

# **АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

### **1 часть**

Буда-Кошелево-2007



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования «БУДА-КОШЕЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

М.П.Хоменков

# **Автоматизация технологических процессов**

конспект лекций

1 часть

Буда-Кошелево-2007



## *Введение*

Конспект лекций предназначен для внеурочной самостоятельной подготовки учащихся к теоретическим и лабораторно-практическим занятиям по дисциплине «Автоматизация технологических процессов». Данное пособие содержит последовательное изложение теоретического лекционного поурочного материала, иллюстрированного технологическими и электрическими принципиальными схемами автоматизации различных технологических процессов и рабочих машин. Особое внимание уделено применению нового электрооборудования, технических средств автоматизации, использования новых действующих графических и буквенных условных обозначений элементов и средств автоматизации в электрических принципиальных схемах.

Главная цель, преследуемая написанием данного пособия – возможность обеспечения широкого доступа для учащихся к учебным источникам.

## Урок № 1.

### Введение. Общие сведения об автоматизации производственных процессов

#### План урока:

- 1) Содержание и задачи дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана.
- 2) Основные направления развития сельскохозяйственного производства.

#### 1. Содержание и задачи дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана

Программой дисциплины «Автоматизация технологических процессов» предусматривается изучение основ автоматизации технологических процессов, особенностей работы электрооборудования и средств автоматики в условиях сельскохозяйственного производства, что и определяет тесную связь с такими базовыми дисциплинами как «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины и аппараты», «Основы автоматики», «Электрооборудование сельскохозяйственного производства», «Механизация животноводства и кормопроизводства» и др.

Дисциплина «Автоматизация технологических процессов» изучается в течение трех семестров (2 семестр 3 курса и 1 и 2 семестры 4 курса) в объеме 182 часов (с сокращением за счет уплотнения учебного материала до 174 часов). Для закрепления изучаемого материала программой предусмотрено выполнение лабораторных и практических работ и разработка курсового проекта.

Структура распределения учебного времени по дисциплине за 3 курс:

- ✓ теоретические занятия – 38 часов;
- ✓ лабораторные работы - 14 часов;
- ✓ практические занятия - 8 часа;

Основными источниками, используемыми при изучении учебного материала являются:

1. Бородин И.Ф., Судник Ю.А. Автоматизация технологических процессов. М.: КолосС, 2004. 344 с.:ил.
2. Бородин И.Ф., Недилько Н.М. Автоматизация технологических процессов. -М.: Агропромиздат, 1986. -368 с.: ил.
3. Кудрявцев И.Ф. и др. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок. -М.: Агропромиздат, 1988.- 480 с.
4. Герасимович Л.С. и др. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок. -М.: Колос, 1980.- 391 с.
5. Кудрявцев И.Ф. и др. Автоматизация производственных процессов на животноводческих фермах и комплексах. -М.: Агропромиздат, 1985.- 223 с. ил.
6. Кудрявцев И.Ф. и др. Электрооборудование животноводческих предприятий и автоматизация производственных процессов в животноводстве.-М.: Колос, 1979.
7. Усатенко С.Т. и др. Выполнение электрических схем по ЕСКД /Справочник/-М.: Изд. стандартов, 1989.

В результате изучения дисциплины учащийся должен:

- **знать на уровне представления:**

- состояние, уровень и перспективы автоматизации технологических процессов сельскохозяйственного производства;
- технологические и научные основы автоматизации сельскохозяйственного производства;
- основные понятия автоматики;
- принципы автоматического управления;
- классификацию схем систем автоматики;
- основные элементы систем автоматики и возможности их практического применения;

- **знать на уровне понимания:**

- принципы построения электрических схем;
- устройство, принцип работы элементов систем автоматики;

- особенности работы электрооборудования и средств автоматизации в условиях сельскохозяйственного производства;
- принципы и основные технические решения автоматизации наиболее распространенных технологических процессов.
- **уметь:**
  - производить расчет электрооборудования и средств автоматизации;
  - составлять и читать электрические принципиальные схемы автоматизации технологических процессов и объектов сельскохозяйственного производства;
  - производить наладку электрических схем;
  - производить сборку электрических схем.

## **2. Основные направления развития сельскохозяйственного производства**

Существенными тенденциями современного сельскохозяйственного производства являются, с одной стороны, постоянный рост его масштабов, повышение количества и качества сельскохозяйственных продуктов, с другой — прогрессирующий дефицит рабочей силы, растущая непопулярность монотонного и тяжелого физического ручного труда в полеводстве и животноводстве. Важнейшим, а зачастую и единственным средством разрешения противоречий между ними является комплексная механизация и автоматизация производства.

Дальнейшее повышение производительности труда в сельском хозяйстве, а следовательно, и эффективности производства (увеличение объема валовой продукции сельского хозяйства, сокращение занятости рабочих, снижение себестоимости продукции и др.) возможно лишь при условии максимальной механизации и автоматизации при неуклонном сокращении доли ручного труда. Сокращение доли тяжелого и малоквалифицированного физического труда — непереносимое условие дальнейшего экономического роста.

### **Урок № 2**

#### **План урока:**

##### **1) Основные понятия о системах автоматизации:**

- автоматический контроль;
- автоматическая защита;
- автоматическое и дистанционное управление;
- автоматическое регулирование;
- телемеханика;
- частичная, комплексная и полная автоматизации.

В зависимости от функций, выполняемых специальными автоматическими устройствами, различают следующие основные виды автоматизации: автоматический контроль, автоматическую защиту, автоматическое, дистанционное управление.

➤ **Автоматический контроль** включает в себя автоматическую сигнализацию, измерение, сортировку и сбор информации.

- ✓ **Автоматическая сигнализация** предназначена для оповещения обслуживающего персонала о предельных или аварийных значениях каких-либо физических параметров, о месте и характере нарушений технологического процесса. Сигнальными устройствами могут служить лампы, звонки, сирены, специальные мнемонические указатели и др.
- ✓ **Автоматическое измерение** позволяет измерять и передавать на специальные указательные или регистрирующие приборы значения физических величин, характеризующих технологический процесс или работу машин. Обслуживающий персонал по показаниям приборов судит о качестве технологического процесса или о режимах работы машин и агрегатов.
- ✓ **Автоматическая сортировка** осуществляет контроль и разделение продукции по размеру, весу, твердости, вязкости и др. показателям (сортировка зерна, яиц, картофеля и др.)

т.п.).

- ✓ **Автоматический сбор информации** предназначен для получения информации о ходе технологического процесса, о качестве и количестве выпускаемой продукции и для дальнейшей обработки, хранения и выдачи информации обслуживающему персоналу.
- **Автоматическая защита** представляет собой совокупность технических средств, которые при возникновении ненормальных и аварийных режимов либо прекращают контролируемый производственный процесс, либо автоматически устраняют ненормальные режимы. Автоматическая защита тесно связана с автоматическим управлением и сигнализацией. Она воздействует на органы управления и оповещает обслуживающий персонал об осуществленной операции.
- **Автоматическое управление** включает в себя комплекс технических средств и методов по управлению объектами без участия обслуживающего персонала: пуск и остановку основных установок, включение и отключение вспомогательных устройств, обеспечение безаварийной работы, соблюдение требуемых значений параметров в соответствии с оптимальным ходом технологического процесса и т. д.

**Дистанционное управление** объединяет методы и технические средства управления установками и сосредоточенными объектами на расстоянии.

- **Автоматическое регулирование** является разновидностью автоматического управления, под которым понимают процесс автоматического поддержания какого-либо параметра на заданном уровне или изменение его по определенному закону. Автоматическое регулирование осуществляется специальным устройством — *автоматическим регулятором*. Регулятор измеряет регулируемую величину и при ее отклонении от расчетного значения изменяет процесс работы объекта управления (регулирования) так, чтобы выполнялся заданный алгоритм функционирования. Автоматическая система, состоящая из регулятора и объекта управления, называется *системой автоматического регулирования* (САР).

По степени автоматического управления производственными технологическими процессами различают частичную, комплексную и полную автоматизацию.

- **Частичная автоматизация** распространяется только на отдельные производственные операции или установки. Она не освобождает человека от участия в производственном процессе, но существенно облегчает его труд. Примером может служить дистанционное управление электроприводами для раздачи корма, уборки навоза на фермах и др..
- **Комплексная автоматизация** технологического процесса означает автоматическое выполнение всего комплекса операций и установок по обработке материалов и их транспортировке по заранее заданным программам при помощи различных автоматических устройств, объединенных общей системой управления. В этом случае функции человека сводятся к наблюдению за ходом процесса, его анализу и изменению режима работы автоматических устройств с целью достижения наилучших технико-экономических показателей. В качестве примера можно привести управление послеуборочной очисткой и сушкой зерна, кормоприготовительными агрегатами и др..
- **Полная автоматизация** в отличие от комплексной возлагает выполнение функций выбора и согласования режимов работы отдельных машин и агрегатов как при нормальном режиме, так и в аварийных ситуациях не на человека, а на специальные автоматические устройства. В этом случае все основные и вспомогательные установки способны работать в автоматическом режиме в течение длительного периода без непосредственного участия человека. За обслуживающим персоналом остаются функции периодического осмотра, профилактического ремонта и перестройки всей системы на новые режимы работы.



