

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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Современные технологии в агропромышленном комплексе

**Направление подготовки:** 35.03.06 Агроинженерия

**Профиль подготовки:** Технические системы в агробизнесе

**Форма обучения:** очная

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1. Конспект лекций .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Лекция № 1 Особенности использования GPS\GLONASS в сельском хозяйстве .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Лекция № 2 Глобальные системы и техника геопозиционирования, ГИС, требования к информации, сбор и передача данных .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3 Лекция № 3 Особенности работы с программой SMS Advansed SMS Mobile. Технологические подходы к внедрению ТЗ .....</b>	<b>10</b>
<b>1.4 Лекция № 4. Экономические аспекты работы в АПК при использовании инновационной техники в растениеводстве .....</b>	<b>14</b>
<b>1.5 Лекция № 5 Программное обеспечение технологических процессов работы с животными. Сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления .....</b>	<b>16</b>
<b>1.6 Лекция № 6 Оборудование прифермерских молочных отделений .....</b>	<b>24</b>
<b>1.7 Лекция № 7 Компьютерное обеспечение технологических процессов работы с животными.....</b>	<b>38</b>
<b>1.8 Лекция № 8 Экологические аспекты применения современных технологий на сельскохозяйственных предприятиях .....</b>	<b>52</b>
<b>2. Методические указания по выполнению лабораторных работ .....</b>	<b>63</b>
<b>2.1 Лабораторная работа № ЛР-1,2 Параллельное вождение агрегатов .....</b>	<b>63</b>
<b>2.2 Лабораторная работа № ЛР-3,4 Агрохимическая лаборатория .....</b>	<b>81</b>
<b>2.3 Лабораторная работа № ЛР-5,6 Автоматические пробоотборники почвы.....</b>	<b>95</b>
<b>2.4 Лабораторная работа № ЛР-7,8 Мониторинг сельскохозяйственной техники в режиме on-line .....</b>	<b>101</b>
<b>2.5 Лабораторная работа № ЛР-9,10 Картирование полей. Картирование химического состава почвы. Картирование урожайности.....</b>	<b>111</b>
<b>2.6 Лабораторная работа № ЛР-11 Охладители молока .....</b>	<b>119</b>
<b>2.7 Лабораторная работа № ЛР-12 Пастеризационные установки. Сепараторы-сливкоотделитель.....</b>	<b>129</b>
<b>2.8 Лабораторная работа № ЛР-13 Устройства для считывания информации и обеспечения технологического процесса доения.....</b>	<b>138</b>
<b>2.9 Лабораторная работа № ЛР-14 Информационное обеспечение процесса кормоприготовления.....</b>	<b>148</b>

## 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

### 1. 1 Лекция №1 (2 часа).

**Тема:** «Особенности использования GPS\GLONASS в сельском хозяйстве»

#### 1.1.1 Вопросы лекции:

- 1.1. Особенности использования GPS в сельском хозяйстве.
- 1.2. Значение и цели точного сельского хозяйства (определение, экономические аспекты ТЗ, экологические аспекты ТЗ, повышение устойчивости с.-х. производства, развитие альтернативного земледелия с ТЗ).

#### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Особенности использования GPS в сельском хозяйстве

**Система GPS (Global Positioning System** – система глобального позиционирования) была разработана в 1973 г. Министерством обороны США, чтобы обеспечить определение местоположения, синхронизацию времени и получение навигационных сигналов американскими военнослужащими и гражданскими пользователями по всему миру. Это спутниковая навигационная система, известная также под названием NAVSTAR. Она состоит из работающих в единой сети 29 спутников, которые находятся на 6 орбитах высотой около 17 000 км над поверхностью Земли. Спутники движутся со скоростью около 3 км/сек., совершая два полных оборота вокруг планеты менее чем за 24 часа. Сигнал хотя бы от нескольких (от 5 до 12) спутников, находящихся в прямой видимости, будет приниматься в любой точке земной поверхности и околоземного пространства в любое время.

#### ГЛОНАСС

**ГЛО**бальная **НА**вигационная **СП**утниковая **СИ**стема (Глонасс) — российская спутниковая система навигации.

Основой системы должны являться 24 спутника, движущихся над поверхностью Земли на трёх орбитах высотой 19 100 км. Принцип измерения аналогичен американской системе навигации NAVSTAR GPS. В настоящее время развитием проекта ГЛОНАСС занимается Федеральное космическое агентство (Роскосмос) и ОАО «Российские космические системы». ГЛОНАСС предназначена для оперативного навигационно-временного обеспечения неограниченного числа пользователей наземного, морского, воздушного и космического базирования. Доступ к гражданским сигналам ГЛОНАСС в любой точке земного шара предоставляется российским и иностранным потребителям на безвозмездной основе и без ограничений

Основное отличие от системы GPS в том, что спутники ГЛОНАСС в своем орбитальном движении не имеют резонанса (синхронности) с вращением Земли, что обеспечивает им большую стабильность. Таким образом, группировка КА ГЛОНАСС не требует дополнительных корректировок в течение всего срока активного существования. Тем не менее срок службы спутников ГЛОНАСС заметно короче.

#### Состав группировки ГЛОНАСС на 04.12.2011 г.

<b>Всего в составе ОГ ГЛОНАСС</b>	<b>31 КА</b>
Используются по целевому назначению	23 КА
На этапе ввода в систему	4 КА
Временно выведены на техобслуживание	2 КА
Орбитальный резерв	1 КА
На этапе летных испытаний	1 КА

Чтобы использовать космические навигационные системы в АПК, достаточно установить на сельхозтехнику специальный прибор – **ГЛОНАСС /GPS-приемник**, постоянно получающий сигналы о местоположении навигационных спутников и расстояниях до них. На базе приемников, обеспечивающих связь со спутниками и

определяющих координаты, разработаны *системы параллельного вождения и автопилоты* для управления движением тракторов и комбайнов.

**Система параллельного вождения** состоит из GPS-приемника с внешней антенной, контроллера и курсоуказателя. Они легко и быстро устанавливаются на любой сельхозагрегат, требуется только подключение к электропитанию и установка внешнего блока (приемник GPS) на входящих в комплект магнитной либо воздушной присосках. Курсоуказатель располагается внутри кабины – обычно над рулем или перед рычагами управления. Механизатору не нужно переключать внимание на отслеживание внешних ориентиров, поэтому он меньше отвлекается от вождения и наблюдения за приборами. GPS-приемник определяет текущее положение машины, а процессор запоминает траекторию движения и маршрут. Если тракторист уехал с поля для дозаправки или вынужден был прекратить работу из-за непогоды, то впоследствии он может вернуться в точку, где была остановлена работа, и продолжить вождение по выбранной ранее траектории.

Современные системы с GPS-навигацией позволяют прокладывать и отслеживать как прямолинейные, так и криволинейные траектории движения и их сочетания. Возможность запоминать не только конечные и начальные точки ряда, но и любую кривую в качестве опорной линии позволяет реализовать самые разные варианты обработки полей.

**Автопилот**, в отличие от систем параллельного вождения, обеспечивает движение по маршруту без вмешательства механизатора. Отклонения от заданной траектории, вырабатываемые GPS-прибором, через специальные устройства вводятся непосредственно в систему управления ходовой частью. Полностью автоматические системы управления состоят из устройства параллельного вождения, контроллера и исполнительного механизма, который подключается к гидравлике трактора.

Бывают варианты автопилота с *подруливающим устройством* – исполнительным механизмом, который устанавливается на рулевую колонку, что позволяет удерживать сельхозмашину на заданном маршруте. При необходимости механизатор в любой момент может взять управление на себя.

2. Значение и цели точного сельского хозяйства (определение, экономические аспекты ТЗ, экологические аспекты ТЗ, повышение устойчивости с.-х. производства, развитие альтернативного земледелия с ТЗ).

#### Назначение системы параллельного вождения

Навигационное оборудование завоевывает все большую популярность в сельском хозяйстве. GPS-системы облегчают работу механизаторов и помогают аграриям сэкономить до 1500 руб./ га.

Для хозяйств, где активно работают со средствами защиты растений или удобрениями, вопрос купить или не купить GPS, уже не стоит. Обсуждаются лишь вопросы, сколько приобрести приборов и на какую технику установить.

Система позволяет повысить эффективность и точность всех сельскохозяйственных операций: обработки почвы, посева, опрыскивания, внесения удобрений и уборки урожая.

Точная навигация до минимума сокращает пропуски и перекрытия при смежных проходах агрегатов, что, в конечном счете, приводит к экономии посевного материала, удобрений, химикатов и ГСМ. Поскольку система устраняет потребность в сигнальщиках, сокращаются расходы на дополнительный персонал. Сельскохозяйственные операции выполняются быстрее. Немаловажно, что система дает возможность работать в условиях плохой видимости в том числе, в темное время суток. Более того, система является ресурсосберегающей технологией: за счет уменьшения полос перекрытий до минимума снижается перерасход удобрений и средств защиты растений (СЗР). За счет точной навигации не «размывается» первоначальная технологическая колея: система запоминает

траекторию движения и дает механизатору возможность точно попасть в ту же колею при повторной обработке поля.

Навигация, оптимальна при обработке поля СЗР, которую желательно проводить ночью, когда нет ветра, высокой инсоляции и испарений, а температуры окружающей среды ниже дневных. Основное преимущество применения систем параллельного вождения при опрыскивании – сокращение до минимума огрехов, неизбежно возникающих при этой операции, особенно если она производится широкозахватной техникой и в условиях плохой видимости. Например: при обработке гербицидами, такие огрехи могут негативно отразиться на урожайности не только необработанных участков, но и всего поля. При вождении обычным способом, механизатор, чтобы избежать пропусков, старается проходить соседние ряды с перекрытием, что значительно усугубляет фитотоксичность препаратов. В конечном счете, перекрытия составляют, по разным оценкам, от 5 до 15% площади. Применение GPS-навигации снижает взаимное перекрытие рядов до 1-3%. Приведем пример: на 18-и метровой штанге опрыскивателя на расстоянии 45 см друг от друга находятся 40 распылительных форсунок. Ориентируясь на пенный маркер, колышки или сигнальщики, водитель создает перекрытия от 50 см до 1,5 м, то есть на каждом проходе 2-3 лишних форсунки выливают на поле драгоценный пестицид, что заметно увеличивает гектарную стоимость обработки культуры. Простейшая спутниковая навигационная система позволяет достичь точности обработки 15-30 см от прохода к проходу, то есть при этом «теряется» только одна форсунка.

#### Устройство системы параллельного вождения

Система состоит из нескольких компонентов: курсоуказателя EZ-Guide 250/500 со встроенным спутниковым приемником, подруливающего устройства EZ-Steer либо навигационного контроллера NavController II.

Курсоуказатель Trimble EZ-Guide 250 устанавливается в кабине трактора и указывает водителю направление для точного вождения по параллельным рядам в ходе полевых работ. Он состоит из светодиодной панели, цветного 4-дюймового дисплея и интегрированного 12-канального GPS-приемника. Яркие, хорошо видимые в любое время суток светодиоды показывают водителю, в какую сторону отклоняется трактор от идеальной траектории и величину сдвига.

Использование системы Trimble EZ-Guide 500 имеет расширенный диапазон точностей от прохода к проходу (2,5-30 см). Этот прибор построен по принципу «все в одном»: он содержит высокоточный двухчастотный приемник GPS/DGPS/RTK и 7-дюймовый дисплей. Существует возможность подключения модемов для приема дифференциальной коррекции в режиме RTK или DGPS. Выбор уровня точности зависит от типа дифференциального сервиса: DGPS с базовой станцией (5-15 см), OmniSTAR VBS (15-30 см), OmniSTAR XP (5-12 см) или RTK с базовой станцией (2,5-5 см). Приемник дает возможность из года в год использовать «старую» траекторию движения и легко модернизируется до более высокого уровня точности.

Использование подруливающего устройства EZ-Steer исключает огрехи, увеличивает эффективную эксплуатацию сельскохозяйственной техники, за счет возможности работать в темное время суток, в условиях плохой видимости и значительно снижает утомляемость механизаторов. При достижении конца гона механизатору остается только вывести машину на новый ряд, пользуясь подсказками курсоуказателя, и снова подключить EZ-Steer, который передает усилие через резиновый валик на рулевое колесо.

Встроенное программное обеспечение курсоуказателей Trimble EZ-Guide 250/500 позволяет выполнять картирование полей - при объезде поля по контуру определить точные координаты границ поля и вычислить его общую площадь. Пользователь имеет возможность нанести на полученный план атрибутивный слой, содержащий информацию о точечных, линейных и площадных объектах (столбах, валунах, ручьях, оврагах, строениях и т.п.) В ходе выполнения полевых работ прибор запоминает траекторию движения сельхозмашины и одновременно считает обработанную площадь. В дальнейшем

это дает возможность оценить правильность обработки и увидеть возможные допущенные огрехи, не уезжая с поля. Данные координатных измерений могут быть также использованы для создания карт полей с привязкой их к географическим электронным картам.

Модели GPS-приемников отличаются по защищенности от помех, возможностям приема корректирующих поправок и максимальной точности определения координат. Хозяйству, прежде чем приобретать прибор, нужно ответить для себя на вопрос: «Сможет ли GPS-приемник обеспечить необходимую точность?»

Все GPS-системы для сельского хозяйства, помимо абсолютной точности определения географических координат в каждой конкретной точке, имеют еще такую характеристику, как относительная точность. Она подразумевает точность определения расстояния одного ряда относительно другого при проведении различных сельскохозяйственных работ. И если GPS-прибор по своим характеристикам способен обеспечить абсолютную точность определения географических координат около 1 метра, то относительная точность у него будет гораздо выше – около 7–8 см. Поэтому, если приборы параллельного вождения или автопилоты используются в хозяйстве только для обработок средствами защиты растений и разбрасывания удобрений, можно обходиться без дополнительных сервисов. Простейшие модели GPS-приемников дают относительную точность 30 см.

Такая точность неприемлема только для посева пропашных культур и овощей, а также проведения междурядных обработок. Чтобы обеспечить ее, придется воспользоваться дифференциальным сервисом. На территории России действуют два основных его вида – европейская система EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Services – система широкозонной дифференциальной навигации) и спутниковый дифференциальный сервис OmniSTAR от компании Fugro.

Сигнал EGNOS передается по каналам геостационарных телекоммуникационных спутников, позволяя достигать относительной точности параллельного вождения 15–30 см. Принимать сигнал этого сервиса может любой GPS-приемник. Единственное ограничение – неустойчивость работы.

OmniSTAR базируется на передаче дифференциальных поправок через геостационарные спутники, формирующие направленные пучки над определенными районами земной поверхности. Этот сервис платный и предусматривает несколько видов подписки, в зависимости от требуемой точности и региона работы GPS-приемников. Наиболее точный сервис обеспечивает точность на уровне 3–8 см.

## **1. 2 Лекция №2 (2 часа).**

**Тема:** «Глобальные системы и техника геопозиционирования, ГИС, требования к информации, сбор и передача данных»

### **1.2.1 Вопросы лекции:**

1. Глобальные системы и техника геопозиционирования.
2. ГИС, требования к информации.
3. Сбор и передача данных.

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

#### **1. Глобальные системы и техника геопозиционирования**

##### **Назначение и классификация комбайнов**

Зерноуборочные комбайны предназначены для срезания стеблей, обмолота и очистки зерна при прямом комбайнировании или для подбора хлебных валков, обмолота и очистки зерна при раздельной комбайновой уборке. Кроме сбора очищенного зерна в бункер, которое затем выгружают в транспортные средства и отвозят на дополнительную очистку и хранение, комбайн обеспечивает сбор соломы и половы, которые затем выбрасывают в виде копен в поле, прессуют или после измельчения грузят в транспортные средства.

**Классификация.** Зерноуборочные комбайны классифицируют по способу использования энергии и по схеме движения потока хлебной массы в процессе ее обработки.

По способу агрегатирования комбайны подразделяются на три типа: прицепные, самоходные и навесные. Прицепные и навесные комбайны делятся, в свою очередь, на две группы: моторные — с приводом рабочих органов от собственного двигателя и безмоторные — с приводом рабочих органов от ВОМ трактора или самоходного шасси.

По направлению движения потока срезанных стеблей, подаваемых в молотильный аппарат, зерноуборочные комбайны делятся на: Г-образные, Т-образные, поперечно-прямоточные и продольно-прямоточные. Продольно-прямоточные комбайны бывают с пассивным и активным сужением потока хлебной массы.

Отдельную группу составляют крутосклонные комбайны, предназначенные для работы в гористой местности. Особенность их конструкции заключается в наличии гидромеханизмов, автоматически обеспечивающих горизонтальное положение молотилки.

Основная характеристика Зерноуборочного комбайна — расчетная пропускная способность его молотильного аппарата. Она зависит от типа и размеров рабочих органов, а также от их регулировок, состояния убираемой культуры, рельефа поля и других факторов.

Наиболее распространены зерноуборочные комбайны двух базовых моделей: СК-5 «Нива» и СКД-6 «Сибиряк». На основе этих моделей разработаны конструкции других комбайнов подобного типа для применения их в специфических условиях. Для районов с повышенной влажностью почвы в уборочный период, а также для уборки риса выпускаются комбайны на полугусеничном и гусеничном ходу.

#### **2. ГИС, требования к информации**

В мировой практике создание зерноуборочных комбайнов идет по двум направлениям: с молотилкой классической схемы и с аксиально-роторным молотильно-сепарирующим устройством (МСУ). К первому виду относятся современные отечественные комбайны СК-5АМ, СКД-6 (новая модель «Енисей-1200»), РСМ-8 «Дон-1200», РСМ-10 «Дон-1500», ко второму — СК-Ю «Ротор». Это комбайны четвертого поколения.

##### **Классификация основных рабочих органов комбайнов**

Режущие аппараты, применяемые на комбайнах, аналогичны аппаратам косилок и жаток. Принцип их работы, типы и устройство описаны в соответствующих разделах.

Молотильные аппараты Сложных уборочных машин бывают барабанно-дековые, барабанные и роторные.

Барабанно-дековые аппараты состоят из вращающегося барабана и неподвижной деки. Барабаны могут быть штифтовыми и бильными. Рабочим элементом у первых служат штифты, или зубья, у вторых — рифленые билы, или бичи.

Дека штифтового молотильного аппарата обычно состоит из трех секций: крайние — зубовые и средняя — без зубьев, глухая или решетчатая.

Дека бильного аппарата сварена из боковых обойм и поперечных планок.

Выделение зерна из колосьев в бильном аппарате происходит главным образом в процессе его вытирания, а также за счет ударного воздействия. Штифтовые аппараты выделяют зерно преимущественно вследствие удара, а также вытирания.

Штифтовый барабан с цилиндрической решетчатой декой используют для обмолота початков кукурузы.

Для обрыва и обмолота бобов арахиса применяют молотильные аппараты, состоящие из деки и нескольких вращающихся валков.

Барабанные молотильные аппараты, применяемые для обмолота овощного гороха, представляют собой конструкцию, состоящую из внутреннего и наружного барабанов, кожуха и транспортеров.

Соломотрясы Современных сложных уборочных машин бывают клавишные, конвейерно-роторные и роторные.

Клавишные соломотрясы наиболее распространены, состоят из трех, четырех, пяти или шести клавишей. Характер движения клавишей зависит от механизма их привода. Применяются двухвальные и одновальные соломотрясы.

Конвейерно-роторные соломотрясы состоят из нескольких транспортеров, битеров и вентилятора. Они менее чувствительны к продольным и поперечным уклонам машины.

Роторные соломотрясы представляют собой вращающиеся роторы, выполняющие роль соломочесов, под которыми установлена решетчатая дека. Расчесывание и растаскивание хлебной массы способствует лучшему выделению зерна и своеобразному дополнительному ее обмолоту.

### 3 Сбор и передача данных

Особенности конструкции комбайнов MEGA, MEDION, LEXION, DOMINATOR фирмы CLAAS, комбайнов CASE, JOHN DEER, FORD NEW HOLLAND (жатвенная часть, молотильный аппарат, очистка, кабина и органы управления, бункер, двигатели,

Новый LEXION: прогресс во всех отношениях.

- Кабина с улучшенной системой звукоизоляции гарантирует повышенный комфорт и концентрацию во время работы.

- EASY: системы CEBIS, CRUISE PILOT, автоматическое рулевое управление и CLAAS TELEMATICS обеспечивают уникальный комфорт управления и контроля.

- Жатка VARIO с шириной захвата до 12 м обеспечивает повышение производительности на 10% благодаря оптимальному распределению массы.

- Повышение производительности на 20% благодаря системе обмолота APS.

- Зерновой бункер на 11000 л, скорость выгрузки до 110 л/с.

- TERRA TRAC и технология шин для бережного отношения к почве.

Кабина

С мыслью о комбайнере.

Новый комбайн LEXION обеспечивает комбайнеру свободу движений и отличный круговой обзор. Приятный климат благодаря кондиционеру, очень низкий уровень шума и регулируемая в трех положениях рулевая колонка создают первоклассные условия для работы.



Первоклассное сиденье.

Обеспечивается полная поддержка комбайнеров, которые динамично и активно работают в сидячем положении.

- Активный климат-контроль обеспечивает оптимальную вентиляцию.
- Пневмоподвеска с автоматическим контролем высоты автоматически адаптируется к весу комбайнера и эффективно гасит до 40% колебаний.
- Пневматическая двойная поясничная опора удерживает спину в нужном положении.
- Подогрев сиденья оснащен автоматическим термостатом.

Место пассажира.

- Интегрированный подлокотник слева на двери
- Откидная спинка, используемая также как столик
- Увеличенный холодильник объемом 43 л с держателем бутылок
- Много дополнительных отсеков для хранения

Все под контролем с PROFi CAM.

Все модели LEXION могут комплектоваться камерой PROFi CAM, устанавливаемой на конце выгрузного шнека. Благодаря расположению камеры именно в этом месте обеспечивается контроль при помощи цветного монитора в кабине сразу трех процессов:

- Откинутый выгрузной шнек: процесс разгрузки бункера
- Сложенный выгрузной шнек: распределение измельченной массы
- Сложенный выгрузной шнек: задняя часть машины при движении назад или движении по дорогам

Всего же к системе может быть подключено до четырех видеокамер, синхронно транслирующих изображение на цветной монитор в кабине комбайна.

Освещение.

Система освещения обеспечивает наилучшую видимость всей рабочей зоны и компонентов машины в темноте. Интеллектуальные функции, например, задержка выключения света, дополняют комплекс оборудования. Фары H9 и ксеноновые фары превратят ночь в день.

- До десяти рабочих фар
- Освещение складывающихся жаток
- Освещение боковых областей, стерни и заднего моста
- Автоматическое освещение шнека
- Автоматическая фара заднего хода
- Освещение системы очистки, зернового бункера и схода
- Сервисные фонари под боковыми капотами
- Переносной фонарь рабочего освещения

### **1. 3 Лекция №3 ( 2 часа).**

**Тема:** «Особенности работы с программой SMS Advansed SMS Mobile. Технологические подходы к внедрению ТЗ»

#### **1.3.1 Вопросы лекции:**

1. Особенности работы с программой SMS Advansed SMS Mobile.
2. Технологические подходы к внедрению ТЗ.

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

1. Особенности работы с программой SMS Advansed SMS Mobile  
Система LASER PILOT или GPS PILOT  
LASER PILOT.

Электрооптические датчики LASER PILOT с помощью световых импульсов определяют кромку между нескошенными растениями и стерней, автоматически направляя LEXION по краю. Складная система LASER PILOT доступна для левой или правой стороны жатки. Оптимальное положение сбоку возле кромки нескошенных растений обеспечивает удобный угол обзора и высокую надежность даже при уборке полеглых зерновых и на крутых склонах.

ОБЛЕГЧАЕТ ТРУД КОМБАЙНЕРА за счет автоматического ведения зерноуборочного комбайна по краю поля. Такие рутинные операции как вождение, контроль за показаниями приборной панели, скорость движения по полю можно сегодня автоматизировать. Тем не менее, для того, чтобы реализовать заложенный в технику потенциал производительности, необходим опытный комбайнер

Различные системы поощрения во время уборки урожая трудно реализовать на практике. Если дополнительные выплаты осуществлять за достигнутый уровень производительности комбайна, производительность может расти за счет увеличения потерь. Если вознаграждать за низкие потери при обмолоте, то ущерб может быть еще больше, так как это значит, что уборочные работы шли с отставанием по времени. Определяющими в данном случае будут такие показатели, как уровень производительности, потери и качество урожая, эффективность работы и минимальные простои техники. Производительность работы комбайна оценивается в тоннах в час или в гектарах в час. Потери можно оценить по рядку. Это затратно по времени, но выгодно со точки зрения денег. Параметры качества уборки (например, количество битого зерна или примесей) оцениваются при закладке зерна на хранение.

В будущем за счет, например, системы «Телематике», обеспечивающей мониторинг машин на расстоянии, станет возможным по окончании уборки получать такие важные данные, как дневная и почасовая выработка конкретного механизатора, потери, расход дизеля, время простоя комбайна.

Это может стать основой для возмещения ущерба или премирования, поскольку «Телематике» позволяет точно определить, где и каким образом работает комбайн

#### **LASER PILOT**

Высокая производительность без стресса для оператора.

Автоматическое рулевое управление значительно облегчает работу оператора во время уборочной. Это особенно важно при использовании больших жаток, при большой скорости передвижения, или при плохой видимости.

Точная работа благодаря световым импульсам.

Сенсор, не требующий технического обслуживания, посылает в горизонтальном направлении постоянные, не видимые человеческому глазу световые импульсы под углом 6°. Этот световой луч отражают растения и стерня. Второй сенсор распознает продолжительность отраженного импульса и передает точные сведения о расположении границы между скошенной и не скошенной частями поля. Машина автоматически направляется на кромку нескошенной части поля.

CLAAS LASER PILOT для зерноуборочных комбайнов:

- Обеспечивает надежную работу комбайна даже при уборке полеглых зерновых, а также в ночных условиях.

- Оптимально использует всю ширину жатки.

- Гарантирует высокую точность определения данных о площадях и степени урожайности.

- Повышает сезонную производительность.

- Значительно облегчает работу оператора.

- Степень точности 10-20 см.

Приставки для уборки различных культур.

Початкоотделитель CONSPEED

Мощная техника для решения масштабных задач.

Эффективность и производительность любой уборочной машины в значительной степени зависит от правильного выбора приставки, поэтому CLAAS и уделяет этому вопросу особое внимание. В равной степени это относится к початкоотделителям серии CONSPEED для уборки кукурузы на зерно. Початкоотделители указанного модельного ряда предлагаются в трех типоразмерах, в частности, как шести-, восьми- и двенадцатирядные, что позволяет учитывать при выборе разницу в производительности отдельных моделей. Кроме того, компания CLAAS предлагает кукурузный початкособирающий CONSPEED LINEAR в 4-, 5-, 6- и 8-рядном исполнении.

Монтаж и демонтаж — одним движением руки.

Быстро и безо всяких чрезмерных усилий початкоотделитель CONSPEED можно как смонтировать на зерноуборочных комбайнах LEXION или TUCANO, так и демонтировать с них.

- Быстроразъемное устройство обеспечивает эффективное центральное подсоединение всех гидравлических и электрических линий

- Интегрированная модульная система исключает любые ошибки при подключении отдельных линий

- Быстроразъемное устройство можно подключать и без сброса давления в системе

Каждый початкоотделитель серии CONSPEED оснащен встроенным в передаточный механизм горизонтальным измельчителем, который крошит стебли на мелкие быстроразлагающиеся кусочки

- Лезвия измельчителя заточены с трех сторон, что обеспечивает чистый срез и позволяет уменьшить расход топлива.

- Специальное покрытие ножей на основе карбида вольфрама обеспечивает повышенную износостойкость.

- При необходимости ножи можно быстро и легко заменить.

SUNSPEED — отделитель корзинок подсолнечника

Режущие аппараты жаток фирмы CLAAS могут быть оснащены дополнительными приставками для уборки подсолнечника. При этом сходящиеся под острым углом щитки монтируют на режущем бруске жатки. Кроме того, на зубья мотовила устанавливают еще специальные стебледелители и швыряльные лопасти. Вот приставка SUNSPEED и готова к эксплуатации.

Чрезвычайно эффективный принцип.

Сначала корзинки подсолнечника захватываются лодочками, после чего регулируемый направляющий щиток поджимает их вперед. В то же время отрывающий валец предотвращает преждевременное отрезание. Благодаря этому одни лишь корзинки подсолнечника поступают в специально разработанное мотовило, оснащенное зубьями и дополнительными направляющими элементами из резины. Мотовило транспортирует отрезанные корзинки подсолнечника к питающему шнеку, которым они подаются прямо в наклонную камеру комбайна.

Чрезвычайно просто адаптируемая система.

- Высота мотвила, а также число оборотов регулируются гидравлическим способом.
- Регулируемые щитки приводят стебли в наклонное положение, обеспечивая за счет этого совместно с подающим валком уменьшение доли стеблей в обмолачиваемой массе.
- Зазор между лодочками для корзинок подсолнечника регулируют при помощи установочных реек в зависимости от толщины стеблей — это помогает предотвратить образование заторов, и сама уборка идет как по маслу.
- Угол наклона лодочек также регулируется, что позволяет гибко приспосабливаться к изменяющимся условиям уборки.

Жатка для уборки сои — и не только.

Соевые бобы растут в стручках, которые отчасти лежат прямо на земле. Поэтому для уборки без потерь просто-таки необходимо срезать растительную массу в непосредственной близости от поверхности почвы. Только таким образом может быть гарантировано, что урожай будет собран до последнего стручка. Исходя из этих соображений, жатки оснащены гибким ножевым брусом, благодаря чему они автоматически копируют самые мелкие неровности почвы. Будучи оборудованными системой автоматического управления AUTO CONTOUR II, эти жатки могут быть успешно использованы также для уборки гороха, бобов, чечевицы и клевера на семена.

- уборка соцветий безо всяких потерь
- высокая гибкость при наладке
- гибкий ножевой брус для срезания растительной массы в непосредственной близости от поверхности почвы

MAXFLO - Новшество!

Надежный подход.

## 2. Технологические подходы к внедрению ТЗ

Жатка MAXFLO проявляет свои способности прежде всего в регионах со средней урожайностью. Принцип действия прост: растения срезаются ножевым брусом и (в отличие от жаток с подающим шнеком) подаются в наклонную камеру ленточными транспортерами. Этот принцип обеспечивает надежную транспортировку даже малого количества продукта.

Отличие от обычных систем:

Посередине жатки растительная масса не подается в наклонную камеру с помощью ленты, движущейся в направлении хода. В MAXFLO материал захватывается подающими шнеками, установленными по бокам. Опираясь на направляющий элемент, растительная масса подается по направляющей траектории на подающий шнек, а затем в наклонную камеру. Такая конструкция от CLAAS обеспечивает высокую равномерность подачи продукта.

Принцип работы.

- Синхронные противодействующие ножевые брусья приводятся карданными валами слева и справа от наклонной камеры
- Шнеки жатки приводятся с помощью редукторов или гидравлики.
- Частота вращения регулируется с тремя ступенями (150/200/250 об/мин).
- Скорость ленточных транспортеров жатки может регулироваться из кабины в CEBIS.
- Возможно реверсирование лент.
- Защита от перегрузки предохраняет линейный синхронный привод ножей от повреждений.
- Расположенное посередине мотовило благодаря особой форме предотвращает наматывание продукта.

Новшество от CLAAS: два в одном.

Там, где невозможно прямое комбайнирование, можно применять MAXFLO в качестве валковой жатки. После простого и быстрого переоснащения MAXFLO поможет укладке всех массы в один валок:

Укладка возможна как в правую, так и в левую сторону. Результат: идеальный валок, который можно подобрать с помощью RAKE UP.

Уборка риса и сои — просто и быстро.

Бобовые, например соя, созревают в стручках, которые лежат едва ли не на земле. Для обеспечения уборки без потерь сою следует жать в непосредственной близости от земли, чтобы все до последнего стручка попало в машину. Жатки MAXFLEX от CLAAS оснащаются гибким режущим аппаратом, который автоматически адаптируется даже к минимальным неровностям почвы.

Жатка для сои MAXFLEX.

Прогиб его может составлять до 180 мм. Подающий шнек, мотовило и режущий аппарат разделены. В сочетании с изменением угла среза наклонной камеры НР можно предотвратить потери продукта при любых условиях уборки. Эти жатки также пригодны для уборки гороха и других специальных культур, например клевера

#### 1. 4 Лекция №4 ( 2 часа).

**Тема:** «Экономические аспекты работы в АПК при использовании инновационной техники в растениеводстве»

##### 1.4.1 Вопросы лекции:

1. Сберегающее земледелие: современные направления, критерии, опыт применения, сущность комплексного подхода во внедрении.
2. Экономические аспекты применения технологий точного земледелия на сельскохозяйственных предприятиях.

##### 1.4.2 Краткое содержание вопросов:

1. Сберегающее земледелие: современные направления, критерии, опыт применения, сущность комплексного подхода во внедрении

В растениеводстве под ресурсосберегающими технологиями понимаются технологии выращивания полевых культур, позволяющие сберечь материальные и трудовые, природные ресурсы в сравнении с системой, основанной на отвальной обработке почвы.

Ресурсосберегающие технологии возникли, как попытка решить *проблему* падения плодородия почвы, в результате её интенсивных обработок и проблемы, возникшие в сельском хозяйстве в связи с удорожанием энергоресурсов.

В современной отечественной и мировой практике из огромного количества ресурсосберегающих технологий наиболее распространёнными являются минимальная (Mini-till) и нулевая (No-till).

Mini-till технологии основаны на осенних одно или двукратных обработках дисковыми и плоскорезными орудиями на глубину 5...14 см.

No-till технология – прямой посев в необработанную почву. Причем в отличие от нулевой обработки, когда отказ от основной обработки почвы осуществляется в севообороте эпизодически, например, в 7-польном севообороте – два или три раза за ротацию, при No-till технологии в севообороте полностью исключается основная обработка.

Сегодня No-till технология является более перспективным направлением, чем Mini-till по многим причинам, основные из которых:

- сохранение и более быстрое восстановление плодородия почвы; практически полное предотвращение водной и ветровой эрозии почвы;
- накопление влаги в почве и более эффективное её использование культурами, в итоге снижение зависимости урожая от погоды;
- экономия ресурсов – горючего, удобрений, трудозатрат, времени, снижение амортизационных затрат;
- увеличение урожайности культур за счёт вышеуказанных факторов.

2. Экономические аспекты применения технологий точного земледелия на сельскохозяйственных предприятиях Наиболее актуальным вопросом для изучения в этой области науки является **посев**, поскольку посев это основной прием в No-till технологиях, в виду отсутствия других приемов, и он в наибольшей степени зависит от зональных условий.

Главным звеном No-till является **севооборот**, определяющий успех контроля над численностью сорняков, развитием болезней, вредителей и в целом эффективность производства растениеводческой продукции. Этот вопрос в нашей зоне не изучался вовсе.

В тоже время нерешенным остается вопрос о **целесообразности** периодического **глубокого рыхления почвы** в ресурсосберегающих технологиях, с целью разуплотнения почвы и увеличения, тем самым, её водопроницаемости. Так как при длительном применении нулевых и мелких обработок происходит переуплотнение слоя почвы от 5-10

см до 20-30 см, образуется сплошная «плужная» подошва. Но как предполагают ряд ученых, включение в севооборот культур со стержневой корневой системой (подсолнечник, рапс, и др.) позволит её устранить. К тому же, по мнению исследователей, покрытие поверхности почвы органической мульчей (незерновой частью урожая) способствует активному разуплотнению почвы.

Повышение эффективности использования земель, кроме правильной агротехники, введения и освоения рациональной системы севооборотов, применения минеральных удобрений, связано с развитием **семеноводства**.

Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур во многих странах мира важнейший рычаг повышения эффективности отрасли растениеводства. Как показывает опыт, при интенсификации земледелия прирост урожайности зерновых культур на 70 % обеспечен повышением общей культуры земледелия и на 30 % — внедрением новых сортов с высоким продуктивным потенциалом.

## 1.5 Лекция №5 (2 часа).

**Тема:** «Программное обеспечение технологических процессов работы с животными. Сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления»

### 1.5.1 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

### 1.5.2 Краткое содержание вопросов: (

#### 1. Организация кормовой базы.

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

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

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

Для роста производства кормов необходимо выполнять следующие условия:

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

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

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

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

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



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

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

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

### Классификация кормов:

#### 1. Корма растительного происхождения:

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

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

Концентрированные (зерно, семена, жмых, шроты и др. – 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 др.);

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 др.);

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

### Характеристика кормов:

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

2. Состав:

химический (содержание органических и минеральных веществ)

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

3. Питательность:

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

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

4. Переваримость характеризуется коэффициентом перевариваемости:

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

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

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

малопроизводительного ручного труда механизированным и повышения качества обработки кормов.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Технологические схемы приготовления грубых кормов:

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

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

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

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

Если сено достаточно сухое: размол – дозирование – смешивание.

Технологические схемы приготовления сочных кормов:

1. мойка – измельчение – дозирование – смешивание.

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

(фильм)

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

Технологические схемы приготовления концентрированных кормов:

1. очистка – измельчение – дозирование – смешивание.

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

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

4. очистка – проращивание.

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

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

2. Отсутствие вредных и ядовитых веществ.

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

4. Возможность длительного хранения

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Технологическое оборудование предназначенное для приготовления кормов к скармливанию классифицируется:

а) по виду обрабатываемых кормов (измельчители грубых кормов, корнерезки и др.);

б) по характеру выполняемых технологических операций (дробилки, смесители, измельчители, запарники-смесители);

в) по типу рабочего органа (ситовые сепараторы, молотковые дробилки, шнековые дозаторы).

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

При измельчении применяются следующие машины (рис. 1):

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

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

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

Для приготовления корнеклубнеплодов:

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

Концентрированные корма

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

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

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

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

Для очистки применяют сепараторы типа МК и МКА, выполненные в виде колонок с постоянным магнитом, магнитные аппараты типа МА, электромагнитные барабанные сепараторы типа ЭМ, СЭ и БСЭ, а также ленточные электромагнитные сепараторы ДЛ-1с.

