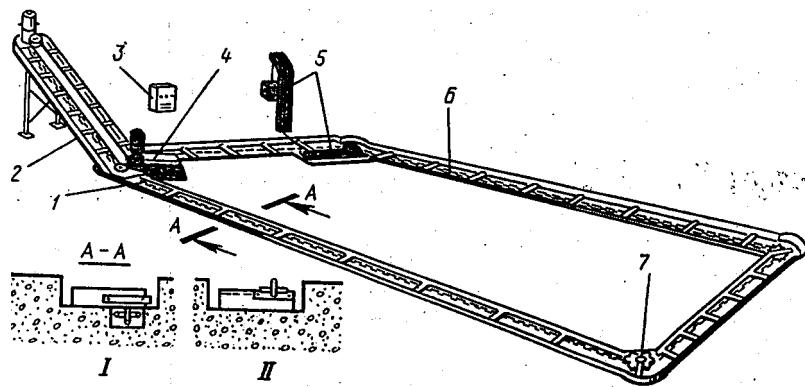


Рис. 4 Транспортер скребковый навозоуборочный ТЧН-160А:

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).

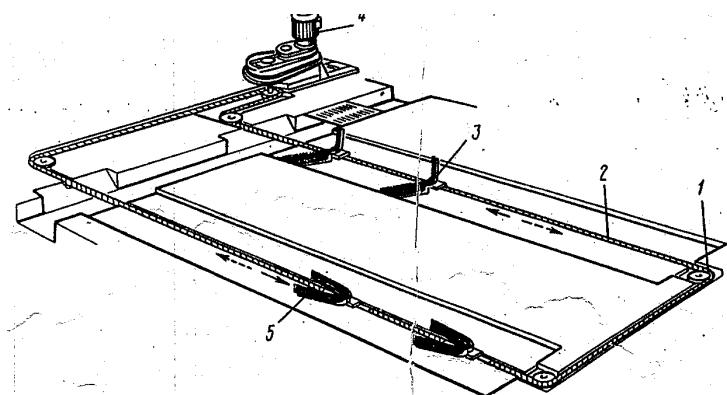


Рис. 5 Схема скреперной установки типа УС:

1 - направляющий ролик; 2 - цепь; 3,5 - скребки; 4 - приводная станция

Тяговый орган скребковых транспортеров и скреперных установок - втулочно-роликовая, 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).

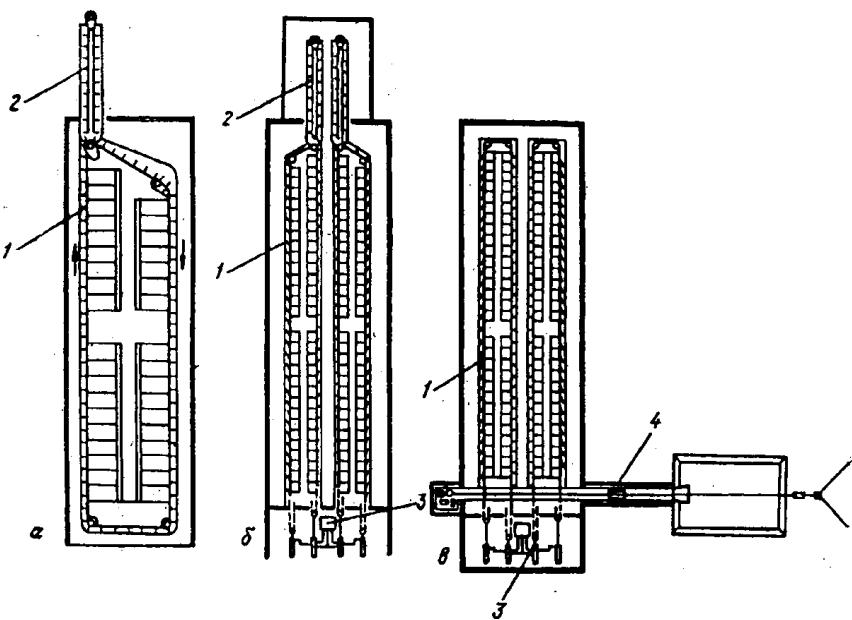


Рис. 6 Конструктивно-технологические схемы навозоуборочных скребковых транспортеров: а – ТЧН-160 (кругового движения); б – УН-3 (возвратно-поступательного движения); в – установка УЧН-8 поперечная с ковшовым скрепером (возвратно-поступательного движения): 1 – продольный транспортер, 2 – наклонный транспортер, 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 <sup>0</sup>                  | 15 <sup>0</sup> | 30 <sup>0</sup> | 45 <sup>0</sup> |
| 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  $\rho = 600 - 900 \text{ кг/м}^3$ ,  
для жидкого  $\rho = 1000 - 1070 \text{ кг/м}^3$ ;

$v$  - 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,  $\text{м/с}^2$ ;

$f$  - 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:

$$P_{min} = P_0 \cdot b_c / [t_u \cdot (\operatorname{tg} \alpha_{\max} - f_1 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha_{\max})] - P_0 / [2 \cdot (1 - \operatorname{tg} \alpha_{\max})]$$

где  $P_0$  - сопротивление движению скребка при расположению его по нормали к стенке канавы, определяемое из уравнения:

$$P = P_0 / (1 - f_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha)$$

$P$  - 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);

$t_{\text{ц}}$  - шаг цепи, м  
 $a_{\text{max}}$  - максимально допустимый угол наклона скребка (для эксцрементов  $a_{\text{max}} = 15^0$ )  
 $f_1$  - коэффициент трения навоза о боковую стенку канавки.

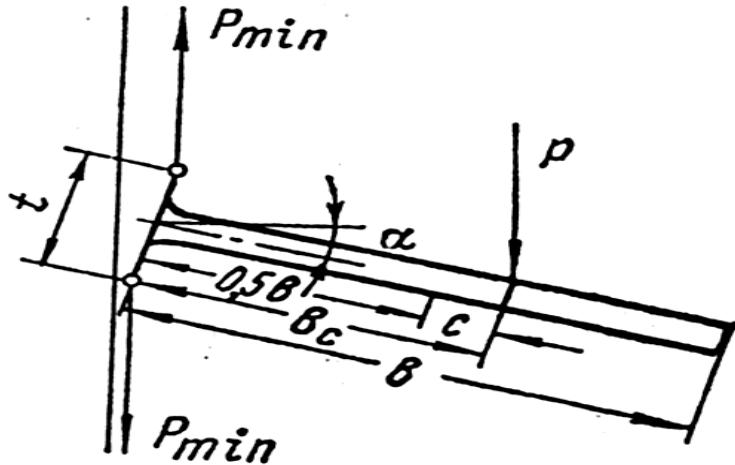


Рис.7. Схема действия сил на скребок транспортера

### Расчет скреперной установки.

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,  $\text{м}^3$ , (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), | 1500 | 2880   | 2560  | 2000  |

| ММ                      |      |      |      |      |
|-------------------------|------|------|------|------|
| Размеры с трактором, мм |      |      |      |      |
| 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   | 500  |
| Высота подъема, м  | 2,6  |
| Вместимость ковша, м <sup>3</sup> :                            |      |
| для помета   | 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  |
| с ковшом для помета, кг  | 130  |

Таблица 2. Техническая характеристика скребковых транспортеров

| Наименование показателей                               | TCH- 2     | TCH - 3,0A                 | TCH - 3,0Б  | TCH – 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                     | 250x 56x 36 | -         |
| Расстояние между скребками, мм                         | 460        | 1000                       | 1000        | -         |
| Средняя теоретическая производительность, т/ч          | 6          | 3                          | 4...5,5     | -         |
| <i>Римеры навозного канала (ширина x глубина), мм:</i> |            |                            |             |           |
| 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  |
|--------------------------------------|----------|----------|-----------|
| Размеры навозных каналов, мм         |          |          |           |
| 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      |

## **2.26 Лабораторная работа № 26 (2 часа)**

**Тема:** *Микроклимат в животноводческих помещениях. Расчет микроклимата.*

**2.26.1 Цель работы:** Ознакомиться с параметрами микроклимата и влиянием их на продуктивность животных. Освоить методику расчета и подбора оборудования.