**План урока:**

- 1) Особенности автоматизации сельскохозяйственного производства.
- 2) Основные задачи автоматизации технологических процессов.
- 3) Классификация процессов и объектов автоматизации.

**1. Особенности автоматизации сельскохозяйственного производства**

Автоматизация сельского хозяйства опирается на богатый опыт промышленности. Вместе с тем к методам и средствам автоматизации, применяемым в животноводстве и растениеводстве, предъявляются специфические требования, обусловленные характерными особенностями сельскохозяйственного производства.

1. Основная особенность сельскохозяйственного производства заключается в неразрывной связи техники с биологическими объектами (животными и растениями), для которых характерна непрерывность процессов образования продукции и цикличность её получения, невозможность увеличения выпуска продукции за счет ускорения производства. В этих условиях автоматика должна работать весьма надежно, так как такой процесс нельзя прервать и практически невозможно наверстать упущенное путем интенсификации последующего периода.

2. Производственные процессы в сельском хозяйстве сложны и многообразны, имеют большой объем технологической информации и тесную взаимосвязь. Это обуславливает большое разнообразие, технологических процессов, а также большое число типов, конструкций, характеристик и режимов работы сельскохозяйственных машин и установок, многие из которых далеко не всегда приспособлены для применения на них даже простейших устройств автоматики.

Система машин, разработанная для сельского хозяйства, имеет более трех тысяч наименований по типам, почти 60% из которых предназначены для полеводства и около 30% - для животноводства и птицеводства.

3. Немаловажной особенностью является рассредоточенность сельскохозяйственной техники по большим площадям и удаленность ее от ремонтной базы, относительно малая мощность установок, тихоходность, низкая стоимость машин и невысокий уровень квалификации обслуживающего персонала, а также сезонность их работы в году и непродолжительное использование в течение суток. Следовательно, средства автоматики должны быть очень многообразными, относительно дешевыми, простыми по устройству и надежными в эксплуатации.

Для таких объектов системы автоматики должны иметь оптимальное число первичных преобразователей и исполнительных органов и в то же время обеспечить управление параметрами во всех рассредоточенных зонах с заданной точностью и надежностью.

4. Существенная особенность большинства сельскохозяйственных установок - их работа на открытом воздухе, где окружающая среда непостоянна: широкие пределы изменения влажности и температуры, наличие примесей, пыли, мякины, песка в полеводстве или агрессивных газов (аммиака, сероводорода и углекислого газа) в животноводстве, а также наличие значительных вибраций и толчков.

Условия работы средств автоматики в этих условиях, очень тяжелые, и вероятность возникновения их неисправностей значительно выше, чем в ряде других отраслей народного хозяйства.

Вследствие перечисленных особенностей и ряда других причин методы и средства автоматизации и требования к ним в сельском хозяйстве значительно отличаются от промышленных.

При разработке устройств автоматики сельских установок их необходимо рассчитывать на широкие пределы изменения параметров окружающей среды. В первую очередь это относится к первичным преобразователям и исполнительным органам автоматики, устанавливаемым непосредственно на машинах и испытывающих все не благоприятные

условия окружающей среды. Остальные узлы автоматики можно располагать в отдельных помещениях или специальных шкафах, исключающих неблагоприятное действие окружающей среды.

## **2. Основные задачи автоматизации технологических процессов**

Комплексная механизация и автоматизация позволяют повысить производительность и улучшить условия труда, увеличить количество и качество получаемой продукции, освободить работников от тяжелого физического труда и однообразного умственного, снизить потери и себестоимость продукции, повысить сроки службы сельскохозяйственной техники.

Для достижения указанных целей необходимо предусматривать следующее:

- ❖ постоянное совершенствование сельскохозяйственных технологических процессов в направлении их перевода с периодических прерывистых в непрерывные с совмещенным или независимым транспортным движением;
- ❖ научное обобщение мирового опыта автоматизации сельского хозяйства, установление оптимального объема и очередности автоматизации технологических процессов, выявление типовых решений и их аналогов в промышленности с целью разумного использования серийной аппаратуры автоматики, непрерывное совершенствование методов автоматизации и алгоритмов управления;
- ❖ определение статических и динамических характеристик сельскохозяйственных объектов автоматизации, математическое описание объектов управления (моделирование);
- ❖ изучение и установление функциональных зависимостей между контролируемыми параметрами сельскохозяйственной продукции и ее физическими свойствами (электрическими, оптическими, акустическими, тепловыми, механическими и др.) с целью их использования для построения измерительных преобразователей специфических для сельского хозяйства неэлектрических величин;
- ❖ разработка новых агрегатов и установок системы машин для сельского хозяйства с учетом требований и возможности их автоматизации;
- ❖ совершенствование методов оптимального проектирования *жс* расчета средств автоматики с учетом расширения их функциональных задач и повышения аппаратурной и эксплуатационной надежности.

Большие задачи стоят в области механизации и автоматизация ручного труда. Почти 50% операций в сельском хозяйстве выполняется с применением ручного труда. В системе машин для сельского хозяйства предусмотрено механизировать и автоматизировать около 300 операций, выполняемых вручную.

Существенное сокращение ручного труда обеспечивает применение манипуляторов и промышленных роботов. *Манипулятор* — это отдельный механизм, выполняющий под управлением оператора действия (манипуляции), аналогичные действиям рук человека. *Промышленный робот* — это автоматически программно-управляемый манипулятор. Промышленные роботы знаменуют собой качественно новую ступень в развитии автоматизации промышленного и сельскохозяйственного производства, существенно изменяют роль человека в производственном процессе. От традиционных автоматических систем они отличаются тем, что способны выполнять за человека универсальные ручные операции со сложными пространственными перемещениями.

С внедрением манипуляторов и роботов в корне меняется вся организация технологического процесса, поскольку многие ручные операции при существующей технологии невозможно автоматизировать традиционными средствами.

Только с введением роботов в технологический процесс удастся полностью устранить утомительный и часто опасный ручной труд.

## **3. Классификация процессов и объектов автоматизации**

**Производственный процесс** - совокупность технологических процессов, направленных на создание конечного продукта. Его берут за основу при разработке систем автоматики. Сельскохозяйственный производственный процесс разделяют на технологические процессы, которые, в свою очередь, делятся на рабочие операции.

**Технологический процесс** представляет собой совокупность приемов и операций, целесообразно направленных на перевод материала или продукта из исходного состояния к необходимому конечному его состоянию. Технологические процессы могут совершаться параллельно или последовательно во времени.

Технологический процесс характеризуется режимами функционирования:

- Установочным – подготовка машин и объектов к выполнению их основных функций;
- Рабочим – взаимодействие объекта или машины с материалом или рабочей средой;
- Биологическим – длительный естественный процесс накопления внутри объекта растительной или животноводческой продукции;
- Транспортным – перемещение машин, рабочих органов, животных или материалов;
- Режимом обслуживания – технический уход за машинами, зоотехническое обслуживание животных и агротехническое обеспечение жизнедеятельности растений.

**Технологическая операция** – единичное воздействие, приводящее к изменению формы, структуры, состава или состояния предмета производства.

**Транспортная операция** – действие, вызывающее изменение пространственного положения предмета производства.

Исходя из задач проектирования систем автоматизации и создания средств автоматики, сельскохозяйственные объекты целесообразно классифицировать по пяти существенным признакам:

1. типу технологических процессов;
2. взаимосвязи технологического и транспортного движения;
3. виду технологического цикла;
4. динамическим свойствам объекта;
5. по агрегатному состоянию обрабатываемого материала.

Классификация по типу технологических процессов (рисунок 1) дает возможность разработать общий подход к решению задачи автоматизации всего класса, несмотря на технологическую специфику. Уместно подчеркнуть, что приведенное деление технологических процессов на механические, тепловые, электрические, биологические, химические и гидравлические отражает основное определяющее явление в объекте, в котором могут протекать одновременно и другие процессы, играющие второстепенную роль.

По взаимосвязи технологического и транспортного движений объекты делятся на три класса: с несовмещенным, совмещенным и независимым движением. В объектах с несовмещенным движением одни установки предназначены только для транспортирования материала без его обработки, а другие осуществляют его технологическую обработку. Эти объекты следует отнести к низшему классу с точки зрения экономической эффективности автоматизации. К более высокому классу относятся объекты, у которых транспортное и технологическое движение совмещены и находятся в тесной взаимосвязи: обработка или переработка материалов происходит во время их транспортировки. Для этого класса установок автоматизация позволяет существенно повысить их производительность и обеспечить оптимальный режим работы. Объекты высшего класса имеют независимое движение. Транспортное движение может быть сделано ими во время обработки, а технологическое движение — совершено во время транспортировки. Автоматизация этого класса объектов обеспечивает непрерывность производственного процесса и наибольшую производительность.