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

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

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

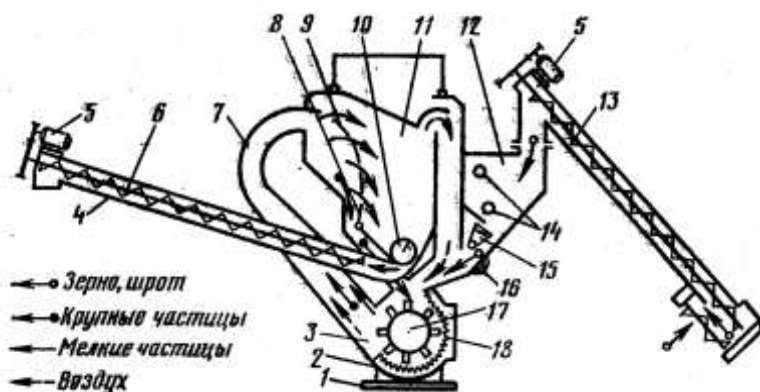
$$M = (0,5P_0 + 1,5P_1 + 2,5P_2 + 3,5P_3)/P$$

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

$P$  — масса навески пробного помола

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

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



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

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

## 5. Кормоприготовительные предприятия

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Сначала определяют суточную производительность каждой ПТЛ;

где  $a_{ij}$  — количество корма  $i$ -го вида в рационе  $j$ -и группы животных, т;  $m_j$  — число животных  $i$ -и группы;  $n$  — число групп животных.

Тогда производительность кормоцеха, т/ч,

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

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

## **1.6 Лекция №6 (2 часа).**

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

### **1.6.1 Вопросы лекции:**

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

### **1.6.2 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 свежесвыдоенное молоко обладает бактерицидностью, т.е. способностью задерживать развитие бактерий и даже разрушать их. Объясняется это тем, что в молоке содержатся особые антибактериальные вещества. Период, в течение которого проявляются действия этих веществ, называют бактерицидной фазой. В среднем эта фаза имеет длительность 2-3 часа. На длительность этой фазы оказывают влияние такие факторы как скорость и температура охлаждения молока. Поэтому качество молока и молочных продуктов во многом зависит от своевременной его обработки и переработки.

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

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

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

Очистка молока от механических примесей выполняется с помощью фильтров или центробежных очистителей. Естественное полное выделение бактериальных клеток вследствие малого их размера пока еще не достигнуто. Однако, на специальных центрифугах (при частоте вращения барабана 230-270 с<sup>-1</sup>) с непрерывной выгрузкой осадка в виде жидкого концентрата удалось выделить до 98% бактерий. На качество очистки влияют температура молока, продолжительность непрерывной работы средств очистки. Оптимальная температура равна 35-60 °С, при повышении температуры скорость выделения частиц повышается, но часть механических примесей растворяется или раздробляется в молоке.

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



использовании металлической сетки с тканевой перегородкой.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Охлаждение молока можно проводить несколькими способами. Выбор способа охлаждения зависит от многих факторов, в том числе от типа охладителя, количества охлаждаемого молока, наличия холодной воды, добываемой из глубоких скважин, обеспеченности хозяйства электроэнергией для получения искусственного холода и др. При охлаждении замедляется жизнедеятельность микроорганизмов, вызывающих его порчу и скисание, обеспечивается стойкость молока при хранении. В соответствии с действующими стандартами температура молока при сдаче на предприятие не должна превышать 10 С, поэтому температура молока при охлаждении 6-8 С.

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

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

На рабочие поверхности оросительных охладителей молоко поступает самотеком

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

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

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

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

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

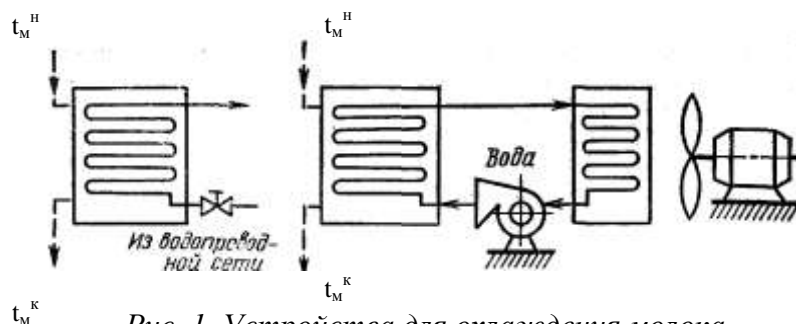


Рис. 1. Устройства для охлаждения молока

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

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

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

Танки-охладители применяют для глубокого охлаждения молока (до 4...6 °С) и его временного хранения в охлажденном виде на молочнотоварных фермах. Молочная цистерна танка-охладителя имеет водяную рубашку, обеспечивающую циркуляцию охлаждающей жидкости между стенками танка. Теплоизоляционный слой препятствует повышению температуры внутри цистерны и обеспечивает сохранность молока с заданной температурой. Танки-охладители выпускаются со встроенными холодильными агрегатами и без них. В последнем случае танк работает вместе с холодильной установкой.

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

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

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

3. Основные операции первичной переработки.

4. Расчет потребности в энергоресурсах

Охлаждение.

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

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

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

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

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

$$M \cdot c \left|_{t_m} - (t_0 + \tau) \right| = nM(t_e - t_0) \quad (2)$$

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

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

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

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

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

$$a \quad t_m - t_e = \frac{(n - c)(t_m - t_0) + c\tau}{n} \quad (4)$$

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

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

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

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

подставим (4) и (5) в (1) и получим

$$\begin{aligned} -M \cdot c \frac{n}{n - c} dA &= K \cdot dF \cdot A \\ -M \cdot c \frac{n}{n - c} \frac{dA}{A} &= KdF. \end{aligned}$$

Проинтегрируем это уравнение

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

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

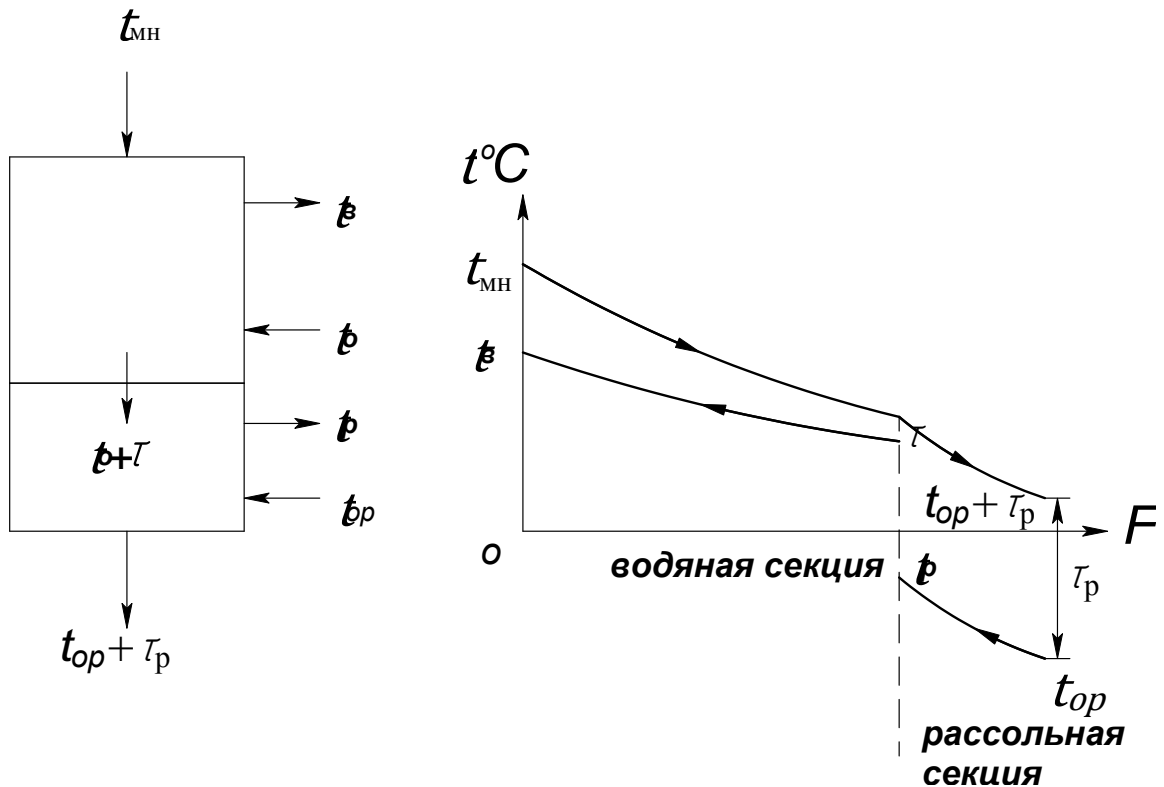


Рис. 27 - Температурная диаграмма двухсекционного охладителя

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

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

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

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

$$F = f(n) \text{ или } F = f(\tau)$$

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

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

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

Аналогично расчету поверхности водяной секции

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

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

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

### Тепловой процесс пастеризатора

Нагревание жидкостей (вина) 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 давлению.

В процессе работы температура молока увеличивается от  $t_{нач}$  до  $t_{кон}$  (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**

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

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

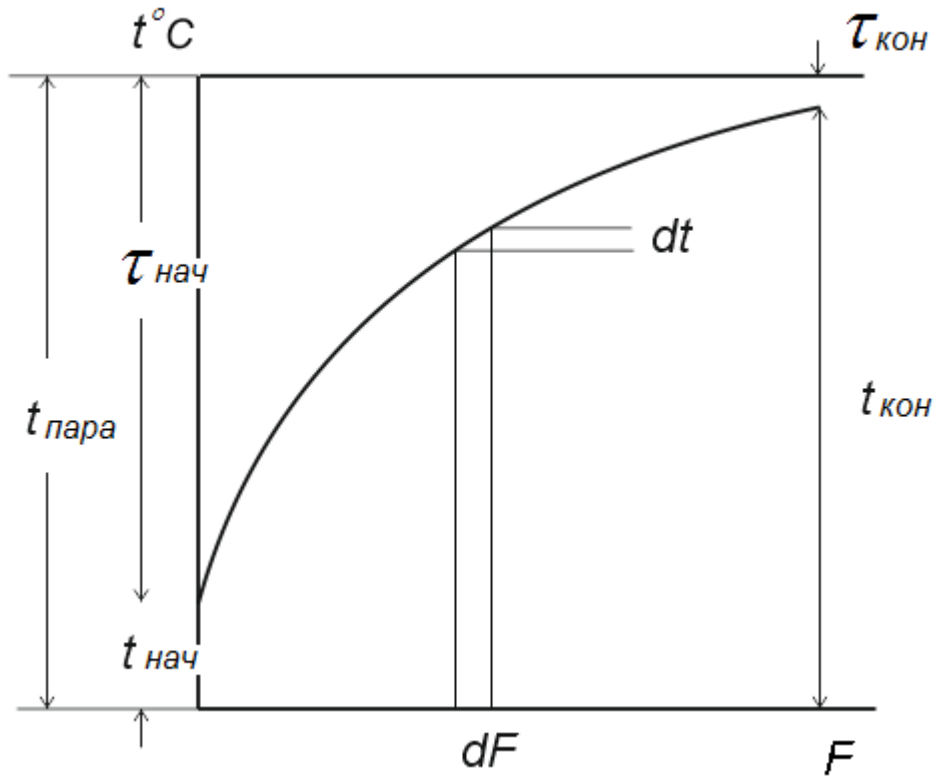


Рисунок 28 – Тепловой процесс пастеризации

$t$  – температура молока,

$K$  – коэффициент теплопередачи (для упрощения расчетов примем  $K = \text{const}$ ).

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

Проинтегрируем это выражение

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

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

этому же виду, тогда

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

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

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

Окончательно

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

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

Температура пара выбирается в зависимости от его давления.

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

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

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

### Регенерация (восстановление) тепла

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

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

Расчет регенератора сводится к определению его рабочей поверхности

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

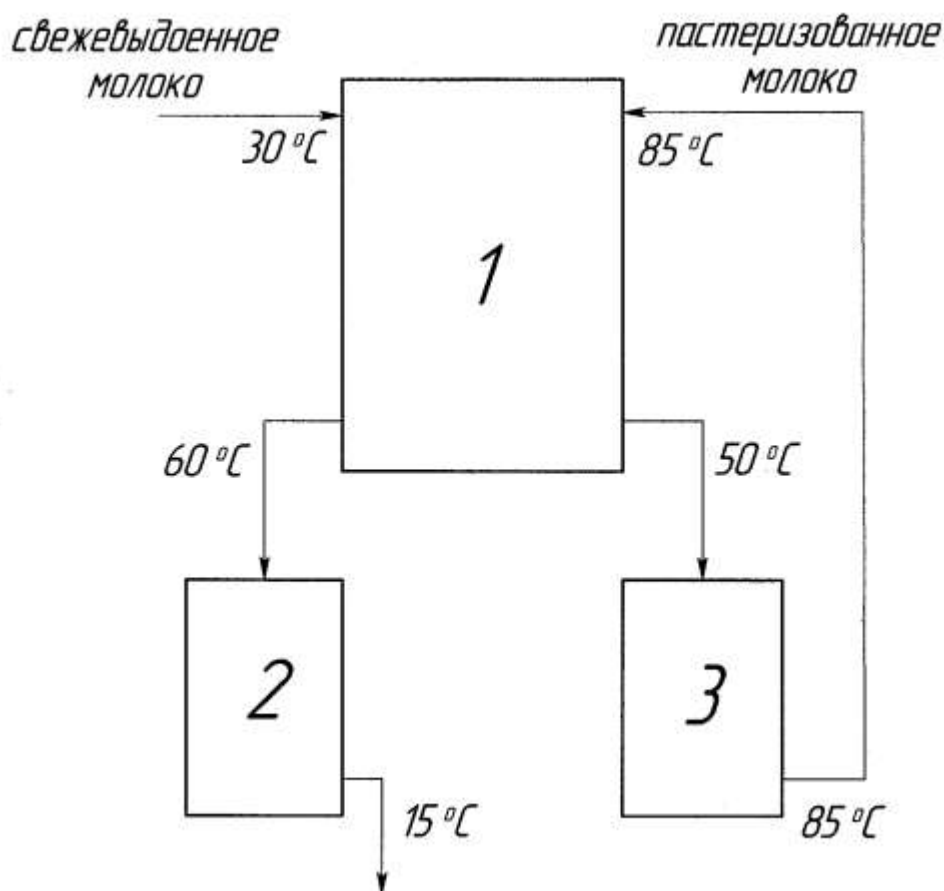


Рис. 29 Схема включения прямоточного регенератора в молочную линию: 1 – регенератор, 2 – охладитель, 3 – пастеризатор.

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

Разность температур процесса можно посчитать по формуле

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

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

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

$$Q_{эк} = M \cdot c \tau_{рег} \text{ кДж/час}$$

### Молочные сепараторы

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

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

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

$\sigma_{пл}$  – плотность плазмы (обраты),

$\sigma_{жс}$  – плотность жира,

$r$  – радиус жирового шарика ( $r = 1,5 \dots 5,0$  мкм),

$\eta$  – вязкость молока в пузах.

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

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

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

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

На рис. 30 показана схема расположения тарелок барабана сепаратора (межтарелочное пространство), жировой шарик и основные параметры пространства. Под действием сил потока молока шарик увлекается этим потоком со скоростью всплывания  $V_{пл}$  и одновременно двигается к поверхности тарелки со скоростью  $V_c$  (определяется по



формуле Стокса). Обозначим  $T$  – время, в течение которого жировой шарик должен достичь поверхности тарелки, чтобы начать движение вверх вместе с другими шариками.

На схеме видно, что

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

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

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

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

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

$$v_{с.ср.} = \frac{2}{9} \omega^2 \frac{R_{\min} + R_{\max}}{2} \cdot \frac{\sigma_{\Pi} - \sigma_{жс}}{\eta} \cdot r^2$$

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

$$V_{n.ср.} = \frac{V_1 + V_2 + \dots + V_n}{n} = \frac{\sum V_i}{n}$$

или

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

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

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

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

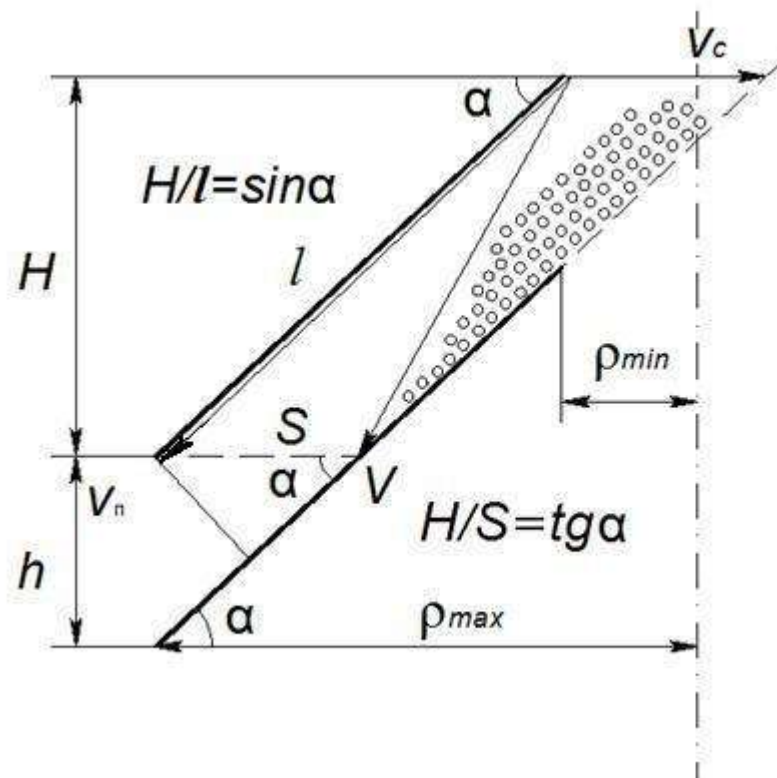


Рис. 30а – Выделение жирового шарика при движении молока в межтарелочном пространстве

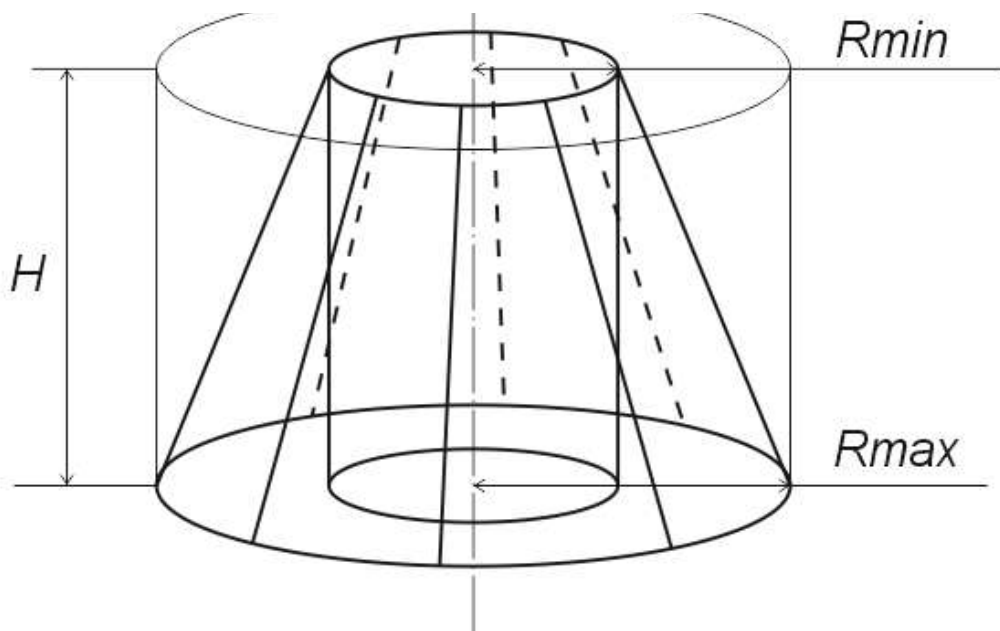


Рис. 30б – К определению расчетного объема барабана сепаратора

или

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

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

$$\frac{\frac{Q}{2\pi R h \cdot \cos \alpha \cdot r} \cdot \frac{\ln \frac{R_{\max}}{R_{\min}}}{R_{\max} - R_{\min}}}{\frac{2}{9} \omega^2 \frac{R_{\max} + R_{\min}}{2} \cdot \frac{\sigma_{II} - \sigma_{жс}}{\eta} \cdot r^2} = \frac{H}{h} \cdot \frac{1}{\cos \alpha}$$

Упростим это выражение и окончательно получим

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

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

Во вторых квадратных скобках нас интересует

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

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

объемом барабана сепаратора

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

Она оказывает существенное влияние на производительность сепаратора (схему  $V_p$  можно видеть на рисунке 30б)

Окончательно

$$Q = \tau \omega^2 r V_{np} \beta \text{ см}^3/\text{сек}$$

Для практических расчетов

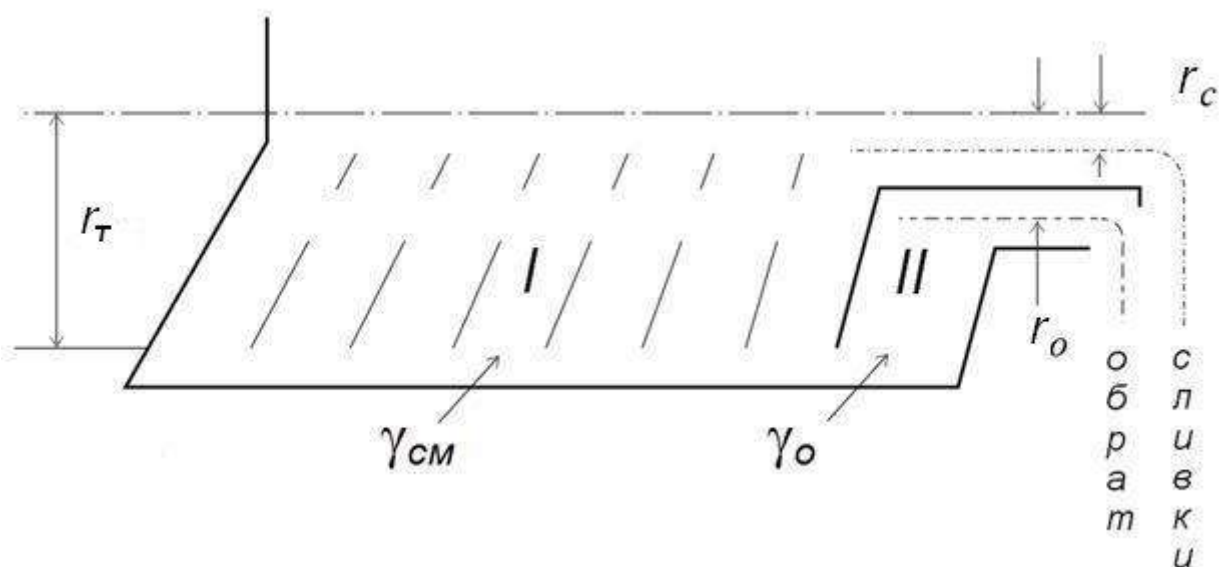


Рис. 31 – Схема к определению физического смысла регулирования жирности сливок

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

где  $\beta$  – технологический КПД сепаратора.

Кстати, 
$$\frac{\sigma_{II} - \sigma_{жс}}{\eta} = 0,29t \text{ (при } t = 10 \dots 70^\circ\text{C)},$$

где  $t$  – температура молока, подверженного сепарированию.

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

разделяемости молока  $\tau$  и значительно влияет на производительность сепаратора, молоко перед сепарированием нагревают до  $40 \dots 50^\circ\text{C}$  (большой нагрев экономически невыгоден).

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

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

$$(r_T - r_c)\gamma_{см} = (r_T - r_o)\gamma_o$$

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

$$\frac{r_T - r_c}{r_T - r_o} = \frac{\gamma_o}{\gamma_{см}}$$

Учитывая действие громадных центробежных сил, эта формула будет иметь вид

$$\frac{r_T^2 - r_c^2}{r_T^2 - r_o^2} = \frac{\gamma_o}{\gamma_{см}}$$

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. 7 Лекция № 7 (2 часа).**

**Тема:** «Компьютерное обеспечение технологических процессов работы с животными»

### **1.7.1 Вопросы лекции:**

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

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

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

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

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

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

##### **1.2. Механическое разделение сырьевых продуктов на составные компоненты отжимом в поле центробежных сил (центрифугирование), отстаем 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:**

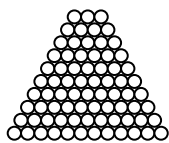
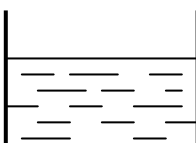
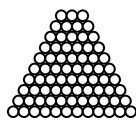
- 1.3.1. Смешивание моющих и дезинфицирующих веществ с водой;
- 1.3.2. Высококонцентрированных ядов, удобрений с водой с целью получения рабочих растворов;

- 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. Сливков 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	$M_c$	$M_e$	$M_{к.п.}$
3	Относительная влажность, %	$W_c$	$W_e=100\%$	$W_{к.п.}$

где  $W_c$ ,  $W_e$ ,  $W_{к.п.}$  – относительная влажность, соответственно, сырья, испарившейся воды и конечного продукта.  $W_{к.п.}$  в таких процессах всегда меньше  $W_c$ , т.е.  $W_{к.п.} < W_c$ .

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

$$M_c - M_B = M_{к.п.} \quad (1)$$

$$W_c M_c - 100 M_B = W_{к.п.} M_{к.п.} \quad (2)$$

где  $M_c$ ,  $M_B$ ,  $M_{к.п.}$  – масса сырья, влаги, конечного продукта соответственно;  $W_c$ ,  $W_{к.п.}$  – 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  $M_C$ ;  $M_B$ ;  $M_{К.П.}$

$$M_C = f(M_B; M_{К.П.}; W_C; W_B; W_{К.П.})$$

$$M_B = f(M_C; M_{К.П.}; W_C; W_B; W_{К.П.})$$

$$M_{К.П.} = f(M_B; M_C; W_C; W_B; W_{К.П.})$$

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

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

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

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

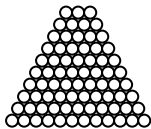
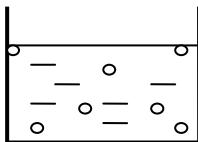
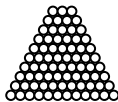
$$M_B = M_C \frac{W_C - W_{К.П.}}{100 - W_{К.П.}} \quad (7)$$

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

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	$M_c$	$M_{ж.ф.}$	$M_{з.ф.}$
3	Относительная влажность, %	$W_c$	$W_{ж.ф.}$	$W_{з.ф.}$

где  $W_c$ ;  $W_{ж.ф.}$ ;  $W_{з.ф.}$  - относительная влажность, соответственно, сырья жидкой фракции, густой фракции.

Численное значение влажности  $W_c$ ;  $W_{ж.ф.}$ ;  $W_{з.ф.}$  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:

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

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

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

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

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



$$M_{г.ф.} = f(M_{ж.ф.}; M_C; W_C; W_{ж.ф.}; W_{г.ф.})$$

Конечные формулы имеют следующий вид:

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

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

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

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

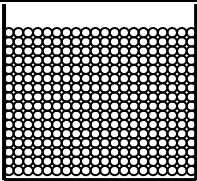
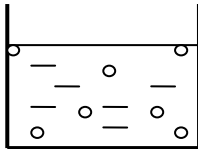
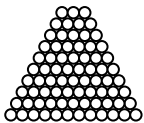
$$M_{ж.ф.} = M_C (W_C - W_{г.ф.}) / (W_{ж.ф.} - W_{г.ф.})$$

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

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

Графическая интерпретация этого процесса будет выглядеть следующим образом:

**Таблица 3**

№	Название и физические свойства веществ, участвующих в процессе	Графическая интерпретация технологического процесса		
				
1	Название вещества	Семена подсолнечника	Подсолнечное масло	Подсолнечный жмых
2	Масса вещества	$M_C$	$M_M$	$M_{ж.м.}$
3	Относительное содержание растительного жира, %	$Ж_C$	$Ж_M$	$Ж_{ж.м.}$

где  $Ж_C$ ;  $Ж_M$ ;  $Ж_{ж.м.}$  процентное содержание растительного жира, соответственно, в семенах подсолнечника, в подсолнечном масле и подсолнечном жмыхе.

Математическая модель процесса получения подсолнечного масла имеет вид:

$$M_C - M_M = M_{ж.м.} \quad (11)$$

$$Ж_C M_C - Ж_M M_M = Ж_{ж.м.} M_{ж.м.} \quad (12)$$

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

$$M_M = M_{жм} (Ж_C - Ж_M) / (Ж_M - Ж_{жм})$$

$$M_M = M_C (Ж_C - Ж_M) / (Ж_M - Ж_{жм})$$

$$M_{жм} = M_M (Ж_M - Ж_C) / (Ж_C - Ж_{жм})$$

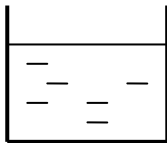
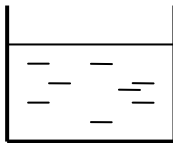
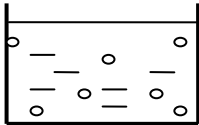
$$M_{жм} = M_C (Ж_M - Ж_C) / (Ж_M - Ж_{жм})$$

$$M_C = M_{жм} (Ж_M - Ж_{жм}) / (Ж_M - Ж_C)$$

$$M_C = M_M (Ж_M - Ж_{жм}) / (Ж_C - Ж_{жм})$$

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>	$V_k$	$V_v$	$V_{эл}$
3	Плотность, г/см <sup>3</sup>	$\rho_k$	$\rho_v$	$\rho_{эл}$

Математическая модель процесса

$$V_k + V_v = V_{эл} \quad (13)$$

$$\rho_k V_k + \rho_v V_v = \rho_{эл} V_{эл}$$

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

$$V_k = V_{эл} (\rho_{эл} - \rho_v) / (\rho_k - \rho_{эл})$$

$$V_k = V_{эл} (\rho_{эл} - \rho_v) / (\rho_k - \rho_v)$$

$$V_v = V_k (\rho_k - \rho_{эл}) / (\rho_{эл} - \rho_v)$$

$$V_v = V_{эл} (\rho_k - \rho_{эл}) / (\rho_k - \rho_v)$$

$$V_{эл} = V_k (\rho_k - \rho_v) / (\rho_{эл} - \rho_v)$$

$$V_{эл} = V_v (\rho_k - \rho_v) / (\rho_k - \rho_{эл})$$

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

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

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

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

Решив полученную систему уравнений, будем иметь:

$$X = 240 \text{ кг};$$

$$Y = 200 \text{ кг};$$

$$Z = 360 \text{ кг}$$

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

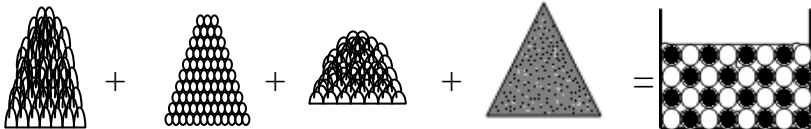
Рассчитать количество сена, корнеплодов, сенажа и комбикорма, необходимого для получения кормосмеси, содержащей 23 г/кг протеина, 4,1 МДж/кг обменной энергии и 0,37 к.ед/кг питательности (таблица 10).

#### Характеристика кормов Таблица 9

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

Заполняем таблицу № 10.  
Расчет состава кормосмеси

Таблица 10

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

Математическая модель кормосмеси имеет следующий вид:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Решив данную систему получим:

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

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

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

**Пример 6.** Из суточной нормы кормления свиноматки на долю зерновых кормов (ячмень) приходится 4,5 кормовых единиц (к.ед./гол.). Питательность абсолютно сухого ячменя равна 1,24 к.ед./кг. Сколько голов N свиноматок может прокормить 1га посевов

ячменя в течение года, если урожайность зерна на нем составляет 3000 килограмм на гектар при влажности зерна 15%.

#### Алгоритм решения

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

Таблица 11

№	Название и физические характеристики веществ	Графическая интерпретация процесса получения кормосмеси		
				
	1	2	3	4
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

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

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

$$G_{\text{год}} = \frac{4,5 \frac{\text{кг}}{\text{сут}} \cdot \frac{\text{сут}}{\text{гол}}}{1,24 \frac{\text{кг}}{\text{сут}}} \cdot 365 \frac{\text{сут}}{\text{год}} = 1324 \frac{\text{кг}}{\text{год} \cdot \text{гол}}$$

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

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

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

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

### 3. Системы линейных уравнений

#### Определения.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Последовательность процедуры такова:

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

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

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

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

2. Теперь необходимо вычесть почленно уравнение (18) из уравнения (17.1). Полученное новое уравнение надо записать на место уравнения (18).

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

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

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

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

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

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

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

1. 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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

Из уравнения (18.2)  $Y = 200$  кг.;

Из уравнения (17)  $X = 243$  кг.

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

### 3.2. Решение систем линейных уравнение методом Крамера

#### 3.2.1. Элементы теории определителей.

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

Рассмотрим таблицу вида:

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

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

Число, равное  $a_1 b_2 - a_2 b_1$ , называется **определителем матрицы** или определителем второго порядка и обозначается  $\Delta$

Итак, по определению определитель матрицы равен

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

Рассмотрим систему двух линейных уравнений из примера 1

$$X + Y = 1000$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 3.2.2. Определитель третьего порядка.

Рассмотрим **квадратную** таблицу вида:

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

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

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

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

Этот определитель выражается через определители второго порядка следующим образом:

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

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

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

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

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

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

Вычисляем определитель третьего порядка из примера 2.

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

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

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

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

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 70 & 13 & 75 \\ 0,3 & 0,95 & 0,25 \end{vmatrix} \quad \text{заменить столбцом свободных членов из системы линейных}$$

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

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

Его также можно вычислить, разложив по элементам первой строки

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

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

По аналогии с определителем второго порядка, находим

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

Вычисляем определитель  $\Delta Y$

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

Находим величину  $Y$ .

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

Вычисляем определитель  $\Delta Z$

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

В теории определителей доказывается теорема:

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

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

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

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

## **1.8 Лекция № 8 (2 часа).**

**Тема:** «Экологические аспекты применения современных технологий на сельскохозяйственных предприятиях»

### **1.8.1 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

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

#### **1. Физические свойства и химический состав навоза.**

*Общие сведения о навозе*

Ежегодно на животноводческих фермах и комплексах страны скапливается громадное количество навоза (до 1 млрд. т). Своевременное его удаление и использование не только повышает санитарно – технические условия содержания животных, и качество производимых продуктов, но и позволяет обеспечить полеводство высококачественными органическими удобрениями, а также снижает опасность загрязнения окружающей среды.

Все работы по механизации удаления и использования навоза можно разделить на три вида:

- удаление навоза из животноводческих помещений и транспортировка его в хранилища;
- складирование, обеззараживание и хранение навоза;
- использование навоза.

Эти вопросы взаимосвязаны, поэтому, решая один из них, необходимо в такой же степени решать и другие.

Изучение передового опыта проектирования и эксплуатации животноводческих ферм и комплексов показало, что в зависимости от консистенции навоза, технологии его использования, способа содержания животных меняются и технические средства для очистки помещений и площадок, конструкция и размеры навозохранилищ, способы обезвоживания навоза.

*Физико-механические свойства навоза*

Навоз представляет собой сложную полидисперсную многофазную среду, включающую в себя твердые, жидкие и газообразные вещества. Основную часть навоза составляет влага.

Твердый навоз имеет влажность до 81 %, полужидкий (пастообразный) - 82 ... 88 %, жидкий (бесподстилочный) навоз - 88 ... 93 % на фермах крупного рогатого скота и до 97 % на свинооткормочных фермах. Состояние навоза на фермах крупного рогатого скота зависит от способа содержания животных, наличия подстилки, способа удаления навоза и некоторых других факторов.

На свиноводческих фермах получают, как правило, жидкий навоз.

Бесподстилочный навоз почти однороден по фракционному составу. Средневзвешенная длина частиц составляет 2,6 мм, а частиц длиной свыше 10 мм содержится не более 1 %. При использовании на фермах крупного рогатого скота в качестве подстилочного материала опилок средневзвешенная их длина составляет 7,9 мм, длина наибольших включений не превышает 42 мм. Средневзвешенная длина включений влияет на эксплуатационную надежность навозоуборочных машин.

Большинство показателей, характеризующих физико-механические свойства навоза, зависят от влажности навоза, которая, в свою очередь, зависит от первоначальной,

влажности экскрементов, вида и количества применяемой подстилки, от ее первоначальной влажности, принятой системы уборки навоза и других факторов.

Плотность навоза зависит от размера его частиц и соотношения различных фракций, влажности, вида, количества и качества подстилочного материала» от степени разложения навоза и многих других факторов. Объемная масса навоза колеблется в довольно широких пределах; 400 ... 1010 кг/м<sup>3</sup>. При беспривязной системе содержания скота на глубокой несменяемой подстилке объемная масса ненарушенного навоза находится в пределах 880 ... 980 кг/м<sup>3</sup>.

При эксплуатации машин и механизмов для удаления навоза большое значение имеют коэффициенты трения скольжения, покоя, а также липкость навоза. Способность навоза к налипанию на рабочие органы машин обусловлена его видом и состоянием поверхности. Разрабатывая технологическую схему удаления навоза, нужно иметь представление об этих показателях.

Навоз КРС состоит из органических веществ 20,3%, азота 0,46, фосфора 0,23, калия 0,50 и извести 0,40 %. В зависимости от условий содержания скота количество органических и минеральных веществ в свежем навозе изменяется в 2...4 раза. Общее количество этих веществ в жидком навозе практически постоянно.

При продолжительном хранении жидкого навоза часть органических и минеральных веществ теряется. Потери в значительной мере зависят от способа хранения. Так, из жижи, хранящейся в жижесборниках в течение первого месяца, теряется до 6 %, а за год 10 ... 15 % азота. Периодическое перемешивание навоза при длительном хранении увеличивает потери азота до 20 ... 25 %.

## **2. Механизация удаления навоза из помещений**

В зависимости от конкретных условий применяют следующие технологии удаления и уборки навоза.

технология сбора, удаления, хранения и внесения в почву твердого подстилочного навоза.

технология сбора и удаления жидкого бесподстилочного навоза с приготовлением, хранением и внесением в почву твердого компоста, полученного с использованием торфа, резанной соломы, опилок, других компостирующих материалов и минеральных удобрений.

технология сбора и удаления жидкого бесподстилочного навоза с хранением и внесением его в почву в жидком виде.

технология сбора и удаления жидкого бесподстилочного навоза с разделением его на твердую и жидкую фракции, с последующим хранением и внесением каждой фракции раздельно.

Первая схема применяется преимущественно при привязном содержании КРС, при беспривязном содержании на глубокой несменяемой подстилке, а также в птичниках с напольным содержанием птицы.

Вторая схема применяется на крупных фермах и комплексах, преимущественно с беспривязным боксовым содержанием КРС и при достаточной обеспеченности компостируемыми материалами.