### **2.26.2 Задачи работы:**

1. Системы создания микроклимата.
2. Системы вентиляции и отопления.
3. Оборудование системы вентиляции и воздушного отопления.
4. Технологический расчет и выбор оборудования системы вентиляции и воздушного отопления.
5. Отчет.

### **2.26.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

- 1.Плакаты
- 2.Методические указания
- 3.Элементы системы вентиляции

### **2.26.4 Описание (ход) работы:**

#### **Системы создания микроклимата**

Развитие эффективного животноводства возможно только при условии создания и поддержания нормативного микроклимата в животноводческих помещениях.

*Микроклимат (внутренний климат) помещения* - климат ограниченного пространства, включающий совокупность следующих факторов среды: температуры, влажности, подвижности (скорости движения) и охлаждающей способности воздуха, освещенности, уровня шума, количества взвешенных в воздухе пылевых частиц и микроорганизмов, газового состава воздуха.

Содержание животных в условиях, отвечающих зоогигиеническим и ветеринарно-санитарным требованиям, с учетом их биологических особенностей, в зависимости от вида, возраста, физиологического состояния и производственного назначения, так же как и полноценное нормированное кормление, является основой повышения их продуктивности, снижения заболеваемости и падежа. Отклонение параметров микроклимата в животноводческих помещениях от установленных пределов приводит к снижению удоев на 10 – 12 %, уменьшению прироста живой массы на 20 – 22 %, увеличению отхода молодняка до 15 – 19 %, снижению продуктивности птицы на 30 - 32 %, сокращению срока службы животных на 15 - 18 %, увеличению затрат кормов и труда на единицу продукции, уменьшению втрое продолжительности эксплуатации животноводческих зданий и возрастанию затрат на ремонт технологического оборудования.

Системы создания микроклимата подразделяются: по типу использования - круглогодичные, в летний период и в отопительный период; по степени воздействия на параметры микроклимата - однофакторные и многофакторные.

Широко распространенными средствами создания микроклимата в животноводческих и птицеводческих помещениях являются различные типы отопительно-вентиляционных систем (ОВС). Классификация ОВС представлена на рис. 1.

#### **Системы вентиляции и воздушного отопления**

*Вентиляцией* называют совокупность мероприятий и устройств, обеспечивающих расчетный воздухообмен в помещениях жилых, общественных и производственных зданий.

Вентиляционная система - это совокупность устройств для обработки, транспортирования, подачи и удаления воздуха.

По назначению системы вентиляции подразделяют на приточные и вытяжные, обеспечивающие общеобменную или местную вентиляцию.

Системы вентиляции, подающие воздух в помещение, называют *приточными*, а удаляющие загрязненный воздух из помещения - *вытяжными*.

Вентиляцию называют *общеобменной*, если вентилируется все помещение или его рабочая зона. *Местная* вентиляция обеспечивает удаление воздуха непосредственно от оборудования - источника вредных выделений - или подачу воздуха в какую-либо определенную часть помещения.

По способу побуждения движения воздуха различают системы с *естественной* и *принудительной вентиляцией*. В первом случае воздух поступает в помещение и удаляется из него вследствие разности плотности воздуха внутри помещения и снаружи, а также под влиянием ветра. Естественную вентиляцию делят на бесканальную и канальную.

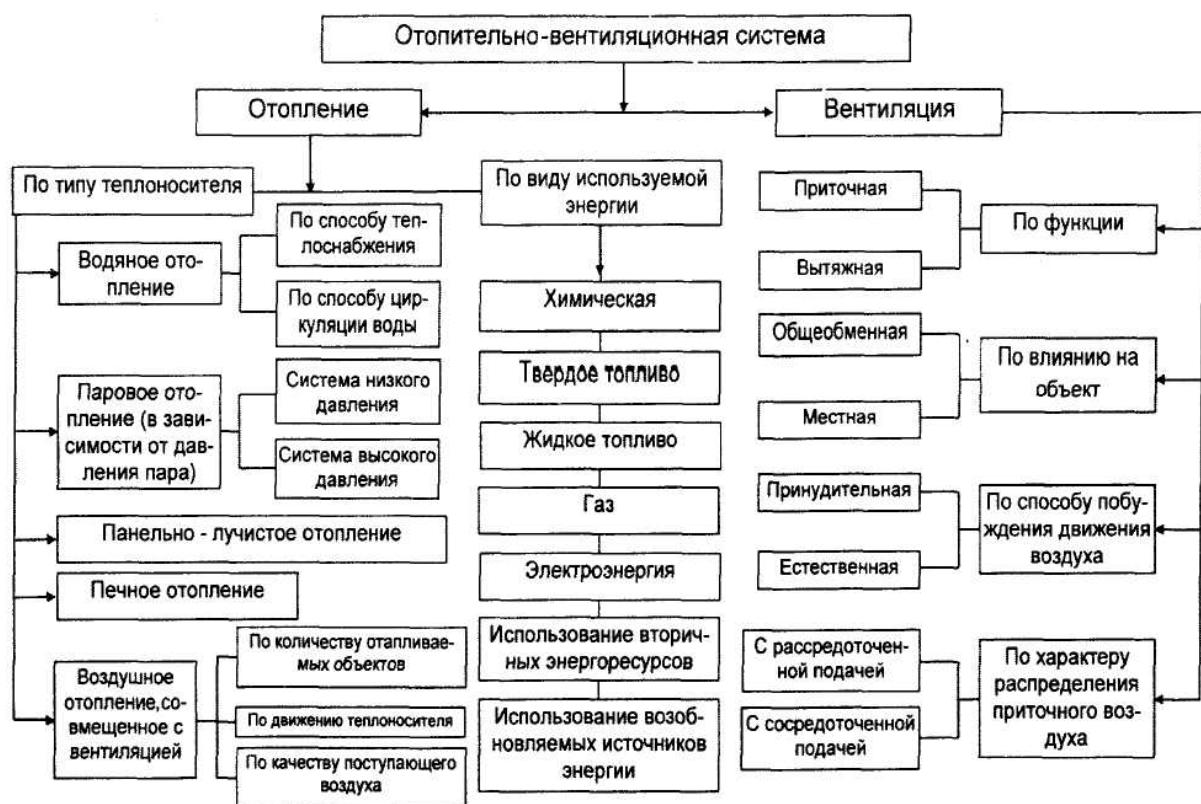


Рис. 1 Классификация отопительно-вентиляционных систем

Бесканальная вентиляция осуществляется через окна, фрамуги, форточки и стекловые проемы. Она наиболее проста, но мало регулируема. Более совершенна **канальная вентиляция**, при которой приток свежего и отвод загрязненного воздуха осуществляют через каналы, снабженные регулирующими заслонками.