Агрегатное состояние обрабатываемого материала оказывает существенное влияние на выбор исполнительных и первичных преобразователей систем автоматики. Агрегатное состояние материала на входе в объект может отличаться коренным образом от состояния на выходе из объекта. Это свойство необходимо учитывать при разработке технических средств автоматики сельскохозяйственного назначения.

Автоматизации легче поддаются объекты с непрерывным технологическим циклом и несколько сложнее — с периодическими процессами, особенно не имеющими самовыравнивания. У объектов с самовыравниванием отклонение между заданным и действительным значениями управляемого параметра возрастает очень медленно благодаря изменению какого-либо другого параметра, например, при отказе воздушных калориферов в системе регулирования температуры воздуха в теплице температура снижается медленно за счет перехода теплоты от почвы к воздуху. Промежуточные емкости так же, как и самовыравнивание, способствуют улучшению

автоматического управления процессом.

Для автоматического управления объектом важно знать его динамические свойства, которые существенно влияют на устойчивость и качество регулирования. По динамическим свойствам сельскохозяйственные объекты автоматизации можно разделить на семь основных типов. Изучение динамических свойств сельскохозяйственных объектов началось сравнительно недавно.



Рисунок 1 – Классификация сельскохозяйственных объектов автоматизации.

По мере развития уровня сельскохозяйственного производства число технологических процессов и операций, а также средств контроля и управления неуклонно растет. Поэтому необходима постоянно совершенствовать и расширять классификацию сельскохозяйственных

объектов с учетом особенностей и требований автоматизации.

Классификация должна отражать общие главные взаимосвязи и закономерности, возможно большее число основных качественных признаков и аналогичных свойств по классам и группам. Она должна быть полезной в научном и практическом отношении, способствовать получению обобщений и выводов, давать не только отчетливое представление о существующих объектах автоматизации, но и о тех, которые могут быть предложены в дальнейшем.

Классификация должна способствовать выработке общих требований к техническим средствам, выбору рациональных принципов построения систем и средств автоматики, разработке общих показателей и методов определения технико-экономической эффективности автоматизации.

#### *Урок № 4*

#### *Основные понятия автоматики и принципы автоматического управления*

#### **План урока:**

##### **1) Основные понятия автоматики:**

- объекты и устройства управления;
- автоматические управляющие устройства;
- автоматическая система управления;
- возмущающее и управляющее воздействие;
- управляемая величина;
- качество управления.

##### **2) Принципы автоматического управления:**

- по отклонению;
- по внешнему воздействию;
- по комбинированному воздействию.

##### **3) Обобщенная структурная схема АСУ**

#### **1. Основные понятия автоматики**

✓ Устройство или совокупность устройств, осуществляющих тот или иной технологический процесс и нуждающихся в специально организованных командах извне для выполнения их алгоритма функционирования, называют **объектом управления (ОУ)**.

По принципу выполнения рабочего процесса объекты управления делятся на стационарные и мобильные.

Стационарными являются машины и устройства, обеспечивающие рабочий процесс в своем неподвижном состоянии, т.е. объект управления не перемещается и к нему подается для переработки исходный материал.

К мобильным объектам управления относятся машины и агрегаты, обеспечивающие рабочий процесс при их перемещении.

Совокупность предписаний, ведущих к правильному выполнению технологического процесса в каком-либо устройстве, ряде устройств (системе), выполняющих один и тот же технологический процесс, называется **алгоритмом (законом) функционирования** устройства (системы).

Совокупность предписаний, определяющая характер воздействий извне на управляемый объект с целью выполнения им заданного алгоритма функционирования, называется **алгоритмом управления**.

Процесс осуществления воздействий, соответствующих алгоритму управления, называется **управлением**.

✓ Каждый управляемый объект должен иметь **управляющее устройство**, обеспечивающее целенаправленное воздействие на объект управления, при изменении положения или состояния которого показатели процесса будут изменяться в заданных пределах или в заданном направлении. Управляющим органом, который, как правило, входит в виде составной части в управляемый объект, могут быть различные устройства и приспособления.

✓ Если операции управления технологическим процессом выполняются человеком, то

говорят о **ручном управлении**. Когда же управление ведется без непосредственного участия человека, а при помощи специальных технических устройств, обращаются к понятию **автоматическое управление**. Техническое устройство, выполняющее функции автоматического управления, называют **автоматическим управляющим устройством**.

✓ Совокупность объекта управления и автоматического управляющего устройства, взаимодействующих между собой, представляет собой **автоматическую систему управления (АСУ)**.

✓ Любую систему автоматического управления или регулирования можно представить в виде отдельных устройств, называемых **элементами**.

В процессе работы элементы и система в целом испытывают на себе воздействие различных факторов. Под **воздействием** понимают влияние внешней среды на известную часть системы или одной ее части на другую, при котором в этой части происходят изменения. Различают внутренние и внешние воздействия.

Внутренними воздействиями называют такие, которые передаются от одной части автоматической системы на другую, образуя последовательную цепь воздействий, обеспечивающих протекание технологического процесса с заданными показателями. Такие воздействия называют **управляющими** и обозначают, рассматривая их во времени, как  $z(t)$ .

Внешние воздействия, в свою очередь, можно разделить на два вида. К первому относятся такие, которые необходимы для нормального протекания технологического процесса. Их подают на вход системы намеренно, сознательно, в соответствии с алгоритмом функционирования и называют **задающими**. Ко второму виду причисляют те, которые поступают непосредственно на систему (объект) из внешней среды (под внешней средой понимается все то, что не входит в рассматриваемую автоматическую систему). Они носят незапланированный, зачастую случайный характер и называются **возмущающими воздействиями**.

Задающие воздействия в общем виде принято обозначать как  $x$ , а поскольку работа любой системы автоматики происходит во времени, то, учитывая это, задающее воздействие записывают в виде  $x(t)$ . Под влиянием  $x(t)$  в автоматической системе происходят различные количественные и качественные изменения, в результате чего показатели процесса приобретают заданные (предписанные) значения или получают требуемый характер изменения.

✓ Показатели процесса называются **управляемыми (регулируемыми) величинами** и обозначаются как  $y(t)$ . Значение управляемой величины, предусмотренное алгоритмом функционирования, называется **предписанным**, а измеренное (фактическое) — **действительным**.

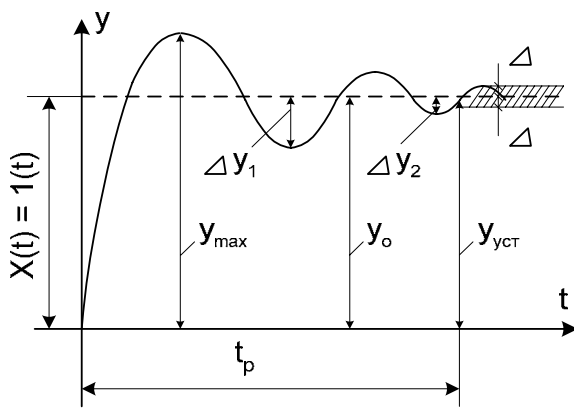


Рисунок 2 – Величины, характеризующие качество процесса регулирования

Кроме того, в соответствии с принятой терминологией задающие воздействия  $x(t)$  называют **входными**, а управляемые величины  $y(t)$  **выходными** (для системы в целом или отдельного элемента).

Возмущающие воздействия обозначают  $F(t)$  и подразделяют на основные и второстепенные. К основным относят такие, которые оказывают наибольшее влияние на управляемые (регулируемые) величины  $y(t)$ . Если влияние возмущающих воздействий на управляемые величины  $y(t)$  незначительно, то их считают второстепенными.

Автоматическая система обычно испытывает влияние и основных, и второстепенных возмущающих воздействий.

✓ Автоматические системы управления (регулирования) должны быть не только устойчивыми, но и обеспечивать определенное качество процесса регулирования. Основные, наиболее существенные требования к качеству регулирования, которые позволяют оценить работу почти всех систем регулирования, называют **показателями процесса регулирования**. Они характеризуют поведение системы в переходном процессе. На рисунке 2 показана кривая переходного процесса системы при единичном возмущении, поданном на вход.

Показателями качества здесь будут время регулирования, перерегулирование, колебательность процесса, установившаяся ошибка.

**Время регулирования  $t_p$**  характеризует быстродействие системы и соответствует периоду, по истечении которого регулируемая величина входит в зону нечувствительности регулятора.

**Перерегулированием  $\sigma$**  называется максимальное отклонение  $y_{max}$  регулируемой величины от заданного значения  $y_o$ , выраженное в процентах:

$$\sigma = \frac{y_{max} - y_o}{y_o} 100\%.$$

**Время перерегулирования  $t_{пер}$**  - это время действия амплитуды перерегулирования.

**Колебательность процесса** характеризуется числом колебаний регулируемой величины за время регулирования. Количественно *колебательность* оценивается по *логарифмическому декременту затухания*, который представляет собой натуральный логарифм отношения двух последующих амплитуд отклонений регулируемой величины одного направления:

$$d = \ln \frac{\Delta y_1}{\Delta y_2}.$$

Чем больше логарифмический декремент затухания, тем быстрее происходит затухание переходного процесса.