Третья схема применяется на крупных специализированных фермах и небольших комплексах при условии, что весь выход жидкого навоза может быть использован в качестве удобрения внутри хозяйства без накопления его излишков.

Четвертая схема с разделением жидкого навоза на фракции является наиболее типичной для крупных животноводческих комплексов, оборудованных специальными системами очистных сооружений. После разделения навоза твердая фракция используется как обычный твердый навоз на удобрения, а жидкая фракция подвергается сложной обработке с целью ее обеззараживания, дезодорации и осветления.

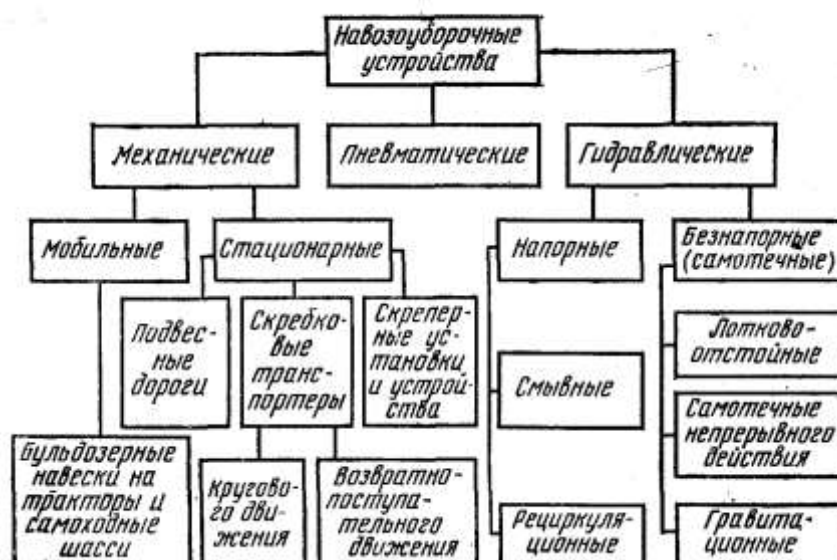


Рис. 2. Классификация устройств для удаления навоза из помещений

Механизация удаления навоза из животноводческих помещений может быть осуществлена механическим, гидравлическим и пневматическим способами.

Мобильные агрегаты удаляют из коровника 1 т навоза за 10 ... 25 мин, при этом затраты ручного труда составляют 0,5...1,2 мин в расчете на корову в сутки. На затраты рабочего времени влияют высота стенки навозной канавки-прохода, количество и качество подстилки, навыки рабочего, организация труда и др.

Один из недостатков работы мобильных средств механизации - большее загрязнение навозного прохода, чем при работе стационарных установок. Загрязнение можно значительно снизить за счет достаточного количества хорошей подстилки и высокой культуры труда. Чтобы холодный воздух не проникал в коровник при удалении навоза зимой, необходимо создавать воздушные тепловые завесы.

Загрязнение воздуха коровника выхлопными газами трактора наблюдается при запуске или работе трактора с неотрегулированным двигателем и при плохой вентиляции. Поэтому надо ставить соответствующие нейтрализаторы. К шуму трактора боровы быстро привыкают, и он их мало беспокоит.

Стационарные установки включают в себя скребковые транспортеры кругового и возвратно-поступательного движения, а также канатно-скреперные установки и подвесные дороги.

Скребковый транспортер типа ТСН состоит из горизонтального и наклонного транспортеров, имеющих индивидуальные приводы и работающих независимо друг от друга.

Горизонтальный транспортер, устанавливаемый в навозном канале животноводческого помещения, включает в себя шарнирную разборную цепь с прикрепленными к ней скребками, поворотные звездочки и натяжное устройство. Цепь приводится в движение от электродвигателя мощностью 4 кВт через клиноременную передачу и редуктор.

Наклонный транспортер имеет два канала, в которых движется замкнутая цепь со скребками. Он грузит навоз в транспортные средства и обычно устанавливается в торце животноводческого помещения, в тамбуре. Под верхним концом транспортера располагают тракторную тележку.

При работе транспортера ТСН навоз, сброшенный в канал, передвигается в нижний поворотный сектор наклонного транспортера и подается им в тракторную прицепную тележку.

Нельзя сбрасывать навоз на неподвижную ветвь транспортера, так как в этом

случае при пуске транспортера резко перегружаются цепь и механизмы привода. Кроме того, могут подниматься скребки транспортера, что значительно снижает его производительность и ухудшает качество работы.

Особое внимание уделяют обслуживанию наклонного транспортера, находящегося за пределами животноводческого помещения и работающего в более тяжелых условиях, особенно при низких температурах. Сначала включают наклонный транспортер, затем горизонтальный. Выключают транспортеры в обратном порядке.

Штанговые скребковые транспортеры возвратно-поступательного движения используют для удаления навоза из коровников, свинарников, птичников. Часто аналогичные транспортеры применяют для раздачи кормов. Эти транспортеры менее металлоемки и более надежны по сравнению с транспортерами кругового движения. Благодаря возвратно-поступательному движению скребков транспортируемый материал подается к месту назначения с минимальным перемещением. В результате значительно уменьшаются нагрузки на рабочие органы транспортера и сокращается продолжительность его работы.

Скреперные установки, движущиеся также возвратно-поступательно, применяют для удаления навоза из помещений, транспортировки его к навозоприемникам (на свиноводческих фермах) и одновременной погрузки в транспортные средства (на фермах КРС). Такие установки просты в изготовлении, надежны в работе, легко приспособляются к неровностям дна канала, менее металло- и энергоемки. Недостатки установок - недолговечность и трудность соединения троса при разрыве, сложность монтажа наклонной части навозных каналов.

Установка состоит из скреперов, троса, приводного и натяжного устройства. Скреперы устанавливают в навозные каналы (ширина 40...70 см и глубина до 50 см) на направляющие из уголкового стали, проложенные по дну канала.

Приводное устройство состоит из электродвигателя, редуктора и тросовой лебедки. В навозных каналах протягивают трос диаметром 10...15 мм, к которому крепят скреперы. Для уборки навоза применяют скреперы различных конструкций. Наиболее распространены скреперы типа «стрела» (в установках УС) и типа «каретка» (в установках ТС-1 и УВН-800).

Скреперные установки используют при уборке навоза из помещений для беспривязного боксового содержания крупного рогатого скота (УС-10, УС-12 и УС-250) и при уборке бесподстилочного навоза из-под щелевых полов в свинарниках (УС-12 и УСП-12).

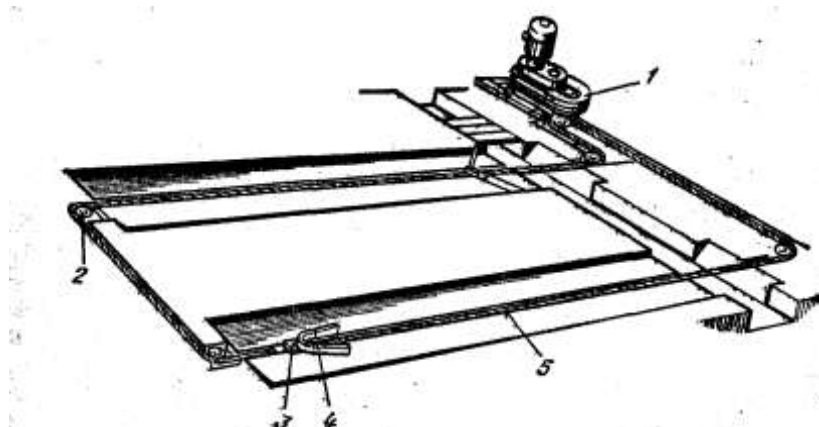


Рис. 3. Схема скреперной установки

1 – электродвигатель, 2 – поворотные звездочки, 3 – крепление скрепера, 4 – скрепер, 5 – тросовая лебедка

Гидравлические установки по принципу действия делятся на напорные и самотечные.

Напорная транспортировка навоза осуществляется за счет потока смывающей жидкости (воды, мочи, навозной жижи), подаваемой насосом в канал. Самотечная

транспортировка навоза возможна при определенном уклоне дна канала или поверхности транспортируемой массы и осуществляется по каналам или трубам без механизмов или транспортеров. Навоз из животноводческих помещений можно удалять самотечным и напорным транспортированием одновременно.

Среди гидравлических систем удаления жидкого навоза из помещений наиболее распространены смывная, рециркуляционная, лотково-отстойная, комбинированная, самотечная и гравитационная. Все эти системы, за исключением смывной и рециркуляционной, основаны на применении заглубленных лотков, перекрытых сверху решетчатым полом.

Смывная система основана на прямом смыве навоза струей воды, создаваемой напором водопроводной сети или подкачивающим насосом. Смесь воды, навоза и навозной жижи стекает в коллектор и для повторного смыва уже не используется. Недостаток этого способа - очень большой расход воды.

Рециркуляционная система состоит из самотечного трубопровода диаметром 0,3...0,4 м, проложенного с уклоном 0,006...0,01 м, и оборудованного сбросными колодцами напорного трубопровода и насосной станции с приемным навозосборником. Навоз сбрасывают через колодцы на поток навозной жижи, которая подается в самотечный трубопровод насосом через напорный трубопровод. По самотечному трубопроводу смесь жижи и навоза попадает в навозосборник вместимостью 8...10 м<sup>3</sup>.

Чтобы сократить затраты ручного труда, при применении этого способа вместо самотечных трубопроводов в коровниках и свинарниках устанавливают продольные лотки V-образного поперечного сечения, перекрытые решетчатыми полами. К началу лотков подводят напорный трубопровод, по которому 1...2 раза в сутки жижей смывают навозную массу.

Эта система работает удовлетворительно и наиболее экономична, однако она имеет некоторые недостатки. Во время промывки навозоприемных лотков повышается загазованность воздуха помещения. Кроме того, в случае возникновения инфекции в одном из помещений ряда не исключено заражение животных, содержащихся в других помещениях.

Лотково-отстойная (шлюзовая) система отличается от других наличием шиберов, установленных в местах примыкания продольных лотков к поперечному коллектору и предназначенных для накопления и периодического удаления навозной массы в приемный навозосборник. Кроме того, перед каждым циклом в лоток заливают воду из расчета 10...15 л на одно животное, чтобы избежать прилипания навоза к стенкам и сохранить аммиачный азот. Навоз через щелевой пол попадает в лоток, заполненный водой.

Заслонку-шибер поднимают раз в 3...4 дня. Накопившаяся смесь поступает в поперечный канал и по системе труб вытекает в навозосборник. После этого заслонку закрывают, решетки пола чистят и промывают водой. Очень важно, чтобы шибер плотно закрывал лоток, в противном случае воды в лотке не будет, навоз осядет на дно и прилипнет к стенкам, что затруднит его удаление. Шибер изготавливают из металлического 5-миллиметрового листа, который вставляют в деревянную рамку, покрытую резиной.

Для хорошего отека навозной массы большое значение имеют конструкция, точность и качество изготовления профиля лотка.

Основной недостаток лотково-отстойной системы навозоудаления - сильное выделение сероводорода при спуске навоза. Поэтому применение такой системы, несмотря на то, что технически она работает удовлетворительно, ограничено.

В комбинированной (рециркуляционно-шлюзовой) системе при опорожнении лотков осуществляется смыв навоза жижей.

Самотечная (самосплавная) система основана на использовании вязкопластических свойств жидкого навоза. Толщина слоя навоза по длине канала увеличивается в сторону, противоположную его движению. Подпор, создаваемый разностью толщины слоя,



является движущей силой, которая перемещает навоз по каналу.

Навоз при движении в канале перемешивается незначительно, из него испаряется мало влаги и вредных газов и через 6...10 суток начинается брожение с интенсивным выделением аммиака, метана и др. Поэтому необходимо выбирать такие параметры самотечной линии, чтобы навоз в помещении задерживался не более указанного срока.

Введенная в эксплуатацию самотечная система навозоудаления работает в течение всего цикла производства. Такая система является дальнейшим развитием отстойно-лотковой системы, но с той лишь разницей, что в ней навоз удаляется непрерывно по мере его поступления. По сравнению с рециркуляционной и рециркуляционно-шлюзовой системами навозоудаления она более полно удовлетворяет ветеринарно-санитарным требованиям, а по сравнению с отстойно-лотковой и смывной системами требует значительно меньшего расхода воды.

Гравитационная система в основном аналогична самосплавной, однако имеет и свои особенности. Навозный канал в этом случае имеет сечение 150х180 см и может быть практически любой длины (до 80...100 м). Дно канала чистое и абсолютно горизонтальное. Перед выходом в поперечный канал коровника дно каждого продольного навозного канала перекрывается переливным порошком высотой 50 см.

Навоз через щели пола попадает на «водяную подушку» и растворяется в воде, превращаясь в однообразную подвижную массу. При постоянном пополнении канала разжиженная навозная масса вытесняется из объема, заполненного водой, переливается через поперечный канал и далее поступает в малогабаритный навозосборник, откуда ковшовыми погрузчиками подается в транспортные средства и затем складывается в навозохранилища. Для сбора и транспортировки навоза можно использовать различные установки.

Основное условие эффективной работы гравитационного способа - абсолютная водонепроницаемость дна и стенок канала.

Все самосплавные способы удаления навоза из помещений особенно эффективны при привязном и боксовом способах содержания животных без подстилки, на теплых керамзитобетонных полах или с применением резиновых ковров.

Щелевые (решетчатые) полы начали применять на животноводческих фермах мира свыше 100 лет назад (1876 год), но наибольшее распространение они получили только в последние годы.

Щелевые полы применяют в коровниках; помещениях для откорма КРС, свинарниках, навозных проходах и проходах для перегона и выгона скота, преддоильных залах, помещениях для зооветеринарной обработки животных и др.

Такие полы устраивают в том случае, когда животных содержат без подстилки или же на подстилку используют такой мелкий материал, как опилки, резаную солому, торф в небольших количествах. Преимущества решетчатых полов очевидны; животные сами копытами продавливают навоз через щели пола в навозный канал, при этом резко сокращаются затраты труда на чистку стойл.

Постройки со щелевыми полами обходятся несколько дороже, чем обычные помещения, из-за необходимости теплоизоляции и устройства каналов (лотков) для навоза под щелевыми решетками пола. Однако экономия подстилки, резкое сокращение трудовых затрат при выполнении повседневных операций по распределению подстилки и чистке стойл, перекрывают затраты на сооружение щелевых полов.

При содержании КРС на привязи навоз из стойл убирают 2-3 раза в сутки за пределы коровника. При привязном содержании на глубокой подстилке навоз убирается 2-3 раза в год, а на выгульных площадках – ежедневно или через несколько дней в зависимости от времени года. При беспривязном боксовом содержании коров навоз из помещений, выгульно-кормовых и преддоильных площадках убирают один раз в 2-3 дня.

Очистку помещений проводят всегда в одно и то же время, определенное распорядком дня фермы.

Транспортировка навоза из животноводческих помещений в навозохранилища.

Для доставки навоза из животноводческих помещений в навозохранилища применяют тракторные тележки, скреперные и пневматические установки, насосные станции, ковшовые транспортеры и самосплавные системы.

Тракторную тележку устанавливают в навозном тамбуре (навоз в тележку подают по наклонной ветви скребкового транспортера или скреперной установкой) и по мере наполнения отвозят к навозохранилищу, где и разгружают.

### **3. Обеззараживание и хранение навоза**

В технологическом процессе удаления и использования навоза особое место занимает его обеззараживание и хранение. При этом в первую очередь необходимо учитывать ветеринарные и медико-санитарные правила, так как патогенные микроорганизмы, яйца и личинки гельминтов сохраняют свою жизнедеятельность в необработанном навозе в течение года.

Для предотвращения загрязнения окружающей среды возбудителями инфекционных и инвазионных болезней система обработки навоза на животноводческих фермах и комплексах должна обеспечивать карантинирование (выдерживание навоза в течение определенного времени с целью выявления инфекции), а в случае необходимости - дезинфекцию и дегельминтизацию навоза.

Для обеззараживания и утилизации навоза на животноводческих фермах и комплексах разработано довольно большое число технологических схем, многие из которых применяются пока лишь в опытных хозяйствах.

Наиболее широкое распространение на животноводческих фермах и комплексах получили следующие технологические схемы:

- компостирование твердого и полужидкого навоза;
- гомогенизация полужидкого и жидкого навоза;
- разделение жидкого навоза на фракции в отстойниках-накопителях (при этом применяется полная или частичная биологическая обработка жидкой фракции) или механическими средствами.

Это связано с тем, что навоз имеет следующие патогенные свойства:

1. Внесенный на поля навоз, содержащий патогенные микроорганизмы, летом высыхает и, превращаясь в пыль, инфицирует обширную территорию и расположенные на ней водоемы. Навоз защищает микроорганизмы от инсоляции, действия дезинфицирующих веществ и т.д. В высушенном или замороженном навозе возбудители консервируются и сохраняются в течение длительного времени.

2. При обработке лугов и пастбищ жидким необеззараженным навозом происходит загрязнение растений различными микроорганизмами. Пробы травы, взятые через 3 недели после орошения, в 84% случаев содержали сальмонеллы, а в сене с заливных лугов сальмонеллы были обнаружены через 8 месяцев, а по некоторым данным, даже через 11 месяцев.

3. Даже в благополучных хозяйствах, среди животных имеет место сальмонеллоносительство. Поэтому животноводческие стоки могут явиться одним из факторов распространения инфекционных заболеваний.

При использовании всех схем навоз сначала проходит карантинирование, затем его обеззараживают, после чего проводят обработку (выделяют примеси, перемешивают навоз, разделяют его на фракции и др.)

Карантинирование твердого и полужидкого навоза при компостировании проводят в секциях карантинных емкостей, которые имеют бетонированные дно и стенки, исключаящие фильтрацию жидкой фракции навоза через почву. Секций должно быть не менее двух, их размещают рядом с компостными площадками. Навоз в секциях выдерживают в течение шести суток, при обнаружении инфекции механическими

средствами вносят химические реагенты и перемешивают их с навозом.

Карантинирование гомогенизированного полужидкого и жидкого навоза проводят в хранилищах-гомогенизаторах секционного типа, оборудованных устройствами для периодического смешивания выдерживаемого навоза, чтобы исключить расслоение его на фракции. Эти же устройства обеспечивают качественное смешивание инфицированного навоза с химическими реагентами при обеззараживании.

Карантинирование жидкого навоза при разделении механическими средствами проводят отдельно для твердой и жидкой фракций. Жидкую фракцию выдерживают в секционных накопителях в течение шести суток, обеззараживают химическими реагентами, после чего секции разгружают. Так же карантинировывают и твердую фракцию.

Карантинирование жидкого навоза комплексов по выращиванию и откорму 54 и 108 тыс. свиней в год при комбинированной его обработке проводят в сооружениях по обработке жидкого навоза, если период обработки составляет не менее шести суток. При меньшем времени обработки устанавливают дополнительные секционные емкости, рассчитанные на шестидневное карантинирование.

Обеззараживание навоза проводят

- биотермическим
- химическим
- термическим
- физическим способами.

Биотермическое обеззараживание инфицированного навоза или его твердой фракции при компостировании проводят, при хранении на площадках с твердым покрытием. При этом в штабелях навоза или компоста под влиянием жизнедеятельности термогенных микроорганизмов возникает высокая температура, губительно действующая на возбудителей инфекционных и инвазионных болезней животных. Для размножения термогенных микроорганизмов необходимы определенная влажность навоза или компоста (не выше 70 %) и поступление воздуха, что достигается благодаря рыхлой укладке штабеля. Уложенный в штабеля компост выдерживают не менее одного месяца в теплый период и не менее двух месяцев - в холодный. Началом срока обеззараживания считают день подъема температуры в штабеле не менее чем до 60 °С.

Химическое обеззараживание жидкого навоза проводят в карантинных емкостях, оборудованных перемешивающими устройствами. Для обеззараживания применяют формалин, формальдегид и другие вещества. Расход химических реагентов и длительность обработки зависят от вида инфекции.

Термическое обеззараживание навоза включает в себя следующие способы: двухстадийное упаривание с предварительным разделением навоза на фракции, вакуумную сушку в реакторно-смесительных аппаратах, термобеззараживание в реакторах при давлении 1,2 МПа и температуре 180 °С, многостадийную дистилляцию после обработки в реакторах с абсорбцией парогазовой смеси и сушкой твердой фракции в барабанных или трубчатых сушилках.

Физические способы обеззараживания навоза (обработка УФ-облучение) находятся в стадии эксперимента и на практике пока не применяются.

Современные способы обработки навоза отличаются тем, что в технологические схемы включаются операции, цель которых получить из навоза высококачественное удобрение и чистую воду. Вот, например, один из таких способов. Навоз сначала разделяют на твердую и жидкую фракции при помощи механических средств (центрифуг, виброгрохотов или прессов). Затем твердую фракцию высушивают и она поступает в компост, а жидкую обрабатывают по одной из следующих схем; первая - жидкая фракция поступает на электрокоагуляцию, озонирование, биологическую доочистку и используется для орошения; вторая - жидкая фракция поступает на биологическую доочистку и сбрасывается в канализационную сеть.

В процессе ферментации исходный навоз в установке разделяется на три фазы:

газообразную, жидкую и твердую.

Газообразная фаза - биогаз, содержащий 60...70 % метана, окись углерода и 2...5 % других газов. Биогаз имеет теплотворную способность 21...25 тыс. кДж и может быть использован как топливо: 1 м<sup>3</sup> биогаза эквивалентен 0,6 ... 0,8 кг условного топлива.

Жидкая фаза (стоки, получаемые после разделения отферментированного навоза) представляет собой обеззараженную жидкость с содержанием сухого вещества 2 ... 2,5 %. Стоки содержат азот, окиси фосфора и калия, что позволяет использовать их в качестве жидких удобрений.

Твердая фаза — навоз без запаха, влажностью 65...70 %, представляющий собой высококонцентрированное обеззараженное органическое удобрение.

Процесс анаэробной ферментации, проходящий в основном аппарате установки - ферментаторе, представляет собой сложную цепь биохимических реакций расхода органических веществ под действием анаэробных микроорганизмов (метаногенных бактерий). Процесс протекает непрерывно по следующей схеме. Навоз и жижа при помощи скребков и воды направляются в сборник, откуда насосом подаются в подогреватель с мешалкой. Здесь сырье подогревается до температуры ферментации и насосом подается в ферментатор, а затем переливается в отстойник. Затем масса самотеком попадает в центрифугу, где разделяется на твердый осадок и жидкие стоки. Выделяющийся в ферментаторе биогаз поступает в накопитель-газгольдер, а затем в котел для получения пара. Пар используется для приготовления кормов, обогрева помещений свинофермы, а также в подогревателе и ферментаторе установки.

В механизированных навозохранилищах, которые размещают на открытых площадках или под навесами, происходит естественное обеззараживание твердого навоза. Наличие навозохранилища - одно из важнейших условий правильного хранения и использования навоза.

В соответствии со способом содержания скота и технологией удаления навоза из помещений, навозохранилища подразделяют на наземные и заглубленные (котлованные). Дно и стенки навозохранилищ, как правило, выполняют бетонными или облицовывают панелями. Дно и стенки котлованного навозохранилища иногда покрывают слоем утрамбованной глины на щебеночном основании толщиной 20 см. Навозохранилище оборудуют жижесборником.

Навозохранилище состоит из нескольких секций, каждая из которых рассчитана на 1...3 (в южных зонах) и на 2...6 (в средней полосе страны) месяцев хранения, в течение которых проходит самообеззараживание навоза. Навозохранилища оборудуют жижесборниками, а также средствами механизированной выгрузки (кранбалками и мостовыми кранами с грейферными погрузчиками, скреперными установками и другими механизмами). Для удобства вывозки навоза из котлованного навозохранилища устраивают пандусы для въезда и выезда транспорта.

Навозохранилища и очистные сооружения фермы ограждают и обеспечивают подъездными путями с твердым (бетонным или асфальтобетонным) покрытием. Ширину подъездных принимают не менее 3,5 м. По периметру очистных сооружений высаживают высокорастущие деревья на полосе шириной не менее 10 м, а всю территорию комплекса или фермы, включая очистные сооружения, подъездные и переходные пути, озеленяют.

В районах с холодной продолжительной зимой рекомендуется устраивать закрытые навозохранилища, которые сооружают в виде пристроек к животноводческим помещениям, в виде отдельных построек или траншей под полом помещения.

Подпольные навозохранилища все шире применяются на фермах и комплексах. Промышленность наладила выпуск установок УВН-800 для выгрузки навоза из таких хранилищ длиной до 110 м и погрузки его в транспортные средства. УВН-800 состоит из насоса НЖН-200 и стационарной скреперной установки. Насос выкачивает из навозохранилища и подает в транспортные средства навоз влажностью 87 ... 98 %, а скреперная установка выгружает оставшийся навоз влажностью менее 87 % и грузит его в

транспортные средства.

Отстойники-накопители горизонтального и вертикального типов также находят широкое применение. В них навоз разделяется на твердую и жидкую фракции.

В отстойниках навоз расслаивается на твердую и жидкую фракции. Твердая фракция выпадает в осадок, жидкая через систему труб подается на станцию перекачки, а оттуда распределяется по полям. Когда слой осадка в отстойнике достигает 1,5 ... 1,8 м, закрывают задвижку на впускных трубах, а оставшуюся жидкую фракцию в верхнем слое сбрасывают через шандорный водосброс. В отстойнике остается навоз (осадок) и незначительное количество жидкости. Для подсушивания осадка открывают задвижки на дренажной системе. Обезвоживание длится 35 ... 45 дней.

Подсушенный осадок, влажность которого равна 75 ... 78 %, подают погрузчиком в автомобили и вывозят на поля.

Жидкая фракция навоза со станции перекачки поступает на сельскохозяйственные поля орошения и распределяется по поливным бороздам через выводные борозды или по полиэтиленовым трубам. На полях орошения выращивают однолетние и многолетние травы, силосные культуры, картофель, подсолнечник.

Схема-разделения навоза на твердую и жидкую фракции (обезвоживание) все шире внедряется в производство. Разделение осуществляется на прессах, центрифугах, виброгрохотах. Применение обезвоживающих установок позволяет сократить объем навозохранилищ в 30 ... 40 раз за счет уменьшения объема твердой фракции и времени ее хранения.

В некоторых хозяйствах после добавки в сухой навоз минеральных удобрений смесь прессуют под давлением 10 ... 12 МПа. В таком состоянии навоз можно хранить длительное время.

#### ***4. Компостирование навоза и машины для его вывозки на поля***

Важнейшая проблема современного сельского хозяйства — сохранение плодородия почвы. Главным фактором, определяющим весь характер почвы, все ее свойства, является гумус.

Гумус (перегной) — сложное сочетание особых, присущих только почве органических веществ, синтезируемых почвенными микроорганизмами в процессе разложения мертвых растительных и животных остатков. Между тем, по свидетельству почвоведов, на пахотных землях страны наблюдается неуклонное снижение содержания гумуса в почве. Так, служба экологического контроля из космоса зафиксировала, что в нашей стране повсеместно в степной и лесостепной зонах на полях за сельскохозяйственный период утрачено около 25 % гумуса. А если в почве мало гумуса, то большая часть удобрений не удерживается почвой, проваливается до грунтовых вод и смывается, загрязняя водоемы.

Чтобы поднять плодородие почвы, необходимо обогатить ее навозом — органическим веществом, которое является наилучшей средой для создания гумуса. По подсчетам ученых, с целью поддержания плодородия почвы следует ежегодно вносить в среднем 8 ... 10 т органических удобрений на 1 га пашни. Основная часть этих органических удобрений (компостов) — навоз, вторая составляющая — подстилка (солома, опилки, торф). Очень значительную часть составляют птичий помет, городские компосты, 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.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ**

### **ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

#### **2.1 Лабораторная работа №1,2 (4 часа).**

**Тема:** «Параллельное вождение агрегатов»

**2.1.1 Цель работы:** Изучить устройство, принцип работы и процесс управления системой параллельного вождения AgGPS EZ-Guide 250

##### **2.1.2 Задачи работы:**

1. Используя методическое пособие и справочные руководства пользователя ознакомиться с общим устройством системы.
2. Изучить принцип управления системой с использованием функциональных клавиш.
3. Изучить возможные шаблоны движения агрегата с использованием системы.
4. Изучить принцип работы подруливающего устройства.
5. Оформить отчет по лабораторной работе.

.....

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

1. Система параллельного вождения AgGPS EZ-Guide 250
2. Методические указания

##### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

###### **Технические характеристики:**

Система параллельного вождения AgGPS EZ-Guide 250 имеет простой интерфейс и цветной экран, удобна в использовании при агрегатировании сельскохозяйственных агрегатов. Система совместима с подруливающим устройством EZ-Steer.

###### **Особенности системы:**

- Цветной дисплей (4.3 дюйма): позволяет увидеть, где вы находитесь в настоящий момент, где вы были и какую работу проделали.
- Индикатор траектории: 15 ярких светодиодов используются для указания отклонения от траектории в режиме реального времени.
- USB: Позволяет передавать карты, построенные за день, и информацию для отчетов на ваш компьютер через флэш-накопитель USB.
- Встроенный GPS-приемник: низкопрофильная антенна обеспечивает субметровую точность (30-40) см, антенна AG15 позволит достигнуть точности 15-30 см от гона к гону.

Технология фильтрации сигнала OnPath® оптимизирует точность параллельного вождения в любой точке мира.

- Вождение по траектории произвольной формы: позволяет осуществлять вождение по любым траекториям, наиболее подходящим полю.
- Картирование: вид сверху позволяет увидеть, где вы находитесь в настоящий момент и, где была произведена обработка. Карты могут быть перенесены в ПК через накопитель USB.
- Функциональные клавиши: в любое время быстро выведут на экран справку и указания о порядке действий. При первом нажатии клавиши Info вы увидите обработанную площадь, общую площадь поля и ширину рабочего агрегата – при повторном нажатии Вы получите последние данные со спутника и о положении на поле. Клавиша Help выведет на экран информацию о поле, на котором идет работа в данный момент.

### **Информация по изучению раздела:**

В сельском хозяйстве получили широкое распространение и доказали свою эффективность два класса приборов для управления движением тракторов и комбайнов, использующих GPS-приемники: системы параллельного вождения и автопилоты. Использование космических навигационных систем становится возможным после установки на транспортное средство специального приемника, постоянно получающего сигналы о местоположении навигационных спутников и расстояниях до них. Приемные устройства, обеспечивающие связь со спутниками и определение координат, называются GPS- приемниками (GPS – Global Positioning System – система глобального позиционирования). На базе GPS-приемников разработаны разнообразные устройства управления движением техники.

Система параллельного вождения подразумевает под собой активное участие механизатора в управлении машиной по схеме: «измерение текущих координат сельхозмашины – отображение отклонений от заданного маршрута на табло в кабине – вращение механизатором рулевого колеса для удержания агрегата на заданном маршруте».

Основное преимущество использования систем параллельного вождения – уменьшение ошибок, сведение к минимуму человеческого фактора при обработке полей.



Система параллельного вождения позволяет повысить эффективность и точность всех сельскохозяйственных операций: обработки почвы, посева, опрыскивания, внесения удобрений и уборки урожая.

### **Принцип работы спутниковых систем навигации**

Принцип работы спутниковых систем навигации основан на измерении расстояния от антенны на объекте (координаты которого необходимо получить) до спутников, положение которых известно с большой точностью. Таблица положений всех спутников называется альманахом, которым должен располагать любой спутниковый приёмник до начала измерений. Обычно приёмник сохраняет альманах в памяти со времени последнего выключения и если он не устарел — мгновенно использует его. Каждый спутник передаёт в своём сигнале весь альманах. Таким образом, зная расстояния до нескольких спутников системы, с помощью обычных геометрических построений, на основе альманаха, можно вычислить положение объекта в пространстве.

Принцип работы спутниковой системы навигации также называется принципом трилатерации.

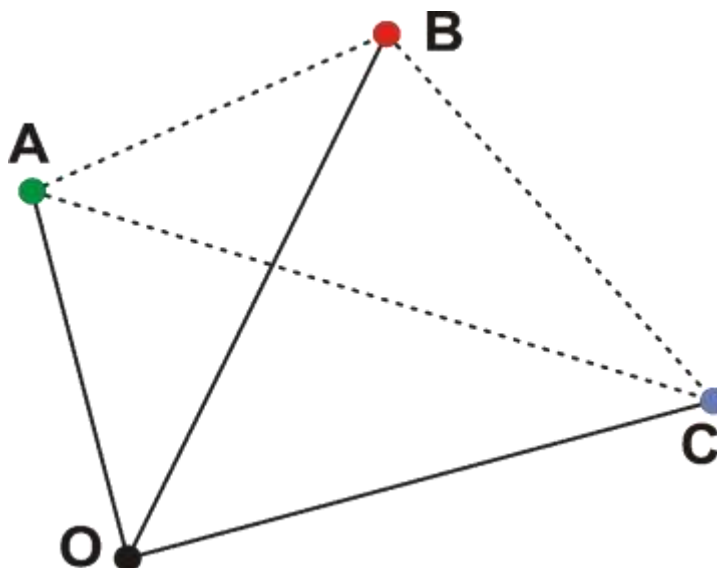


Рис.1.2 Принцип работы спутниковой системы навигации

Положение любой точки в пространстве определяется однозначно, если известны расстояния от этой точки до минимум трех других точек с известным их положением. Если на рисунке: А, В и С – спутники с известными параметрами орбиты, то, измеряя расстояния до них, мы сможем знать положение нашего объекта (О).

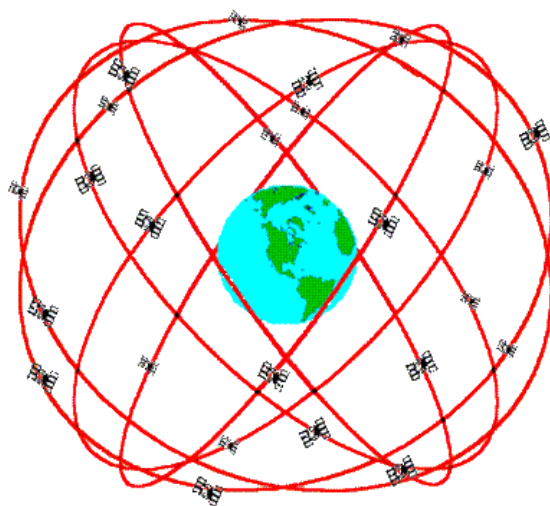


Рис.1.3 Спутники земли

Точные координаты любой точки на поверхности Земли вычисляются по измерениям расстояний до спутников с известными координатами. Расстояние определяется как время прохождения радиосигнала от спутника до приёмника, умноженное на скорость света.

#### **Общее устройство системы:**

В общем случае система параллельного вождения состоит из GPS-приемника с внешней антенной, контроллера и курсоуказателя. Для работы системы требуется подключение к электропитанию и установка внешнего блока (приемник GPS) на входящих в комплект магнитной либо воздушной (если крыша машины из пластика) присосках. Обучение по использованию этого типа оборудования занимает, в зависимости от желаемой «глубины» изучения, от нескольких минут до суток.

#### **Что входит в состав комплекта EZ-Guide 250**

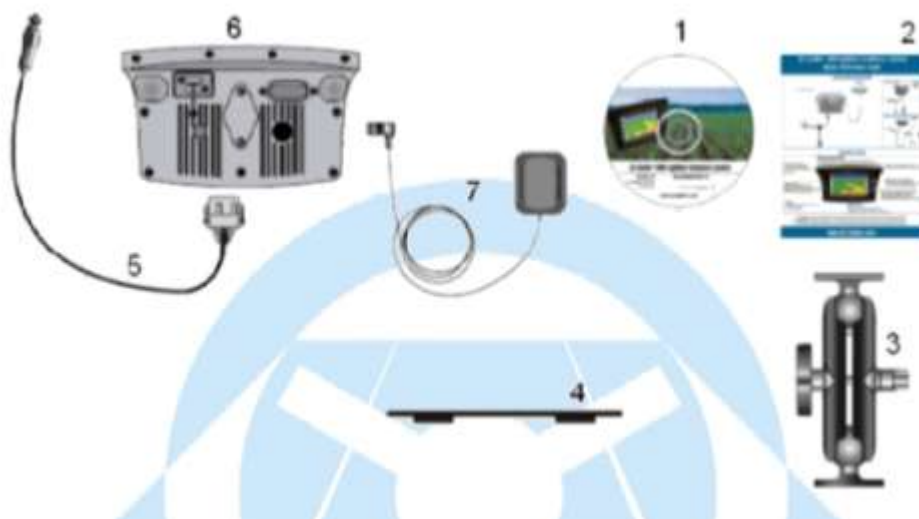


Рис.1.4 EZ-Guide 250

1-Диск с документацией EZ-Guide 250; 2-Карточка для быстрого ознакомления; 3-Держатель RAM; 4-Пластинка крепления антенны; 5-Кабель питания (P/N 65168); 6-Световая панель EZ-Guide 250; 7-Микрополосковая антенна

Классическая форма курсоуказателя, одного из компонентов системы, – горизонтальный ряд светодиодных индикаторов в пластиковом корпусе



Рис.1.5 Устройство EZ-Guide 250

1) Цветной дисплей с диагональю 11 см. Удобный просмотр данных о проделанной работе, текущем местоположении и предстоящей обработке; 2) 15 светодиодных индикаторов указывают направление движения при любой освещенности; 3) Переносите данные о проделанной работе на ваш компьютер с помощью USB флеш-карт; 4) Встроенный GPS-приемник обеспечивает субметровую точность. Возможность установки антенны AG 15 для повышения точности позиционирования. Система оптимизирована для работы с фильтром OnPath в любой части мира; 5) Шаблон FreeForm создает красивые и линии рядов для указания курса в полях любой конфигурации. Пройденный путь в точности записывается для создания следующего прохода.

Курсоуказатель располагается внутри кабины, в поле периферийного зрения водителя, обычно над рулем или перед рычагами управления. Водителю не нужно переключать внимание на отслеживание внешних ориентиров, поэтому он меньше отвлекается от непосредственно вождения и контроля за приборами.

### **Принцип работы системы:**

Перед началом работы водитель выбирает необходимый режим обхода поля (маршрут движения), устанавливает расстояние между рядами и чувствительность курсоуказателя. Текущее положение машины в каждый момент времени определяется с помощью GPS-приемника, а запоминание маршрута, вычисление отклонения от него и управление индикацией осуществляет специализированный процессор. Алгоритм управления транспортным средством с помощью курсоуказателя прост: если индикаторы светятся в центре – машина идет правильно, если свет начал перемещаться, например, вправо, значит, машина уходит вправо – водитель должен компенсировать отклонение от ряда. Если водитель уехал с поля для дозаправки или был вынужден прекратить работу из-за непогоды, то впоследствии он может вернуться в точку, где была остановлена работа, и продолжить вождение по выбранной ранее траектории.