Наиболее эффективна принудительная вентиляция (с механическим побуждением), в которой воздух приводится в движение при помощи вентиляторов, работающих в режиме нагнетания (приточные системы) или разрежения (вытяжные системы).

По характеру распределения приточного воздуха различают механические системы вентиляции с *рассредоточенной* и *сосредоточенной* подачей. В первом случае воздух подают в помещение с помощью воздуховодов, равномерно размещенных внутри

помещения и снабженных отверстиями; во втором - воздух нагнетают в помещение в виде струй.

### Вентиляция животноводческих и птицеводческих помещений

Простейшей системой естественной вентиляции в животноводческом помещении является шахтная вентиляция (рис. 2). Такая система вентиляции может обеспечить гигиеническое состояние воздуха в помещении в зимнее время при температуре наружного воздуха до  $-10^{\circ}\text{C}$ .

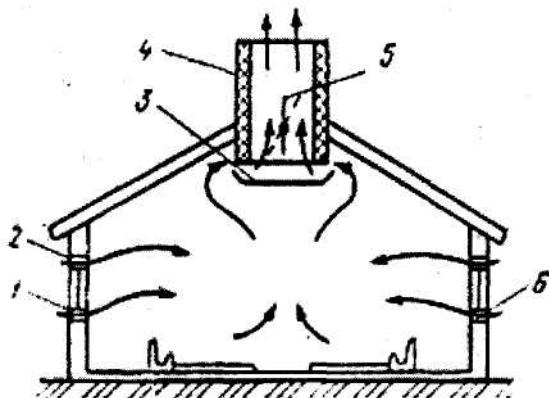


Рис. 2. Схема шахтной вентиляции помещения:

1 и 2 - подоконный и надоконный приточные проемы; 3 - поддон; 4 - утепленная шахта; 5 - дроссель-клапан; 6 - регулировочный направляющий клапан

В случае использования механических систем возможна как приточная, так и вытяжная вентиляция. При этом стремятся, чтобы воздух поступал равномерно в зону размещения животных. Наибольший интерес представляют системы, работающие круглый год или в теплый период.

На рисунке 3 приведены схемы летней вентиляции животноводческих помещений. В схемах, показанных на рисунках 3 а, г, использована вытяжная система, в схемах на рисунках 3 б, в - приточные системы. Расположение вентиляторов возможно как на крыше (рис. 3 в, г), так и в стенах (рис. 3 а, б).

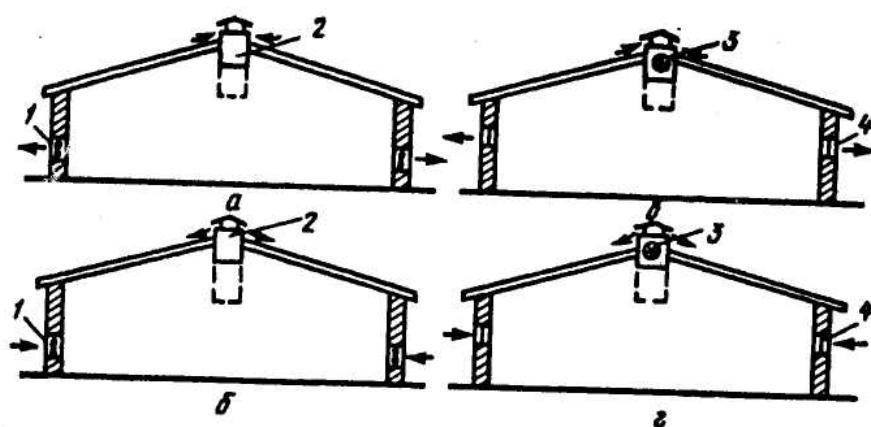


Рис. 3. Основные типы летней вентиляции животноводческих помещений: а - вытяжная с настенными вентиляторами; б - приточная с настенными вентиляторами; в - приточная с крышными вентиляторами; г - вытяжная с крышными вентиляторами;

1 - настенный вентилятор; 2 - шахта; 3 - крышный вентилятор; 4 - оконный проем

Схема приточной вентиляции с избыточным давлением и расположением вентиляторов на крыше показана на рисунке 4 для теплого (4 а) и холодного (4 б) периодов года. Из приведенных рисунков видно, что движение воздуха не охватывает все помещение. При этом возникают вихревые зоны.

В холодный период предусматривают включение отопительно-вентиляционных агрегатов, подачу теплого воздуха через приточные воздуховоды и вытяжку через шахты.

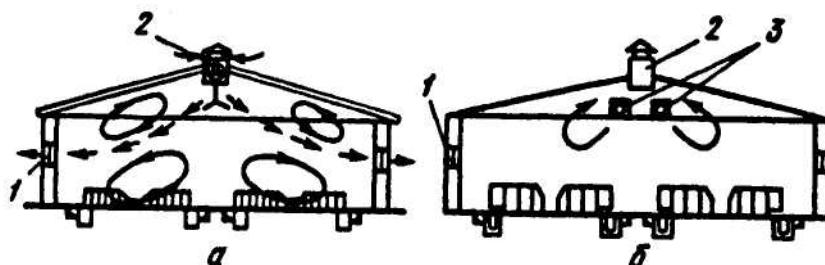


Рис. 4. Вентиляция животноводческих помещений по схеме с избыточным давлением и вентиляторами, расположенными на крыше: а - теплый период года; б - холодный период; 1 - оконные проемы; 2 - вытяжные шахты; 3 - приточный воздуховод

Картина течения воздушных потоков при вытяжной вентиляции с настенными вентиляторами приведена на рисунке 5.

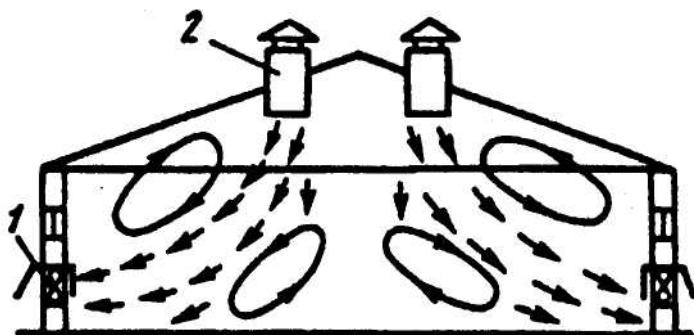


Рис. 5. Вытяжная вентиляция с настенными вентиляторами: 1 - настенные вентиляторы; 2 - приточные шахты.

СНиП 2.10-03 - 84 «Животноводческие, птицеводческие, звероводческие здания и помещения» предусматривает механическое удаление воздуха из подпольных навозосборников (не менее 30-50 % воздухообмена). Устройство этих систем вентиляции требует больших капитальных вложений и немалых трудозатрат при их эксплуатации (вытяжные устройства навозных каналов быстро загрязняются и выходят из строя). Эффективность этого способа вентиляции невысока.