**Установившаяся ошибка** показывает точность регулирования в установившемся режиме. Она равняется разности между заданным значением регулируемой величины и ее установившимся значением при номинальной нагрузке.

## 2. Принципы автоматического управления

При построении автоматических систем решают, как наиболее простым и технико-экономически обоснованным образом получить и передать необходимый объем информации, который требуется для достижения цели управления. Несмотря на многообразие и различие технологических процессов и методов и средств автоматики в управлении можно выделить ряд общих основополагающих принципов. К ним относят принципы управления по отклонению, по возмущению, комбинированный и адаптации.

➤ **Принцип управления по отклонению** предполагает, что управляющее воздействие в автоматической системе вырабатывается с учетом информации об отклонении управляемой величины от заданного значения. Чтобы реализовать этот принцип, в управляющем устройстве должно происходить сравнение действительного значения управляемой величины с заданным (предписанным) и в зависимости от результатов полученного сравнения формироваться управляющее воздействие.

В общем случае система, реализующая принцип управления по отклонению, может быть представлена схемой, изображенной на рисунке 3. Здесь отклонение управляемой величины от заданного значения вызывает изменение управляющего воздействия  $z_z(t)$ , стремящееся всегда уменьшить появившееся отклонение. Для получения разности  $\varepsilon(t) = x(t) - y(t)$  в систему вводится элемент сравнения ЭС.

Управляющий орган действует независимо от того, по какой причине произошло изменение управляемой величины. Это является несомненным достоинством принципа управления по отклонению, в силу чего такие системы нашли широкое применение.

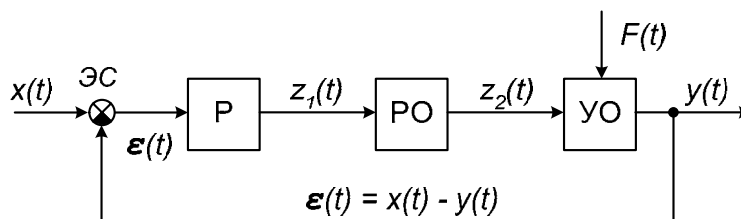


Рисунок 3 – Схема управления по отклонению управляемой величины: ЭС – элемент сравнения; Р – регулятор; РО – регулирующий орган; УО – управляемый объект.

➤ **Принцип управления по возмущению** (принцип компенсации внешнего воздействия) основан на том, что управляющее воздействие в системе управления вырабатывается в зависимости от результатов измерения возмущающего воздействия, оказывающего влияние на объект. В общем виде схема системы, реализующей этот принцип, показана на рисунке 4.

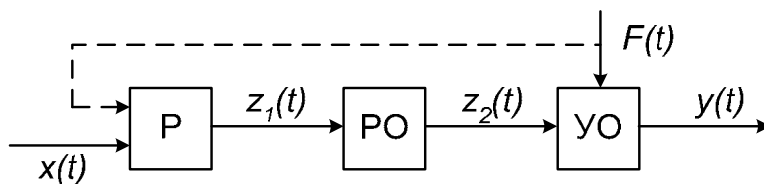


Рисунок 4 - Схема управления по принципу компенсации возмущающего воздействия.

Сопоставляя схемы на рисунках 2 и 3, легко уяснить, что системы, использующие принцип отклонения, работают по замкнутому циклу управления, а системы, использующие принцип возмущения, — по разомкнутому.

Возмущающие воздействия вызываются разными причинами, и их может быть не одно, а несколько. Обычно во внимание принимают только основное возмущающее воздействие, которое оказывает наибольшее влияние на работу системы. Компенсация всех возмущающих воздействий затруднительна, не основными возмущающими воздействиями, как правило, пренебрегают. Это является существенным недостатком принципа управления по возмущению; суммарное влияние второстепенных возмущающих воздействий на управляемую величину может оказаться значительным.

➤ **Принцип комбинированного управления**, сочетающий в себе достоинства принципов управления по отклонению и по возмущению, используется при построении систем высокой точности. Это достигается за счет одновременного управления по отклонению и по возмущению. На рисунке 5 показана схема системы комбинированного управления. В частности, действие неучтенных возмущений в комбинированных системах компенсируется или ослабляется управлением по отклонению.

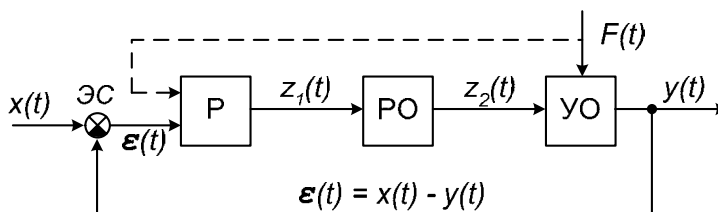


Рисунок 5 - Схема системы комбинированного управления.

### 3. Обобщенная структурная схема АСУ

В сельскохозяйственном производстве применяется множество различных АСУ. При изучении реальных автоматизированных и автоматических устройств удобно пользоваться обобщенной структурной схемой (рисунок 6).

Любую АСУ можно рассматривать состоящей из пяти основных устройств: коммутационного (КУ), защитного (ЗУ), преобразовательного (ПУ), автоматического устройства управления (АУУ) и управляемого объекта (УО). Каждое устройство целесообразно рассматривать состоящим из трех частей: входной, управляющей и выходной.

Коммутационные устройства служат для подключения АСУ к электрической сети. Конструктивно они представляют собой различные выключатели. Защитные устройства обеспечивают прекращение работы при возникновении аномальных или аварийных режимов (короткие замыкания в электросети, недопустимое повышение температуры или давления и т. п.). Конст-



руктивно они представляют собой плавкие предохранители и различные реле защиты. Преобразовательные устройства преобразуют параметры электрической сети соответственно требованиям органов АСУ. Ими могут быть преобразователи рода тока, напряжения, частоты. Все эти устройства могут быть объединены конструктивно в одно целое, называемое блоком питания.

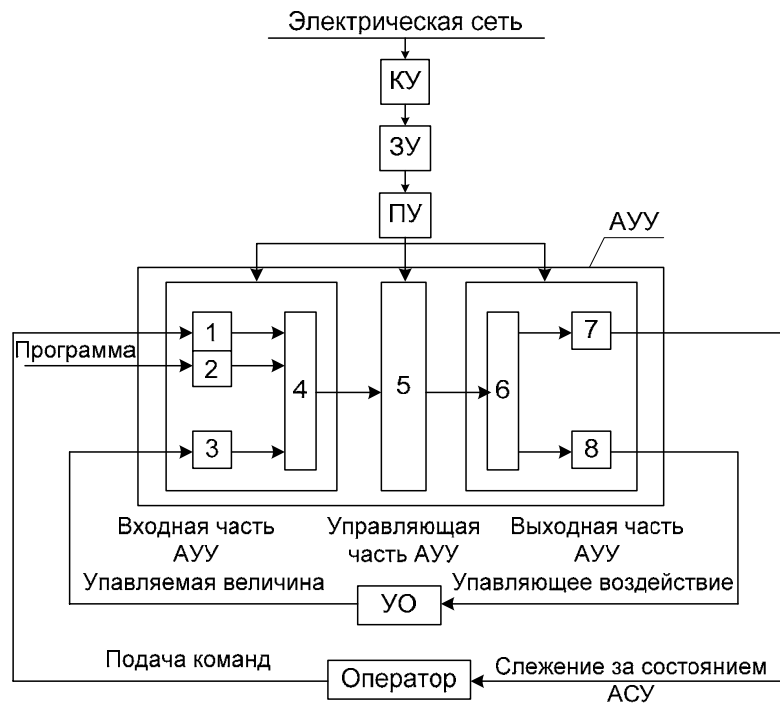


Рисунок 6 - Обобщенная структурная схема АСУ.

Через входную часть АУУ передаются команды управления. Команды может подавать оператор путем воздействия на командные органы (кнопки, ключи управления) или они подаются автоматически программным устройством 2. Кроме этого, через входную часть, осуществляется сбор информации об изменениях управляемой величины. Для согласования параметров входной и управляющей части служат согласующие органы 4.

В управляющей части происходит запоминание и анализ поступившей информации и вырабатывается управляющее воздействие. Поэтому управляющую часть АУУ называют еще «мыслящей» или «логической». Конструктивно управляющая часть состоит из контактных или бесконтактных реле и логических элементов.

Сигналы управляющих воздействий передаются к исполнительным органам 8, размещенным в выходной части АУУ. Так как обычно уровень сигналов управляющих воздействий недостаточен для приведения в действие исполнительных органов, то сигналы предварительно усиливаются в усилителях мощности 6. Исполнительные органы непосредственно воздействуют на рабочие органы управляемого объекта (задвижки, заслонки, клапаны, краны, реостаты и пр.). В качестве исполнительных органов наиболее распространены электрические реле, контактные и бесконтактные распределители и микроэлектродвигатели.