Помимо варианта со «светодиодными индикаторами в пластиковом корпусе» существуют системы параллельного вождения с графическим дисплеем, формирующим двумерное условное изображение машины, обрабатываемого ряда и линий сетки для визуализации движения. Система вождения, объединенная с агрегатами точного дозирования и специальным программным обеспечением, позволяет создавать и впоследствии использовать карты обработки полей с запоминанием траектории вождения машины.




### **Управление системой:**




Рис.1.6 Управление EZ-Guide 250

1) К питанию; 2) Курсоуказатель EZ-Guide 250; 3) Антенна Patch(P/N 56237-91); 4) Кабель питания (P/N 65168)

### Включение и выключение световой панели

Для включения световой панели EZ-Guide 250 нажмите функциональную кнопку . Для выключения световой панели нажмите и удерживайте нажатой функциональную кнопку . На экране отображается обратный отсчёт 5 секунд. Если вы отпустите кнопку  во время обратного отсчёта, выключение прерывается.

### Предупреждение

Убедитесь в надёжности подключения к электропитанию. В случае внезапного отключения питания световой панели возможны потери данных. Наиболее надёжным способом подключения является непосредственное соединение с аккумуляторной батареей. Во избежание потери данных для выключения световой панели всегда пользуйтесь кнопкой выключения . Для ознакомления с другими вариантами соединительных кабелей свяжитесь с вашим местным реселлером.

### Компоновка курсоуказателя



Рис.1.7 Компоновка курсоуказателя








1)СИД-указатели отклонения; 2) Кнопки действий; 3) Протоколирование покрытия и перекрытий; 4) Функциональные кнопки; 5) Полоса советов; 6) Пистограмма транспортного средства; 7) Линии полосы

### Предупреждение










Курсоуказатель должен быть сухим. Влага может привести к повреждению электрических устройств и отмене вашей гарантии.

### Пиктограммы системы

#### Функция (левая сторона):

-  - Отображает информационные вкладки
-  - Отображает встроенную систему справки
-  - Включает и выключает регистрацию покрытия
-  - Возврат к режиму карты (экраны меню и мастера)
-  - Возврат к предыдущему экрану (экраны мастера)
-  - Возврат в предыдущее меню (экраны меню)
-  - Отменить изменения (править экраны)

#### Действие (правая сторона):

-  - Перезапуск вождения
-  - Смещение линии вождения влево и вправо
-  - Передвинуть в это место (Только в расширенном режиме)
-  - Пауза и возвращение обратно к вождению
-  - Режим картирования
-  - Изменение масштаба карты
-  - Переключение режимов отображения (Только в расширенном режиме)
-  - Режим панорамирования
-  - Переход в меню конфигурации

#### Задние поля (правая сторона):



- Установка точки A и точки B



- Начало разворота и завершение разворота



- Пауза протоколирования кривой (запись сегмента прямой линии)



- Следующий АВ (переключение секций шаблонов FreeForm)



- Регистрация кривой FreeForm



- Выполняю регистрацию кривой FreeForm

### **Начало. Управление. Простой режим.**

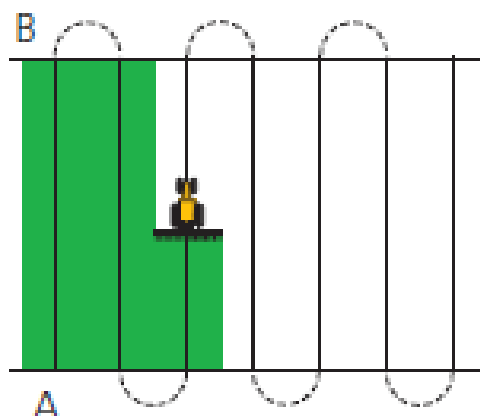
1)Перезапуск вождения → 2)Настройка агрегата→3)Выберите шаблон→4)Выберите на карте линию АВ → 5)Движение

1) Выберите пиктограмму © и нажмите ок; 2) Установите ширину агрегата, перекрытие, пропуск и значения смещения; 3) См. шаблоны движения; 4)Начните движение и задайте направляющую полосу или поворотную полосу.

### **Шаблоны движения**

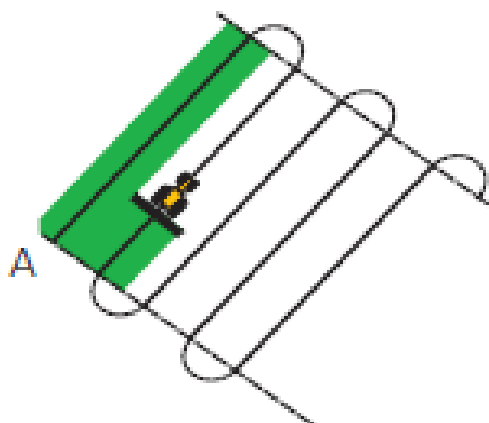
В русскоязычном варианте привычным стал термин «система параллельного вождения», хотя системы с GPS-навигацией позволяют прокладывать и отслеживать как прямолинейные, так и криволинейные траектории, и их сочетания. Световая панель EZ–Guide 250 имеет встроенные шаблоны указания курса, предназначенные для прокладывания курса в соответствии с заданными полевыми условиями.

## Прямая АВ



Выполняет построение линии для направления. Установите точку А в начале линии, а точку В – в конце.


## А+



Установите точку А для задания линии. Направление линии АВ соответствует заданию направления вручную (по умолчанию соответствует предыдущему направлению АВ).



## Поворотная полоса

Прямые полосы автоматически заполняют границы поворотных полос. Введите число поворотных полос перед началом задания поля. Начните поворотную полосу, задайте линию вождения а затем возвратитесь к началу круга или нажмите  для завершения поворотной полосы.

*Примечание – дополнительные поворотные полосы основаны на первой поворотной полосе.*



## Шаблоны движения

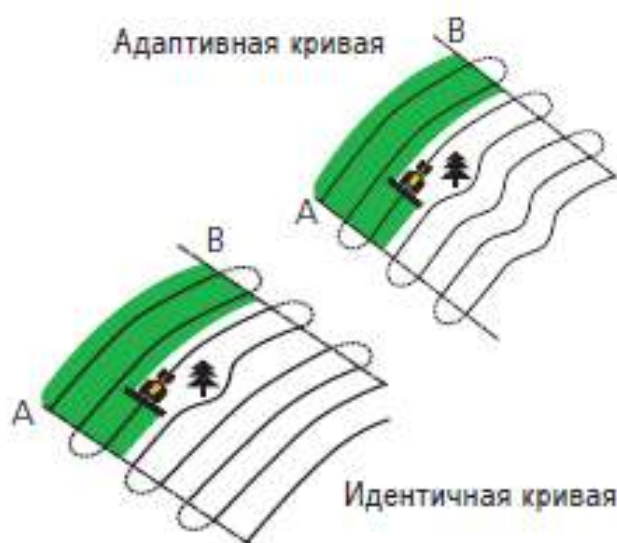


Рис. 1.8 Кривые

Существуют два типа кривых: идентичные и адаптивные. В случае идентичных кривых наведение основано на исходной кривой. Все отклонения игнорируются. Установите точку А, проведите кривую, и затем установите точку В. В случае адаптивных кривых наведение всегда основано на последнем проходе. Если функция автоматического обнаружения разворота включена, каждая новая полоса генерируется автоматически при выполнении вами поворота. Если функция Автоматического обнаружения разворота выключена, установите точку В в конце каждого прохода для создания новой полосы.

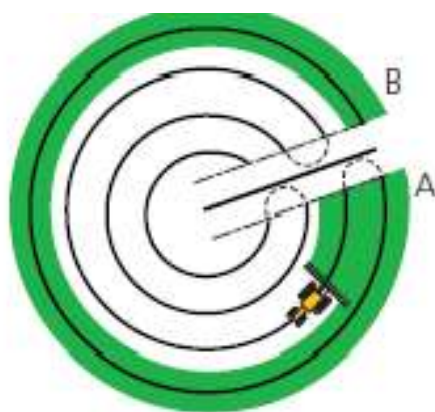


Рис. 1.9 Круговое движение

Установите точку А, выполните поворот, и затем установите точку В. Для достижения наилучших результатов следуйте крайней наружной колее поворотного рычага.

*Примечание - для обработки поля из центра к периферии поля, исходный поворот должен иметь радиус, равный, по крайней мере, двум значениям ширины полосы и длину дуги, равную как минимум четырем ширинам полосы.*



Рис. 1.10 FreeForm

Создание изогнутой и прямой направляющих линии в полях любой формы посредством записи точного пройденного пути для генерирования следующего прохода. Убедитесь в том, что вы записываете свою траекторию для того, чтобы получать указания. Наведите затем будет следовать следующей траектории. При наличии более чем одной траектории в

зоне используйте пиктограмму Следующая АВ  для переключения между ними.



Рис.1.11 Trimble AgGPS EZ-Steer

### Назначение и состав устройства:

Подруливающее устройство Trimble AgGPS EZ-Steer создано для обеспечения автоматического удержания транспортного средства на заданном маршруте при движении по полосе с высокой степенью точности, что снижает утомляемость водителя и позволяет ему сосредоточиться на более важных задачах, таких как контроль работы навесного оборудования или опрыскивателя, что позволяет повысить качество выполняемых работ. Система AgGPS EZ-Steer хорошо зарекомендовала себя при обработке почвы, внесении удобрений, опрыскивании и уборке урожая.

Подруливающее устройство состоит из контроллера, получающего данные с курсоуказателя и оснащенного технологией компенсации неровностей T2, и электрического мотора, который управляет рулевым колесом транспортного средства с помощью фрикционного ролика.

### Особенности устройства:



Рис.1.12

Устройство Trimble AgGPS EZ-Steer

1) Подруливание без рук – пеноризинный валик надежно прижимается к рулевому колесу; 2) Технология компенсации поверхности T2 улучшает точность вождения на наклонных поверхностях; 3) Ручное освобождение рулевого колеса; 4) Простота установки и перемещение с одного транспортного средства на другое менее чем за 30 минут с помощью одного ключа.

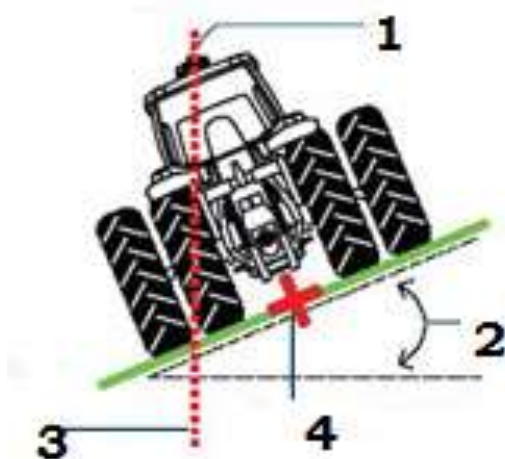


Рис. 1.13 Технология компенсации поверхности T2

1) AgGPS антенна; 2) Угол наклона; 3) Позиция без компенсации поверхности; 4) Позиция откорректированная технологией T2.

#### **Комплектация прибора:**

- Контроллер;
- Электрический мотор;
- Соединительные кабели;
- Комплект запасных роликов (2 шт.);
- Комплект платформ;
- Краткая справочная карта;
- Инструкция пользователя на русском языке.

#### **Дополнительно приобретаемые опции:**

- Переключатель на сидение для предотвращения запуска системы;
- Педаль удаленного запуска.

#### **Принцип работы системы:**

Система автоматического управления AgGPS EZ-Steer использует данные, поступающие от системы точного вождения AgGPS EZ-Guide Plus, 250 или 500 для

управления специальным электрическим мотором, подключенным к рулевому колесу транспортного средства. Таким образом, система EZ-Steer осуществляет управление машиной и снижает утомляемость водителя. Поскольку система EZ-Steer берет на себя задачу удержания машины на заданном маршруте, вы можете сосредоточиться на более важных делах, таких как контроль работы навесного оборудования или опрыскивателя, что позволит повысить качество полевых работ.

Система EZ-Steer применяется при обработке почвы, вносе удобрений, опрыскивании и уборке урожая. При посеве используется систему EZ-Steer совместно с приемниками AgGPS 252 и AgGPS 332 и дифференциальным сервисом Omnistar HP/XP.



Рис.1.14 Система автоматического управления AgGPS EZ-Steer

1) Курсоуказатель EZ-GUIDE 500; 2) Контролер рулевого управления; 3) Электромотор; 4) Выносной пульт управления к курсоуказателю; 5) Питание от бортовой сети.

Система EZ-Steer максимально проста в установке, настройках и использовании. Установка системы занимает, как правило, менее 30 минут с использованием одного гаечного ключа. Настройка проводится в меню системы EZ-Guide. Необходимо лишь ввести размеры транспортного средства и система готова к работе. Для передачи управления системе EZ-Steer нужно всего лишь вывести трактор на прямой или изогнутый ряд и нажать кнопку «Подключить», и система приступит к автоматическому управлению и маневрированию. Если необходимо взять управление на себя, достаточно всего лишь слегка повернуть рулевое колесо и система EZ-Steer автоматически отключится.

#### **Технические характеристики:**

## Оборудование

### Индикатор траектории:

Система точного вождения AgGPS EZ-Guide Plus (заказывается отдельно).

Электрический мотор с шарнирным кронштейном.

Управляющий контроллер.

Интерфейсные кабели.

Пульт управления с функцией звуковой сигнализации (опция).

Карта для проведения настроек.

Крепеж для установки на рулевую колонку для различных моделей тракторов (заказывается отдельно).

### Точность управления:

Динамическая точность 15-30 см (от ряда к ряду) в течение 15 минут с использованием системы EZ-Guide Plus с интегрированным приемником GPS.

Динамическая точность 5-10 см (от ряда к ряду) в течение 15 минут с использованием системы EZ-Guide Plus с приемником AgGPS 332 или AgGPS 252.

### Физические характеристики:

Мотор Таблица 1

Размер	127 мм Ш x 101 мм В x 259 мм Д
Вес	4,1 кг
Диапазон рабочих температур	От -20 °С до +60 °С
Диапазон температур хранения	От -30 °С до +80 °С
Питание	12 В минимально. 16 В максимум
Защита корпуса	IP 40
Соответствие	FCC часть 15. Класс А

Контроллер Таблица 2

Размер	136 мм Ш x 37 мм В x 227 мм Д
Вес	0,55 кг
Диапазон рабочих температур	От -20 °С до +60 °С
Диапазон температур хранения	От -30 °С до +80 °С
Напряжение питания	12 В минимально. 16 В максимум
Потребляемый ток	5 А пиковый < 2 А средний
Соответствие	FCC часть 15. Класс А

## Психофизиологические особенности человека и GPS

Человек, управляющий техникой на современном уровне развития общественного производства, является наиболее важным звеном в системе управления. Это привело к формированию понятия системы «человек-машина».

Психофизиология труда оператора машин изучает психофизиологические особенности его труда, требования, предъявляемые к его психическим процессам и физиологическими функциям в различных видах деятельности по управлению машинами, и разрабатывает мероприятия, направленные на повышение надежности, эффективности труда и сохранения их здоровья.

В деятельности механизатора выражается особенность в том, что он заинтересован как можно быстрее, без перерывов и с соблюдением правил работы с орудием завершить технологический процесс.

Мышечно-двигательный анализатор имеет исключительно большое значение в деятельности оператора машины, так как осуществляет контроль за правильностью и точностью выполняемых движений, в точности помогает GPS.

Причиной ошибок механизаторов при работе с широкозахватными орудиями может быть неправильная оценка расстояний по горизонтали и вертикали. Например, когда ориентируется на какие-то привязки (флажки). Такие действия объясняются тем, что расстояния по вертикали оцениваются менее точно, чем по горизонтали. Поэтому, опасаясь, что сделает пропуск, механизатор делает перекрытие, или, наоборот. Чтобы этого не было, ориентиром будет GPS прибор, который и облегчит работу.

Психомоторика – это движения человека, включенные в его психическую деятельность. Управляющие действия операторов сельскохозяйственных машин являются его ответными реакциями на восприятие окружающей обстановки в целостности с орудиями и показаний контрольно-измерительных приборов и, в частности, GPS – системы параллельного вождения.

Эти действия осуществляются движениями рулевого колеса, (интервал ошибок поворота, которого по психомоторным реакциям оператора соответствует оптимальной точности GPS навигатора (по бесплатному сигналу) по предельным значениям 15-30 см.), рычага переключения коробки передач (джойстика) и педалей. Т.е. точность в 15-30 см системы параллельного вождения соответствует психомоторным способностям среднестатистического человека, т.к. именно этот интервал при управлении транспортом может удержать оператор при длительной работе, в противном случае, если требуется большая точность, то с этой задачей справится подруливающее устройство.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Перечислите особенности системы.
2. Объясните принцип работы системы параллельного вождения.
3. Как работают современные спутниковые системы навигации?
4. Что такое принцип трилатерации?
5. Что входит в состав комплекта EZ-Guide 250?
6. Что представляет собой курсоуказатель?
7. Расскажите алгоритм управления транспортным средством с помощью курсоуказателя.
8. Расскажите о компоновке курсоуказателя.
9. Поясните пиктограммы системы.
10. Перечислите шаблоны движения.
11. Расскажите об особенностях подруливающего устройства.
12. Что входит в состав подруливающего устройства?
13. На каких операциях применяется система EZ-Steer?
14. Какие психофизиологические особенности при взаимодействии человека и GPS-устройств вы знаете?

## **УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА**

В отчете необходимо представить общее устройство и принцип работы системы, описать особенности управления, дать характеристику возможным шаблонам движения и раскрыть значение информационных пиктограмм.



## **2.2 Лабораторная работа №3,4 (4 часа).**

**Тема:** «Агрохимическая лаборатория»

**2.2.1 Цель работы:** Изучить принцип проведения агрохимических лабораторных испытаний

### **2.2.2 Задачи работы:**

1. . Используя методическое пособие и справочные руководства ознакомиться с общим устройством лаборатории.
2. Изучить принцип определения состава почвы с использованием почвенной лаборатории.
3. Оформить отчет по лабораторной работе.

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

- 1 Лаборатория для почвенного анализа
2. Методические указания

### **2.2.4 Описание (ход) работы:**

#### **Назначение:**

Почвенный анализ является неотъемлемой частью технологии выращивания сахарной свеклы и других сельскохозяйственных культур. При помощи почвенного анализа устанавливается содержание питательных веществ в почве, необходимых растению для здорового роста и развития. Результаты анализа определяют вид и норму вносимых удобрений – один из важнейших факторов, влияющих на успех сельскохозяйственного производства.

#### **Характеристика лаборатории:**

Лаборатория для почвенного анализа обслуживается 4 лаборантами и рассчитана на 150 образцов в день. С приобретением опыта количество анализируемых образцов должно увеличиться до 300-400 в день.

Лаборатория может использоваться для анализа растений при помощи установки дополнительного оборудования.

Почвенно-химический анализ – быстрый, экономичный и надежный способ определения потребности каждого индивидуального поля в извести и удобрениях в предпосевной и вегетативный периоды. Почвенный анализ в совокупности с качественными семенами, эффективной защитой от сорняков и болезней, точным внесением удобрений и благоприятными погодными условиями способствуют значительному повышению урожайности и, соответственно, прибыли.



Рис.5.1 Лаборатории почвенно-химического анализа

**В результате почвенного анализа достигается:**

- Снижение расходов на внесение удобрений и известкование.
- Контроль за состоянием почвы.
- Повышение урожайности.
- Обеспечение равномерности роста растений.
- Защита окружающей среды.
- Повышение прибыли.

Запас реактивов для проведения химических анализов

**Запас реактивов позволит провести 64600 тестов:**

Таблица 3

Элементы	Количество тестов
Азот	29600
Фосфор	16000
Калий	6500
Микроэлементы	12500
Итого	64600

Запасы рассчитаны для обеспечения непрерывной работы лаборатории в течение 1 года. По истечении запасов новые реактивы приобретаются новые реактивы.

**Содержание лабораторных испытаний:**

Стадии почвенного анализа

Почвенный анализ включает три стадии:

- 1) Отбор почвенных образцов. Образцы отбираются при помощи пробоотборника, который крепится к кузову или внутри кабины автомобиля. Глубина отбора – от 60 до 120 см. Важно правильно выбрать метод отбора, обеспечивающий репрезентативность образцов.
- 2) Почвенный анализ. Образцы передаются на анализ в высокоэффективную многофункциональную лабораторию. Используются методы, которые позволяют с точностью определить содержание питательных веществ в почве.
- 3) Рекомендации по внесению удобрений. Конечный результат почвенного анализа – разработка конкретных предписаний по внесению удобрений для каждого поля и каждой культуры.



Рис. 5.2 Почвенный анализ

### **Почвенный анализ позволяет определить:**

#### **Содержание основных элементов**

В почве содержится 17 элементов, которые необходимы для растений. Как правило, только 3 из них бывают в недостатке – азот, фосфор и калий. Сведения о наличии этих удобрений в почве позволяют подобрать наиболее оптимальный состав удобрений.

#### **Содержание кислотности**

Кислотность почвы обозначается буквами pH, а степень кислотности определяется цифровым значением. Чем меньше цифровое значение, тем выше кислотность почвы. Кислые почвы отрицательно влияют на рост, поэтому, как правило, их известкуют.

#### **Содержание микроэлементов Zn, Fe, Mn, Cu**

Данные элементы чаще всего содержатся в достаточном количестве в почве. В случае недостатка в определенных районах проводится анализ почвенных образцов.

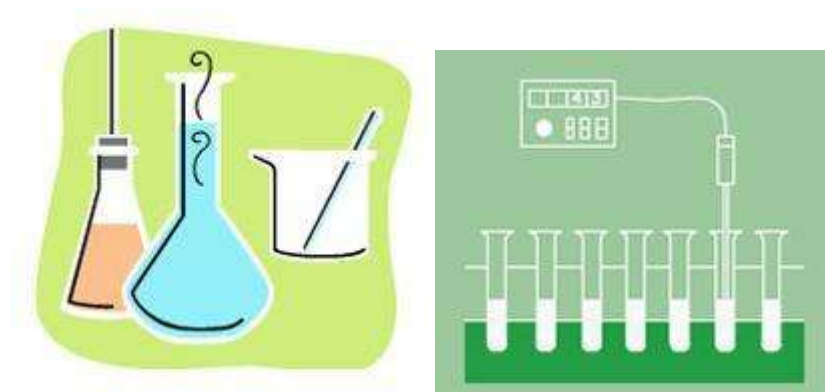


Рис.5.3 Анализ почвенных образцов

### **Научные исследования в области почвенного анализа:**

1. Согласно данным ученых Университета штата Иллинойс, внесение азота без проведения почвенного анализа, привело к потерям удобрений 80,7 кг/га. При стоимости азота 55 центов за 1 кг экономические потери составили 49 долларов/га.
2. Согласно исследованию компании Американ Кристал Шугар, крупнейшего сахаропроизводителя в США (7 заводов, 315000 га посевных площадей), прибыль от почвенного анализа составила до 276 долларов/га. Это исследование проводилось в течение 6 лет, и проведение почвенного анализа настоятельно рекомендуется агрономами всем свекловодам, сдающим свеклу на переработку.
3. Согласно исследованию Канадского Совета по питательным веществам, необходимым для растений, в результате почвенного анализа увеличилась урожайность кукурузы на 627 кг/га и зерновых на 439 кг/га.

### **Требования к лаборатории для почвенного анализа:**

Комната для подготовки почвенных образцов:

- размер 4 кв. м;
- стол для установки размельчителя земли;
- вентиляционная система для устранения пыли;
- две розетки 220В.

Комната для хранения почвенных образцов:

- размер 10 кв. м;
- стол;
- несколько ящиков для хранения почвенных образцов (размер ящика зависит от размера пакета с почвенным образцом);
- полки для хранения приблизительно 2500 образцов;

- одна розетка 220В.

Аналитическая комната:

- размер 25 кв. м;
- размер стола – 16 линейных метров;
- 2 раковины с кранами;
- 2 розетки 220В на каждые 2 метра стола;
- рабочий стол;
- телефон.

### **Методика проведения агрохимических анализов**

Методика определения химическими средствами свойств почвы, предусматривает быстрый и недорогой способ определения количества или уровня содержания необходимых для растений питательных веществ в поле. Полученные данные используются для выработки рекомендаций, касающихся удобрения конкретных полей.

### **Подготовка образцов почвы**

#### **Сушка**

Если в лабораторию поступают образцы влажной почвы, их следует, прежде всего, просушить. Это можно выполнить, поместив тонкий слой почвы в пластмассовый или алюминиевый лоток, чтобы он высох на воздухе при комнатной температуре. Если образцы помещают в сушильный шкаф с вытяжной вентиляцией и подогревателем, температура в шкафу не должна превышать 40°C. В случае проведения анализа азота образцы следует сушить в течение 12 часов. Сушка в микроволновой печи не допускается.

#### **Дробление и просеивание**

После просушивания образца почвы его следует раздробить при помощи бичевой дробилки, предназначенной для образцов почвы. Образцы следует измельчить до такой степени, чтобы большая часть объема образца проходила через сито, имеющее ячейку 2 мм.

#### **Измерение образца**

Общепринятыми являются два метода измерения используемого для анализа количества почвы. Один из указанных методов заключается в определении массы образца почвы путем взвешивания, а другой – в определении объема. Взвешивание можно считать

более точным методом, но он отнимает больше времени и, соответственно, является более дорогостоящим. Преимущества определения объема заключаются в том, что этот метод отнимает меньше времени, является более дешевым, требует меньше пространства, для измерения образца используется объемная плотность.

#### **Метод определения объема включает следующие операции:**

1. В образец почвы погружают лопатку и наполняют ее с горкой.
2. Стучат три раза шпателем по рукоятке лопатки.
3. Помещают шпатель перпендикулярно верхней поверхности лопатки и убирают излишки почвы.
4. Высыпают почву из лопатки в экстракционный аппарат.
5. Аналитическим путем вычисляют результат, используя размер лопатки в качестве принятой массы почвы. Обычный размер лопатки: 1, 2, 4 или 10 г.

#### **Факторы, влияющие на извлечение питательных веществ из почвы**

В некоторых случаях недостаточное внимание уделяется подробному описанию того, как именно питательные вещества извлекаются в лаборатории. Среди указанных факторов: тип экстракционного аппарата, способ встряхивания образца, интенсивность встряхивания образца, время экстрагирования и температура в лаборатории.

#### **Конфигурация экстракционного аппарата**

Исследования показали, что для достижения адекватного смешивания экстрагирующего раствора с почвой предпочтительными являются лабораторные конические колбы. При выборе размера колбы следует учитывать то, что для лучшего перемешивания колба должна быть заполнена лишь на одну четверть.

#### **Способ встряхивания образца**

Смешивание экстрагирующего раствора с почвой можно осуществлять перемешиванием или встряхиванием. Перемешивание является приемлемым, если интенсивность перемешивания соответствует скорости 500 об./мин. При использовании вибратора однородность будет достигнута в диапазоне 160-260 колебаний в минуту.

#### **Время экстрагирования**

Для каждого анализа рекомендуется свое время экстрагирования, которого следует строго придерживаться. Несоблюдение рекомендуемого времени экстрагирования может привести к завышенным или заниженным результатам.

## **Температура в лаборатории**

Температура может оказывать большое влияние на количество питательных веществ, извлеченных из почвы, а также на определение рН почвы. При извлечении фосфора (анализ с помощью бикарбоната натрия) было установлено, что в температурном диапазоне 20-30°C повышение температуры на 1 градус дает увеличение количества экстрагируемого фосфора на 0,43 %.

## **Эталонные образцы почвы**

Эталонными образцами почвы являются такие образцы, которые прошли многократное испытание и, поэтому, характеризующие их данные хорошо известны. Эталонный образец почвы следует использовать в тех случаях, когда проводится анализ образцов неизвестной почвы. Обычным отношением является 1:10, т.е. один эталонный образец берется на 10 неизвестных. Если анализ эталонного образца не соответствует известным данным, необходимо прекратить проведение анализов и выяснить причину несоответствия. Это может быть связано с химическим загрязнением, изменением методики проведения анализа или неисправностями оборудования и приборов.

Валовая проба почвы (20-30 кг) отбирается от трех различных видов почвы данного региона. Каждый образец следует просушить на воздухе, измельчить, просеять (через сито с ячейкой 2 мм) и перемешать. Каждый образец нужно хранить в герметичном контейнере с биркой, на которой должны быть указаны его номер или наименование и результаты анализа. Собранные образцы должны представлять диапазон значений анализа почвы от низкого до среднего содержания NO<sub>3</sub>-N, P и/или K.

## **Определение рН и требования к извести**

рН почвы это показатель иона водорода, т. е. активность Н<sup>+</sup> во взвеси почвы. Это свойство почвы влияет на наличие питательных веществ и токсичных веществ в почве, активность и разнообразие микробов, а также активность определенных пестицидов. По мере увеличения активности Н<sup>+</sup> в растворе почвы значение рН почвы снижается. Почвы с уровнем рН ниже 7 называются кислыми, со значением рН выше 7 – щелочными, а со значением 7 – нейтральными.

Обычно рН почвы измеряется во взвеси при помощи электронного измерителя рН с использованием стеклянного электрода. Рабочий конец стеклянного электрода очень хрупкий, поэтому необходимо предотвратить его введение до самого дна сосуда, содержащего образец почвы. Если рабочий конец стеклянного электрода упрется в дно сосуда, он может сломаться или исцарапаться, приведя к неточности результатов. Перед измерением рН неизвестных образцов почвы все электроды следует проверять буферным раствором, имеющим рН 2.

## Методика поверки электродов буферным раствором

1. Отградуируйте измеритель рН при помощи буферного раствора, имеющего рН 7,0 и буферного раствора, имеющего рН 4,0 или 5,0, при проведении анализа почв, взятых из кислой области или при помощи буферного раствора, имеющего рН 7,0 и буферного раствора, имеющего рН 9,0 или 10,0, при проведении анализа почв, взятых из щелочной области.
2. При помощи 10-граммовой лопатки поместите отмеренное количество почвы в небольшую колбу (см. раздел об измерении пробы).
3. Добавьте к почве 10 мл дистиллированной воды.
4. Перемешивайте взвесь почвы в течение 5 с. Оставьте взвесь на 10 мин, чтобы она стабилизировалась.
5. Поместите электроды во взвесь, аккуратно перемешайте и отметьте рН, когда показания станут устойчивыми.

### Требования к извести

Обычным способом повышения рН кислых почв является внесение известняковой пыли. В приведенной ниже таблице указаны приблизительные количества известняка, требуемые для различных почв.

**Таблица 4.** Количество известняковой пыли, требуемое для повышения на одну ступень рН верхнего слоя почвы толщиной 18 см для различных грунтов

Механический состав грунта	Известняковая пыль, кг на гектар
Песок или супесь	1100
Крупный песок	1800
Жирная глина	2700
Илистый грунт	3400
Суглинок	4300

### Нитрат-азот

После сбора урожая в регионах со средним или незначительным количеством осадков в зоне корневой системы часто остается некоторое количество нитрата-азота. Этот азот можно принять во внимание для снижения или увеличения количества азота, вносимого для посадки следующей культуры, благодаря чему можно повысить урожайность культуры. Обычно для этого анализа почва берется на глубине 60 см. Образцы почвы собираются осенью (когда температура грунта падает до 10°C и ниже),



зимой или ранней весной до посева. Образцы почвы, предназначенные для анализа на нитрат-азот, следует сушить в течение 12 ч после сбора.

### Метод использования электрода для нитрата

Электрод для нитрата аналогичен электроду для измерителя pH, только вместо измерения ионов водорода он измеряет ионы нитрата.

1. Экстрагирующий почву раствор для анализа на нитрат представляет собой М 0,01 раствор сульфата алюминия с борной кислотой для предотвращения роста бактерий. Поместите в 20-литровый бутыль 134 г  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14-18H_2O$  и 24 г борной кислоты. Добавьте 10 л дистиллированной воды и перемешайте до полного растворения. Добавьте воды, доведя раствор до 20 л.
2. Приготовьте следующий рабочий эталонный раствор, чтобы калибровать выделяющий ионы электрод при помощи экстрагирующего раствора:

Таблица 5.

Объём 100% эталонного раствора N*, мл	Окончательный объём**, мл	Концентрация $NO_3-N$ в рабочих эталонных растворах, %N	Эквивалентное ядро в почве, %N	Количество $NO_3-N$ в почве, кг/га/15 см
0	100	0	0	0
1	100	1	2,5	5,5
5	100	5	12,5	38
10	100	10	25	56
15	100	15	37,5	84

\* Чтобы получить указанный 100 % раствор N, возьмите 1000 % раствор N и разбавьте его экстрагирующим раствором.

\*\* До окончательного объема доводят экстрагирующим раствором.

3. С помощью мерной лопатки поместите 10 г почвы в небольшую колбу.
4. Добавьте 25 мл раствора, экстрагирующего нитрат.
5. Периодически перемешивайте взвесь в течение 5 мин.
6. Поместите во взвесь электрод и определите концентрацию  $NO_3-N$ .

### Рекомендации, касающиеся азотного удобрения

Одним из наиболее распространенных и надежных способов проведения анализа почвы на фосфор является анализ с помощью бикарбоната натрия. Этот анализ полностью учитывает влияние фосфорного удобрения на сельскохозяйственные культуры в условиях как известковых, так и бескарбонатных почв в различных частях света. На количество фосфора, выделяемого при помощи данной методики, влияет температура и скорость встряхивания. Следовательно, очень важно учитывать эти факторы.

### **Раствор, экстрагирующий фосфор**

1. Растворяют 840 г бикарбоната натрия товарного сорта в 10 л дистиллированной воды. Доводят объем до 20 л.
2. Доводят pH до 8,5 с помощью раствора гидроксида натрия.

### **Основной раствор кислой соли молибденовой кислоты**

#### **Реагент А**

1. Растворите 24 г молибденовокислого аммония в 1000 мл дистиллированной воды.
2. Растворите 0,581 г антимонокалиевой соли винной кислоты в 250 мл дистиллированной воды.
3. Чтобы приготовить 2,5 М раствор серной кислоты налейте в 4 л бутыль 2000 мл дистиллированной воды и постепенно добавьте 296 мл концентрированной серной кислоты. ВНИМАНИЕ! Нельзя добавлять воду в кислоту, можно добавлять только кислоту в воду.
4. Добавьте указанные выше растворы 1 и 2 к раствору 3.
5. Перемешайте и доведите раствор до 4000 мл с помощью дистиллированной воды.
6. Храните раствор в темном прохладном месте. Пометьте бутыль как «Реагент А».

#### **Реагент В**

1. Растворите 1,32 г аскорбиновой кислоты в 250 мл реагента А. Этот реагент необходимо готовить ежедневно, т. к. он не хранится более 24 ч.
2. Для анализа каждого образца почвы используется 5 мл этого реагента. Если Вы планируете проводить анализ более 50 образцов в день, готовьте большее количество реагента. Например, возьмите 2,64 г аскорбиновой кислоты на 500 мл реагента А

#### **Рабочие эталонные растворы Р**

1. При помощи пипетки в 100 мл мерную колбу помещают 5 мл 1000 ‰ эталонного раствора Р и доводят объем до метки при помощи экстрагирующего раствора бикарбоната натрия. Этот раствор содержит 50 ‰ Р.
2. Рабочие эталонные растворы для анализа на фосфор.

Таблица 6.

Объём 50% эталонного раствора Р, мл	Окончательный объём*, мл	Концентрация Р в рабочих эталонных растворах, % Р	Эквивалентная концентрация Р в почве, %Р	Количество экстрагируемого Р в почве, кг/га/15 см
0	100	0	0	0
1	100	0,5	10	22
2	100	1	20	45
5	100	2,5	50	112
7	100	3,5	70	157

\* Довести объем до метки экстрагирующим раствором.

3. Чтобы приготовить рабочую характеристику, при помощи пипетки поместите в химический стакан 5 мл рабочего эталонного раствора. Добавьте 15 мл дистиллированной воды и 5 мл реагента D. Оставьте на 10 мин., чтобы проявилась окраска, а затем проверьте прозрачность или концентрацию, чтобы установить характеристику.

### Методика проведения анализа на фосфор

1. В 50 мл лабораторную коническую колбу помещают почву при помощи 1 г лопатки.
2. При помощи пипетки добавляют 20 мл экстрагирующего раствора.
3. Встряхивают в течение 30 мин с интенсивностью 200 колебаний в минуту.
4. Фильтруют в 60 мл колбу, используя ватманскую (или эквивалентную) фильтровальную бумагу № 2.
5. Переносят 5 мл аликвоту в 60 мл колбу.
6. Добавляют 15 мл дистиллированной воды и 5 мл реагента В, после чего тщательно перемешивают.
7. Оставляют на полных 10 мин, чтобы проявился цвет.
8. Переносят приблизительно 2 мл в кювету спектрофотометра и определяют прозрачность при 880 нм.

### Калий

Количество имеющегося в почве калия (К) обычно определяется путем измерения растворимых в воде и взаимозаменяемых с почвой форм. Обычным экстрагирующим раствором, используемым в анализе почвы на калий, является раствор 1 М уксуснокислого аммония при pH 7,0. Другим экстрагирующим раствором для калия, который хорошо сочетается с калием, экстрагируемым при помощи уксуснокислого

аммония, является раствор бикарбоната натрия, который используется для выделения фосфора. Экстрагент в виде бикарбоната натрия иногда оседает на горелке атомно-абсорбционного спектрофотометра и дает ошибочные результаты.

### **Раствор, экстрагирующий калий**

В 10 л бутыль наливают 990 мл дистиллированной воды и добавляют 771 г уксуснокислого аммония, после чего перемешивают до растворения. Добавляют около 5 л дистиллированной воды и доводят pH до 7,0 при помощи 3 М раствора гидроксида аммония или 3 М раствора уксусной кислоты. После охлаждения до комнатной температуры доводят объем до 10 л.

### **Рабочий эталонный раствор для калия**

1. При помощи пипетки в 500 мл мерную колбу помещают 50 мл 1000 ‰ эталонного раствора К. Доводят объем до метки при помощи экстрагирующего раствора, используемого для анализа почвы на калий. Этот раствор содержит 100 ‰ калия.
2. Рабочие эталонные растворы для анализа на калий, полученные с использованием 1 М раствора уксуснокислого аммония.

Таблица 7.