Примером приточно-вытяжной системы отопления и вентиляции коровника при двухрядном стойловом содержании животных является схема, приведенная на рисунке 6. В помещение воздух подает отопительно-вентиляционный агрегат, состоящий из центробежного вентилятора и калорифера. Загрязненный воздух вытягивается через шахты, расположенные в шахматном порядке над стойлами животных. Приточный воздуховод располагают либо по оси здания под потолком (рис. 6 а), либо в виде двух параллельных воздуховодов равномерной подачи воздуха (рис. 6 б), расположенных под потолком или в опорных конструкциях перекрытия.

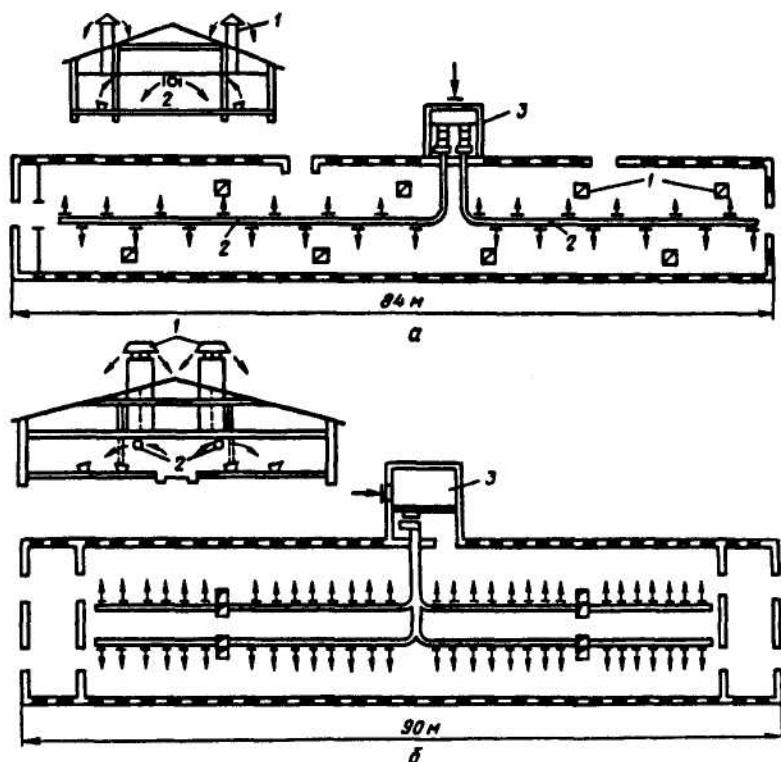


Рис. 6. Схема вентиляции коровника при ширине помещения: а - 12 м; б - 18 м;  
1 - вытяжные шахты; 2 - приточные воздуховоды; 3 - вентиляционная камера

#### Комплекты оборудования «Климат-2», «Климат-3»

**Комплекты «Климат-2», «Климат-3»** предназначены для создания необходимых температурно-влажностных условий в животноводческих и птицеводческих помещениях с системами воздушного обогрева при помощи отопительно-вентиляционных агрегатов с водяными (паровыми) калориферами.

Комплекты оборудования «Климат-2», «Климат-3» могут иметь вентиляторы различных номеров. Принципиальная схема размещения оборудования, входящего в комплект «Климат-3», приведена на рисунке 7.

Электрокалориферная установка типа СФОЦ (рис. 8) состоит из установленных на общей раме (калорифера) радиального вентилятора 5 с электродвигателем 6 и патрубка 3 с мягкой вставкой 4. Калорифер представляет собой каркас с прямоугольной площадью сечения, внутри которого в три ряда расположены оребренные трубчатые нагреватели. Каждый ряд составляет электрическую секцию, в которой нагреватели соединены в звезду. Радиальный вентилятор соединяется с калорифером через патрубок и мягкую вставку. Патрубок выполнен в виде сварной металлической конструкции, выполняющей роль переходника с прямоугольной площади сечения на круглую. Мягкая вставка предотвращает калорифер от вибраций, возникающей при работе вентилятора. Вентилятор с электродвигателем устанавливают на виброизолирующих основаниях.

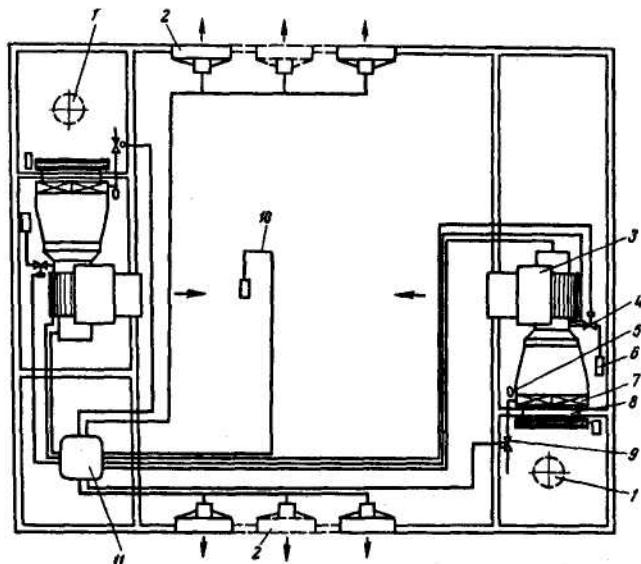


Рис. 7. Принципиальная схема размещения оборудования «Климат-3»: 1 - заборная шахта; 2 - вытяжной вентилятор типа ВО (осевой); 3 - приточная отопительно-вентиляционная и увлажняющая установка; 4 - клапан подачи воды; 5 - датчик защиты калориферов от размораживания; 6 - напорный бак; 7 - калорифер; 8 - воздушная заслонка; 9 - регулирующий клапан; 10 - панель датчиков; 11 - станция управления

При первоначальном включении электрокалорифера в сеть включается 100% мощности.

Установки типа СФОЦ подсоединяют к трехфазному линейному напряжению 380 В. Основные технические характеристики электрокалориферных установок типа СФОЦ даны в таблице 1

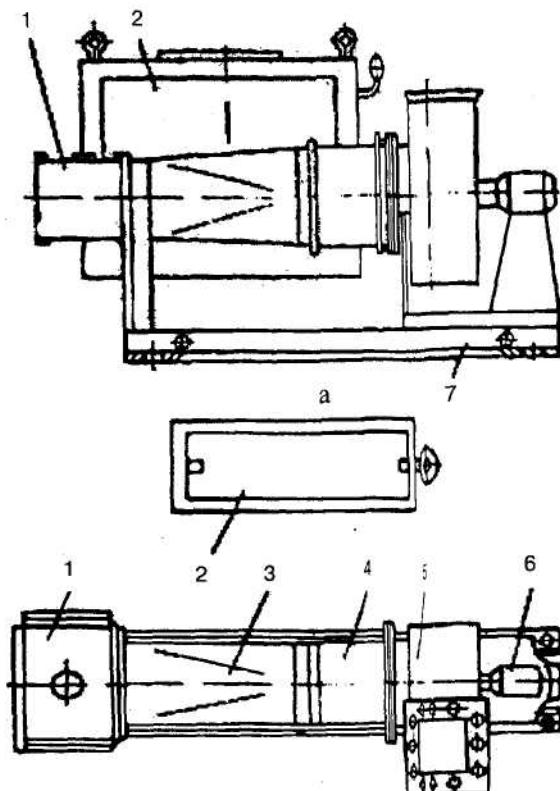


Рис. 8. Электрокалориферная установка типа СФОЦ:

а - вид сбоку; б - вид сверху; 1 - калорифер; 2 – шкаф управления; 3 - патрубок; 4 - мягкая вставка; 5 - вентилятор радиальный; б - двигатель; 7 – рама

Таблица 1. Характеристики электрокалориферных установок

| Параметр  | СФОЦ-25            | СФОЦ-40             | СФОЦ-60             | СФОЦ-100             |
|---|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| 1   | 2                  | 3                   | 4                   | 5                    |
| Установленная мощность, кВт                             | 23,6               | 47,2                | 69,7                | 97,5                 |
| Подача воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч, не менее        | 2,5                | 3,5                 | 4,0                 | 6,0                  |
| Перепад температур выходящего и входящего воздуха, °С   | 35                 | 50                  | 65                  | 70                   |
| Температура входящего воздуха °С, не более              | 50                 | 50                  | 50                  | 50                   |
| Аэродинамическое сопротивление по воздуху, Па, не более | 150                | 200                 | 250                 |                      |
| Мощность секции, кВт                                    | 7,5                | 15                  | 22,5                | 30                   |
| 1   | 2                  | 3                   | 4                   | 5                    |
| Габаритные размеры, мм:<br>ширина<br>длина<br>высота    | 600<br>1350<br>930 | 900<br>1450<br>1120 | 900<br>1450<br>1160 | 1150<br>1605<br>1420 |

### Технологический расчет и выбор оборудования системы вентиляции и воздушного отопления

Таблица 2. Исходные данные

| Вариант                  | 1                  | 2                               | 3                 | 4          |
|--------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------|------------|
| Вид животных             | Сухостойные коровы | Коровы с уровнем лактации 30 л. | Свиньи на откорме | Свиноматки |
| Количество животных      | 400                | 200                             | 2000              | 300        |
| Живая масса животных, кг | 400                | 600                             | 100               | 150        |
| Габариты помещения, м    |                    |                                 |                   |            |
| Ширина                   | 21                 | 18                              | 21                | 12         |
| Длина                    | 96                 | 72                              | 90                | 72         |
| Высота                   |                    |                                 |                   |            |

|            |     |     |     |     |
|------------|-----|-----|-----|-----|
| по карнизу | 3,6 | 4,7 | 3,3 | 3,0 |
| по коньку  | 8,1 | 8,4 | 4,1 | 3,7 |

Определяем воздухообмен по углекислоте в холодный период года в  $\text{м}^3/\text{ч}$

$$L_{CO_2} = \frac{C \cdot m}{C_1 - C_2}$$

где  $C$  - количество углекислого газа, выделяемое одним животным,  $\text{л}/\text{ч}$ ;

$m$  - количество животных в помещении, гол.;

$C_1$  - допустимое количество углекислого газа в воздухе помещения,  $\text{л}/\text{м}^3$ ; ( $C_1 = 2,5 \text{ л}/\text{м}^3$ );

$C_2$  - содержание углекислого газа в приточном свежем воздухе,  $\text{л}/\text{м}^3$ ; ( $C_2 = 0,3 \dots 0,4 \text{ л}/\text{м}^3$ );

$$L_{H_2O} = \frac{W \cdot m \cdot \beta}{W_1 - W_2}$$

$W$  - количество водяного пара, выделяемого одним животным в течение часа,  $\text{г}/\text{ч}$ ; (табл. 3);

$\beta$  - коэффициент, учитывающий испарение влаги с пола, кормушек, автопоилок и т.д. (1,10...1,25);

$W_1$  - допустимое количество водяного пара в воздухе помещения,  $\text{г}/\text{м}^3$  (абсолютная влажность)

Таблица 3. Количество тепла, углекислоты и водяных паров

| Вид животных  | Живая масса, кг | Количество тепла, кДж/ч | Количество углекислоты, $\text{л}/\text{ч}$ | Выделение паров воды, $\text{г}/\text{ч}$ |
|---|-----------------|-------------------------|---|---|
| Стельные сухостойные коровы и нетели за 2 месяца до отела | 300             | 2,3                     | 90  | 232                                       |
|   | 400             | 2,82                    | 110   | 284                                       |
|   | 600             | 3,46                    | 138   | 329                                       |
| Лактирующие коровы с уровнем лактации 30 л                | 300             | 3,85                    | 143   | 401                                       |
|   | 400             | 4,21                    | 165   | 424                                       |
|   | 600             | 4,83                    | 189   | 487                                       |
| Свиньи на откорме   | 200             | 1,42                    | 57  | 145                                       |
| Свиноматки с приплодом                                    | 150             | 1,95                    | 78  | 198                                       |

$$W_1 = \frac{\omega \cdot W_{\max}}{100}$$

где  $\omega$  - нормативная относительная влажность воздуха в животноводческих помещениях, % (для условий Оренбургской области относительная влажность составляет 84%);

$W_{\max}$  - максимальная влажность воздуха при заданной температуре,  $\text{г}/\text{м}^3$  (см. таблицу 4)

$W_2$  - средняя абсолютная влажность приточного воздуха,  $\text{г}/\text{м}^3$ , ( $W_2=3,2\ldots 3,3 \text{ г}/\text{м}^3$ ).

Таблица 4. Физические свойства влажного воздуха

| Температура $t, {}^\circ\text{C}$ | Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$ | $W_{\max}, \text{г}/\text{м}^3$ | Температура $t, {}^\circ\text{C}$ | Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$ | $W_{\max}, \text{г}/\text{м}^3$ |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| -20                               | 1,396                             | 1,1                             | 6                                 | 1,265                             | 7,2                             |
| -18                               | 1,385                             | 1,3                             | 8                                 | 1,256                             | 8,3                             |
| -16                               | 1,374                             | 1,5                             | 10                                | 1,248                             | 9,4                             |
| -14                               | 1,363                             | 1,7                             | 12                                | 1,239                             | 10,6                            |
| -12                               | 1,353                             | 2,0                             | 14                                | 1,230                             | 12,0                            |
| -10                               | 1,342                             | 2,3                             | 16                                | 1,222                             | 13,6                            |
| -8                                | 1,332                             | 2,7                             | 18                                | 1,213                             | 15,3                            |
| -6                                | 1,322                             | 3,1                             | 20                                | 1,205                             | 17,2                            |
| -4                                | 1,312                             | 3,6                             | 22                                | 1,201                             | 19,3                            |
| -2                                | 1,308                             | 4,2                             | 24                                | 1,197                             | 21,6                            |
| 0                                 | 1,293                             | 4,9                             | 26                                | 1,189                             | 24,2                            |
| 2                                 | 1,284                             | 5,6                             | 28                                | 1,173                             | 27,0                            |
| 4                                 | 1,275                             | 6,4                             | 30                                | 1,165                             | 30,1                            |

Из полученных по формулам результатов для дальнейших расчетов выбирают максимальную величину воздухообмен ( $L_{\max}$ ).

Далее определяем кратность часового воздухообмена, который показывает, сколько раз в течение часа меняется воздух в помещении

$$K = \frac{L_{\max}}{V}$$

где  $V$  – полезный объем помещения,  $\text{м}^3$ .

$$V = b \cdot l \cdot h$$

Кратность часового воздухообмена для молодняка раннего возраста и маточного поголовья допускается не больше 3 раз в час, для остальных животных - не более 5.