К выходной части АУУ относятся также устройства сигнализации и связи 7 — акустическая и оптическая сигнализация, производственное телевидение.

**План урока:**

- 1) Классификация электрических схем автоматизации по ГОСТ 2701-84.
- 2) Структурные и функциональные схемы автоматизации.
- 3) Условные графические и буквенные обозначения приборов и средств автоматизации на функциональных схемах по ГОСТ 21.404 – 85 (схемах автоматизации).

**1. Классификация электрических схем автоматизации по ГОСТ 2701-84**

**Схема** — это графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

Схемы входят в комплект конструкторской документации и содержат вместе с другими документами данные для проектирования, изготовления, сборки, регулировки и эксплуатации изделий.

Схемы предназначаются:

- *на этапе проектирования* — для выявления структуры будущего изделия при дальнейшей конструкторской проработке;
- *на этапе производства* — для ознакомления с конструкцией изделия, разработки технологических процессов изготовления и контроля деталей;
- *на этапе эксплуатации* — для выявления неисправностей и использования при техническом обслуживании.

В зависимости от элементов и связей между ними схемы подразделяют на следующие **виды**, обозначаемые буквами:

- |                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| • <i>Электрические</i> — Э;  | • <i>Оптические</i> — О;      |
| • <i>Гидравлические</i> — Г; | • <i>Энергетические</i> — Р;  |
| • <i>Пневматические</i> — П; | • <i>Комбинированные</i> — С; |
| • <i>Кинематические</i> — К; | • <i>Газовые</i> — Х;         |
| • <i>Вакуумные</i> — В;      | • <i>Деления</i> — Е.         |

По основному назначению схем их подразделяют на **типы**, обозначаемые цифрами:

- |                                      |                            |
|--------------------------------------|----------------------------|
| • <i>структурные</i> — 1;            | • <i>подключения</i> — 5;  |
| • <i>функциональные</i> — 2;         | • <i>общие</i> — 6;        |
| • <i>принципиальные</i> — 3;         | • <i>расположения</i> — 7; |
| • <i>соединений (монтажные)</i> — 4; | • <i>объединенные</i> — 8. |

Наименование схемы определяется ее видом и типом, например: Э3 — схема электрическая принципиальная; Э4 — схема электрическая соединений и т.п.

**2. Структурные и функциональные схемы автоматизации**

**Структурная схема** отражает принцип работы изделия в самом общем виде. На схеме изображают все основные функциональные части изделия, а также основные взаимосвязи между ними. Действительное расположение составных частей изделия не учитывают и способ связи (проводная, индуктивная, количество проводов и т.п.) не раскрывают. Построение схемы должно давать наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии. Направление хода процессов, происходящих в изделии, обозначают стрелками на линиях взаимосвязи.

Функциональные части на схеме изображают в виде прямоугольников или условных графических обозначений. При обозначении функциональных частей в виде прямоугольников их

наименования, типы и обозначения вписывают внутрь прямоугольников (рис.7).

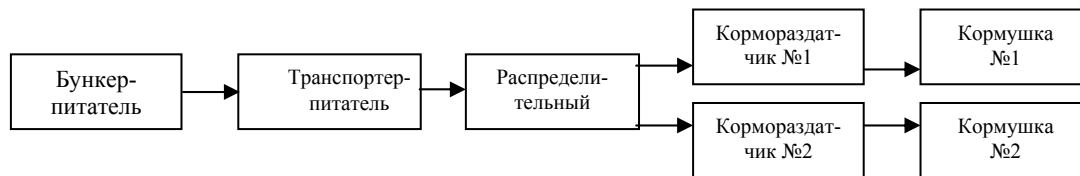


Рисунок 7 - Структурная схема кормораздачи в коровнике.

### **Функциональные схемы**

При проектировании систем автоматизации технологических процессов все основные технические решения по автоматизации установок, агрегатов или отдельных узлов технологического процесса отображается на функциональных схемах автоматизации.

Функциональная схема является основным техническим документом, определяющим структуру и функциональные связи между технологическим процессом и средствами контроля и управления процессом.

Функциональную схему выполняют в виде чертежа, на котором схематически, условными изображениями показывают технологическое оборудование, коммуникации, органы управления, приборы и средства автоматизации, представляемые как правило функциональными блоками, функциональными группами и элементами.

В процессе разработки функциональных схем на основании анализа условий работы технологического оборудования и агрегатов, законов и критериев управления объектом должны быть решены следующие основные вопросы:

1. Определение оптимального объема (уровня) автоматизации технологического процесса.
2. Установление технологических параметров, подлежащих автоматическому регулированию и контролю, уточнение пределов их измерений и выбор методов измерения этих параметров с целью последующего отбора технических средств для их реализации.
3. Определение технологического оборудования, управляемого автоматически или дистанционно.
4. Выбор основных технических средств автоматизации наиболее полно отвечающих предъявляемым требованиям и условиям работы автоматизируемого объекта.
5. Размещение приборов и аппаратуры на щитах и пультах центральных пунктов управления, диспетчерских пунктов, непосредственно агрегатов и т.д. и определение способов представления операторам требуемой информации о ходе технологического процесса (необходимость мнемосхем, графических панелей и т.п.).

На функциональных схемах показываются:

- а) технологическая схема (схема цепи аппаратов) или упрощенное изображение агрегатов, подлежащих автоматизации;
- б) приборы, средства автоматизации и управления, изображаемые условными обозначениями по действующим стандартам, а также линии связи между ними;
- в) таблица условных обозначений, не предусмотренных действующими стандартами;
- г) необходимые пояснения к схеме.













### **3. Условные графические и буквенные обозначения приборов и средств автоматизации на функциональных схемах по ГОСТ 21.404 – 85 (схемах автоматизации).**

Технологические коммуникации и трубопроводы жидкости и газа изображают условными обозначениями в соответствии с СТ СЭВ 4723-84 и СТ СЭВ 3334-81 (таблица 1).

Таблица 1- Условные цифровые обозначения трубопроводов для жидкостей и газов.

Наименование среды, транспортируемой трубопроводом	Обозначение	Наименование среды, транспортируемой трубопроводом	Обозначение
Вода	-1-1-	Горючие взрывоопасные газы:	
Пар	-2-2-	• водород	-16-16-
Воздух	-3-3-	• ацетилен	-17-17-
Азот	-4-4-	• фреон	-18-18-
Кислород	-5-5-	• метан	-19-19-
Инертные газы:		• этан	-20-20-
• аргон	-6-6-	• этилен	-21-21-
• неон	-7-7-	• пропан	-22-22-
• гелий	-8-8-	• пропилен	-23-23-
• криптон	-9-9-	• бутан	-24-24-
• ксенон	-10-10-	• бутилен	-25-25-
Аммиак	-11-11-	Противопожарный трубопровод	-26-26-
Кислота (окислитель)	-12-12-	Вакуум	-27-27-
Щелочь	-13-13-		
Масло	-14-14-		
Жидкое горючее	-15-15-		

Таблица 2 - Условные графические обозначения приборов и средств автоматизации на функциональных схемах.

Наименование	Обозначение
1. Первичный измерительный преобразователь (датчик); прибор, устанавливаемый по месту: на технологическом трубопроводе, аппарате, стене, полу, колонне, металлоконструкции.	
2. Прибор, устанавливаемый на щите, пульте.	
3. Отборное устройство без постоянно подключенного прибора (служит для эпизодического подключения приборов во время наладки, снятия характеристик и т.п.).	
4. Регулирующий орган.	
5. Исполнительный механизм. Общие назначение. Положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала не регламентируется.	
6. Исполнительный механизм, открывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала.	
7. Исполнительный механизм, закрывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала.	
8. Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала оставляет регулирующий орган в неизменном положении.	
9. Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом (обозначение могут применяться в сочетании с любым из дополнительных знаков, характеризующих положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала.)	
10. Линия связи.	
11. Пересечение линий связи без соединения друг с другом.	
12. Пересечение линий связи с соединением между собой.	

Приборы, средства автоматизации и элементы вычислительной техники на функциональных схемах изображаются в соответствии с ГОСТ21.404-85 "Автоматизация технологических процессов. Обозначение условных приборов и средств автоматизации в схемах". Система условных обозначений, принятая в этом стандарте (таблица 2), аналогична системам условных

обозначений, применяемых во многих странах мира.

Таблица 3 - Буквенные обозначения на функциональных схемах автоматизации (ГОСТ 21.404-85).