Объем 100% раствора К, мл	Окончательный объем*, мл	Концентрация К в рабочих эталонных растворах, ‰К	Эквивалентная концентрация К в почве, ‰ Р	Количество экстрагируемого К в почве, кг/га
0	100	0	0	0
1	100	0,5	100	224
5	100	20	200	448
7	100	30	300	672

\* До метки объем доводят, используя 1 М раствор уксуснокислого аммония.

### **Методика**

1. В 50 мл лабораторную коническую колбу помещают почву при помощи 1 г лопатки.
2. Добавляют 10 мл экстрагирующего раствора.
3. Встряхивают в течение 5 мин с интенсивностью 200 колебаний в минуту.
4. Помещают сложенный кусок размером 11 см ватманской (или эквивалентной) фильтровальной бумаги № 2.
5. Устанавливают атомно-абсорбционный спектрофотометр в режим эмиссии.

6. Определяют характеристику калия при помощи рабочего эталонного калия, а затем проводят анализ экстрактов почвы на калий.

### **Микроэлементы**

#### **Цинк, железо, марганец и медь**

Почвы с относительно низким содержанием органических веществ, например, почвы, связанные с обработкой лесных и песчаных грунтов, иногда характеризуются низким содержанием цинка, железа, марганца и/или меди. Так как эти питательные вещества необходимы растениям в незначительных количествах, взятие проб почвы и обращение с ними требуют осторожности, чтобы не произошло загрязнения образцов почвы. Пробоотборники грунта, контейнеры для хранения образцов почвы, оборудование для сушки и дробления почвы, а также лабораторные условия вполне могут оказаться источником загрязнения образцов почвы. При проведении анализа на микроэлементы пробы для анализа отбираются, так же как и для определения pH и проведения анализа на P и K только с поверхностного слоя 18 см.

#### **Экстракция с помощью ДТПУ кислоты для анализа на микроэлементы**

ДТПУ (диэтилтриаминопентауксусная) кислота является широко распространенным экстрагентом для проведения анализа на микроэлементы.

#### **Экстрагирующий раствор на основе ДТПУ кислоты**

1. В 149,2 г триэтаноламина (ТЭА) и около 100 мл дистиллированной воды добавляют 19,7 г ДТПУ кислоты и перемешивают до растворения. ДТПУ кислота очень медленно растворяется в воде, а в ТЭА-Н<sub>2</sub>O – быстро. Добавьте 14,7 г CaCl<sub>2</sub> • 2H<sub>2</sub>O в около 5 л дистиллированной воды, затем добавьте смесь ДТПУ кислоты с ТЭА и разбавьте до 9,5 л с помощью дистиллированной воды. Доведите pH до 7,3 с помощью HCl (потребуется приблизительно 35 мл) и доведите объем до 10 л.

2. Рабочие эталонные растворы готовятся с помощью экстрагирующего раствора на основе ДТПУ кислоты.

Концентрация должна быть в пределах 0-5 ‰ Zn; 0-10 ‰ Mn; 0-2 ‰ Cu.

### **Методика**

1. В 50 мл лабораторную коническую колбу помещают почву при помощи 10 г лопатки (см. раздел об измерении массы образца).

2. Добавляют 20 мл экстрагирующего раствора на основе ДТПУ кислоты и встряхивают в течение 2 ч с интенсивностью 200 колебаний в минуту.
3. Фильтруют через ватманскую фильтровальную бумагу № 42 (или эквивалентную). Если экстрагент мутный, фильтруют еще раз.
4. Проверяют пробы на атомно-абсорбционном спектрофотометре, используя соответствующие эталонные растворы.
5. Отчет делается в виде  $\% \text{ Zn, Fe, Mn или Cu в почве. } \% \text{ в почве} = \% \text{ в экстракте} \times 2$

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дать определение почвенно-химическому анализу.
2. Какие реактивы для проведения химических анализов используются в лаборатории?
3. Перечислите требования к лаборатории для почвенного анализа.
4. Какие стадии включает почвенный химический анализ?
5. Какие элементы находятся в почве в недостатке?
6. Что представляет из себя сушка образцов?
7. Перечислите факторы, влияющие на извлечение питательных веществ из почвы.
8. На какой глубине берется почвенный анализ для определения содержания нитрата-азота?
9. Поясните сущность pH-показателя почвы?
10. Расскажите о способе встряхивания почвенного образца.
11. Что такое эталонные образцы почвы?

### УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА

В отчете представить общее устройство агрохимической лаборатории, перечислить возможные экспериментальные испытания и методику их проведения.

### **2.3 Лабораторная работа №5,6 (4 часа).**

**Тема:** «Автоматические пробоотборники почвы»

#### **2.3.1 Цель работы:**

#### **2.3.2 Задачи работы:**

1. Используя методическое пособие и справочные руководства пользователя ознакомиться с общим устройством системы.
2. Изучить принцип управления системой с использованием функциональных клавиш.
3. Изучить программное обеспечение полевого компьютера.
4. Оформить отчет по лабораторной работе

.....

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

1. Автоматический пробоотборник Fritzmeier Profi 90, полевой компьютер Ag Leader, программное обеспечение SMS Mobile
2. Методические указания

#### **2.3.4 Описание (ход) работы:**

##### **Назначение и технические характеристики системы:**

Пробоотборники призваны автоматизировать и многократно ускорить процесс отбора проб и образцов почвы для их последующего анализа и создания электронной карты распределения химических веществ в почве.

Существует большое разнообразие автоматических пробоотборников, каждый потребитель может подобрать его в соответствии с выполняемыми задачами и функциональными возможностями. Диапазон глубин взятия проб достаточно широк, многие пробоотборники позволяют бурить почву на глубину до 90 см. В большинстве же для составления агрохимических карт полей по N, P, K достаточно почвенных образцов с глубины 25...40 см.

Основными техническими характеристиками автоматических пробоотборников, влияющих на их функциональность являются:

- глубина взятия проб;
- время взятия одной пробы;
- количество контейнеров;
- срок службы головки бура (сверл).

Существующие конструкции автоматических пробоотборников можно разделить по следующим признакам:

1. По глубине взятия проб:

- малой (0...30 см) глубины;
  - средней (0...60 см) и большой (0...90 см) глубины.
2. По разделению проб по слоям почвы:
    - однослойные (берут пробу из одного слоя, например, 0...30, 0...60 или 0...90 см);
    - универсальные (разделяют почвенные пробы по слоям, например 0...30, 30...60, 60...90 см);
  3. По способу агрегатирования:
    - навесные (на трактор);
    - монтируемые (на автомобиль, квадрицикл, автомобильный прицеп).
  4. По источнику гидравлической энергии для привода и управления:
    - автономные (собственный двигатель);
    - от гидросистемы трактора.

#### **Общее устройство и принцип работы системы:**

Автоматический пробоотборник Wintex 1000.

Автоматический пробоотборник Wintex 1000 (рис.) производит отбор однородных проб почвы на глубине до 30 см. Глубина может регулироваться от 10 до 30 см. Wintex 1000 производит отбор проб с помощью специально спроектированного зонда, который при протыкании почвы поворачивается по спирали, уменьшая тем самым нагрузку на механизм и обеспечивая высокую скорость забора грунта. Внутренняя полость зонда имеет такой размер, что за 10...14 проколов он набирает необходимое для лабораторного анализа количество грунта (около 300 г). Образцы почвы автоматически помещаются в коробочку, которая при заполнении достается вручную из пробоотборника, помечается и отправляется далее в лабораторию. Всеми операциями можно управлять с водительского сиденья. Устанавливать данный пробоотборник можно на квадрицикл, кузов автомобиля (см. рис.) или навеску трактора. При монтаже на квадрицикл Honda TRX 450 (или подобный) гидравлический насос устанавливают на вал двигателя, при навешивании на трактор эту проблему решают подсоединением гидравлической системы пробоотборника к гидросистеме трактора. При установке на автомобиль требуется использовать специальный либо гидронасос с приводом от электрической бортовой сети, что существенно снижает к.п.д. насоса и разряжает аккумулятор, либо гидронасос с приводом от дополнительного двигателя внутреннего сгорания.

Масса пробоотборника Wintex 1000 всего 140 кг, а его производительность составляет до 38 почвенных образцов (каждый по 10 проколов) за 1 ч.





Рис.4.1 Автоматический пробоотборник Wintex 1000

#### **Автоматический пробоотборник Amity-Concord 2036 ATV Mount.**

Пробоотборник Amity-Concord 2036 ATV Mount (рис. ) используется с квадрициклом, он осуществляет быстрое и точное взятие проб почв на глубине 0...90 см. Автоматически осуществляется взятие 10 проб. время взятия одной пробы занимает всего около 30 с, в зависимости от состава почвы. Возможно взятие проб из любой почвы, включая промерзшую, за счет использования прочного наконечника сверла из высококачественной углеродистой стали. Для привода используется двигатель внутреннего сгорания Honda мощностью 6,5 л. с. Управление отбором проб с помощью выносного пульта управления. Масса - 100 кг.

На рынке представлены и другие модели пробоотборников Amity: 2450 Pick-up Mounded, 9800A/Agricultural Pick-up Mounted.



Рис. 4.2 Автоматический пробоотборник Amity-Concord 2036 ATV Mount.

#### **Автоматический пробоотборник Nietfled 2000.**

Пробоотборник Nietfled 2000 (рис. ) предназначен для отбора образцов почвы на глубинах 10...30 см с помощью специального зонда, который поворачивается по спирали. В настоящее время пробоотборник Nietfled 2000 является самым производительным в

своем классе, так как время требуемое для забора одной пробы составляет всего 3...5 с, даже на плотных и тяжелых по механическому составу почвах. Он также легче своих основных конкурентов, поэтому пригоден для установки на многие марки квадрициклов: ATV, John Deere Gator, Kawasaki Mule и др.

При установке на автомобиль или пикап пробпоотборник устанавливается сбоку транспортного средства, что позволяет в боковое зеркало наблюдать процесс отбора проб.

Пробпоотборник Niefeld 2000 оснащен собственным гидравлическим двигателем. Управление работой пробпоотборника осуществляется с помощью панели. Водитель остается на своем месте в течение взятия 15...20 фрагментов пробы (с заданного квадрата).



Рис.4.3 Автоматический пробпоотборник Niefeld 2000.

#### **Автоматические пробпоотборники Niefeld Duoprob 60 и Multiprob 120.**

Пробпоотборник Niefeld Duoprob 60 (рис. ) имеет гидравлический привод, пригоден для работы с любыми видами почв, включая самые тяжелые, плотные почвы. Модель Duoprob 60 является универсальным пробпоотборником, позволяющим разделение почвенных образцов по слоям: 0...30 и 30...60 см.

Пробпоотборник работает полностью в автоматическом режиме с гидравлической ударной системой. Гидравлический «молоток» делает 2500 ударов в минуту. После введения в почву на 30 см пробник автоматически поворачивается, затем погружается еще на 30 см и поднимается. Взятая проба почвы с первого горизонта помещается в первый контейнер, затем контейнеры автоматически меняются и проба со второго горизонта помещается во второй контейнер. Оператор может управлять агрегатом, не покидая место водителя (при использовании трактора, пикапа или автоприцепа). Он управляет процессом взятия пробы нажатием кнопки, а покидает свое место только после взятия 15 проб, чтобы освободить боксы. Возможно также взятие стандартных проб почвы только с глубины 0 ...30 см. В этом случае оператор включает на рабочей панели режим «Box 1». С этого момента каждая проба помещается в первый контейнер, пока оператор не

переключится в режим «Box 2». При этом оператор остается на сиденье в течение взятия 15 проб, затем переключается в режим «Box 2», берет еще 15 проб, а только освобождает контейнер. Время взятия одной пробы составляет 20...25 с, в зависимости от состава почвы.

Существует ряд возможностей скомплектовать агрегат для выполнения требуемых задач. В комплектацию пробоотборника Duoprob 60 входят: монтажные элементы для трактора, монтажные элементы для пикапа или автоприцепа, устройство для перевода пробоотборника в транспортное положение при использовании пикапа или автоприцепа, силовой блок 9PS (с ручным стартом) или 13PS (с электрическим стартом).

Основное назначение пробоотборника Multiprob 120 - сбор образцов почвы на глубинах 0...90 см с разделением пробы на три горизонта: 0...30, 30...60, 60...90 см. Multiprob 120 работает так же как и Duoprob 60, полностью в автоматическом режиме. Погружение пробника осуществляется с помощью ударной системы. Высокая частота ударов (2000 уд./мин) позволяет вводить пробник в почву на заранее заданную глубину. Затем пробник поворачивается и погружается до второго горизонта. Когда пробник вынимается из почвы, взятые образцы автоматически вынимаются и отдельно помещаются в три бокса, каждый горизонт в свой бокс. Каждый полученный образец представляет собой комплексную пробу, состоящую из 15...20 фрагментов. Комплексная проба может состоять, например, из следующих компонентов: 15...20 фрагментов с одного горизонта (0...25 см) или 15...20 фрагментов с двух горизонтов (0...30 см и 30...60 см) или 15...20 фрагментов с трех горизонтов (0...30 см, 30...60 см и 60...90). Пользователь может сохранить в памяти агрегата до восьми различных программ. Управление работой пробоотборника схоже с работой предыдущего, описанного выше.



Рис.4.4 Автоматический пробоотборник Niefeld Duoprob 60:

а) на тракторе; б) на автомобильном прицепе.

#### **Автоматический пробоотборник Fritzmeier Profi 90**

Пробоотборник Fritzmeier Profi 90 (рис. ) позволяет производить отбор проб почвы для агрохимического анализа с глубины 0...90 см послойно (0...30, 30...60, 60...90 см), без перемешивания соседних слоев. Рабочий орган пробоотборника представляет собой бур диаметром от 8 до 10 мм.

Пробоотборник имеет гидравлический привод, соединяющийся с гидросистемой трактора или автономным гидравлическим агрегатом. Трехточечная навеска и дополнительный комплект крепления позволяет использовать в качестве носителя трактор или вездеход.

Управление отбором проб можно осуществлять с помощью пульта управления непосредственно из салона автомобиля или кабины трактора. Программное обеспечение пробоотборника позволяет задавать разные режимы отбора проб. Переключатель на панели компьютера включает один из двух основных режимов: однослойный отбор (0...90 см) или многослойный отбор (0...30, 30...60, 60...90 см). Возможно изменение толщины слоя путем изменения положения концевого выключателя.



Рис.4.5 Автоматический пробоотборник Fritzmeier Profi 90

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего предназначен пробоотборник почвы?
2. Для чего используется полевой компьютер при работе с пробоотборником почвы?
3. Какие режимы работы пробоотборника Вы знаете?
4. Как подготовить пробоотборник к отбору почвы?
5. Как произвести отбор почвы?
6. Как перевести пробоотборник в транспортное положение?
7. Каким способом изменить толщину отбираемого слоя почвы?

#### УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Необходимо представить общие принципы работы системы, описать возможности программного обеспечения и оформить отчет по занятию.

## **2.4 Лабораторная работа №7,8 (4 часа).**

**Тема:** «Мониторинг сельскохозяйственной техники в режиме on-line»

**2.4.1 Цель работы:** Изучить устройство, принцип работы и процесс управления системой мониторинга сельскохозяйственной техники в режиме on-line на примере зерноуборочного комбайна CLAAS Lexion 540 и программы Google Earth.

**2.4.2 Задачи работы:**

1. Используя методическое пособие и справочные руководства пользователя ознакомиться с общим устройством системы.
2. Изучить принцип управления системой с использованием функциональных клавиш бортового компьютера комбайна.
3. Изучить карты, полученные с помощью программы Google Earth.
4. Разобрать принцип работы системы мониторинга сельскохозяйственной техники в режиме on-line.
5. Оформить отчет по лабораторной работе.....

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

1. Бортовой компьютер комбайна CLAAS Lexion 540,
2. Телематический терминал CLAAS Telematics,
3. Программное обеспечение Google Earth,
4. Интернет-ресурс [www. CLAAS Telematics.com](http://www.CLAAS-Telematics.com)

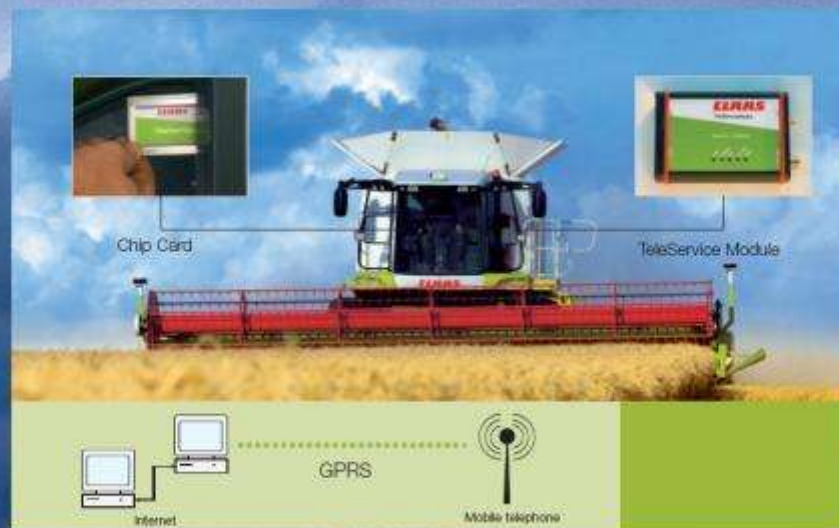
**2.4.4 Описание (ход) работы:**

### **Технические характеристики:**

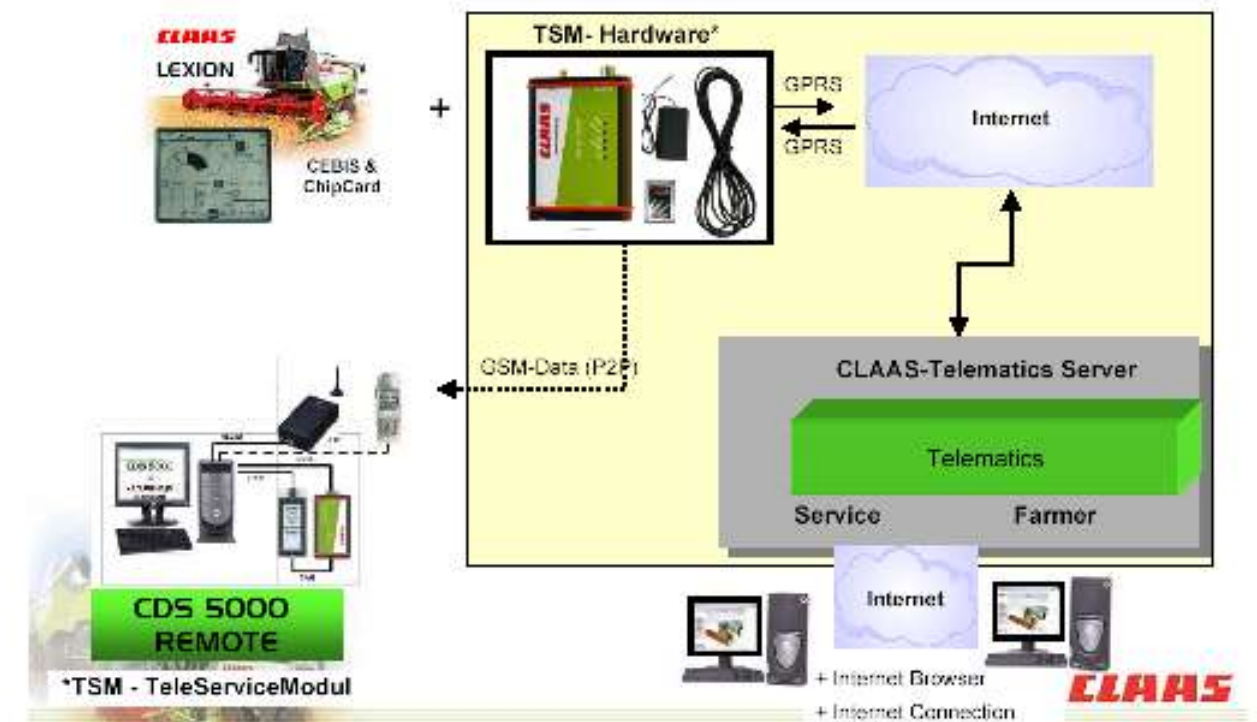
Смонтированная на уборочном комбайне система CLAAS TELEMATICS не только обеспечивает чисто экономические преимущества в работе благодаря беспроводному объединению в сеть, но еще и означает для скорую помощь в лице сервисных техников фирмы CLAAS. При помощи технологий мобильной связи и Интернета параметры конкретной машины передаются непосредственно на диагностический прибор или в компьютер техника. А уж этот последний, вне зависимости от того, где он в данный момент находится, получает возможность поставить правильный диагноз и подъехать к комбайну, имея при себе требуемую запасную часть. Сэкономленное таким образом время положительно скажется на повышении выработки машины.



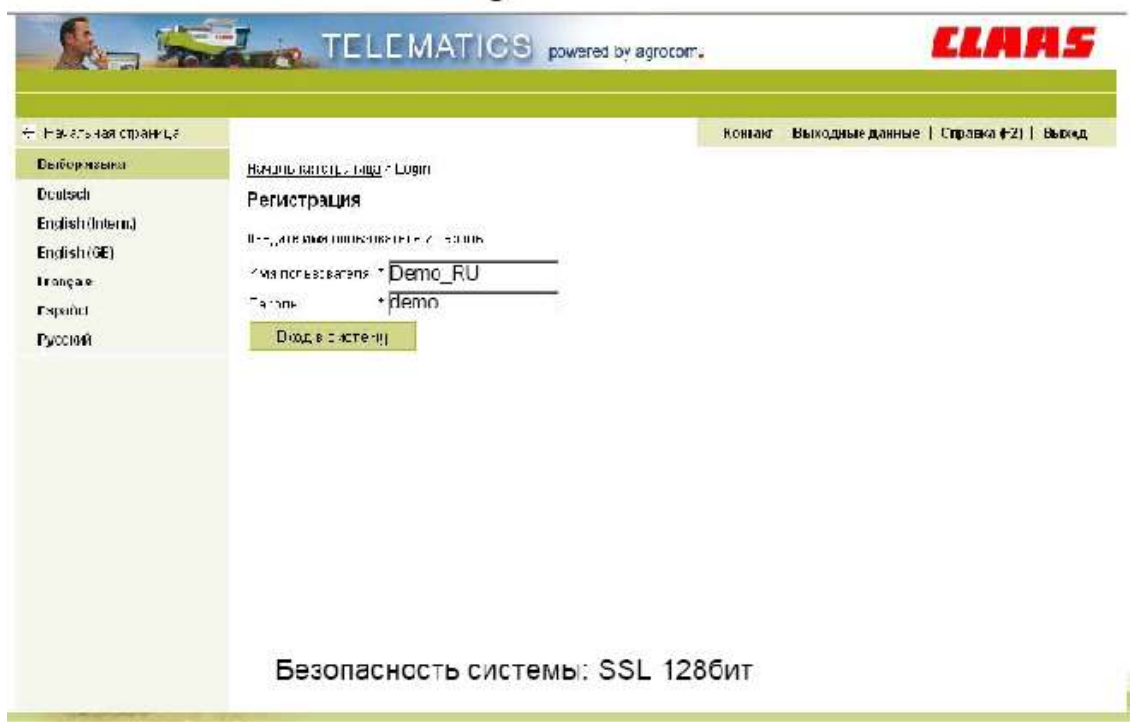
# CLAAS Telematics



## CLAAS Telematics – Компоненты



## Вход в систему: [www.claas-teleomatics.com](http://www.claas-teleomatics.com)



← Главная страница

Контакт | Выходные данные | Справка F2 | Выход

Выбор языка

Deutsch  
English (Internat)  
English (GB)  
Français  
Español  
Русский

Наши клиенты | Вход | Login

Регистрация

Имя пользователя: Demo\_RU

Пароль: Demo

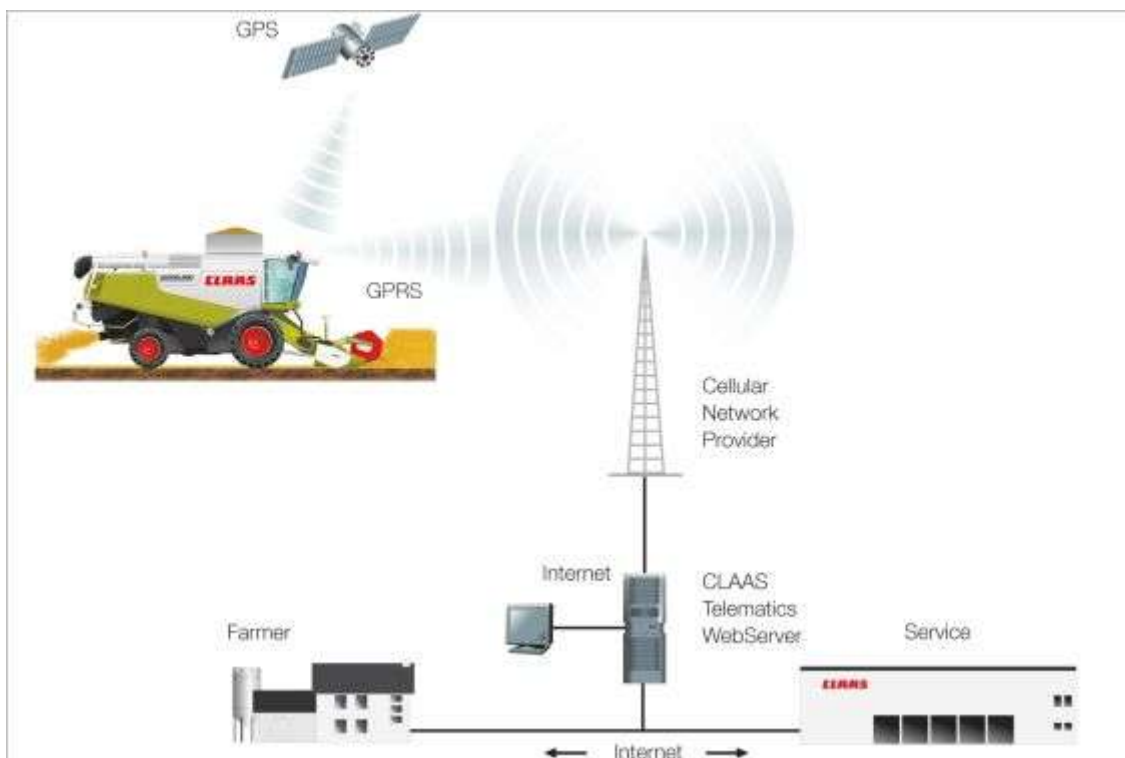
Вход в систему

Безопасность системы: SSL 128бит

### ТЕХНОЛОГИЯ TELEMATICS

**Максимальная производительность комбайна на протяжении всего уборочного сезона.**

Зерноуборочные комбайны LEXION компании CLAAS позволяют добиться максимальной производительности уборочных работ. Однако поддержание максимальной производительности зерноуборочных комбайнов в течение всего сезона — это комплексная задача, требующая организационного подхода в решении. С этой целью CLAAS предлагает новейшую технологию, которая обеспечивает обширную поддержку и дает возможность в полном объеме использовать производительность комбайнов CLAAS на протяжении всего уборочного сезона.



### **Принцип работы системы.**

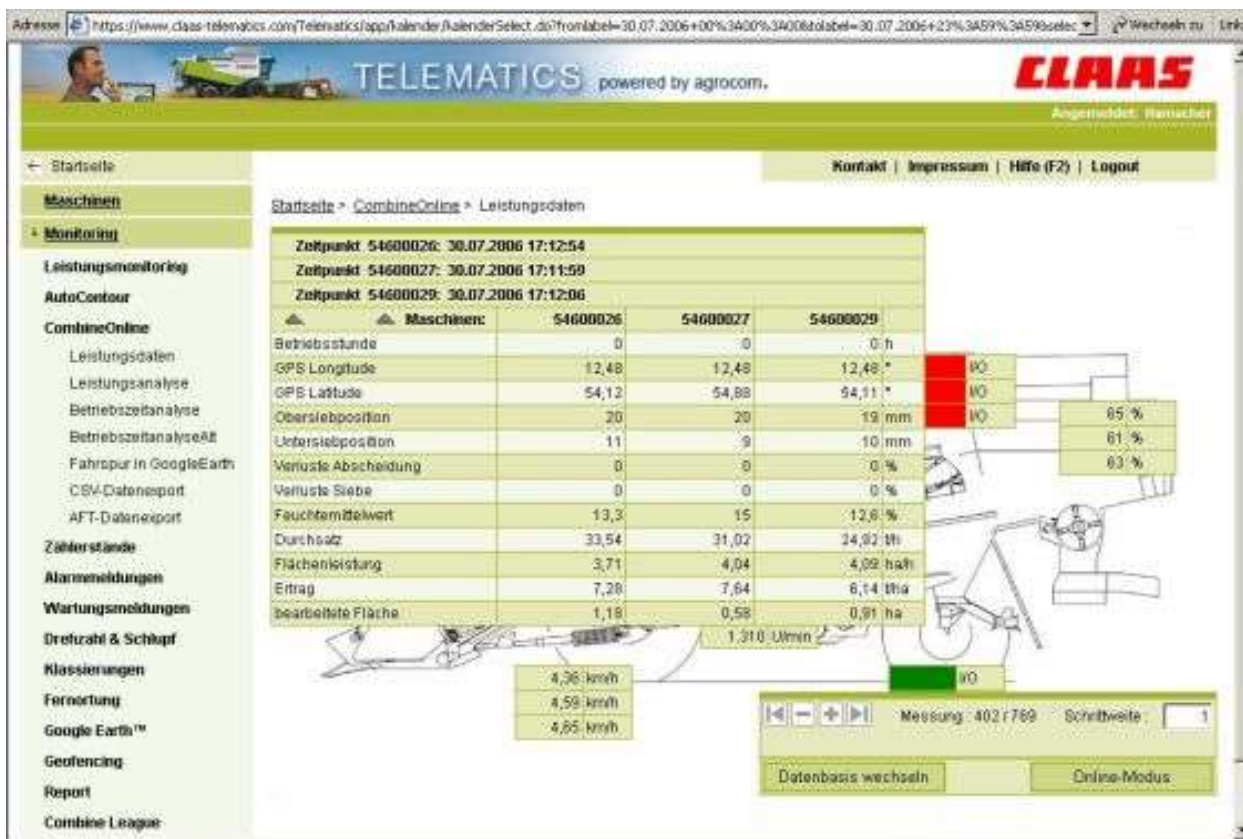
Система TELEMATICS компании CLAAS позволяет контролировать производительность зерноуборочного комбайна с любого места, где имеется доступ к Интернету, будь то мастерская, офис или кухня предприятия. Даже находясь в дороге можно получить полную информацию с помощью мобильной связи.

Контроль, анализ и сопоставление — это основа для принятия производственных решений по повышению производительности зерноуборочных работ.

#### **Анализ эффективности.**

Добиться максимальной производительности машины — это только начало. В итоге эта производительность должна подтверждаться изо дня в день — и так на протяжении всего уборочного сезона. Функция «Анализ эффективности машины» дает точный ответ на вопрос — как и когда работает машина! Оптимизация технологического процесса, состава уборочной техники и транспортных машин позволит получить подробную информацию, которая поможет существенно повысить общую производительность машины.



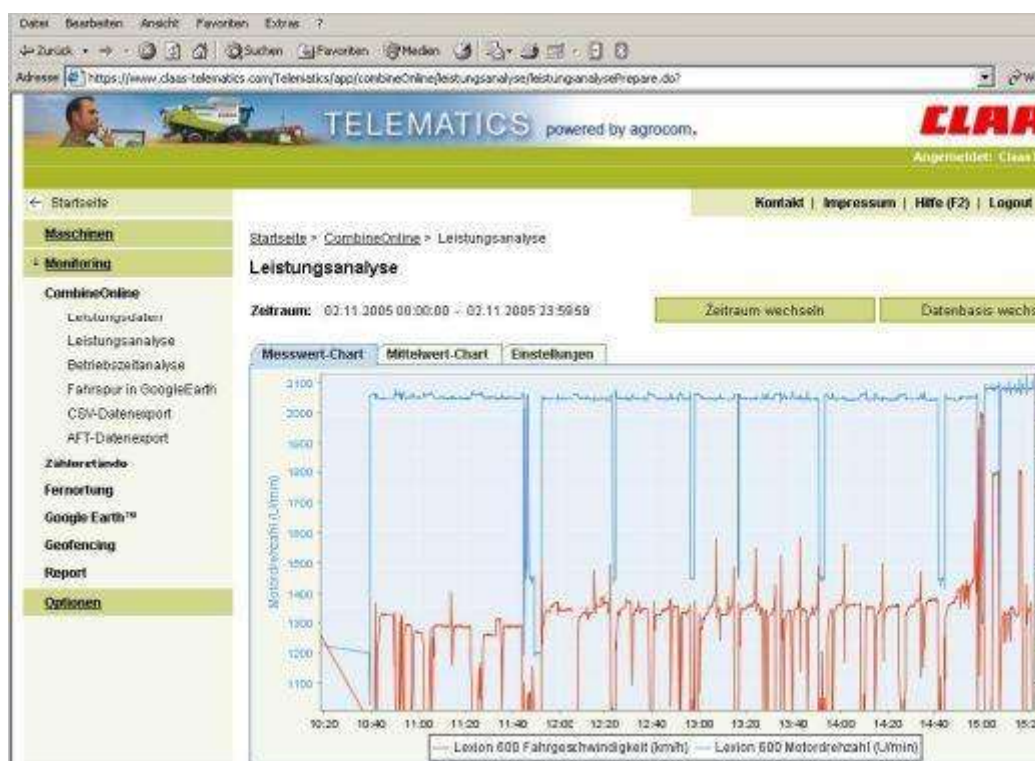


### Мгновенная помощь через Вашего дилера.

Используя систему TELEMATICS компании CLAAS, обслуживающий сервисный партнер может определить потребность зерноуборочного комбайна в проведении технического обслуживания. Это дает возможность заблаговременно спланировать регулярные работы по техническому обслуживанию с учетом текущей ситуации. А это еще один важный дополнительный шаг на пути к достижению оптимальной эффективности уборочных работ.

### Работа машины всегда перед глазами.

Точное определение текущего местоположения машины является решающим фактором для транспортной и организационной деятельности. Нужно ли направить на усиление дополнительные прицепы? Сколько зерна еще не убрано? Какие сорта еще не убраны? Ответы на эти и другие вопросы можно получить с помощью двух инструментов определения местоположения.



### функция COMBINE LEAGUE.

Что представляет собой COMBINE LEAGUE? Полноправный пользователь машины может разрешить анонимный просмотр эксплуатационных данных и настроек другим пользователям с помощью функции COMBINE LEAGUE. В свою очередь и они открывают доступ к своим данным.



### Навигационная программа MapQuest.

Навигационная программа MapQuest показывает местоположение машины на плане дорожной сети региона. Это дает возможность оперативно сориентироваться на местности и быстро определить местоположение машины — даже тем, кто не знаком с предприятием.





## Преимущества для представителей передвижных уборочных отрядов.

Представители передвижных уборочных отрядов смогут по достоинству оценить особые преимущества, получаемые при анализе данных в соответствии с задачами или заказами клиентов. Кроме этого, они могут предоставить своему заказчику временный доступ к системе TELEMATICS компании CLAAS. Фермеру могут передаваться важные сведения, которые он сможет использовать и соотносить, например производительность на участке или энергозатраты на участке. Таким образом, уборочные отряды, оснащенные техникой CLAAS, в отличие от своих конкурентов, могут предоставлять заказчикам дополнительные услуги.





## Поддержка пользователя компанией CLAAS.

Система TELEMATICS компании CLAAS, кроме прочего, используется для передачи важных сервисных кодов и данных на портал партнера CLAAS. При согласии партнер CLAAS в случае необходимости может провести первичный анализ и тем самым подготовиться к ремонту еще до выезда. Изучение данных диагностики позволит оперативно локализовать причину и доставить необходимые запасные части при первом же выезде.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

15. Перечислите особенности системы.
16. Объясните принцип работы системы мониторинга сельскохозяйственной техники в режиме on-line.
17. Какие существуют в наше время системы мониторинга сельскохозяйственной техники?
18. Что такое телематический терминал?
19. Что входит в состав системы мониторинга сельскохозяйственной техники в режиме on-line комбайна CLAAS Lexion 540?
20. Каким образом возможно получение информации от комбайна при использовании телематического терминала?
21. Как осуществляется контроль над работой комбайна в режиме реального времени?

## УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА

В отчете необходимо представить общее устройство и принцип работы системы мониторинга сельскохозяйственной техники в режиме on-line, описать особенности управления комбайном с системой мониторинга и дать характеристику получаемой информации.

## **2.5 Лабораторная работа №9,10 (4 часа).**

**Тема:** «Картирование полей Картирование химического состава почвы. Картирование урожайности»

**2.5.1 Цель работы:** Изучить устройство, принцип работы и процесс управления полевым компьютером SMS Mobile с поддержкой программного обеспечения SMS Advanced.

### **2.5.2 Задачи работы:**

1. Используя методическое пособие и справочные руководства пользователя ознакомиться с общим устройством системы.
2. Изучить принцип управления системой с использованием функциональных клавиш.
3. Изучить программное обеспечение полевого компьютера.
4. Оформить отчет по лабораторной работе.

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

1. Полевой компьютер SMS Mobile, Программное обеспечение SMS Advanced
2. Методические указания

### **2.5.4 Описание (ход) работы:**



Рис.2.1 Полевой компьютер SMS Mobile

### **Назначение и технические характеристики системы:**

SMS Mobile (разраб. фирмы Ag Leader) - это удобный полевой компьютер, оснащенный пакетом программ для сбора и хранения различных видов данных. Система позволяет документировать данные в полевых условиях, помогая записывать подробные сведения по посевам. В последствии агротехнолог сможет использовать эти данные до начала, во время и после вегетативного периода для принятия более эффективных решений.

- Версия 5.5 Microsoft® Windows Mobile неизменяемая, защищённая, хранимая на флэш-памяти с защитой от непреднамеренного стирания.
- Внутренний флэш-диск solid-state на 128 гигабайт.
- Данные и приложения безопасно хранятся на флэш-карте.
- Трансфлексивный дисплей, обеспечивающий контрастность даже в условиях прямого солнечного света.
- Задняя подсветка ЖК-экрана.
- Четырёхсторонняя кнопка управления.
- Клавиши задней подсветки ЖК-экрана.
- Одна зарядка обеспечивает 16 часов работы.
- Свободная замена аккумуляторной батареи на поле, не требующая использования дополнительных инструментов.
- Интеллектуальная аккумуляторная батарея предохраняет от перезарядки.
- Заряжается за 3 - 5 часов

#### **Параметры:**

- длина 8,5см.
- ширина 6,5см.
- высота 3,5см.