При кратности воздухообмена  $K < 3$  выбирают естественную вентиляцию, при  $K=3\ldots 5$  - принудительную вентиляцию без подогрева подаваемого воздуха и при  $K > 5$  - принудительную вентиляцию с подогревом подаваемого воздуха.

При естественной вентиляции воздухообмен происходит вследствие разности температур внутри и снаружи помещения. Воздух в помещении перемещается по каналу снизу вверх.

Сечение вытяжных приточных каналов в  $\text{м}^2$  определяют по формуле

$$F_1 = \frac{L_{\max}}{3600 \cdot g}$$

$g$  - скорость воздушного потока в канале,  $\text{м}/\text{с}$ .

$$g = \sqrt{\frac{h \cdot (t_1 - t_2)}{273}}$$

где  $h$  - высота вытяжных шахт, принимается равной на 0,6...0,7 выше конька здания;

$t_1 - t_2$  - разность температур внутреннего и наружного воздуха, град.

При скорости воздушного потока менее 0,2 м/с увеличивают высоту вытяжных шахт, более 1,2 м/с проводят утепление здания для снижения разности температур наружного и внутреннего воздуха.

Количество вытяжных каналов определяют из выражения

$$m_{ek} = \frac{F_1}{f_1}$$

где  $f_1$  - площадь поперечного сечения одного канала,  $\text{м}^2$

Площадь сечения вытяжных каналов  $f_1$  принимается 0,25; 0,36; 0,5; 1  $\text{м}^2$  и более, приточных  $f_2$  0,04 и 0,06  $\text{м}^2$ .

Общую площадь приточных каналов  $F_2$  принимают равной (0,5...0,7) $F_1$ , а количество приточных каналов соответственно

$$m_{nk} = \frac{F_2}{f_1}$$

Для удовлетворительной работы важное значение имеет гидро и теплоизоляция вытяжных каналов. Чтобы избежать задувания вытягиваемого воздуха ветром, вытяжные каналы устанавливают вертикально над крышей и снабжают дефлектором.

Достоинством системы вентиляции с естественным побудителем является простота, дешевизна устройства и эксплуатации. Недостатком – зависимость от температурных условий. При равенстве температуры воздуха внутри и снаружи помещения воздухообмен совершенно прекращается.

#### **Расчет вентиляционной системы с механическим побудителем.**

Вентиляционные системы разрабатываются для конкретного здания в соответствии со следующими требованиями:

1. Воздуховоды должны быть по возможности короче, иметь минимальное количество мест, вызывающих местные сопротивления и располагаться так, чтобы не мешать нормальному течению производственных процессов.
2. Вытяжные каналы должны устанавливаться в местах, где выделяются или скапливаются вредные примеси.
3. Отверстия для выброса воздуха должны быть расположены как правило выше воздухоприемника.
4. Вентиляционная система должна быть устроена так, чтобы движение воздуха в помещении было ламинарным, при этом свежий воздух постоянно вытесняет загрязненный.

При принудительной вентиляционной системе поступление свежего воздуха обеспечивается приточными вентиляционными установками. Применяют вентиляторы низкого давления (до 980 Па) и среднего (2940 Па).

Расчет принудительной вентиляционной системы ведется из тех условий, что она должна работать периодически, поэтому подача системы должна быть в 2-3 раза больше расчетной величины воздухообмена, т.е.

$$L_{B.C.} = (2...3) L_{\max}$$

Требуемый вентилятор подбирают по величине воздухообмена  $L_{B.C.}$  и требуемому напору, необходимому для преодоления сопротивления движению воздуха в канале вентиляционной системы.

Объемную подачу вентилятора в  $\text{м}^3/\text{ч}$  определяют по формуле

$$Q_B = \frac{L_{B.C.}}{m_{\text{вк}}}$$

где  $m_{\text{вк}}$  — число вытяжных каналов.

При подаче  $Q_B < 8000 \text{ м}^3/\text{ч}$  выбирают схему с одним вентилятором, при  $Q_B > 8000 \text{ м}^3/\text{ч}$  — с несколькими, при этом объемная подача одного вентилятора не должна быть более  $8000 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Диаметр воздухообмена в м определяется по формуле  
где  $Q_B$  — подача вентилятора,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$$d = \frac{1}{30} \sqrt{\frac{Q_B}{\pi \cdot v}},$$

$v$  — скорость воздуха в воздуховоде, которая принимается равной  $12 \dots 15 \text{ м/с}$ .

Необходимый напор вентилятора в Па определяют как сумму потерь давления от трения воздуха о воздуховод на прямолинейных участках ( $H_{pp}$ ) и местах сопротивлений ( $h_m$ ).

$$H = H_{pp} + h_m = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \left( \lambda \frac{L}{2d} + \sum \xi \right)$$

где  $H$  — полный напор вентилятора, Па;

$\rho$  — плотность воздуха, ( $\rho = 1,2 \dots 1,3 \text{ кг/м}^3$ );

$v$  — скорость воздуха в воздуховоде, ( $v = 10 \dots 15 \text{ м/с}$ );

$d$  — диаметр воздуховода, ( $d = 0,3 \dots 0,4 \text{ м}$ );

$\lambda$  — коэффициент сопротивления движению воздуха в трубе, ( $\lambda = 0,02 \dots 0,03$ );

$L$  — длина трубопровода на прямолинейном участке, м;

$\xi$  — сумма коэффициентов местных сопротивлений ( $\xi = 1,1 \dots 8,0$ ).

По полученным величинам  $Q_B$ ,  $H$  и скорости воздуха по номограмме (приложение 1) определяют номер вентилятора (№), а затем на пересечении с  $H$  находят коэффициент полезного действия вентилятора  $h$  и безразмерный параметр  $A$ . После чего находят частоту вращения вентилятора

$$n = \frac{A}{N}$$

Расчетная мощность электродвигателя в Вт для привода вентилятора определяют по формуле

$$N_{\text{дс}} = \frac{9,81 \cdot Q_B \cdot H}{3600 \cdot \eta_B \eta_{nep}}$$

где  $Q_B$  — подача выбранного вентилятора,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$H$  — полный напор выбранного, Па;

$\eta_B$  — КПД вентилятора (для центробежных вентиляторов  $\eta_B = 0,4 \dots 0,6$ , для осевых  $\eta_B = 0,2 \dots 0,3$ );

$\eta_{nep}$  — КПД передачи, (для ременных передач  $\eta_{nep} = 0,95$ ).

Полученную расчетную мощность двигателя увеличивают при  $N < 1,5$  на 50%, при  $N = 2 \text{ кВт}$  на 25%, при  $N = 4 \dots 7 \text{ кВт}$  на 20% и при  $N > 7,5 \text{ кВт}$  на 10%.

### Расчет отопительной системы помещения

При кратности воздухообмена  $K > 5$  приточный воздух подогревают.