Обозначение	Измеряемая величина		Функции выполняемые прибором		
	Основное значение первой буквы	Дополнительное, уточняющее значение первой буквы	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
A	-	-	Сигнализац.	-	-
B	-	-		-	-
C	-	-		Регулирование, управление	-
D	Плотность	Разность, перепад,	-		-
E	Любая электрическая величина	-	-		-
F	Расход	Соотношение, доля, дробь	-	-	-
G	Размер, положение, перемещение	-	-	-	-
H	Ручное воздействие	-	-	-	Верхний предел измеряемой величины
I	-	-	Показание	-	
J	-	Автоматическое переключение.		-	
K	Время, временная программа	-		-	-
L	Уровень	-	-	-	Нижний предел измеряемой величины
M	Влажность	-	-	-	
N	-	-	-	-	
O	-	-	-	-	-
P	Давление, вакуум	-	-	-	-
Q	Величина, характеризующая качество, состав, концентрацию	Интегрирование, суммирование по времени	-	-	-
R	Радиоактивность	-	Регистрация	-	-
S	Скорость, частота	-		Включение, отключение	-
T	Температура	-	Дистанционная передача сигнала	-	-
U	Несколько разнородных измеряемых величин	-	-	-	-
V	Вязкость	-	-	-	-
W	Масса	-	-	-	-

По виду измеряемой величины и функциональному назначению приборы различают при помощи прописных букв латинского алфавита, вписываемых внутри условного графического

обозначения. Причем одни и те же буквы могут быть применены для обозначения как измеряемой величины, так и функционального признака прибора (табл.3). Так, например, букву S используют для обозначения скорости и частоты, но в то же время она может указывать такие функциональные признаки прибора, как включение, отключение, переключение.

Порядок расположения буквенных обозначений (слева направо) должен соответствовать расположению, изображенному на рисунке 8.

Буквенные обозначения располагают в следующем порядке:

- обозначение основной измеряемой величины (см. табл. 3) (буквы A, B, C, I, J, N, O, Y и Z являются резервными и могут быть использованы в случаях не предусмотренных стандартом);
- обозначение, уточняющее (если это необходимо) основную измеряемую величину, буквами D, F, J и Q;
- обозначение функционального признака прибора буквами A, I, R, C, S, H, L; если прибор, изображаемый на функциональных схемах автоматизации, характеризуется несколькими функциональными признаками, то буквы, обозначающие их, проставляют в верхней части условного графического изображения в следующей последовательности: I R C S A (показание – регистрация – регулирование или управление – включение, отключение, переключение – сигнализация).



Рисунок 8 - Пример построения условного обозначения прибора на функциональной схеме.

При построении условных обозначений приборов следует указывать не все функциональные признаки прибора, а лишь те, которые используются в данной схеме. Например: при обозначении показывающих и самопишущих приборов (если функция "показание" не используется) следует писать TR вместо TIR ; PR вместо PIR и т.п..

Пример компоновки и построения функциональной схемы автоматизации приведен на рисунке 9.

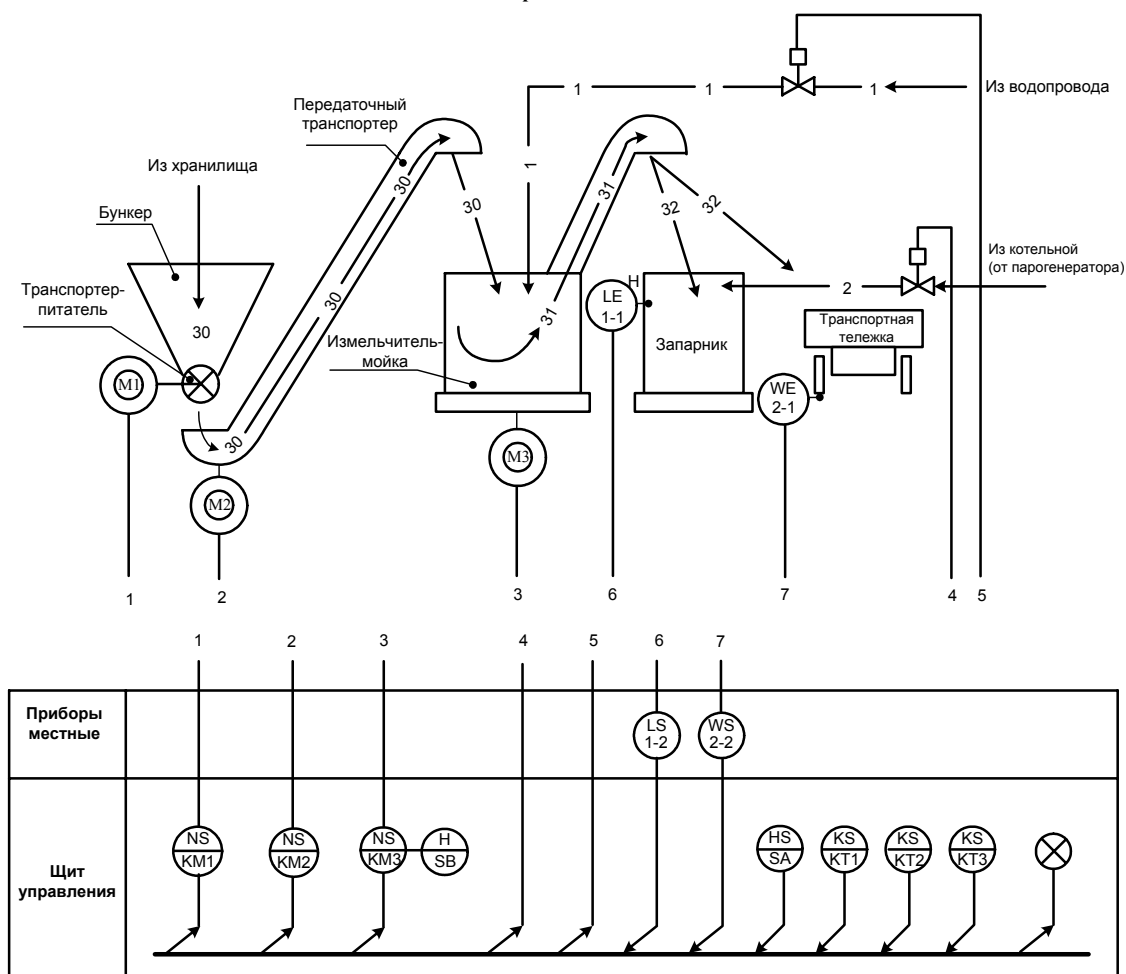


Рисунок 9 - Функциональная схема автоматизации поточной линии приготовления корма.

На схеме приняты следующие обозначения:

NS - пусковая аппаратура, предназначенная для управления электродвигателями поточной линии, установленная на щите;

H - аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, установленная на щите;

HS - ключ управления, предназначенный для выбора режима работы поточной линии, установленный на щите.

LE - первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения уровня, установленный по месту;

LS - прибор для измерения уровня, бесшкальный, с контактным устройством, установленный по месту;

WE - первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения массы, установленный по месту;

WS - прибор для измерения массы, бесшкальный, с контактным устройством, установленный по месту;

KS - прибор для управления процессом в автоматическом режиме по временной программе, установленный на щите.

- 1 - 1 - трубопровод с водой; - 2 - 2 - трубопровод паром;

- 30-30- транспортный поток - корнеклубнеплоды;

- 31-31- транспортный поток - корнеклубнеплоды после мойки;

- 32-32- транспортный поток - корнеклубнеплоды измельченные.

**План урока:**

- 1) Принципиальные схемы автоматизации.
- 2) Условные графические и буквенные позиционные обозначения элементов на электрических принципиальных схемах по ГОСТ 2. 710-81.

**1. Принципиальные схемы автоматизации**

Принципиальная электрическая схема - это проектный документ, разрабатываемый на основании функциональной схемы автоматизации, определяющий полный состав электрических элементов и связей между ними, а также дающий детальное представление о принципах работы схемы.

В общем случае принципиальные электрические схемы автоматизации содержат:

- условные изображения элементов и связи между ними;
- поясняющие надписи;
- части отдельных элементов данной схемы, используемые в других схемах, а также элементы из других схем;
- диаграммы переключений контактов многопозиционных устройств;
- перечень используемых в данной схеме приборов, средств автоматизации, аппаратуры;
- перечень чертежей, относящихся к данной схеме, общие пояснения и примечания.

Принципиальные схемы составляют, исходя из заданных алгоритмов функционирования отдельных узлов контроля, сигнализации, автоматического регулирования, управления и общих технических требований предъявляемых к автоматизируемому объекту. Разработка принципиальных электрических схем осуществляется в следующей последовательности:

1. На основании функциональной схемы автоматизации составляют технические требования к принципиальной электрической схеме.
2. Применительно к этим требованиям определяют условия и устанавливают последовательность действия элементов схемы.
3. Каждое из заданных условий действия схемы изображают в виде тех или иных элементарных цепей, отвечающих данному условию действия.
4. Элементарные цепи объединяют в общую схему.
5. Выбирают аппаратуру.
6. Рассматривают возможные варианты решения и принимают окончательную схему применительно к имеющейся аппаратуре.
7. Схему корректируют в соответствии с возможностями принятой аппаратуры.
8. Проверяют схему с точки зрения возможности возникновения ложных цепей или её неправильной работы при повреждениях элементарных цепей или контактов.