#### **Общее устройство и принцип работы системы:**

Комплектация полевого компьютера SMS Mobile:

- Программное обеспечение SMS Mobile, предварительно загруженное и готовое к использованию
- Флэш-карта Compact Flash GPS
- Карта памяти SD на 1 Гб
- Кабели для зарядки и USB
- Стилус



- Портативный полевой компьютер

#### **Вспомогательное оборудование:**

- Шнур питания аккумулятора
- Шнур питания прикуривателя
- Bluetooth
- Креплени
- Крепёжная стойка

SMS mobile предназначен для интегрированной работы с программным пакетом SMS для настольного ПК, однако наряду с этим прибор может использоваться с другими пакетами программного обеспечения для настольного ПК.

SMS Mobile полностью интегрирован с программным пакетом SMS для настольного ПК. Названия полей, границы полей, фоновые данные (аэро-фотография, почвенные карты и карты урожайности) и множество других функций можно перенести из SMS Basic или SMS Advanced. Это обеспечивает эффективную работу на поле и точность информации, загружаемой обратно в SMS Basic или SMS Advanced. SMS Mobile можно настроить в поле без использования настольного программного обеспечения. SMS Mobile может напрямую экспортировать все записанные данные в формате share-файлов для использования в других прикладных программах.

При использовании GPS –приёмника SMS автоматически указывает пользователю точную полевую и другую управленческую информацию по текущему местоположению. Таким образом, перемещаясь с поля на поле, SMS Mobile помогает вам выбирать точные названия полей и управленческую информацию.

#### **Режимы работы системы SMS Mobile**

- Режим границы – записывает границы и площадь каждого поля.
- Режим общей записи – создаёт и редактирует набор точечных, линейных и многоугольных данных. Примером многоугольного набора данных служат площадки разведовательного наблюдения за посевами, дренажные линии и зоны управления.
- Режим записи зоны покрытия – непрерывно регистрирует и записывает данные любой полевой операции с указанием зоны покрытия. Например, запись размещения различных гибридов на ваших полях.
- Режим почвенного пробоотбора – создаёт и/или направляет к каждой зоне для вытяжки почвенных проб.

## Программное обеспечение SMS Advanced

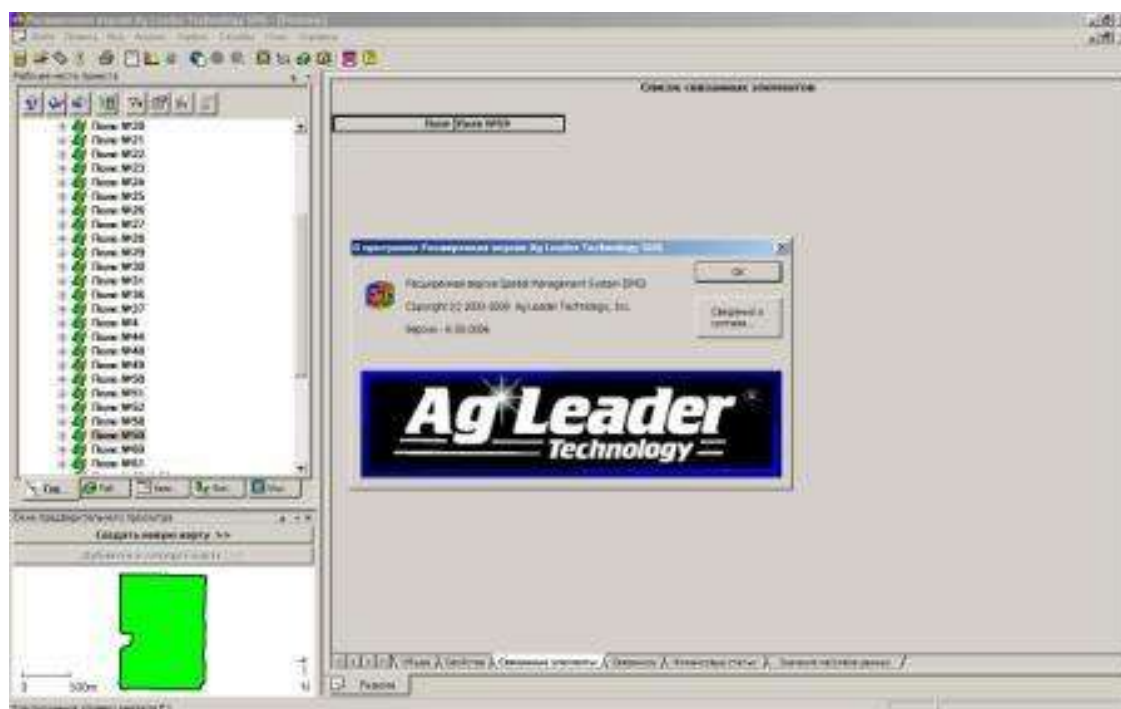


Рис. 2.2 Диалоговое окно Advanced

### Назначение системы:

Программа SMS Advanced представляет собой простое в использовании программное обеспечение для ввода данных, управления, просмотра (включая слои), создания предписаний и редактирования данных.

### Принцип работы системы:

Утилита групповой команды дает возможность работать с большим количеством данных. Есть возможность комплексно печатать неограниченное количество полей в форме файла изображения или на принтере. Данная функция делает работу более эффективной.

Карты почвенного плодородия - эффективно читаются в SMS. Мастер импортирования почвенных данных поддерживает форматы txt, csv или dbf. Сохраните шаблон файла данных почвенной карты для последующего использования к моменту сбора почвенных данных.

Функция «Проект» - поможет в управлении данными множества хозяйств.

Система помогает чётко организовывать данные и хранить в качестве «базы данных» информации по отдельным хозяйствам.

Мульти-проектный анализ – может быть использован для определения средней величины данных, представленных разными фермерами. Данная функция используется для определения урожая по уровням плодородия среди нескольких хозяйств.

Работа в сети – позволяет различным пользователям одновременно работать в различных проектах.

Версия Advanced интегрирована с SMS Basic – возможность экспортировать данные производителя из SMS Advanced в копию SMS Basic, принадлежащую хозяйству. Инструменты анализа – всеобъемлюще представлены в SMS Advanced. Все функции анализа в SMS Advanced работают в режиме мастера, обеспечивая чёткое управление функцией анализа. Все функции анализа могут использоваться в групповом режиме и работать одновременно с разнообразными наборами данных и проектами (хозяйствами).

Запись уравнений – создаёт рекомендации для разнообразных полей или выдаёт рекомендации по нормам внесения расходных материалов (удобрения, семена, СЗР и т. п.). SMS Advanced быстро и легко рассчитывает числовые задачи большого объёма и выдаёт требуемые данные.

Сравнение характеристик/свойств – для сравнения и нахождения взаимосвязей между характеристиками и свойствами. Например: сравнение уровней урожайности с картами почвенного плодородия, урожайности с рельефом местности или зонам управления.

Вычисление средней величины за многолетний период можно использовать для выведения средних данных по урожайности за несколько лет для последующего создания зон управления. Определение средней величины за многолетний период также создаёт карту «стабильности», демонстрирующую вариации в урожаях за усреднённый период.

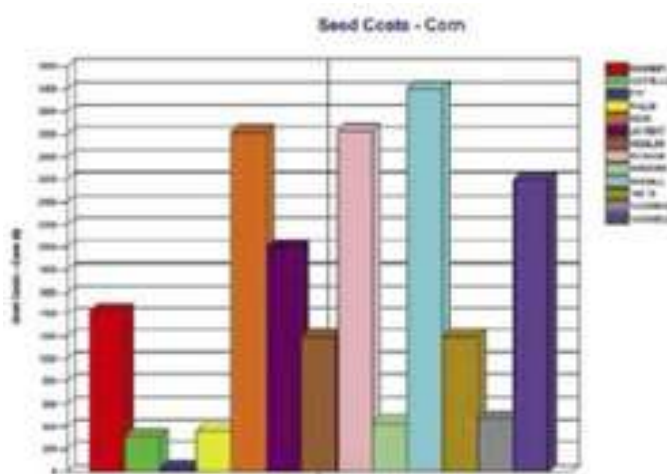


Рис.2.3 Диаграмма определения средней величины урожая.

**Возможности программы:**

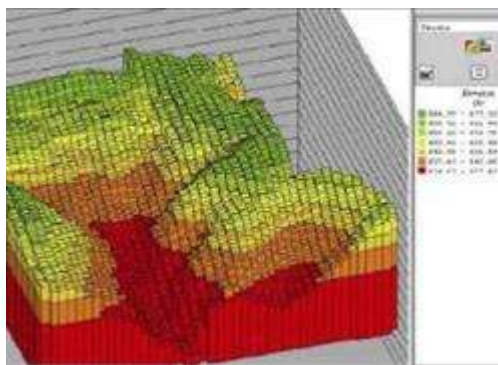


Рис.2.4 Карта «стабильности»

- Поддержка многослойной информации.
- Создание карт для дифференцированного внесения материалов.
- Создание карт.
- Оцифровка по спутниковым снимкам.
- Экспорт/ импорт информации в различных форматах.
- Вывод информации в виде графиков.
- Выбор информации по запросу.
- Настраиваемые отчеты.
- Создание плана (расчет урожайности, ном внесения материалов и т. д.).
- Контроль за расходом материалов.
- Ручной ввод информации.
- Пакетная обработка информации.
- Версия для карманного компьютера.
- Статистический отчет.

**Примеры рабочих окон программы:**



## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего предназначен полевой компьютер?
2. В каких режимах работает система SMS-Mobile?
3. Что из себя представляет режим записи зоны покрытия?
4. Что такое карта почвенного плодородия?
5. Что входит в комплект программного обеспечения полевого компьютера?
6. Какими функциями обладает программа SMS Advanced?
7. Что такое мультипроектный анализ?

## УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Необходимо представить общие принципы работы системы, описать возможности программного обеспечения и оформить отчет по занятию.

## 2.6 Лабораторная работа 11 (ЛР-11). (2 часа).

**Тема:** Охладители молока

**2.6.1 Цель работы:** Изучить принцип действия и конструкцию холодильной установки.

### 2.6.2 Задачи работы:

1. Изучить назначение, устройство и принцип работы МХУ-8 С.
2. Ознакомиться с технологической схемой машин и определить ее место в системе оборудования молочного отделения.
3. Вычертить технологическую схему и составить отчет.

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

1. Холодильная установка МХУ-8С
2. Экспериментальная доильная установка послойного намораживания.
3. Термометр.
4. Секундомер

### 2.6.4. Описание (ход) работы:

#### *Схема рабочего процесса холодильной машины.*

Паровая компрессионная фреоновая холодильная машина (рис. 1) представляет собой замкнутую герметичную систему, состоящую из четырех основных элементов: компрессора 1, конденсатора 2, регулирующего вентиля 3 и испарителя 4.

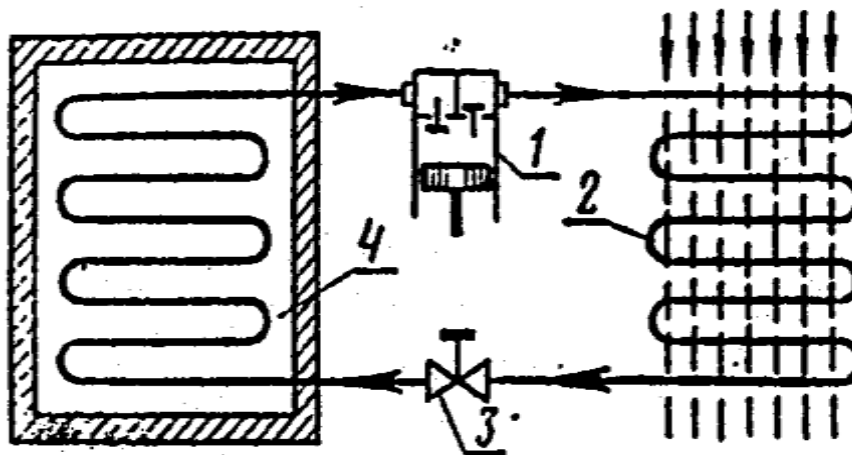


Рис. 1 *Схема компрессионной холодильной установки:* 1 - компрессор; 2 - конденсатор; 3 - регулирующий вентиль; 4 – испаритель

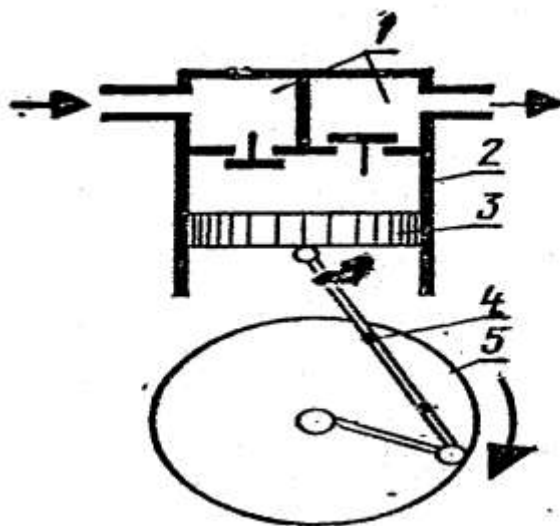


Рис. 2 Схема работы поршневого компрессора: 1 – клапаны, 2 – цилиндр, 3 – поршень, 4 – шатунно-кривошипный механизм, 5 – маховик

Компрессор (рис. 2) предназначен для отсасывания паров фреона из испарителя, поддержания в нем пониженного давления и сжатия паров фреона до давления, при котором становится возможной их конденсация.

Компрессор поршневого типа. Он состоит из вертикального цилиндра, в верхней части которого находится клапанная коробка со всасывающим и нагнетательным клапанами. Внутри цилиндра при помощи шатунно-кривошипного механизма 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 оборотной 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-ресивере 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 хладагента используется фреон-12. Фреон 12 при атмосферном давлении кипит при температуре минус  $29,8^{\circ}\text{C}$ . В воде нерастворим, безвреден для человека и пищевых продуктов. Очень текуч. При соприкосновении с открытым пламенем образует ядовитое вещество - фосген.

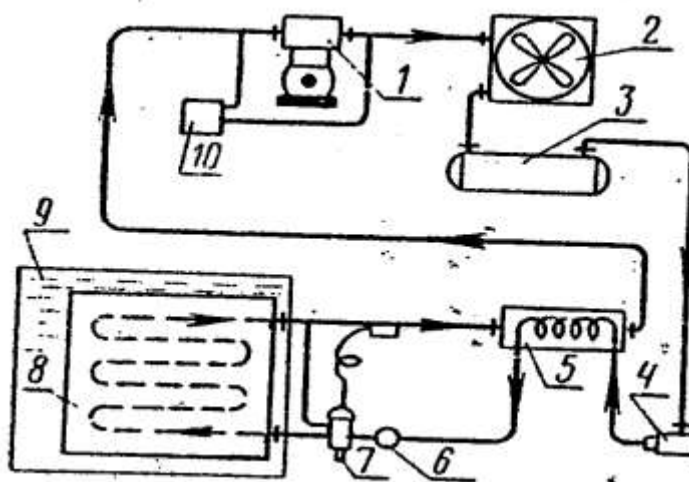


Рис. 3 Схема холодильной установки МХУ-8С: 1 – компрессор, 2 – конденсатор, 3 – ресивер, 4 – фильтр-осушитель, 5 – теплообменник, 6 – смотровое стекло, 7 – терморегулирующий вентиль, 8 – панели испарителя, 9 – ванна аккумулятора холодной воды, 10 – реле давления

**Компрессор** фреоновый, непрямоточный двухцилиндровый с вертикальным расположением цилиндров, с воздушным охлаждением. Он отсасывает пары фреона из испарителя и поддерживает в нем низкое давление  $0,1...0,2$  МПа (около  $1...2$  кгс/м<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  $57...77^{\circ}\text{C}$ . Затем горячие пары фреона поступают в конденсатор.

**Конденсатор** ребристо-трубчатый с воздушным охлаждением. Поверхность охлаждения около  $60$  м<sup>2</sup>. В конденсаторе пары фреона охлаждаются воздухом, просасываемым вентилятором, до температуры конденсации около  $30^{\circ}\text{C}$ . Жидкий фреон из конденсатора стекает в ресивер-накопитель. Из ресивера фреон поступает в фильтр-осушитель;

**Фильтр - осушитель** предназначен для поглощения влаги из жидкого фреона, так как капли свободной влаги, оказавшейся во фреоне, замерзают в регулирующем вентиле и нарушают работу машины. Рабочим веществом для фильтра-осушителя является силикагель, который представляет собой бесцветные или голубоватые кристаллы кремниевой кислоты, способные поглощать влагу в количестве 10% к собственной массе. Фильтр-осушитель монтируют на жидкостной линии установки.

Теплообменник - горизонтальный, змеевиковый, трехзаходный, с поверхностью 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 трубки. По стальной трубе движутся пары фреона. По змеевику противотоком проходит жидкий фреон. Далее через терморегулирующий вентиль жидкий фреон поступает в испаритель. В *испарителе* жидкий фреон кипит, превращается в пар. Кипящий фреон отнимает тепло у теплоносителя, находящегося в ванне. По мере продвижения фреона по каналу испарителя количество жидкости уменьшается, а количество паров, образовавшихся в результате кипения, возрастает. Сухие, перегретые пары фреона испарителя отсасываются компрессором. Но, прежде чем попасть в компрессор, пары фреона проходят через теплообменник, где они подогреваются до температуры, близкой к 273 К (0°С), проходящим внутри медных змеевиковых трубок теплым жидким фреоном.

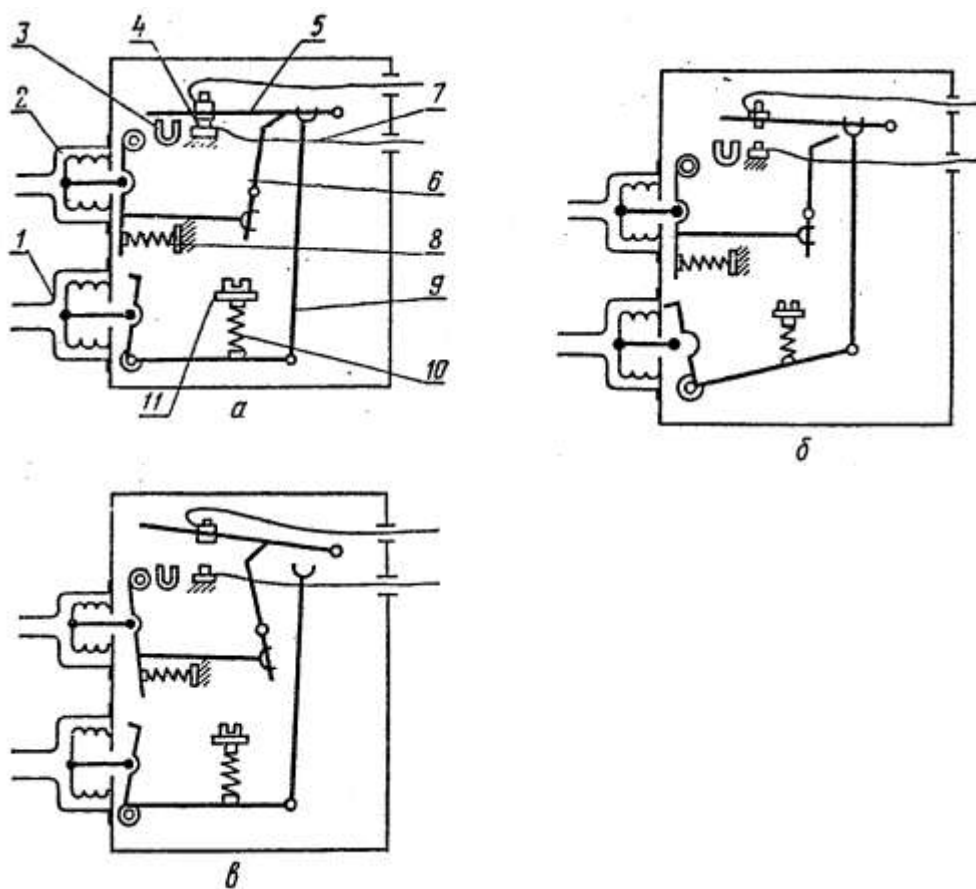


Рис. 4 Реле давления:

- а* - 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 - провода; 8 - пружина; 9 - рычаг; 10 - пружина; 11 - Г-образный рычаг

**Автоматические приборы МХУ-8С** (реле давления, терморегулирующий вентиль, термореле и датчик температуры) дают возможность поддерживать в заданных пределах давление фреона на линиях высокого и низкого давления, регулировать заполнение испарителя жидким фреоном, а также поддерживать в аккумуляторе холода заданную температуру паров фреона при замораживании льда и заданную температуру воды.

Реле давления служит для регулирования давления фреона в холодильной установке. Оно автоматически замыкает и размыкает электрические контакты в цепи питания катушки магнитного пускателя при изменении контролируемого давления. Во фреоновых холодильных установках применяют двухсильфонные реле давления РД-1 или РД-6.

Двухсильфонное реле давления РД-1 (рис. 4 объединяет два самостоятельно действующих механизма - маноконтроллер 2 (реле высокого давления) и прес состав 1 (реле низкого давления). Оба механизма смонтированы в одном корпусе и воздействуют на одни и те же электрические контакты 4.

Сильфон прессостата подключен к всасывающему трубопроводу и непосредственно реагирует на изменения давления в испарителе. Сильфон маноконтроллера подсоединен к нагнетательному трубопроводу. В машинах МХУ-8С в реле давления сильфон прессостата настраивают на выключение (на размыкание контактов) при давлении 49 кПа и на включение (замыкание контактов) при давлении 98 кПа. Сильфон маноконтроллера настраивают на выключение при давлении 1,12 МПа и на включение при 0,88 МПа.

Работает реле следующим образом: если давление во ' всасывающей линии становится ниже нормы (49 кПа), то уменьшается и давление на сильфон прессостата. Под действием пружины 10 рычаг 11 поворачивается против часовой стрелки и воздействует на рычаг 9, который, в свою очередь, нажимает на контактную пластину 5, и контакты 4 размыкаются. Контакты 4 включены в цепь катушки магнитного пускателя электродвигателя компрессора. При размыкании контактов 4 электродвигатель компрессора останавливается.

При восстановлении давления во всасывающей линии до нормы рычаг 11 поворачивается по часовой стрелке и тяга 9, действуя на контактную пластину 5, замыкает контакты.

При увеличении давления в линии нагнетания выше нормы (1,12 МПа) сильфон 2 сжимается и, преодолевая пружину 8, поворачивает рычаг против часовой стрелки. Собачка механизма мгновенного выключения 6 отбрасывает контактную пластину 5, и контакты 4 размыкаются. При снижении давления в линии нагнетания до 0,88 МПа пружина 8 устанавливает рычаг в исходное положение, и контакты 4 замыкаются.

Постоянный магнит 3, устанавливаемый на панели, обеспечивает быстроту замыкания и размыкания контактов 4, что уменьшает искрообразование и подгорание контактов.

Терморегулирующий вентиль. При колебаниях тепловой нагрузки охлаждаемого объекта (бака аккумулятора холода) и, следовательно, испарителя изменяется количество выкипающего в нем жидкого фреона в единицу времени. Чем выше тепловая нагрузка, тем больше жидкого фреона превратится в пар. Поэтому при повышенной тепловой нагрузке должно увеличиваться и поступление жидкого фреона в испаритель, при снижении тепловой нагрузки поступление жидкого фреона должно уменьшаться, т. е. в единицу времени в испаритель должно поступать столько жидкого фреона, сколько его выкипает.

Если при повышении тепловой нагрузки поступление жидкого фреона не увеличивать, то теплопередающая поверхность испарителя используется не полностью, его производительность снижается, что экономически невыгодно.

Если при снижении тепловой нагрузки не уменьшать поступления жидкого фреона в испаритель, то произойдет его переполнение. Жидкий фреон может попасть во всасывающий трубопровод, затем в компрессор и вызвать гидравлический удар, что может привести к аварии.

Для автоматического регулирования подачи жидкого фреона в испаритель в установках типа МХУ-8С применяют терморегулирующие вентили ТРВ. Терморегулирующий вентиль регулирует заполнение испарителя жидким фреоном в

зависимости от температуры паров фреона, отходящих от испарителя. В установках типа МХУ-8С чаще встречаются терморегулирующие вентили с внешним уравниванием (рис. 5).

Терморегулирующий вентиль состоит из термопатрона 1, капиллярной трубки 2, мембраны 3, регулировочного винта 4, стержня клапана 5, пружины 6, клапана 8 и камеры 7. Термопатрон, капилляр и полость над мембраной заполнены фреоном-12. Мембрана толщиной 0,15 мм сделана из бериллиевой бронзы. Для увеличения гибкости на поверхности мембраны нанесены кольцевые гофры. На клапан снизу действует пружина 6, стремящаяся закрыть отверстие, через которое поступает фреон.

Полость под мембраной соединена со всасывающим трубопроводом компрессора. Термопатрон крепится к всасывающему трубопроводу на выходе из испарителя. Он воспринимает тепло отсасываемых паров фреона из испарителя и поэтому должен быть хорошо термоизолирован от окружающей среды.

Работает терморегулирующий вентиль следующим образом. Жидкий фреон под большим давлением через отверстие клапана поступает в камеру 7, давление фреона снижается, в результате чего часть жидкого фреона испаряется, охлаждается и уже в виде парожидкостной смеси поступает в испаритель.

По мере продвижения по испарителю парожидкостная смесь кипит и полностью превращается в пар. Кипя, фреон отнимает тепло от охлаждаемой воды в баке аккумулятора.

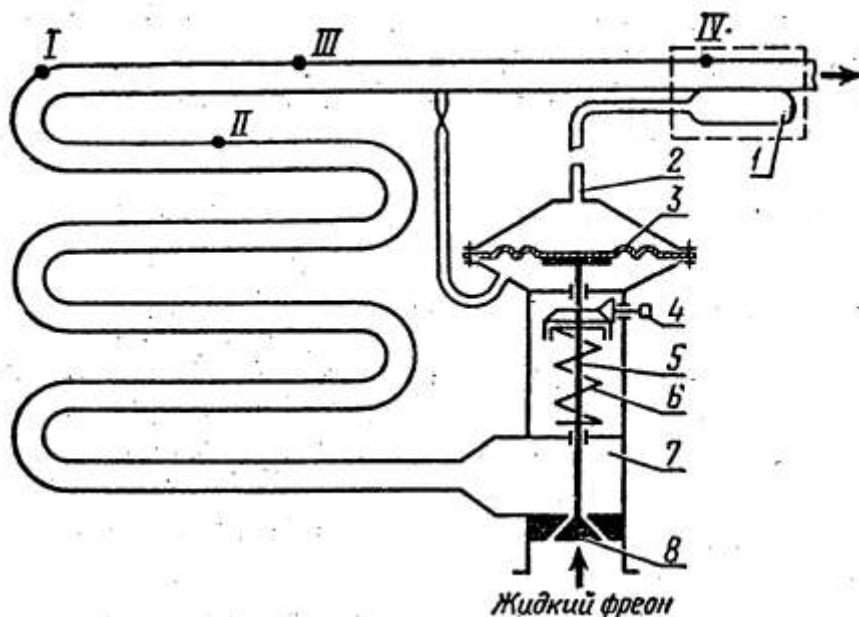


Рис. 5 Схема терморегулирующего вентиля:

- 1 - термопатрон; 2 - капилляр; 3 - мембрана; 4 - регулировочный винт; 5 - стержень клапана; 6 - пружина; 7 - камера; 8 - клапан

Предположим, что в точке I весь фреон превратился в пар. При дальнейшем движении паров фреона от точки I до точки IV происходит перегрев пара, т. е. повышение его температуры по отношению к точке кипения. Терморегулирующие вентили настраивают таким образом, чтобы температура перегрева паров фреона была в пределах 3...4 °С.

Термопатрон, устанавливаемый в точке Ю, воспринимает тепло перегретых паров, находящийся в нем фреон нагревается, увеличивается в объеме и давит на мембрану 3.

Пространство под мембраной соединено со всасывающим трубопроводом. Снизу на мембрану действует давление, равное давлению паров фреона, выходящих из испарителя. Если температура паров фреона на выходе из испарителя (в точке IV) станет

несколько выше установленного значения, а это происходит тогда, когда кипение фреона заканчивается в точке II, то давление, создаваемое в термопатроне и в пространстве над мембраной, окажется выше, чем давление под мембраной. В результате этого мембрана 3 прогнется вниз, надавит на стержень клапана 5, который, преодолевая силу пружины 6, откроет клапан 8. Поступление фреона в испаритель увеличится.

Чем выше температура паров фреона на выходе из испарителя, тем больше прогиб мембраны 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 °С. Дальнейшее повышение давления в гермопатроне и в камере над мембраной прекращается, и клапан опускаться дальше не будет.

Так происходит до тех пор, пока перегрев паров фреона не достигнет заданного значения.

При снижении тепловой нагрузки испарение фреона будет заканчиваться в точке III. Перегрев паров фреона уменьшается, в результате чего снижается давление в термопатроне и в камере над мембраной. Оно оказывается ниже давления в камере под мембраной. В этом случае клапан поднимается вверх и подача фреона уменьшается. Если клапан полностью закрывается, подача фреона в испаритель прекращается.

Так работает терморегулирующий вентиль при правильной его регулировке. На заданный перегрев его регулируют, изменяя натяжение пружины 6, регулировочным винтом 4. Регулировку можно производить только на холодном терморегуляторе. Вращая винт по часовой стрелке, сжимают пружину и тем самым уменьшают поступление фреона в испаритель, а, следовательно, повышают перегрев паров фреона. При вращении против часовой стрелки ослабляют пружину, при этом поступление жидкого фреона в испаритель увеличивается, перегрев паров фреона понижается.

**Термореле TP-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 TP-1 можно регулировать процесс замораживания льда на панелях. Термореле, замыкая и размыкая контакты, включает и выключает электродвигатели компрессора и вентилятора холодильной установки.

Термореле состоит из силовой части, узла регулировки и электроконтакта. Силовая часть - герметически закрытая система, заполненная фреоном-12. Она состоит из термопатрона, капиллярной трубки и сильфона. В узел регулировки входят регулировочный винт, пружина с шайбами, втулка и муфта. На верхней шайбе имеется указатель температуры, а на корпусе прибора - температурная шкала.

Узел электроконтакта состоит из неподвижного контакта с регулировочным винтом, контактной пластины, пластинчатой пружины, подсоединенной к контакту, и постоянного магнита.

Термопатрон 5 реле TP-1 закрепляют на всасывающем трубопроводе. По мере увеличения толщины слоя льда на панелях испарителя температура испарения фреона в испарителе понижается. Это приводит к снижению давления фреона в термопатроне и сильфоне 8 реле. Пружина 2 давит на шток 9. Он, двигаясь вниз, нажимает на пластину, и контакты 4 размыкаются.

В холодильных машинах МХУ-8С термореле настраивают на отключение электродвигателей компрессора и вентилятора при температуре фреона на выходе из испарителя минус 5 °С.

Датчик температуры (термоконтактор ТК) (рис. 7) предназначен для поддержания температуры воды в аккумуляторе холода в пределах 2...4 °С при автоматическом режиме работы холодильной машины.

Датчик температуры не регулируется. Его устанавливают в аккумуляторе холода. Контакты датчика включены в электрическую схему управления. При температуре воды 2°C термоконтатор отключает электродвигатели компрессора и вентилятора, а при повышении ее до 4°C включает электродвигатели.

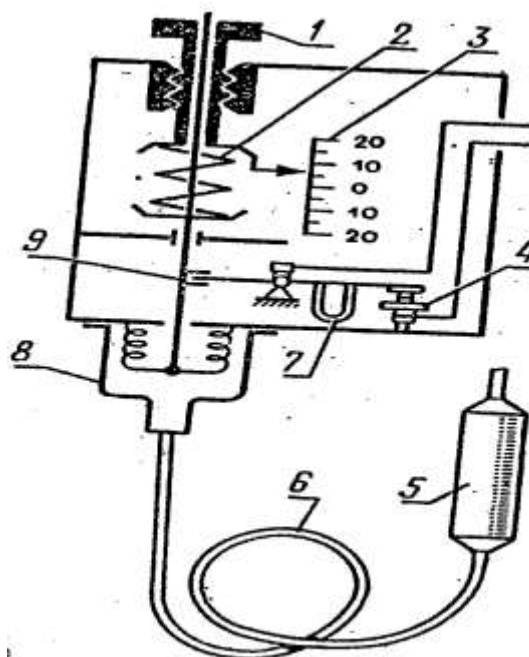


Рис. 6 Схема термореле:

1 – регулировочный винт, 2 – пружина, 3 – шкала, 4 – электрические контакты, 5 – термодатчик, 6 – трубка, 7 – постоянный магнит, 8 – сильфон, 9 – шток

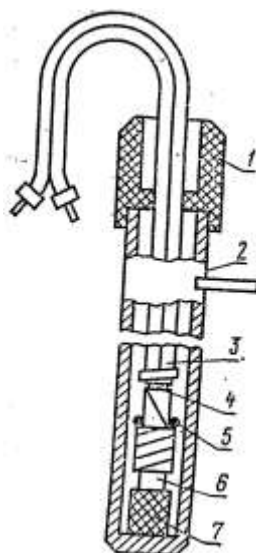


Рис. 7 Схема датчика температуры:

1 – муфта, 2 – корпус, 3 – провод, 4 – ввод проводов в термоконтатор, 5 – верхний держатель, 6 – термоконтатор ТК-9, 7 – нижний держатель

На животноводческих фермах холодильную установку МХУ-8С применяют для охлаждения молока. Молоко по трубопроводу поступает в пластинчатый охладитель, где оно, пройдя по лабиринту между пластинами, выходит из охладителя и поступает в цистерну для хранения. Ледяная вода из бака-аккумулятора холода насосом ледяной воды подается в охладитель, навстречу движению молока. В охладителе молоко и вода движутся противотоком каждый в своем лабиринте.

Через пластины, разделяющие лабиринты, происходит теплообмен между молоком и водой. Вода из пластинчатого охладителя поступает в бак - аккумулятор холода, где охлаждается.

Установку включают за 5 ч до начала охлаждения молока. За это время на испарителе намерзает до 500 кг льда. Лед тает за 2 ч, обеспечивая охлаждение 2000 кг молока с 37 до 8 °С.

### **Зависимость температуры замерзания хладоносителя от концентрации солей**

<b>Хлористый натрий</b>		<b>Хлористый кальций</b>	
Содержание соли на 100 кг воды, кг	Температура замерзания раствора, °С	Содержание соли на 100 кг воды, кг	Температура замерзания раствора, °С
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°С, 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°С, применяют раствор хлористого кальция.

В случае отравления хладом пострадавший должен быть выведен на свежий воздух или в чистое теплое помещение. При этом рекомендуется освободить пострадавшего от стесняющей дыхание одежды и дать ему возможность согреться. Затем пострадавший должен выпить крепкий сладкий чай или кофе, после чего в течение 30...45 мин вдыхать кислород.

При раздражениях слизистой оболочки рекомендуется прополоскать нос и горло водой или 2%-ным раствором соды. При попадании хладона в глаза необходимо обильно промыть их струей чистой воды. До прихода врача следует надеть темные защитные очки.

Если попавший на кожу хладон вызвал обмороживание, следует окунуть пораженное место на 5...10 мин в теплую воду (35...40°С) 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.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Каково назначение компрессора, конденсатора, ресивера, фильтра-осушителя, теплообменника, испарителя?
2. В чем состоит назначение, устройство и работа реле давления?
3. Каково назначение терморегулирующего вентиля, как он устроен и работает?
4. Как осуществляется регулирование заданного температурного режима в охлаждаемом объекте?



## 2.7 Лабораторная работа 12 (ЛР-12). (2 часа).

**Тема:** Пастеризационные установки. Сепараторы- сливкоотделитель

**2.7.1 Цель работы:** изучить установку для первичной обработки молока.

**2.7.2 Задачи работы:**

1. Назначение и техническая характеристика.
2. Устройство и принцип работы.
3. Подготовка к работе и правила эксплуатации.
4. Характерные неисправности.
5. Меры безопасности.

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

1. Натуральный образец установки ОПФ-1-300
2. Плакаты
3. Методические указания

**2.7.4 Описание (ход) работы:**

### 1. НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

Установка пастеризационно-охладительная пластинчатая автоматизированная предназначена для центробежной очистки, пастеризации, выдержки и охлаждения молока в закрытом потоке.

Пастеризация и охлаждение молока проходят при автоматическом регулировании технологического процесса. Который обеспечивает хорошие санитарно-гигиенические условия. Исключает возможность выхода непастеризованного 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 с выдержкой 300 секунд в соответствии с требованиями санветинспекции СССР к молоку от больных коров.

### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

2.1. Производительность, л/ч	1000
2.2. Начальная температура молока, <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 в аппарате, 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 в аппарате:	
а) секция регенерации I	11
б) секция регенерации II	17
в) секция пастеризации	16
г) секция водяного охлаждения	1 9
д) секция водяного охлаждения	2 9

2.17. Тип пластины П-1 из стали 12Х18Н10Т		
2.18. Размеры пластины, не более, мм:		
а) высота		800
б) ширина	226	
в) толщина (металла)		1,2
2.19. Габаритные размеры установки, не более, мм		
а) длина		3600
б) ширина	3000	
в) высота		2500
2.20. Масса, кг, не более		910
2.21. Электронасос 35-1Ц2, 8-20 для подачи молока		
а) производительность, л/сек	2,8	
б) напор, мм вод. ст.		20
2.22. Насос 2К-20/18 для горячей воды		
а) производительность	11	
б) напор, мм вод. ст.		21

### 3. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Пластинчатый аппарат снабжен теплообменными пластинами из нержавеющей стали, которые разбиты на пять секций: 1 ступень регенерации, 2 ступень регенерации, пастеризации, охлаждения артезианской воды и охлаждения ледяной воды. Секции отделены друг от друга специальными промежуточными плитами, имеющими по углам штуцера для подвода и отвода жидкостей. На пластине выбиты порядковые номера, те же номера указаны на схеме компоновок пластин.

Пластины прижаты к стойке при помощи плиты и нажимных устройств. Степень сжатия тепловых секций определяется по табличке со шкалой, установленной на верхней и нижней распорках. Нулевое деление устанавливается по оси болта вертикальной распорки и соответствует минимальному сжатию аппарата, обеспечивающему герметичность.