Определяют дефицит теплового потока в  $\text{Дж/ч}$  (ккал/ч) для определения животноводческого помещения

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 - Q_{\text{ж}},$$

где  $Q_1$  - поток теплоты, теряемый наружу сквозь ограждающие строительные конструкции,  $\text{Дж/ч}$  (ккал/ч);

$Q_2$  - поток теплоты, теряемый с удаляемым воздухом при вентиляции,  $\text{Дж/ч}$  (ккал/ч);

$Q_3$  - случайные потери тепла,  $\text{Дж/ч}$  (ккал/ч);

$Q_{\text{ж}}$  - поток теплоты, выделяемый животными или птицей,  $\text{Дж/ч}$  (ккал/ч).

$$Q_1 = \Sigma k \cdot F \cdot (t_e - t_h)$$

где  $k$  - суммарный коэффициент теплопередачи ограждающих строительных конструкций,  $\text{Дж}/\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot {}^\circ\text{C}$  (ккал/м<sup>2</sup> · ч · °C) (табл. 5);

$F$  - площадь поверхностей, теряющих поток теплоты (потолок и стены),  $\text{м}^2$ ;

$t_e$  и  $t_h$  - температура воздуха соответственно в помещении и снаружи,  ${}^\circ\text{C}$ .

Таблица 5. Коэффициент теплоотдачи для стен и потолка

| ВИДЫ СТЕН                              | Толщина стен, см            |     |
|--|-----------------------------|-----|
|  | 30                          | 60  |
|  | k, кДж/м <sup>2</sup> ·ч·°C |     |
| Уплотненный неоштукатуренный бетон     | 9,2                         | 5,9 |
| Уплотненный отштукатуренный бетон      | 8,4                         | 4,6 |
| Неоштукатуренный железобетон           | 10,1                        | 5,9 |
| Кирпич, оштукатуренный с одной стороны | 6,7                         | 4,1 |
| Кирпич, оштукатуренный с двух сторон   | 6,7                         | 4,0 |
| Оштукатуренный камень                  | 9,7                         | 6,7 |

$$Q_2 = c \cdot L_{\text{max}} \cdot (t_e - t_h)$$

где  $c$  - удельная теплоемкость воздуха,  $\text{Дж}/\text{м}^3$ ;

$L_{\text{max}}$  - значение воздухообмена,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

Поток теплоты в  $\text{Дж/ч}$  (ккал/ч), выделяемый животными или птицей

$$Q_{\text{ж}} = \Sigma q \cdot m$$

где  $q$  - поток теплоты, выделяемый одним животным данного вида,  $\text{Дж/ч}$  (таблица 3)

$m$  - количество животных данного вида в помещении.

Случайные потери потока тепла в  $\text{Дж/ч}$ , принимаются в количестве 10...15% от  $Q_{\text{ж}}$ , т. е.

$$Q_3 = (0,10 \dots 0,15) * Q_{\text{ж}}$$

После этого подбирают нагревательные установки по площади поверхности нагрева (электрокалориферы или теплокалориферы) и приводят их техническую характеристику.

Площадь поверхностей нагревательных установок

$$F = \frac{Q}{q_1}$$

где  $q_1$  - съем теплового потока с единицы поверхности нагревательного устройства,  $\text{Вт}/\text{м}^2$

$$q_1 = k' \cdot \left( \frac{t_1 - t_2}{2} - t_e \right)$$

где  $k' = 46,2 \dots 113,4 \text{ кДж}/\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot {}^0\text{C}$  - коэффициент теплоотдачи от калорифера к воздуху;

$t_1$  - температура теплоносителя при входе в теплоизолированный калорифер,  $(t_1 = 90^\circ\text{C})$ ;

$t_2$  - температура теплоносителя на выходе из теплоизолированного калорифера  $(t_2 = 70^\circ\text{C})$ ;

$t_e$  - температура воздуха в помещении,  ${}^0\text{C}$ .

#### Содержание отчета

1. Начертить и описать одну из существующих схем вентиляции животноводческих помещений.

2. Начертить и описать одну схему центрального или местного воздушного отопления.

3. Выполнить расчет вентиляции и отопления животноводческого помещения по заданному варианту.

#### Контрольные вопросы

1. Дайте определение микроклимата и его основных параметров.

2. Перечислите схемы вентиляции для различных животноводческих помещений.

3. Перечислите схемы центрального и местного отопления. В чем их преимущества и недостатки?

4. Какими техническими средствами осуществляется вентиляция и воздушное отопление?

5. Что такое воздухообмен в животноводческом помещении и как он рассчитывается?

Что такое тепловой баланс животноводческого помещения и как он рассчитывается?

## **2.27 Лабораторная работа 27 (2 часа)**

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

**2.27.1 Цель работы:** Выявить математические решения задач

**2.27.2 Задачи работы:**

1. Изучить основные процессы в животноводстве
2. Научиться пользоваться теоремами Гаусса, Крамера при решении задач

**2.27.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Калькулятор
- 2.Линейка

**2.27.4 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 (центрифугирование), 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**

| № | Название и физические свойства веществ, участвующих в процессе | Графическая интерпретация технологического процесса |                   |                  |
|---|--|---|-------------------|------------------|
|   |  |   | =                 |                  |
| 1 | Название вещества  | Сырьё   | Испарившаяся вода | Конечный продукт |
| 2 | Масса или объем вещества                                       | $M_c$   | $M_e$             | $M_{k.n.}$       |
| 3 | Относительная влажность, %                                     | $W_c$   | $W_e=100\%$       | $W_{k.n}$        |

где  $W_c$ ,  $W_e$ ,  $W_{k.n.}$  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

количество 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  $M_C$ ;  $M_B$ ;  $M_{K.P.}$

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

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

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

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

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

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

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

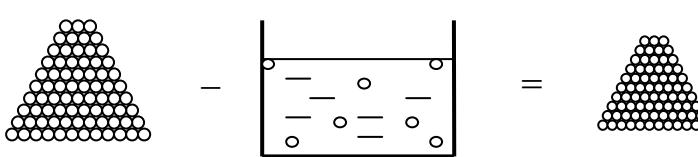
$$M_B = M_C \frac{W_C - W_{K.P.}}{100 - W_{K.P.}} \quad (7)$$

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

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 | Относительна   | $W_C$  | $W_{ж.ф.}$     | $W_{г.ф.}$     |

|  |                   |  |  |  |
|--|-------------------|--|--|--|
|  | я влажность,<br>% |  |  |  |
|--|-------------------|--|--|--|

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:

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

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

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

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

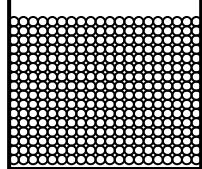
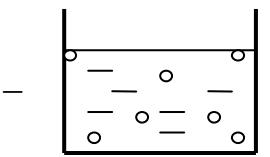
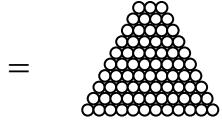
$$M_{ж.ф} = M_c (W_c - W_{г.ф}) / (W_{ж.ф} - W_{г.ф})$$

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

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                                 |  |   |
|---|--|---|--|---|
|   |  |  |  |  |
| 1 | Название вещества  | Семена подсолнечника  | Подсолнечное масло   | Подсолнечный жмых   |
| 2 | Масса вещества   | $M_c$   | $M_m$  | $M_{ж.м}$   |
| 3 | 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:

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

$$M_m = M_c (J_c - J_m) / (J_m - J_{Jm})$$

$$M_{Jm} = M_m (J_m - J_c) / (J_c - J_{Jm})$$

$$M_{Jc} = M_c (J_m - J_c) / (J_m - J_{Jm})$$

$$M_c = M_{Jm} (J_m - J_{Jm}) / (J_m - J_c)$$

$$M_c = M_m (J_m - J_{Jm}) / (J_c - J_{Jm})$$

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 |                       |             |
|---|--|---|-----------------------|-------------|
|   |  |   | +                     |             |
| 1 | Название вещества  | Серная кислота                                      | Дистиллированная вода | Электролит  |
| 2 | Объем вещества, см <sup>3</sup>                                | $V_k$   | $V_e$                 | $V_{el}$    |
| 3 | Плотность, г/см <sup>3</sup>                                   | $\rho_k$  | $\rho_e$              | $\rho_{el}$ |

Математическая модель процесса

$$\begin{aligned} V_k + V_e &= V_{el} \\ \rho_k V_k + \rho_e V_e &= \rho_{el} V_{el} \end{aligned} \quad (13)$$

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

$$V_K = V_B (\rho_{el} - \rho_B) / (\rho_K - \rho_{el})$$

$$V_K = V_{el} (\rho_{el} - \rho_B) / (\rho_K - \rho_B)$$

$$V_B = V_K (\rho_K - \rho_{el}) / (\rho_{el} - \rho_B)$$

$$V_B = V_{el} (\rho_K - \rho_{el}) / (\rho_K - \rho_B)$$

$$V_{el} = V_K (\rho_K - \rho_B) / (\rho_{el} - \rho_B)$$

$$V_{el} = V_B (\rho_K - \rho_B) / (\rho_K - \rho_{el})$$

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 – 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 технологического процесса |        |                        |   |
|---|--|---|--------|------------------------|---|
|   |  |   | -      |                        | = |
|   | 1  | 2   | 3      | 4                      |   |
| 1 | Точное название вещества   | Высокожирное молоко                                 | Сливки | Нормализованное молоко |   |
| 2 | Масса (объем) вещества, кг; л.   | 1000  | X      | Y                      |   |
| 3 | 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 |            |
| 1 | Точное название вещества                                       | картофель   | концентраты | силос |   |   | кормосмесь |

|   |                                |     |      |      |      |
|---|--------------------------------|-----|------|------|------|
| 2 | Масса кормов, кг               | X   | Y    | Z    | 800  |
| 3 | Влажность кормов, %            | 70  | 13   | 75   | 58   |
| 4 | Питательность кормов, к.ед./кг | 0,3 | 0,95 | 0,25 | 0,44 |

Математическая модель процесса имеет вид

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

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

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

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 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 | 1  | 2   | 3                 | 4                    |
| 1 | Точное название вещества                                       | Свежая ягода клубники                                   | Испарившаяся вода | Сухая ягода клубники |
| 2 | Масса веществ, кг  | X   | Y                 | Z                    |
| 3 | Величина <b>абсолютно сухого остатка, %</b>                    | 20  | 0                 | 87                   |
| 4 | 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:

4. Нормализованного молока, его жирность, если содержание сухого остатка в нем 12%;
5. Сахарного песка влажностью 13%;
6. 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

| №<br>п/п | Название и<br>физические<br>свойства<br>веществ,<br>участвующи<br>х в процессе | Графическая интерпретация процесса |                    |                       |  |      |
|----------|--|------------------------------------|--------------------|-----------------------|--|------|
|          |  | 1                                  | 2                  | 3                     | 4  | 5    |
| 1        | Точное<br>название<br>вещества   | Натуральное<br>молоко              | Выпаренная<br>вода | Сахар<br>свекловичный | Сгуще<br>нное<br>молок<br>о с<br>сахаро<br>м |      |
| 2        | Масса<br>веществ,<br>кг/сут  | X                                  | Y                  | Z                     |  | 1000 |

|   |  |                 |   |     |    |
|---|--|-----------------|---|-----|----|
| 3 | Содержание жира, %                     | $\mathcal{K}_m$ | 0 | 0   | 8  |
| 4 | Содержание абсолютно сухого остатка, % | 12              | 0 | 87  | 30 |
| 5 | 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  $Z = 150$  кг

Дальнейший ход решения комментарий не требует.

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

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

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, 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

| №<br>п/п | Показатели                          | Сено | Корнеплоды | Сенаж | Комбикорм | Кормосме |
|----------|-------------------------------------|------|------------|-------|-----------|----------|
|          | 1                                   | 2    | 3          | 4     | 5         | 6        |
| 1        | Содержание протеина, г/кг           | 82   | 13         | 39    | 1,4       | 24       |
| 2        | Содержание обменной энергии, МДж/кг | 4,6  | 1,25       | 3,6   | 10,2      | 4,1      |
| 3        | Питательность к.ед/кг               | 0,47 | 0,13       | 0,3   | 0,95      | 0,37     |

Заполняем таблицу № 10.

Расчет состава кормосмеси

Таблица 10

| №<br>п/п | Название и<br>физические<br>свойства кормов | Графическая интерпретация |                |       |           |                |  |
|----------|---|---------------------------|----------------|-------|-----------|----------------|--|
|          |   |                           | +              | +     | +         | =              |  |
| 1        | 2   | 3                         | 4              | 5     | 6         |                |  |
| 1        | Название корма                              | сено                      | корнепло<br>ды | сенаж | комбикорм | кормосме<br>сь |  |
| 2        | Масса кормов, кг                            | X                         | Y              | Z     | K         | 24             |  |
| 3        | Содержание<br>протеина, г/кг                | 82                        | 13             | 39    | 1,4       | 23             |  |
| 4        | Питательность,<br>к.ед/кг                   | 0,47                      | 0,13           | 0,3   | 0,95      | 0,37           |  |
| 5        | Содержание<br>обменной энергии<br>МДж/кг    | 4,6                       | 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:

$$X=0,04\text{кг}; Z=11,22\text{кг}$$

$$Y=8,06\text{кг}; K=4,7\text{кг}.$$

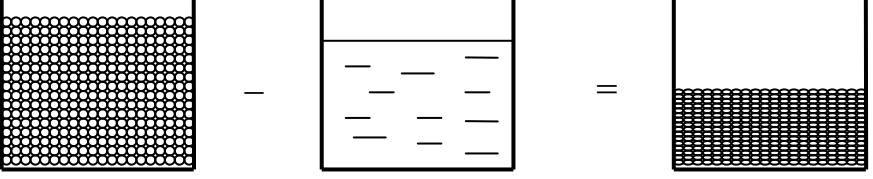
Результаты расчетов показывают, что сено в рацион можно не включать.

**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 кормосмеси                            |                   |                       |
|----|--|--|-------------------|-----------------------|
|    |  |  | -                 | =                     |
| 1  | 2  | 3  | 4                 |                       |
| 1. | Точное название вещества                     | Сырое зерно  | Испарившаяся вода | Абсолютно сухое зерно |
| 2. | Масса, кг/га                                 | 3000   | X                 | Y                     |
| 3. | 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.

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

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

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

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),

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

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

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

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

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

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

7. 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)  $Y = 200 \text{ кг.}$ ;

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  $\Delta_X$ :

$$\Delta_X = \begin{vmatrix} 1000 & 1 \\ 4200 & 2,5 \end{vmatrix} = 1000 \cdot 2,5 - 4200 \cdot 1 = -1700$$

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

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

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.

#### **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  $1,032 \text{ г/см}^3$  и жирность 4,8%. Построить график изменения жирности в зависимости от изменения плотности молока, получаемого разбавлением цельного молока водой. Плотность воды  $1 \text{ г/см}^3$ .

**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.