При автоматизации объектов управления должна соблюдаться безопасность обслуживающего персонала; определяемая последовательностью включения и отключения токоприемников, исключающая аварийные ситуации, легкость отыскания неисправностей и т.п. С этой целью в принципиальных электрических схемах управления предусматривается:

а) Устройство для подачи звукового и светового сигнала перед включением;

б) Блокировки, обеспечивающие:

- пуск двигателей механизмов против, а остановку по ходу движения продукта или материала обработки;
- остановку без выдержки времени всех машин, работающих на загрузку какой либо машины, при аварийном отключении этой машины;
- невозможность неправильного включения и отключения электрических цепей;

в) Переключатели, позволяющие осуществлять переходы от автоматического управления к ручному, от централизованного к местному и к наладочному, от одного режима работы к другому;

г) Световую и звуковую сигнализацию о состоянии машин и аппаратов при работе, появлении или исчезновении напряжения на отдельных участках схемы, возникновении не-



исправности, а также при других аварийных режимах;

- д) Кнопки аварийного отключения линии в разных местах протяженного помещения, позволяющие быстро отключить линию, если необходимо, не только с пульта управления.

Принципиальные электрические схемы состоят из силовых цепей или цепи главного тока и из вспомогательных цепей: управления, защиты, сигнализации, измерения и т.д. Элементы и устройства изображают на схемах совмещенным или разнесенным способом. При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают на схеме в непосредственной близости друг от друга. При разнесенном способе составные части элементов и устройств или отдельные элементы устройств изображают на схемах в различных местах таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изображены наиболее наглядно.

При выполнении схем рекомендуется пользоваться строчным способом. При этом графические обозначения элементов или их составных частей, входящих в одну цепь, изображают последовательно друг за другом по прямой, отдельные цепи - рядом, образуя параллельные (горизонтальные и вертикальные) строки.

## 2. Буквенные обозначения элементов по ГОСТ 2.710-81

При изображении принципиальных электрических схем используют условные графические и буквенно-цифровые обозначения (ГОСТ 2.710-81).

Буквенные коды видов элементов в соответствии с ЕСКД приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Буквенные коды видов элементов в электрических принципиальных схемах.

Первая буква кода	Группа видов элементов	Примеры видов элементов	Двухбуквенный код
1	2	3	4
A	Устройства (общее обозначение)	Усилители, приборы телеуправления, лазеры	
B	Преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания) или наоборот; аналоговые или многозарядные преобразователи или датчики, используемые для указания или измерения	Громкоговоритель Магнитострикционный элемент Детектор ионизирующего излучения Сельсин-приемник Телефон (капсюль) Сельсин-датчик Тепловой датчик Фотоэлемент Микрофон Датчик давления Пьезоэлемент Датчик частоты вращения (тахогенератор) Звукосниматель Датчик скорости	BA BB BD BE BF BC BK BL BM BP BQ BR BS BV
C	Конденсаторы		
D	Логические элементы, микросхемы	Схема интегральная аналоговая Схема интегральная цифровая, логический элемент Устройства хранения информации Устройство задержки	DA DD DS DT
E	Разные элементы (осветительные, нагревательные)	Нагревательный элемент Лампа осветительная	EK EL

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
		Пиропатрон	<b>ET</b>
F	Разрядники, предохранители, устройства защиты	Дискретный элемент защиты по току мгновенного действия Дискретный элемент защиты по току инерционного действия Плавкий предохранитель Дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник	<b>FA</b> <b>FP</b> <b>FU</b> <b>FV</b>
G	Генераторы, источники питания, кварцевые осцилляторы	Батарея	<b>GB</b>
H	Устройства индикационные и сигнальные	Прибор звуковой сигнализации Индикатор символьный Прибор световой сигнализации	<b>HA</b> <b>HG</b> <b>HL</b>
K	Реле, контакторы, пускатели	Реле токовое Реле указательное Реле электротепловое Контактор, магнитный пускатель Реле времени Реле напряжения	<b>KA</b> <b>KN</b> <b>KK</b> <b>KM</b> <b>KT</b> <b>KV</b>
L	Катушки индуктивности, дроссели	Дроссель люминесцентного освещения	<b>LL</b>
M	Двигатели постоянного и переменного тока		
P	Приборы, измерительное оборудование. Примечание: сочетание PE применять недопустимо.	Амперметр Счетчик импульсов Частотомер Счетчик активной энергии Счетчик реактивной энергии Омметр Регистрирующий прибор Часы, измеритель времени действия Вольтметр Ваттметр	<b>PA</b> <b>PC</b> <b>PF</b> <b>PI</b> <b>PK</b> <b>PR</b> <b>PS</b> <b>PT</b> <b>PV</b> <b>PW</b>
Q	Выключатели и разъединители в силовых цепях	Выключатель автоматический Короткозамыкатель Разъединитель	<b>QF</b> <b>QK</b> <b>QS</b>
R	Резисторы	Терморезистор Потенциометр Шунт измерительный Варистор	<b>RK</b> <b>RP</b> <b>RS</b> <b>RU</b>
S	Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации и измерительных Примечание: обозначение SF применяют для аппаратов, не имеющих контактов силовых цепей	Выключатель или переключат. Выключатель кнопочный Выключатель автоматический Выключатель, срабатывающий от различных воздействий: - уровня; - давления; - положения (путевой) - частоты вращения; - температуры	<b>SA</b> <b>SB</b> <b>SF</b>  <b>SL</b> <b>SP</b> <b>SQ</b> <b>SR</b> <b>SK</b>
T	Трансформаторы, автотрансформаторы	Трансформатор тока Эл.магнитный стабилизатор	<b>TA</b> <b>TS</b>

Окончание таблицы 4

1	2	3	4
		Трансформатор напряжения	<b>TV</b>
U	Устройства связи и преобразователи электрических величин в электрические	Модулятор Демодулятор Дискриминатор Преобразователь частотный, инвертор, генератор частоты, выпрямитель	<b>UB</b> <b>UR</b> <b>UI</b> <b>UZ</b>
V	Приборы электровакуумные и полупроводниковые	Диод, стабилитрон Прибор электровакуумный Транзистор Тиристор	<b>VD</b> <b>VL</b> <b>VT</b> <b>VS</b>
W	Линии и элементы СВЧ	Ответвитель Короткозамыкатель Вентиль	<b>WE</b> <b>WK</b> <b>WS</b>
	Антенны	Трансформатор, неоднородность, фазовращатель Аттенюатор Антенна	<b>WT</b> <b>WU</b> <b>WA</b>
X	Соединения контактные	Токоъемник, контакт скользящий Штырь Гнездо Соединение разборное Соединитель высокочастотный	<b>XA</b> <b>XP</b> <b>XS</b> <b>XT</b> <b>XW</b>
Y	Механические устройства с электромагнитным приводом	Электромагнит Тормоз с электромагнитным приводом Муфта с электромагнитным приводом Электромагнитный патрон или плита	<b>YA</b> <b>YB</b> <b>YC</b> <b>YH</b>
Z	Устройства оконечные, фильтры. Ограничители	Ограничитель Фильтр кварцевый	<b>ZL</b> <b>ZQ</b>

### 3. Условные графические обозначения элементов на электрических принципиальных схемах

Условные графические обозначения элементов на электрических принципиальных схемах строятся в виде схематического знака (графического символа), форма которого может не соответствовать изображению реальной конструкции.

Условные графические обозначения подразделяются на:

- условные графические обозначения для определения основных признаков;
- дополнительные условные графические обозначения для определения второстепенных признаков (квалифицирующие символы).

Для указания рода тока и напряжения в силовых цепях электрических принципиальных схем используют следующие обозначения:

1. Полярность постоянного тока: + - положительная; - - отрицательная.
2. Переменный ток (см, таблицу 5).

Таблица 5 – Варианты обозначения данных питающей сети переменного тока

Обозначение	Характеристика
$\sim$	общее обозначение;
$\sim 10\text{кГц}$	допускается справа от обозначения указывать величину частоты;
$3 \sim 50\text{Гц}$	трехфазный частотой 50 Гц;
$3 \sim 50\text{Гц } 220\text{В}$	трехфазный частотой 50 Гц, напряжением 220 В;
$3N \sim 50\text{Гц } 220/380\text{В}$	трехфазный, четырехпроводная линия (три провода фаз, нейтраль) частотой 50 Гц, напряжением 220/380 В;
$3NPE \sim 50\text{Гц } 220/380\text{В}$	трехфазный, пятипроводная линия (три провода фаз, нейтраль, один провод защитный с заземлением) частотой 50 Гц, напряжением 220/380 В;
$3PEN \sim 50\text{Гц } 220/380\text{В}$	трехфазный, четырехпроводная линия (три провода фаз, один провод защитный с заземлением, выполняющий функцию нейтрали) частотой 50 Гц, напряжением 220/380 В.