Система автоматики включает в себя следующие узлы, пульт управления, в котором размещены приборы контроля, регулирования и записи, а также электроприборы управления, сигнализации, защиты электродвигателей от коротких замыканий и перегрузок, перепускной клапан с электрогидравлическим приводом для автоматического переключения потока молока на повторный подогрев при температуре пастеризации ниже 90<sup>0</sup>С, 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, уравнильный бак с поплавковым регулятором прямого действия.

Молоко из танка (см. рис. 1) направляется самотеком или под напором в уравнильный бак 4, откуда насосом 3 подается в секцию регенерации I аппарата 1, а затем подогретое до температуры 37-40<sup>0</sup> поступает в молокоочиститель 2 для очистки от механических примесей и идет на дальнейший подогрев в секцию регенерации II и секцию пастеризации, где нагревается до температуры 90<sup>0</sup>. Из секции пастеризации молоко через электрогидравлический перепускной клапан 11 направляется в выдерживатель 6, находится там до в течение 300 сек. и далее поступает в секцию регенерации для отдачи тепла встречному потоку молока, поступающему в аппарат. После этого оно попадает последовательно в секции охлаждения 1У и У, где охлаждается до температуры 8<sup>0</sup> и выходит из установки.

Для охлаждения молока используется артезианская и ледяная вода от холодильной установки типа МХУ-8.

Охлаждение молока до температуры не выше  $8^{\circ}\text{C}$  возможно только при нормальной кратности подачи воды в секции охлаждения. Весь процесс пастеризации молока регулируется автоматически.

Требуемые температуры пастеризации молока поддерживаются электронным мостом. Регулировка плавная.

Запись температуры пастеризации молока ведется на диаграммной ленте контрольного прибора. Звуковая и световая сигнализации срабатывают при падении температуры пастеризации ниже  $90^{\circ}$ .

Перепускной клапан 11 автоматически переключает поток молока на повторный подогрев при падении температуры пастеризации молока ниже  $90^{\circ}$ , так как клапан через гидрореле связан с контактным устройством электронного моста контрольного прибора.

Молоко в секции пастеризации подогревается горячей водой подаваемой в аппарат насосом 3. Вода подогревается паром поступающим через инжектор 9 из паропровода, на которой установлен клапан 10, регулирующий подачу пара в зависимости от температуры пастеризации молока: при понижении температуры молока, подача увеличивается, при повышении уменьшается.

Регулирующий клапан 11 управляется электронным мостом. Первичный сигнал об изменении температуры пастеризации молока поступает от термометра сопротивления, который установлен на трубопроводе горячего молока после секции пастеризации. На трубопроводе охлажденного молока после секции ледяного охлаждения установлен термометр ТПГ-1У.

Перепускной электро гидравлический клапан служит для автоматического переключения потока молока на повторный подогрев при снижении температуры пастеризации молока. Он представляет собой клапан с гидрокамерой и электрогидравлическим реле.

Корпус перепускного клапана - из нержавеющей стали.

При включении установки в работу температура пастеризации в начальный момент ниже заданной, а поэтому на катушку электромагнита 17 гидрореле подается напряжение, замыкаются контакты электронного моста в цепь катушки электромагнита гидрореле. Через катушку электромагнита течет ток, под действием которого сердечник втягивается. Шток 13, непосредственно соединенный с сердечником катушки электромагнита, закрывает входе в гидрокамеру.

Под действием пружины 5 шток 3 находится в верхнем положении, выход молока на разлив перекрыт. В этом положении клапана молоко поступает на вторичный подогрев. По достижении температуры пастеризации молока контакты моста размыкаются, разрывая цепь катушки электромагнита 17 гидрореле. Шток 13 под действием пружины 12 перемещается и открывает входе в гидрокамеру клапана. Вода насосом 2к-9 подается в гидрокамеру через фильтр, давит на мембрану 8 и, преодолевая усилие пружины 5, перемещает в нижнее положение шток 3 клапана, который закрывает проход на вторичный подогрев и открывает выход на розлив. В этом положении клапана установка работает в заданном температурном режиме, т.е.  $91 \pm 2^{\circ}$ , и молоко поступает на розлив или в танк.

При падении, температуры пастеризации ниже  $90^{\circ}$  замыкаются контакты моста МСР1-01, а также цепь катушки электромагнита 17, сердечник втягивается и, преодолевая усилие пружины 12 гидрореле, перемещает шток 13, который закрывает входе в гидрокамеру и одновременно открывает отверстие для слива воды из гидрокамеры. Вода под действием пружины 5 выталкивается из гидрокамеры сливную трубку, вследствие чего шток 3 клапана перемещается в верхнее положение, тем самым перекрывая проход на вторичный подогрев. В этом положении клапана молоко поступает из секции пастеризации в уравнильный бак, из которого вновь направляется насосом в аппарат, т.е. на повторный подогрев.

Разборку гидрореле необходимо производить в следующем порядке: снять корпус 10 и резиновую прокладку 23; отвернуть гайку 25, шайбу 24, снять втулку 21; снять опору 18 вместе с электромагнитом 17; разъединить шток 13 с сердечником электромагнита; чтобы вынуть шток 13 из стакана 20, надо вывернуть винты, снять крышку 16, вынуть резиновую манжету 14, снять шайбу, пружину, вторую шайбу и вывернуть шпильку 22.

Сборку производят в обратном порядке, но при завертывании шайбы 24 производят регулировку. Подключают катушку электромагнита под напряжением 220 В. При подтянутом сердечнике поворачивают шайбу 24 до плотного прилегания резиновой прокладки к седлу клапана, при этом сердечник электромагнита начинает слегка дребезжать. Затем завертывают гайку 25 и включают несколько раз электромагнит. После нескольких включений сердечник электромагнита не должен дребезжать. Если же дребезжание не снимается, нужно отвернуть гайку 55 и отрегулировать 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, с помощью которого осуществляется автоматическое управление перепускным клапаном и звуковая сигнализация в случае нарушения температурного режима, управление клапаном пара.

Переключателем управления пользуются для перевода работы системы регулирования с автоматического режима работы на дистанционный и наоборот.

При помощи кнопок управляют регулирующим клапаном пара в дистанционном режиме.

Кнопки управления служат для включения электродвигателей в работу, для выключения звукового сигнала.

Лампы сигнализируют о включении пульта и электродвигателей в работу. С помощью выключателя подают электроэнергию на пульт управления.

Центробежный молокоочиститель ОМ-1, предназначен для удаления из молока механических примесей. Происходит также очистка молока от лейкоцитов и эритроцитов крови, попавшей в молоко, частиц эпителия, скоплений микроорганизмов.

### **3. Подготовка изделия к работе и порядок работы**

Проверить правильность направления вращения валов насосов и молокоочистителя перед заполнением установки водой молоком.

Прежде чем пустить аппарат в работу, подожмите пластины до нулевой отметки на нажимном устройстве. При пуске пастеризатора на холодной воде в начальный момент возможна небольшая течь через уплотнительные прокладки пластин, при этом прекратите дальнейшее нажатие пластин, так как требуемая герметичность будет достигнута в процессе нагревания аппарата.

Простерилизовать аппарат и молочные трубопроводы перед пуском установки в работу. Для чего включите электропитание всей установки, затем молокоочиститель, залейте в уравнительный бак содовый раствор и включите насосы для молока и горячей воды, а также пустить пар. Промойте установку содовым раствором в течение 10-15 мин., а затем чистой водой, вытесняя из нее раствор.

После промывки содовым раствором аппарат хлорируют и стерилизуют. Стерилизация заключается в циркуляции воды ( $t=88^{\circ}$ ) через уравнительный бак с обратным возвратом в него при выходе из аппарата. При этом в аппарате не должно быть холодной воды, для чего перекройте краны на соответствующих трубопроводах.

Перед стерилизацией переключатель управления поставить в положение дистанционной работы. Проводите стерилизацию в течение 20-30 мин, с момента выхода из аппарата чистой воды при температуре 80-85<sup>0</sup>.

После окончания стерилизации вытесните воду из аппарата молоком и одновременно начните пастеризацию молока при разогретой системе. Это ускоряет начало нормального процесса пастеризации. Поставьте все приборы пульта в положение автоматического управления процессом. Белая сигнальная лампе возврата молока должна погаснуть.

#### **4. Порядок работы**

Пуск. После установки приборов на автоматическое управление включите подачу молока, подлежащего пастеризации, из молокохранительного танка в уравнильный бак, а затем насос для подачи молока в аппарат. К моменту пуска молока в установку сепаратор-м олоко очиститель должен работать на полных оборотах, иначе возможен перелив молока из барабана в чашу станины. Затем включите подачу горячей воды и пара. При таком порядке пуска молоко из уравнильного бака вытеснит воду, оставшуюся в аппарате после стерилизации. Воду спускайте до тех пор, пока не пойдет молоко. В начале работы установки недопастеризованное молоко из аппарата возвращается автоматически перепускным клапаном обратно в уравнильный бак. Эта циркуляция первых порций молока продолжается до тех пор, пока температура молока в секции пастеризации не достигнет 90. В этот момент включите подачу холодной воды.

Когда сработает перепускной клапан на подачу молока в выдерживатель, аппарат включается в работу по нормальной технологической схеме. Необходимым условием правильного пуска является непрерывная подача молока через аппарат и нагревание его при полном потоке, а в противном случае молоко сильно пригорает на пластинах и производительность аппарата резко падает.

Чтобы избежать засасывания воздуха в насос, необходимо в уравнильном баке поддерживать определенный уровень молока /не менее 300 мм/. При слишком низком уровне происходит засасывание воздуха вместе с молоком. Продолжительность непрерывной работы установки определяется степенью загрязненности молока. Объем шламового пространства барабана центробежного молокоочистителя рассчитан на продолжительность работ в течение 2-2,5 ч.

Остановка. Для прекращения работы закройте подачу молока в уравнильный бак. Когда остаток молока из бака уйдет в насос, сразу же в бак подайте воду для вытеснения молока из аппарата. Подачу воды продолжайте, пока из установки не перестанет поступать молоко. Этот момент определяют по виду струи пробой на вкус или замером плотности лактоденсимером; после вытеснения молока прекратите подачу пара, отключите молочный насос и насос горячей воды, затем остановите молокоочиститель. Если в этот день молоко больше пастеризовать не будут, то нужно отключить трубопроводы от молокоочистителя. Последний разобрать и промыть. Штуцер входа молока в секцию регенерации II аппарата шлангом или трубой из нержавеющей стали соединить со штуцером выхода молока из секции регенерации I. Далее проведите циркуляционную мойку согласно приведенной ниже инструкции.

Уход. Подавать в аппарат молоко непрерывно, так как перерывы приводят к пригару молока к пластинам. Проводить регулярно циркуляционную мойку раствором каустической соды, а раз в месяц (при односменной работе) промывать аппарат раствором азотной кислоты с последующей разборкой и чисткой пластин согласно инструкции по мойке. При безразборной мойке обязательно отсоединить молокоочиститель. Резьбу на тягах периодически смазывайте техническим вазелином.

Нужные поверхности установки содержать в чистоте. Детали барабана молокоочистителя тщательно промыть и просушить после чего барабан можно собрать.

Станину молокоочистителя и колпак после работы протирать влажной, а затем сухой тряпкой.

Перед пуском проверить правильность подсоединении коммуникаций, уровень масла в масляной ванне, освобожден ли барабан от тормозов, правильность вращения барабана. Барабан

должен плавно набирать обороты в течение 2-3 мин. После пуска молока стрелка манометра плавно поднимается до давления 1,2-1,6 кг/см<sup>2</sup>, что примерно соответствовать производительности 1000 л/ч. Производительность регулируется краном, установленным перед молокоочистителем. Во избежание разбалансировки барабана молокоочистителя, запрещается устанавливать на него детали с другого барабана. Два раза в год проводить осмотр механизма привода молокоочистителя: состояние подшипников, масляных трубок, пружин горловой опоры. При осмотре производить промывку масляной системы и заполнить ее свежим маслом.

В новом молокоочистителе первую замену масла производить после 20-30 ч работы, вторую - после 150 ч.

Верхнюю коническую часть вертикального вала перед посадкой барабана смазывать тонким слоем технического вазелина.

Циркуляционная мойка аппарата. Приготовить горячий раствор каустической соды (60-65<sup>0</sup>С) 1,5-2%-ной концентрации непосредственно в уравнительном баке, полученный раствор должен циркулировать в аппарате непрерывно в течение 15-30 мин. Через 5 мин. после включения насоса ослабить степень сжатия пластин на 2-3 оборота стягивающей гайки. Затем аппарат промыть горячей водой в течение 15-20 мин. до полного удаления раствора.

Альбумин, осаждающийся на теплообменных пластинах вначале достаточно мягок и его можно удалить, не 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 пластин в уравнительный бак залить 1,6-2-ный раствор азотной кислоты. Раствор нагревается до температуры 65-70<sup>0</sup>С и при этой температуре циркулирует в системе в течении 30 мин.

После этого аппарат промыть холодной водой до полного удаления кислоты (вытекающая вода проверяется лакмусовой бумажкой). Промытый аппарат разобрать и почистить жесткими щетками, смоченными в слабощелочной воде. После сборки аппарата промыть горячим раствором каустической соды (10 мин.), а затем горячей и холодной (10 мин.) водой. При промывке проверьте и подтяните при необходимости соединительные муфты и пакет пластин.

#### 4. Характерные неисправности и методы их устранения

Неполадки	Сигнал	Причина	Способ устранения
Температура пастеризации ниже 90 <sup>0</sup>	Звонок, загорается лампочка-сигнал о возврате молока (при температуре пастеризации ниже 90 <sup>0</sup> )	Мало давление пара . Не работает регулирующий клапан на паровой обвязке	Поднять давление пара. Проверить клапан
		Не работают электронный мост, реле,	Проверить работу моста, реле, термометра

		термометр сопротивления. Большое отложение молочного камня на пластинах (когда температура ниже 90 <sup>0</sup> С)	сопротивления. Остановить установку и прочистить пластины.
Температура пастеризации выше 94 <sup>0</sup>		Высокое давление пара.  Не работает регулирующий клапан на паровой обвязке.  Не работает электронный мост, реле, термометр сопротивления.	Снизить давление пара.  Проверить клапан.  Проверить работу моста, реле, термометра сопротивления.
Не работает перепускной электрогидра влический клапан	Звонок, загорается красная лампочка- сигнал о возврате молока	Ослаблена пружина в гидрореле. Течь в гидрореле. Вышла из строя катушка электромагнита. Фильтр не пропускает воду. Мало давление воды.	Сменить пружину в гидрореле. Устранить течь Проверить катушку электромагнита. Прочистить фильтр. Увеличить давление 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 x 62 = 12,4 мм).

Если аппарат все же дает утечку, в местах утечки необходимо сменить прокладку. Для этого необходимо удалить изношенную прокладку, тщательно вычистить канавку на пластине и приклеить новые прокладки согласно приложенной инструкции.

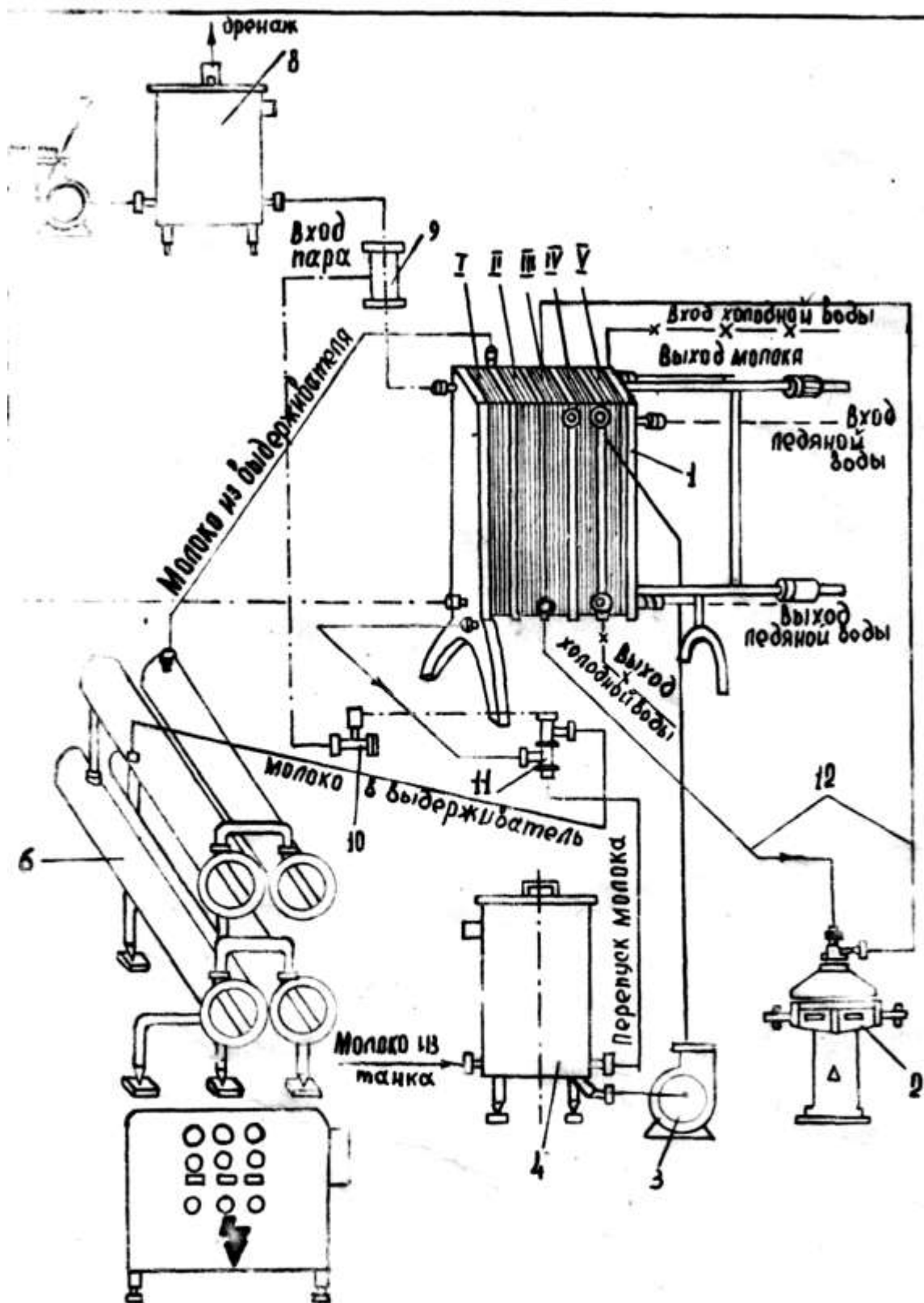


Рис. 1. Технологическая схема ОПФ1-300:

1- пластинчатый аппарат, 2- молокоочиститель, 3- молочный насос, 4- уравнильный бак, 5- пульт управления, 6- выдерживатель, 7- насос горячей воды, 8- бойлер, 9- инжектор, 10- электрогидрокран, 11- перепускной клапан, 12- трубопроводы.



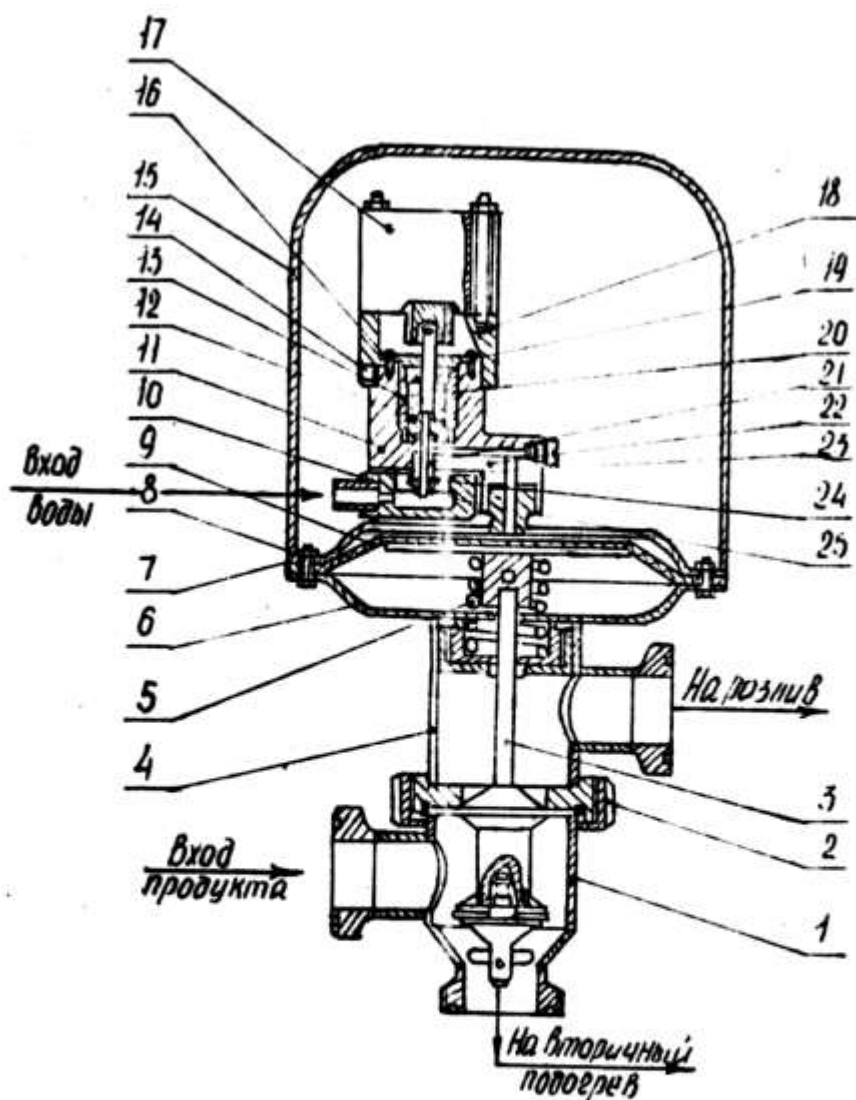


Рис. 2. Перепускной электрогидравлический клапан:

1,4,10,11- корпус, 2,25- гайка, 3,13 –шток, 5,12 - пружина,6- тарелка нижняя, 7 - тарелка верхняя, 8 - мембрана, 9 - грибок, 14- манжета, 15 – кожух, 16 - крышка, 17 - электромагнит, 18 - опора, 19 – винт, 26 - стакан, 21 - втулка, 22 - шпилька, 23 - резиновая прокладка, 24 - шайба.

## **2.8 Лабораторная работа 13 (ЛР-13). (2 часа).**

**Тема:** Устройства для считывания информации и обеспечения технологического процесса доения

**2.8.1 Цель работы:** Ознакомиться с принципом действия и конструкцией доильных аппаратов

### **2.8.2 Задачи работы:**

1. Ознакомиться с существующими конструкциями.
2. Вычертить схему доильного аппарата.
3. Составить отчет по работе

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

Натуральные образцы доильных аппаратов и агрегатов

Методические пособия по выполнению лабораторных работ

Плакаты

### **2.8.4 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 раздражительный 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 вниз. 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 - такт сосания. Впуск воздуха в межстенное пространство вызывает сжатие сосковой резины, массирующее сосок и задерживающее выведение молока - такт сжатия. Чередование тактов сосания и сжатия автоматически обеспечивается работой пульсатора. Таков принцип действия двухтактного доильного аппарата.

При нарастании внутривыменного давления (за счет действия окситоцина) и снижении вакуума в подсосковом пространстве стакана при интенсивном выходе молока действие сосковой резины на сосок в ходе такта сжатия становится слабее и она, не прерывая потока, только снижает его интенсивность. Этим, в частности, можно объяснить более высокую производительность двухтактных доильных аппаратов (по сравнению с трехтактными), слабо препятствующих выведению молока в период максимальной молокоотдачи.

Во время доения наступает момент, когда молоко из молочной железы поступает в цистерну вымени в меньшем количестве, чем выводится из нее доильным аппаратом. Возникает опасность быстрого опорожнения вымени и перехода к сухому доению, 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 подсосовое 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.

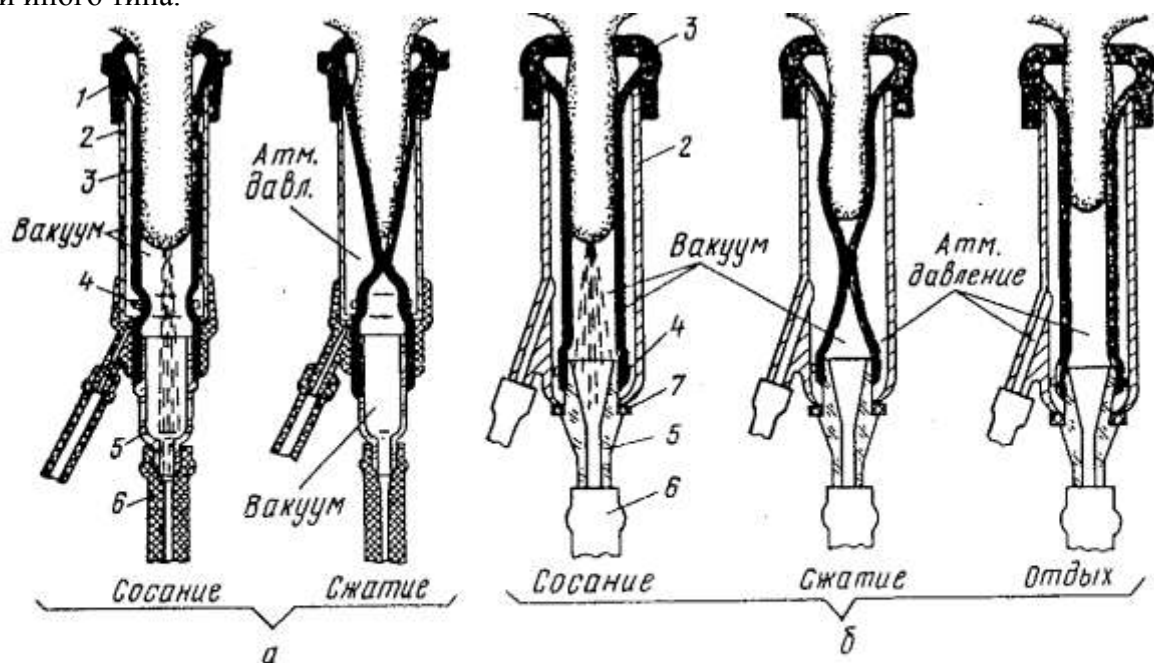


Рис. 4 Схема работы двухкамерного доильного стакана:

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 трубки. Коллектор аппарата имеет прозрачную молочную камеру и выполнен из пластмассы. Для отключения вакуума предусмотрено клапанное устройство (взамен зажима на молочном шланге у аппарата «Волга»).

Коллектор в двухтактном аппарате имеет увеличенный объем молочной камеры. Шайба клапана коллектора может быть зафиксирована в пазах основания последнего, что облегчат 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 Iп (постоянного вакуума) присоединена через шланг к вакуум-магистральной. Камера IIп (переменного вакуума) отделена от камеры Iп клапаном 4 клапанно-мембранного устройства пульсатора, опирающегося на подпятник 5, свободно лежащий на резиновой мембране 6.

Камера IIIн (атмосферного давления) соединена с атмосферой через воздушный фильтр 13, помещенный в корпус 12.

От камеры IIп камеру IIIп отделяет верхняя площадка клапана 4. Камера IVп (управляющая) через дроссельный канал соединяется - камерой переменного вакуума IIп.

Коллектор двухтактного аппарата (рис. 2, а) имеет две камеры: Iк - молокосборную, соединенную патрубками 9 с подсосковыми камерами доильных стаканов и патрубком 8 с молоко-сборником, Iк -распределительную, соединенных с камерой IIп пульсатора и через резиновые патрубки 10 с межстенными пространствами доильных стаканов.

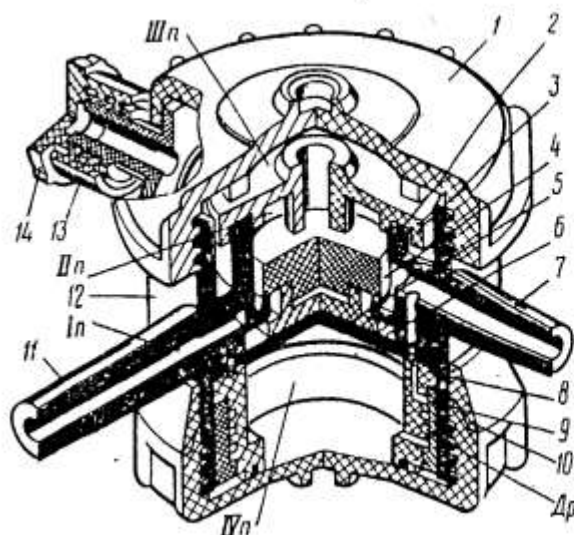


Рис. 2 Пульсатор доильного аппарата АДУ-1:

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; Iп — камера постоянного вакуума; IIп — камера переменного вакуума; IIIп — камера постоянного атмосферного давления; IVп — 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 Iп пульсатора, мембрана 8 под давлением воздуха со стороны камеры IVп поднимает подпятник с клапаном 4 и вакуум переходит на камеру IIп. От нее по шлангу 7 вакуум проходит к камере IIп 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 Iк и молочный шланг 6 в молокосборник.

Для лучшей эвакуации молока в корпусе коллектора имеется прорезь, сообщающая камеру Iк с атмосферой. В ходе такта сосания в пульсаторе вакуум по каналу 8 и дросселю 9 переходит на камеру IVп. При этом воздух со стороны камеры IIIп, действуя на клапан 4, переводит мембранно-клапанный механизм пульсатора в нижнюю позицию (см. рис. 4, б) и клапан 4 отключает камеру IIп от вакуума камеры Iп. Воздух из камеры IIIп 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 IVп, повышая в ней давление, и поднимает мембрану. Клапан 4 перекрывает камеры IIIп и IIп, одновременно сообщаются камеры IIп и Iп и вакуум проходит на межстенные камеры стаканов, вновь создавая такт сосания. Далее вакуум переходит на управляющую камеру и механизм переключается на такт сжатия.

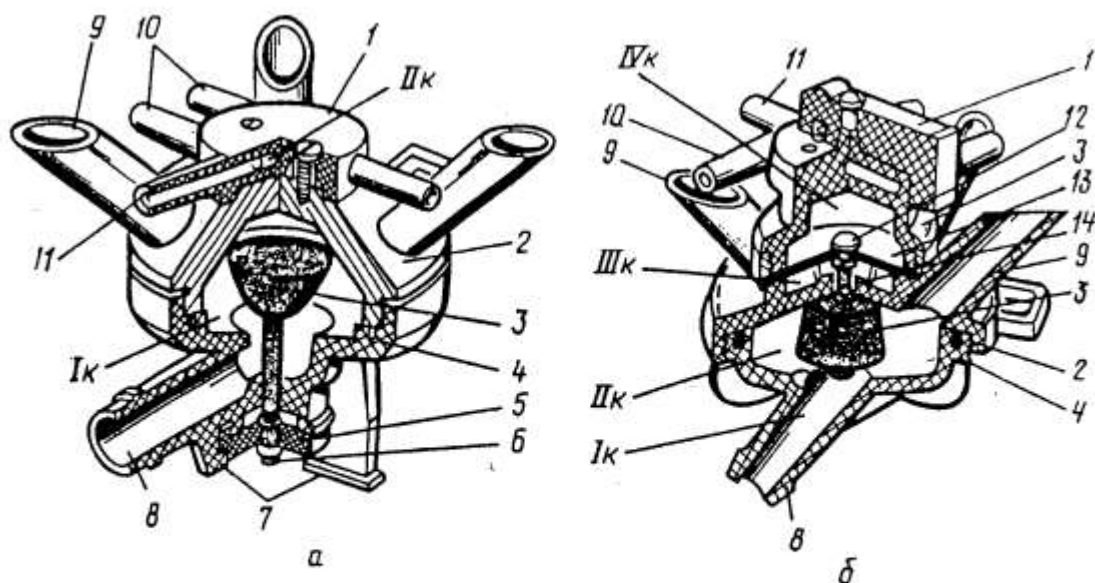


Рис. 3. Коллектор АДУ-1 двухтактной (а) и трехтактной (б) модификаций: 1 — распределитель; 2 — корпус; 3 — клапан; 4 — корпус молокосборной камеры; 5 — шайба; 6 — шплинт; 7 — выступ-фиксатор; 8 — патрубок молочного шланга; 9 — молочный патрубок; 10 — патрубок переменного вакуума; 11 — штуцер; 12 — стержень; 13 — мембрана; 14 — канал

Схема работы трехтактной модификации аппарата АД'У-1 показана на рисунке 5. Коллектор аппарата (рис. 3, б) имеет четыре камеры: Iк - постоянного вакуума, Пк - молоко-сборную, Шк - атмосферного давления и IVк - переменного вакуума, соединенную с межстенными камерами стаканов и камерой Пп пульсатора. Вакуум (рис. 5, а) от вакуум-магистрали 1 поступает на камеру Iп пульсатора. Благодаря атмосферному давлению в камере IVп эластичная мембрана 12 поднимается с подпятником 3 и клапаном 4, который перекрывает сообщение между камерами Пп и Шп, открывая при этом окно между камерами Iп и Пп. Вакуум распространяется на камеру Пп и по шлангу 10 на камеру IVк, а также на межстенные камеры стаканов. Атмосферное давление со стороны камеры Шк, имеющей каналы сообщения с атмосферным воздухом, поднимает мембрану 15 коллектора и связанные с ней стержень с клапаном 18. При этом камера Iк сообщается с молочной камерой Пк 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 Пп пульсатора по дроссельному каналу 11 в камеру IVп (рис. 5, б). Атмосферное давление, действующее на верхнюю площадку клапана 4 со стороны камеры Шп, опустит клапан. Окно между камерами Iп и Пп перекрывается, а в окно, образовавшееся между камерами Шп и Пп, входит атмосферный воздух, который затем проходит через камеру IVп, и в межстенных пространствах стаканов создается такт сжатия.

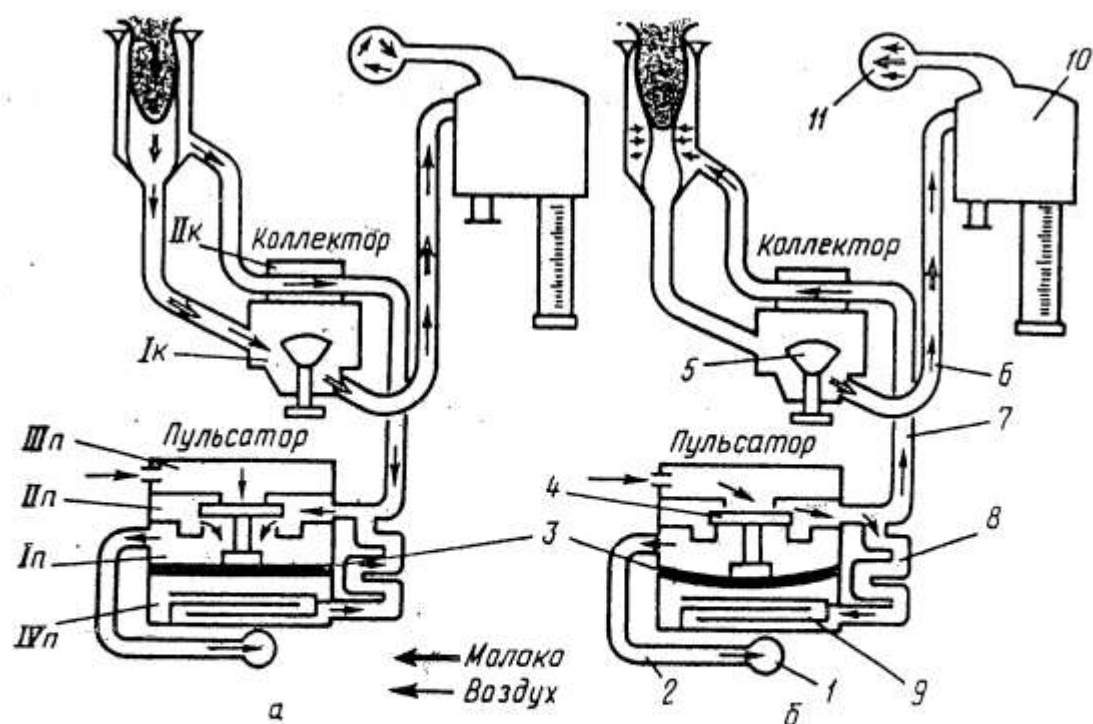


Рис. 4 Схема работы двухтактного аппарата:

а — такт сосания; б — такт сжатия; *Ik* и *In* — камеры постоянного вакуума коллектора и пульсатора; *IIк* и *IIп* — камеры переменного вакуума коллектора и пульсатора; *IIIп* — камера постоянного атмосферного давления пульсатора; *IVп* — управляющая камера переменного вакуума пульсатора; 1 — вакуум-магистраль; 2 — вакуумный шланг; 3 — мембрана; 4 — клапан; 5 — клапан коллектора; 6 — молочный шланг; 7 — шланг переменного вакуума; 8 — канал дросселя; 9 — дроссель; 10 — зоотехнический счетчик молока; 11 — молокопровод

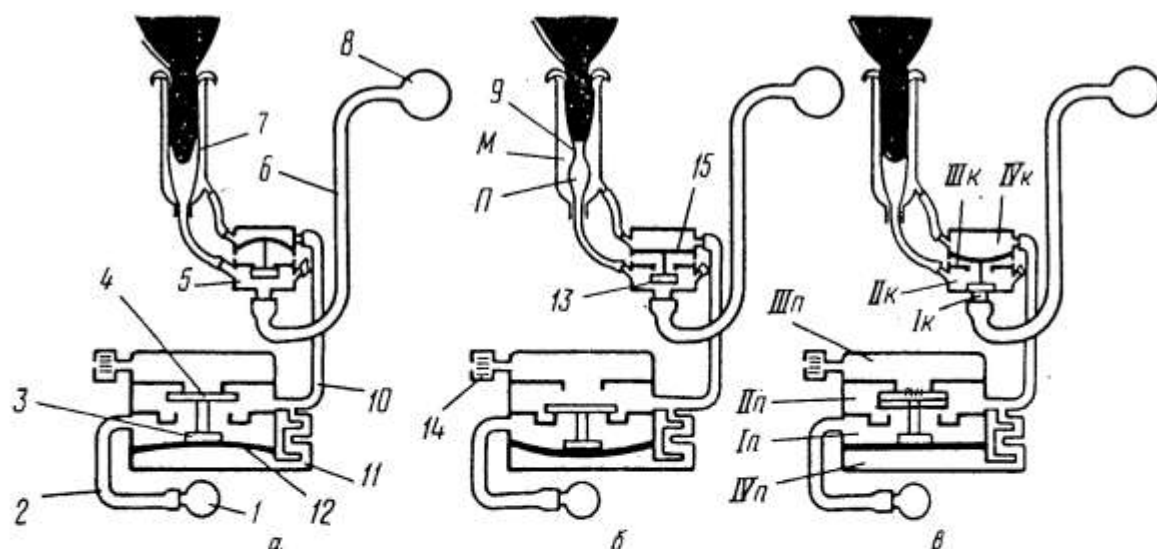


Рис. 5 Схема работы трехтактного аппарата:

а — такт сосания; б — такт сжатия; в — такт отдыха; *In* и *Ik* — камеры постоянного вакуума; *IIп* и *IIк* — камеры переменного вакуума; *IIIп* и *IIIк* — камеры постоянного атмосферного давления; *IVп* — управляющая камера переменного вакуума; *IVк* — распределительная камера переменного вакуума; П и М — подсосковая и межстенная камеры стакана; 1 — вакуум-магистраль; 2 — вакуумный шланг; 3 — подпятник; 4 — клапан пульсатора; 5 — коллектор; 6 — молочный шланг; 7 — доильный стакан; 8 — молокопровод; 9 — сосковая резина; 10 — шланг переменного вакуума; 11 — дроссельный канал; 12 — мембрана; 13 — клапан; 14 — воздушный фильтр; 15 — мембрана коллектора

В ходе такта сжатия воздух из камеры IIп по каналу 11 перетекает в камеру IVп, 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 такт отдыха (см. рис. 5, в). В пульсаторе давление воздуха в камере IVп возрастает и так как площадь мембраны больше площадки давления клапана 4, то действие силы, направленное вверх, поднимает мембрану 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 такта сосания. Затем последовательность тактов повторяется. Частота смены тактов зависит от сопротивления дроссельного канала 11 (его длины и сечения) прохождения воздуха. Во избежание изменения режима работы вследствие загрязненности воздуха и осаждения 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 парат доильного ведра 1 (рис. 1), крышки 2, пульсатора 3, молочного жима шланга б, 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.

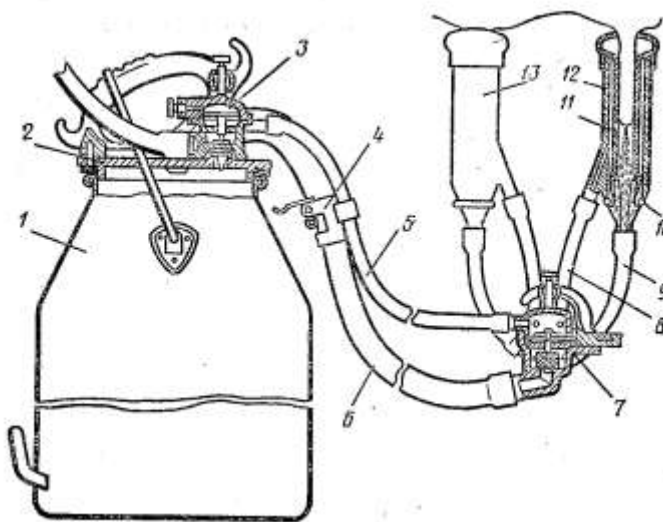


Рис. 6 Доильный аппарат «Волга»:

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 – доильные 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 для подвешивания аппарата за кронштейн коллектора, а другой используется 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 провода 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 штупере, закрепленном на вакуумном трубопроводе установки.

Для отключения доильных стаканов от ведра на молочном шланге аппарата имеется зажим.

Схема работы трехтактного доильного аппарата представлена на рисунке 2 (в тот момент, когда давление в камере П-IV пульсатора равно атмосферному). Клапан 7 пульсатора с мембраной 9 находится внизу и соединяют камеры П-1 и П-11, закрывая 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-II. Сила, прижимающая мембрану, ослабевает, и одновременно растет сила, действующая на мембрану 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 мембрану 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 сверху, потому что площадь мембраны больше, чем верхняя плоскость резинового клапана 4. Когда камера К-IV коллектора заполняется атмосферным воздухом (рис. 2, в), на мембрану клапана 4 действует сила, направленная вниз. При этом клапан опускается, соединяя камеры К-II и К-III коллектора между собой и одновременно перекрывая вход в камеру К-I. Атмосферный воздух из камеры К-III через камеру К-II по молочным трубкам доильных стаканов поступает в подсосковое пространство, и сосковая резина восстанавливает цилиндрическую форму за счет своих упругих свойств, в подсосковом пространстве давление равно атмосферному: наступает третий такт отдых.

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 свыше 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 травмирования 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 по молокопроводу, 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. Вакуумные колебания в коллекторе снижены на 50 %.

Для применения доильных аппаратов «Нурлат» не требуется переделок существующих молокопроводов.

К эксплуатации аппарата допускаются лица, прошедшие специальную подготовку по машинному доению коров и изучившие руководство по эксплуатации.

В данном реферате представлены два исполнения аппарата: аппарат ПАД 00.000 и аппарат ПАД 00.000-01.

#### ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

Назначение изделия.

Аппарат предназначен для комплектации систем машинного доения в молокопровод и систем машинного доения в ведро. Базовое исполнение аппарата ПАД 00.000 предназначено для систем доения в молокопровод, исполнение аппарата ПАД 00.000-01 - для систем доения в ведро.

Аппарат эксплуатируется совместно с любой доильной установкой или агрегатом, имеющих вакуумметрическое давление 50 кПа.

Аппарат обеспечивает два уровня вакуума при дойке, контролирует характер молокоотдачи и в соответствии с этим автоматически изменяет режим дойки.

Применение аппарата позволяет максимально приблизить процесс машинной дойки к естественному процессу, предотвратить травмирование сосков вымени, практически исключить заболевание коров маститом и увеличить на 20 — 25 % молокоотдачу.

Технические характеристики приведены в таблице 1

Наименование параметра, размерность      Значение параметра

- |  |              |
|--|--------------|
| 1. Питающее вакуум метрическое давление, кПа                 | 50           |
| 2. Количество ступеней уровня вакуума, создаваемых аппаратом | 2            |
| 3. Режим доения  | 3 трехфазный |
| 4. Вакуумметрическое давление, создаваемое аппаратом, кПа:   |              |

- |  |                  |
|--|------------------|
| 5. Частота пульсаций, пул/мин:   | 45               |
| 6. Уровень молокоотдачи, при котором происходит переключение режимов аппарата, г/мин | 200              |
| 7. Относительная длительность тактов, %:   |                  |
| Сжатия, сосания  | 40...43, 60...57 |
| 8. Масса аппарата без упаковки, кг, не более   | 1,6              |
- Аппарат изготавливается двух исполнений: аппарат ПАД 00.000 с блоком управления ПАД 01.000 — для систем доения в молокопровод; аппарат ПАД 00.000-01 с блоком управления. ПАД 01.000-01 — для систем доения в ведро.

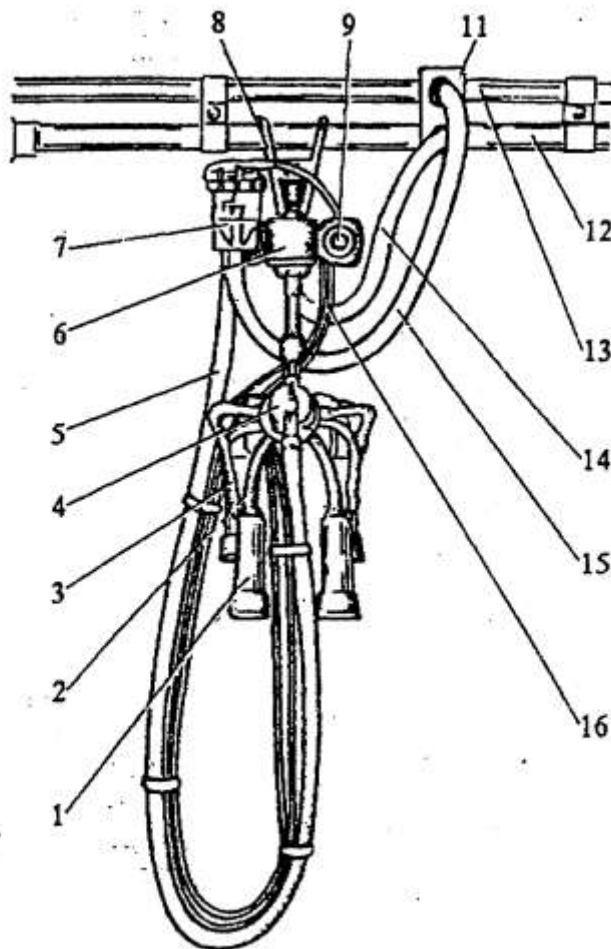


Рис. 1 Общий вид аппарата, установленного в молокопровод:  
 1- доильный стакан; 2- сосковая резина; 3- трубка; 4- коллектор; 5- молочный шланг; 6- блок управления; 7- приемник; 8- скоба; 9- пульсатор; 11- ручка АДМ.53.001-0); 12- вакуумпровод; 13- молокопровод; 14- вакуумный шланг; 15- молочный шланг; 16- шланг переменного давления

#### Устройство и работа

Общие сведения. Аппарат представляет собой вакуумное механическое устройство, питающееся от линии постоянного вакуума 50 кПа.

Аппарат обеспечивает два уровня вакуума: уровень низкого вакуума (33 кПа) и уровень высокого вакуума (50 кПа).

Конструкция аппарата автоматически контролирует в процессе дойки уровень молокоотдачи коровы (количество выделяемого коровой молока в единицу времени) и регулирует уровень вакуума в зависимости от конкретного уровня молокоотдачи.

При уровне молокоотдачи менее 200 г/мин аппарат обеспечивает уровень низкого вакуума, при молокоотдаче более 200 г/мин - уровень высокого вакуума.

Принцип работы.

Функционально аппарат можно разделить на четыре блока: датчик молокоотдачи, двухпозиционный двухполостной вакуумный редуктор, задатчик пульсов и коллектор.

Принцип действия аппарата следующий: в датчике молокоотдачи происходит сравнение действительного уровня молокоотдачи с заданным уровнем, и в зависимости от соотношения действительного и заданного уровней молокоотдачи магнитный клапан, расположенный в вакуумном редукторе, переводит вакуумный редуктор с одного уровня вакуума на другой. Уровень вакуума, созданный вакуумным редуктором, определяет создаваемую задатчиком пульсов частоту смены тактов сжатия и сосания.

## 2.9 Лабораторная работа 14 (ЛР-14). (2 часа).

**Тема:** Информационное обеспечение процесса кормоприготовления.

**2.9.1 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.

### 2.9.2 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-ЗОВ.
5. Ознакомиться с правилами эксплуатации.
6. Выполнить регулировки и произвести настройку машин.
7. Оформить отчет.

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

измельчитель кормов ИГК-ЗОВ,  
агрегат для приготовления заменителя молока АЗМ-0,8  
учебные плакаты,  
методические указания к работе,  
набор инструментов,  
мерная линейка

### 2.9.4 Описание (ход) работы:

Измельчители ИГК-ЗОВ, ИГК-Ф-4 и ИУ-Ф-10 относятся к основной группе машин для измельчения грубых кормов. Измельчающий аппарат ИГК- ЗОВ 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 солома, проходя между неподвижными и подвижными штифтами измельчающего устройства, разрывается и расщепляется вдоль и поперек волокон.

Таблица.1. Техническая характеристика измельчителя

Показатели	ИГК-ЗОВ
<i>Производительность при измельчении, т/ч</i>	
<i>соломы</i>	0,8
<i>зеленой массы</i>	3
<i>зерна</i>	—
<i>Мощность привода, кВт</i>	30
<i>Измельчающий аппарат</i>	—
<i>Диаметр ротора, мм</i>	1000
<i>Длина ротора, мм</i>	82
<i>Количество штифтов, шт.:</i>	
<i>на неподвижном диске</i>	66

на роторе (подвижном диске)	100
Частота вращения, мин	1124
Габариты, мм:	
Длина	3325
Ширина	1350
Высота	3500
Масса, кг	1320

Измельчитель грубых кормов ИГК-ЗОВ предназначен для измельчения соломы, сена, сухих кукурузных стеблей и других грубых кормов с расщеплением их вдоль волокон, применяется на фермах КРС.

ИГК-ЗОВ имеет большую производительность, измельчает солому повышенной влажности (до 30%) и обеспечивает высокое качество измельчения. Измельчитель выпускается в двух исполнениях: навесной - на трактор «Беларусь» — ИГК-ЗОВ-1 и стационарный, с приводом от электродвигателя — ИГК-ЗОВ-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, попадаемых с измельчаемым кормом.

Измельчающий аппарат состоит из рамы, ротора 4 с лопатками 1 и лопастями 3, диска 8, отсекающего и привода с электродвигателем. Рама — сварной конструкции, образует измельчающую камеру, состоящую из стенок и обечайки. На обечайке имеется четыре люка. К передней стенке приварен фланец, к которому подсоединяют привод. К задней стенке камеры при помощи прижимов крепят неподвижный диск 8. Непосредственно измельчитель представляет собой два диска: неподвижный 8 и вращающийся 7, на которых установлены штифты. На вращающемся диске по концентрическим окружностям закреплены три ряда, а на неподвижном — два ряда штифтов, которые в поперечном сечении имеют клинообразующую форму и установлены заостренной гранью вперед по ходу вращения.

Кожух измельчающего аппарата имеет патрубок для отвода измельченной массы и крепления выгрузной трубы, на которой крепят дефлектор.

Дефлектор 6 с механизмом поворота предназначен для транспортировки измельченной массы и подачи ее к месту выгрузки. Его крепят к обойме переходника измельчающего аппарата, что обеспечивает поворот дефлектора рукояткой на 360°. На верхнем конце дефлектора установлен направляющий козырек 5 для равномерного распределения массы в загружаемую емкость. Фланец корпуса крепят к фланцам

переходника тремя болтами. Дефлектор можно установить в транспортное положение, опустив его верхнюю часть вниз.

Электрооборудование состоит из электродвигателя, электроаппаратного шкафа, клеммной коробки и индикатора нагрузки. В шкафу смонтирована аппаратура пуска и защиты электродвигателя. Индикатор нагрузки в специальной металлической рамке закреплен на питателе и состоит из кнопочного поста управления и амперметра. При полной загрузке измельчителя показания амперметра не должны превышать 55 А.

Принцип измельчения соломы штифтами в дисковом измельчителе ИГК-ЗОВ (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-ЗОВ затруднена: стебли застревают на штифтах и тормозят диск, падает производительность с 3 до 0,8 т/ч, а энергоемкость процесса возрастает с 7,2 до 16 кВт ч/т. недостатком машины является ручная загрузка (необходимо 3 — 5 чел.) и ограниченность расстояния пневмоподачи готового корма (3,5 м), что недостаточно для транспортировки к местам переработки в кормоцехе.

Грубый корм, подлежащий измельчению, равномерно подают на нижний горизонтальный транспортер 11 питателя. Далее корм поступает под верхний наклонный транспортер 10, уплотняется и подается в приемную камеру, где отделяются инородные предметы (камни, комки земли, металлические и другие включения). Корм подхватывается всасывающим воздушным потоком и направляется в измельчающую камеру. Проходя между штифтами 7 ротора 4 и неподвижного диска 8, корм измельчается, расщепляясь вдоль и поперек волокон. После этого измельченная масса воздушным потоком и лопатками 1 ротора 3 выбрасывается из камеры в дефлектор 6 и регулирующим козырьком 5 направляется на выгрузку. Измельчитель включают и выключают кнопкой управления, а питатель - рычагом, при перемещении рычага в направлении приемной камеры питатель отключается.

Подготовка и включение измельчителя в работу.

При включении измельчителя необходимо установить рукоятку автоматического выключателя в положение «Включено». Нажатием кнопки «От себя» включить муфту питателя, установить дефлектор и козырек в требуемое положение. Дать сигнал пуска измельчителя. Нажать кнопку, расположенную на индикаторной рамке, и включить электродвигатель. Перемещением рычага «На себя» включить питатель, постепенно загружая корм. Нагрузку электродвигателя контролируют по амперметру индикатора. Максимальное отклонение стрелки амперметра не должно превышать 55А (до темной жирной черты). В случае отклонения стрелки за указанные пределы нужно немедленно выключить питатель и включить вновь, когда стрелка амперметра будет показывать менее 50А.

По окончании измельчения выключают питатель и, дождавшись полного освобождения измельчающей камеры от корма, нажатием кнопки «Стоп» отключают электродвигатель от сети. Все внутренние и наружные поверхности измельчителя очищают от остатков корма и загрязнений.

Производительность измельчителя (т/ч) определяют по формуле

$$Q=3,6 \text{ аср } b \text{ } v_{\text{Тр}} \text{ } e,$$

где аср—среднее расстояние между подающим горизонтальным и наклонным транспортерами, м; b — ширина горловины, м;  $v_{\text{Тр}}$  — скорость питающих транспортеров,

м/с;  $\rho$  — плотность корма, кг/м<sup>3</sup>;  $\epsilon$  — коэффициент скольжения корма по транспортеру (0,96 ... 0,98).

Значения  $a_{ср}$  и  $v_{хр}$  берут из технической характеристики,  $\gamma$  определяют измерением на машине,  $\rho$  задает преподаватель.

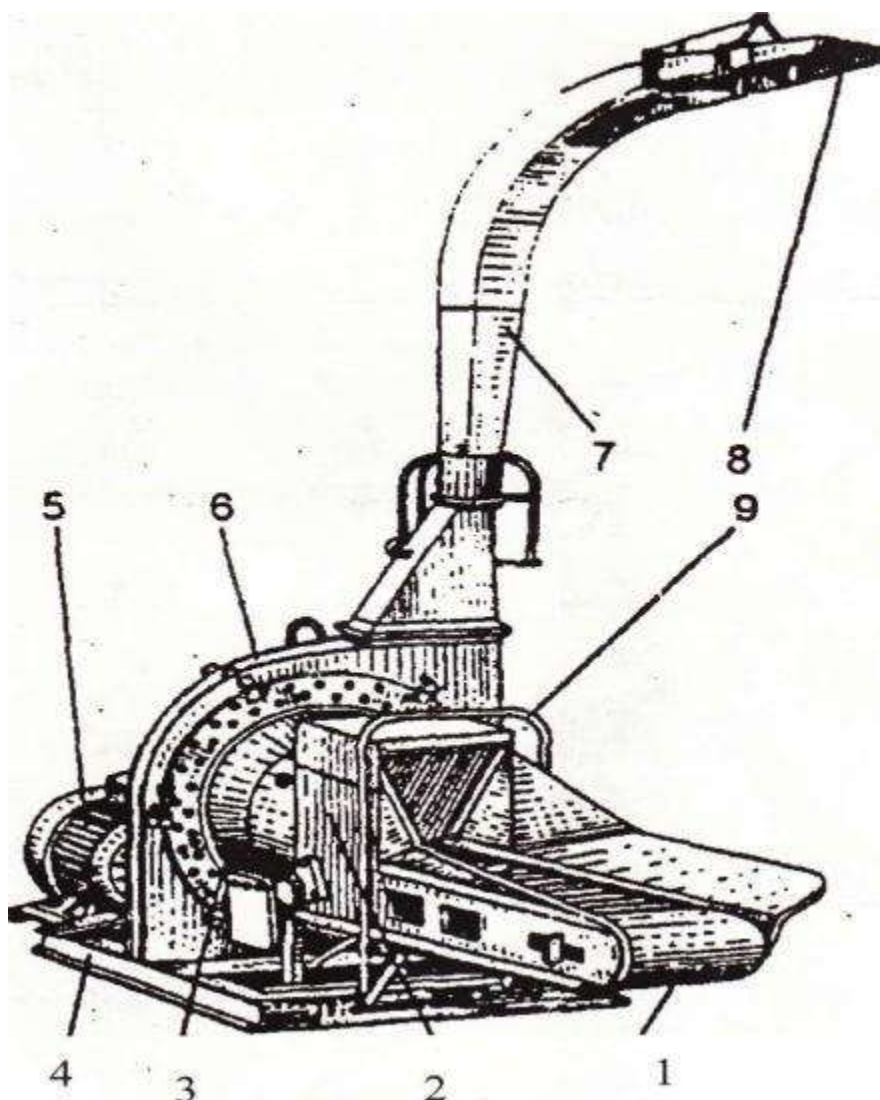


Рис. 1 Общий вид измельчителя грубых кормов

1 - нижний транспортеры подающий транспортер; 2 - приемная камера; 3 - рабочая камера; 4 - фундамент; 5 - электродвигатель; 6 -; 7 - дефлектор; 8 - регулирующий козырек; 9 - реверс.

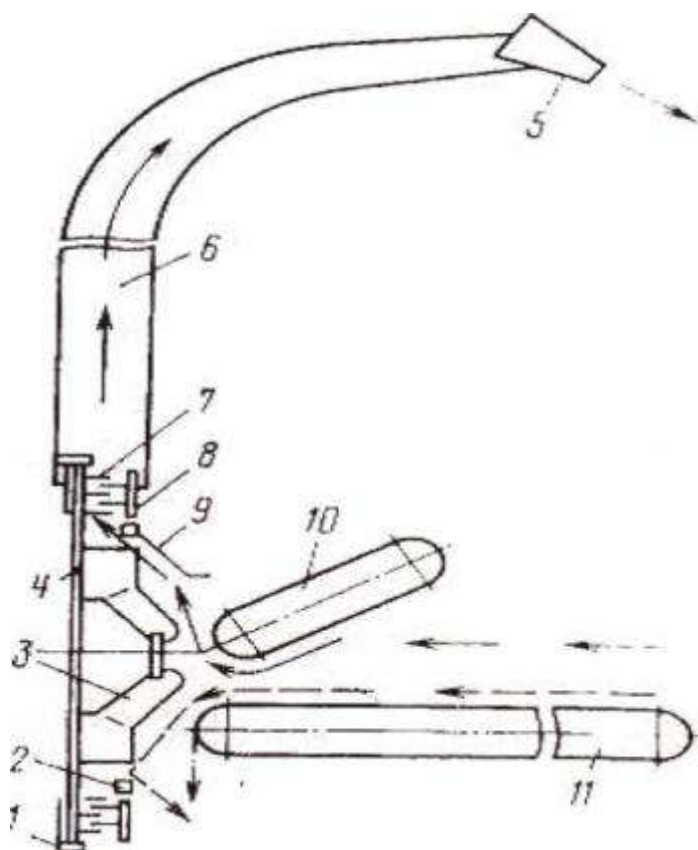


Рис.2 Технологическая схема ИГК-3ОБ

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 нагрузке 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  $z=15$  зубьев, на промежуточный -  $z=20$ .

В комплект измельчителя ИГК-ЗОВ входит 25 лопастей, которые устанавливают при измельчении влажной соломы и снимают при обработке сухой. На роторе лопасти размещают так, чтоб 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-ЗОВ.
3. Как влияет влажность корма на процесс измельчения?
4. Как настроить измельчитель ИГК-ЗОВ на работу с кормами повышенной влажности (20-30%)?
5. Как определить производительность измельчителя

## **АГРЕГАТ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЗАМЕНИТЕЛЯ МОЛОКА АЗМ-0.8А**

### ***Основные технические данные***

Тип - стационарный.

Способ приготовления продукта - порционный.

Количество продукта в одной порции	800 ± 20 кг
Продолжительность полного цикла приготовления продукта	не более 3,5 часа
Рабочая вместимость смесителя	820 л.
Расход пара для приготовления порции продукта	не более 100 кг.
Температура нагрева продукта	90 °С
Давление пара при запаривании кормов	не более 68,6 кПа
Установленная мощность	5,65 кВт
Габариты агрегата	2360x1295x2630

### ***Методические указания по выполнению работы.***

Агрегат АЗМ-0.8А предназначен для приготовления заменителя молока в виде коллоидно-дисперсных пищевых эмульсий, скармливаемых телятам и другому молодняку животных, а также смешивания, подогрева и осолаживания заменителя цельного молока и как водонагреватель для подогрева воды для технических нужд. Агрегат рекомендуют применять в комплекте с установкой для выпойки телят.

Агрегат состоит из смесителя-запарника 8 (рис.1), загрузочного бункера 2, загрузочного шнека 7, бака 14 для жировых смесей и биостимуляторов, фильтра 23, насоса-эмульсатора 20, системы трубопроводов с арматурой 3,4,19,24,27 для пара и воды, электродвигателей привода насоса-эмульсатора, шнека 7 и электродвигателя 11 привода лопастной мешалки, пусковой и защитной аппаратуры, а также контрольно-измерительных приборов 17 и 16.

*Смеситель-запарник* 8 представляет собой термостатированную цилиндрическую емкость, состоящую из наружного корпуса и внутреннего цилиндра. Корпус изготовлен из конструкционной стали, а цилиндр из листовой нержавеющей стали. Образующаяся между цилиндром и корпусом термоизолирующая рубашка толщиной 23 мм служит для теплоизоляции при приготовлении смеси и охлаждения ее до требуемой температуры при выпойке телятам или другому молодняку животных. При приготовлении заменителя молока пространство между цилиндром и корпусом заполнено воздухом, а при охлаждении через него пропускается холодная вода. Внутри емкости

находится лопастная мешалка 5. Привод мешалки осуществляется от электродвигателя 11 через цилиндрический редуктор, смонтированный на раме крышки 12 смесителя. На внутренней поверхности цилиндра на специальных кронштейнах укреплены две лопасти.

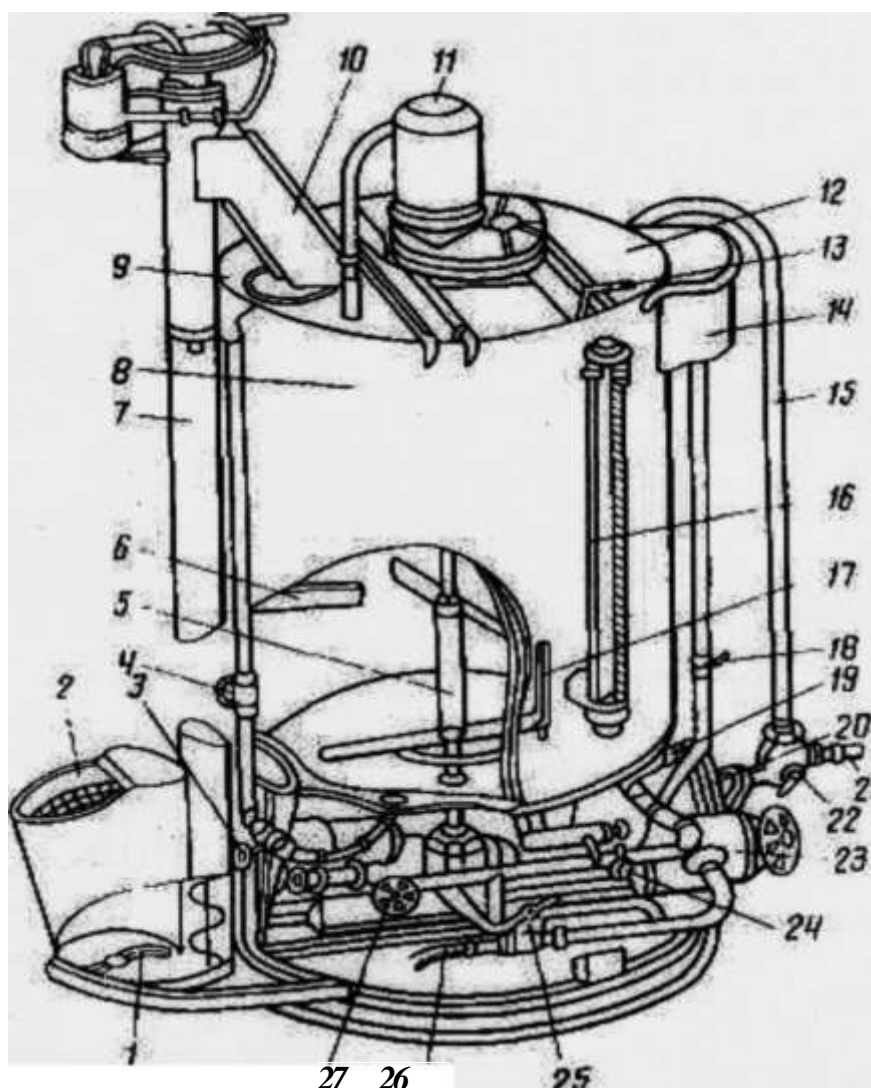


Рис.1. Общий вид АЗМ-0.8

Смеситель-запарник имеет сегментную крышку 12 с устройством 13 для ее фиксации в открытом положении и приемную горловину, закрываемую заслонкой 9. На корпусе смесителя установлен указатель уровня 16 и термометр 17.

Загрузочное устройство состоит из загрузочного бункера 2 с мешалкой 1, шнека 7 и кожуха 10. Приемный бункер сверху закрыт сеткой, предохраняющей от попадания посторонних предметов. Шнек установлен вертикально и приводится в работу от электродвигателя через клиноременную передачу. Привод мешалки осуществляется от нижнего конца вала шнека через одноступенчатый цилиндрический редуктор.

Насос-эмульсатор 20 предназначен для эмульсирования смеси, подачи обезжиренного молока в смеситель, выдачи готового продукта, очистки и дезинфекции кормопроводящих трубопроводов и каналов от остатков кормосмеси.

Он состоит из корпуса, крышки, вала с крыльчаткой, подвижного и неподвижного дисков с пальцами и рассекающими. Привод насоса осуществляется от индивидуального электродвигателя. Корпус эмульсатора и крышка образуют пространство, разделенное

неподвижным диском на две камеры. В первой камере вращается крыльчатка, создающая напор, необходимый для проталкивания смеси через рабочую камеру. Подвергаясь интенсивным ударам и перемешиванию, дисперсная фаза первичной эмульсии измельчается на мельчайшие частицы жира. Вторичная тонкодисперсная (коллоидная) эмульсия по главному трубопроводу подается животным.

Бачок 14 предназначен для смеси растительных и животных жиров, биостимуляторов (микроэлементов, антибиотиков). Он сварен из нержавеющей стали. Нижняя часть бачка заканчивается патрубком, к которому крепят трубопровод, соединяющий его с всасывающей полостью насоса-эмульсатора. На трубопроводе установлен кран 18, которым регулируют подачу жировой смеси из бачка.

Фильтр 23 предназначен для предотвращения попадания в насос-эмульсатор и трубопроводы инородных тел. Он состоит из корпуса, фильтрующего элемента и быстротъемной крышки, закрепленной к корпусу специальной скобой с маховиком.

#### **Технологический процесс.**

При приготовлении заменителя молока в смеситель заливают 400 л воды, включают мешалку 5 (рис. 2), открывают заслонку и включают шнек 7 загрузки комбикормов в смеситель 8. После загрузки требуемого по рациону корма отключают шнек 7, закрывают заслонку и подают пар. При этом открывают вентиль 27 и следят за температурой смеси по термометру. Смесь нагревают до 85...90°C и выдерживают при этой температуре в течение 1 ч. Процесс осоложивания (пропаривания) растительных компонентов комбикормов начинается при 70°C. Для ускорения этого процесса через каждые 10...15 мин включают мешалку на 4...5 мин.

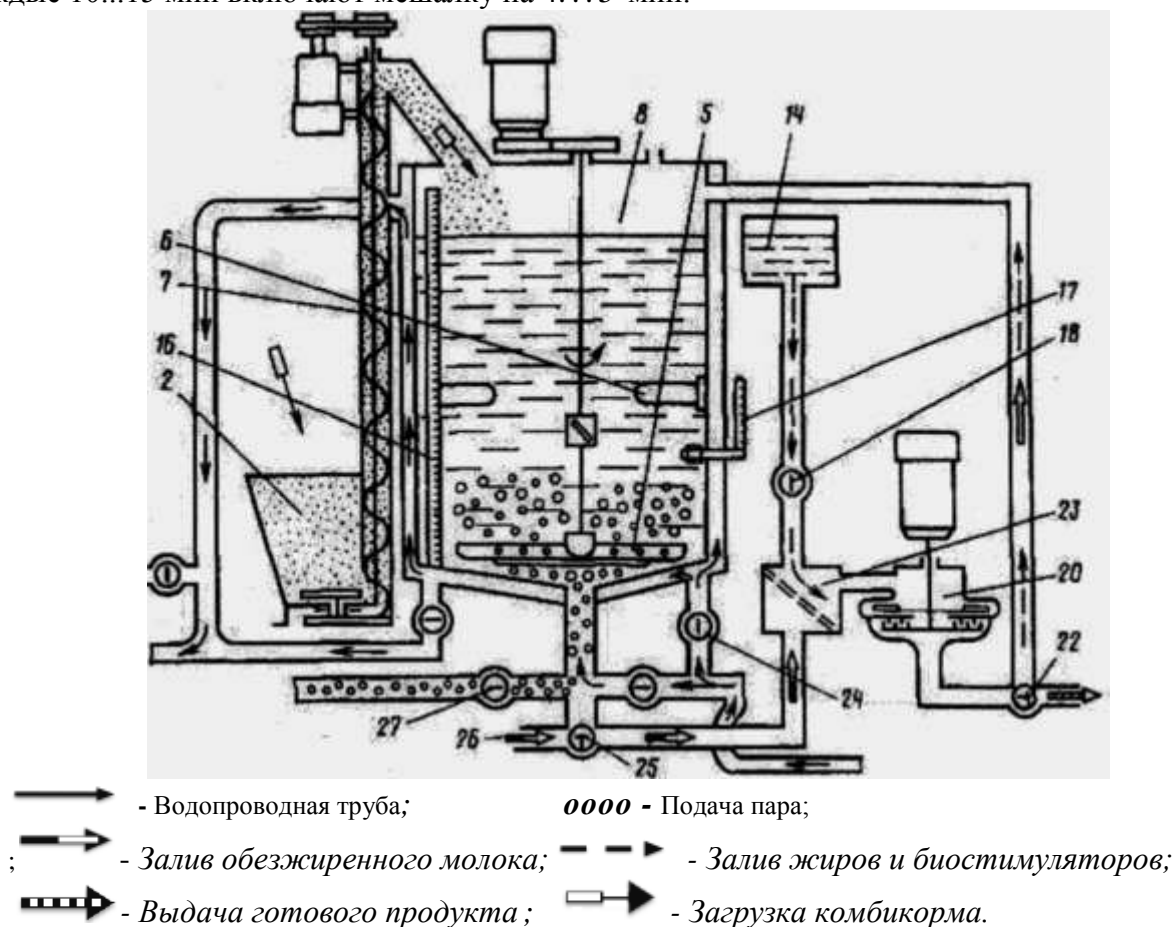


Рис.2. Технологическая схема АЗМ-0.8

Обезжиренное молоко насосом-эмульсатором 20 закачивают в емкость смесителя 8, количество которого контролируют по указателю уровня 16. При добавлении молока в горячую осоложенную смесь происходит его пастеризация в течение 10...15 мин. Затем

включают насос-эмульсатор, открывают вентиль 24 и подают холодную воду в термостатированную рубашку смесителя.

При снижении температуры кормовой смеси с 85...90°C до 50...55°C вентиль холодной воды закрывают. На подогретом обезжиренном молоке или кипяченой воде готовят смесь из растительных и животных жиров, витаминов, микроэлементов и антибиотиков и заливают ее в бачок 14. Краны 18, 22 устанавливают для работы системы по замкнутому циклу (*смеситель — эмульсатор — смеситель*).

При этом основная смесь из смесителя 8 засасывается насосом-эмульсатором и подается обратно с одновременным засасыванием из бака 14 жиров и витаминов, которые диспергируются на мелкие (коллоидные) частицы и, равномерно распределяются по всему объему кормовой смеси.

Эмульсирование длится 15...20 мин до полного выхода жировой фракции из бачка 14. Кран 18 закрывают и, не включая мешалку 5, открывают вентиль 24 впуска холодной воды в термостатированную рубашку агрегата и охлаждают готовый продукт (ЗЦМ) до температуры 36...39°C.

Затем включают мешалку и переключают установку на выдачу готового продукта через гибкий рукав 26 во фляги или другие приемные емкости.

При механизированной выдаче и выпойке телят рукав агрегата через трехходовой кран 22 подключают к трубопроводу для забора продукта, например УВТ-20. Кран 22 устанавливают в положение «*Эмульсатор — выдача*», а кран 25 в положение «*Смеситель — эмульсатор*» и включают насос 20.

#### ***Ежедневное техническое обслуживание.***

После каждой выдачи готового продукта необходимо тщательно промыть и продезинфицировать все кормопроводящие трубопроводы, краны, фильтры и емкости агрегата. Процесс промывки включает следующие операции: ополаскивание теплой водой для удаления остатков кормо-смеси; промывку моющим раствором и ополаскивание горячей водой для удаления остатков моющих средств. Для ополаскивания в емкость смесителя 8 заливают 50...60 л теплой воды при температуре 30...40 °C.

Трехходовые краны 22 и 25 устанавливают в положение для перекачки воды насосом-эмульсатором из емкости смесителя по циркуляционно-замкнутой схеме и прокачивают воду в течение 3...5 мин. После ополаскивания переключают кран 25 в положение «*На сброс*» и сливают воду в канализацию.

Для очистки внутренних кормопроводов в емкость смесителя заливают 100 л воды при температуре 60...65°C и в работающий агрегат по циркуляционно-замкнутому циклу промывки засыпают 200...300 г моющего - дезинфицирующего средства МСЖ-ЗС или МСЖ-1. Моют в течение 5...10 мин и одновременно вручную щеткой, предварительно открыв крышку 12, очищают внутренние поверхности емкости смесителя 8 и бачка 14.

После окончания очистки использованный раствор сливают, агрегат ополаскивают чистой горячей водой при температуре 50...60°C в течение 3...5 мин.

При использовании высокоэффективных средств типа МСЖ ежедневная разборка фильтра необязательна. При ТО-1 фильтры очищают через 60 ч работы агрегата. После очистки фильтра и сетки этим же раствором очищают и моют щеткой сильно загрязненные наружные поверхности агрегата.

Кроме очистки, при ТО-1 проводят наружную очистку агрегата; проверяют затяжку резьбовых соединений, наличие смазки в редукторе привода мешалки, заземление.

#### ***Контрольные вопросы и задания***

1. Из каких основных сборочных единиц состоит агрегат АЗМ-0,8А и как они устроены?
2. Расскажите принцип работы агрегата.
3. Назовите основные операции очистки кормопроводящих систем агрегата и расскажите, как практически они осуществляются.