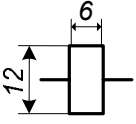
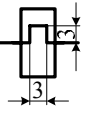










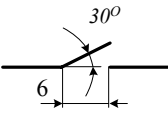
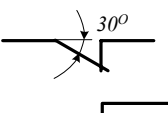
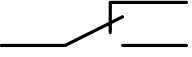
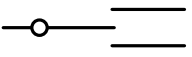
1. Частоты переменного тока:

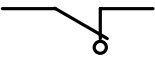


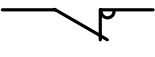


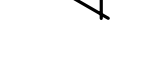





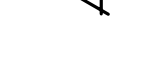



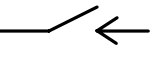
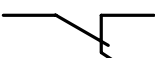
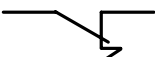

- $\sim$  промышленные;
- $\approx$  звуковые.

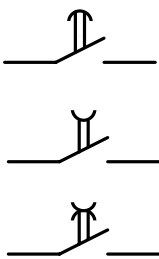
Условные графические обозначения некоторых элементов на электрических принципиальных схемах, регламентируемые ГОСТ 2.701-84 «Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению» приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Условные графические обозначения элементов на электрических принципиальных схемах.

Наименование элементов	Графическое обозначение
Провода, кабели	
Неразборное соединение	
Разборное соединение	
Разъемное соединение:	
однопроводное	
штырь	
гнездо	
Пересечение проводов	
Соединение проводов	
Ответвление проводов	
Перемычка коммутационная с разъемными контактами	
Экран	
Соединение с корпусом	
Заземление	
Резистор	
Тензорезистор:	
линейный	
нелинейный	
Терморезистор с положительным температурным коэффициентом	
Терморезистор с отрицательным температурным коэффициентом	
Фоторезистор	

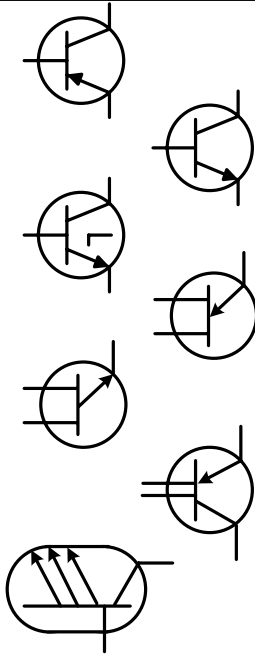
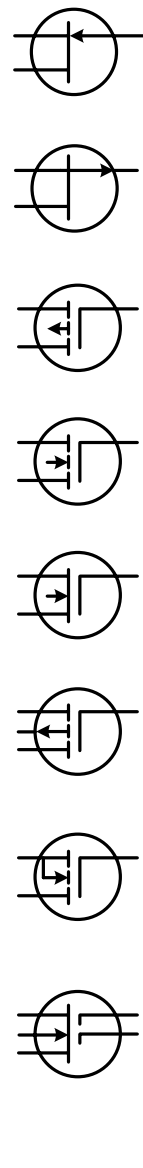
1	2
Асинхронный трехфазный электродвигатель с короткозамкнутым ротором	
Дроссель с ферромагнитным магнитопроводом	
Катушка электромеханического устройства (реле, магнитный пускатель, контактор...)	
Нагревательный элемент электротеплового реле	
Размыкающий контакт электротеплового реле Квалифицирующие символы, поясняющие принцип работы коммутационных устройств: функция контактора	 
функция выключателя	
функция разъединителя	
функция выключателя-разъединителя	
функция путевого или концевого выключателя	
функция автоматического срабатывания	
функция самовозврата	
функция отсутствия самовозврата	
функция дугогашения	
Контакты коммутационных устройств: замыкающий	
размыкающий	
переключающий	
переключающий с нейтральным центральным положением	

1	2
Контакт без самовозврата: замыкающий	
размыкающий	
Контакт с самовозвратом: замыкающий	
размыкающий	
Контакт контактора: замыкающий	
размыкающий	
замыкающий дугогасительный	
размыкающий дугогасительный	
замыкающий с автоматическим срабатыванием	
Контакт выключателя	
Контакт разъединителя	
Контакт выключателя-разъединителя	
Контакт концевого выключателя: замыкающий	
размыкающий	
Контакт, чувствительный к температуре (термоконтакт): замыкающий	
размыкающий	
Контакт импульсный: замыкающий при срабатывании	
замыкающий при возврате	
замыкающий при срабатывании и возврате	
размыкающий при срабатывании	
размыкающий при возврате	

1	2
<p>Контакт, замыкающий с замедлением, действующим: при срабатывании</p> <p>при возврате</p> <p>при срабатывании и возврате</p>	
<p>Контакт, размыкающий с замедлением, действующим: при срабатывании</p> <p>при возврате</p> <p>при срабатывании и возврате</p>	
<p>Контакт замыкающий выключателя: однополюсный</p>	
<p>трехполюсный</p>	
<p>трехполюсный с автоматическим срабатыванием максимального тока</p>	
<p>Выключатель кнопочный нажимной с замыкающим контактом</p>	
<p>Выключатель кнопочный нажимной с размыкающим контактом</p>	
<p>Переключатель однополюсный многопозиционный: шестипозиционный</p>	
<p>с подвижным контактом, замыкающим три соседние цепи в каждой позиции</p>	



1	2
Кольцевой токосъемник	
Разрядник: общее обозначение	
трубчатый	
вентильный и магнитовентильный	
Плавкий предохранитель: общее обозначение	
Трансформатор напряжения	
Трансформатор тока	
Электроизмерительные приборы: измерительный показывающий	
регистрирующий	
комбинированный	
Диод: общее обозначение	
тунельный	
стабилитрон односторонний	
стабилитрон двусторонний	
варикап	
Тиристор диодный (динистор)	
Тиристор с управлением по аноду	
Тиристор с управлением по катоду	
Тиристор триодный симметричный (семистор)	

1	2
<p>Биполярный транзистор: типа р-п-р</p> <p>    типа п-р-п</p> <p>    лавинный типа п-р-п</p> <p>    однопереходный с п-базой</p> <p>    однопереходный с р-базой</p> <p>    типа р-п-р с двумя базовыми выводами</p> <p>    многоэмиттерный типа п-р-п</p>	
<p>Полевой транзистор: с каналом п-типа с каналом р-типа</p> <p>    с изолированным затвором     обогащенного типа с р-каналом</p> <p>    с изолированным затвором обогащенного типа с п-каналом</p> <p>    с изолированным затвором обедненного типа с р-каналом</p> <p>    с изолированным затвором обедненного типа с п- каналом</p> <p>с изолированным затвором обогащенного типа с р- каналом с выводом от подложки</p> <p>    с изолированным затвором обогащенного типа с п-каналом и внутренним соединением подложки и истока</p> <p>    с двумя изолированными затворами обедненного типа с п-каналом и с выводом от подложки</p>	

**План урока:**

- 1) Элементы систем автоматики.
- 2) Расчет и выбор элементов систем автоматики.

**1. Элементы систем автоматики***Электромагнитные реле, исполнительные электромагнитные механизмы*

Электромагнитное реле — типичный и наиболее распространенный представитель электрических реле. На рисунке 10а в качестве примера показано устройство реле клапанного типа. В электромагнитную систему реле входят скоба 1, сердечник 2, полюсный наконечник 3, якорь 4 и втягивающая катушка 5. Якорь и сердечник реле изготовлены из магнитомягкого материала. Когда по обмотке реле протекает ток, якорь притягивается к сердечнику, поворачивается относительно призмы 6 и действует на замыкание контактов 7. При исчезновении тока якорь и контакты возвращаются в исходное положение усилием пружины 8. Наконечник 3 сделан из немагнитного материала (латунь или медь), чтобы под влиянием остаточного магнитного потока якорь после отключения тока не оставался притянутым к сердечнику.

Электромагнитные реле могут быть постоянного и переменного тока промышленной и высокой частоты. Реле постоянного тока делятся на нейтральные и поляризованные. У нейтральных реле воспринимающий орган одинаково реагирует на постоянный ток независимо от его полярности, а у поляризованных полярность сигнала влияет на направление действующего на якорь усилия. Принцип действия поляризованных реле иллюстрируется рисунком 10б. Если тока в рабочей обмотке  $w$  нет, то якорь 1 находится в нейтральном положении, потому что магнитные потоки  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ , создаваемые постоянными магнитами, равны и противоположны. Контактная группа 3 будет находиться в разомкнутом состоянии. При подаче в рабочую обмотку тока той или иной полярности возникает поток  $\Phi_3$ , который накладывается на потоки  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$  (с одним суммируется, а из другого вычитается). Равновесие нарушается, якорь 1 притягивается к магниту 4 или 5 и, поворачиваясь на оси 2 замыкает левую или правую пару контактов 3. Для создания потоков  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$  могут быть использованы электромагниты

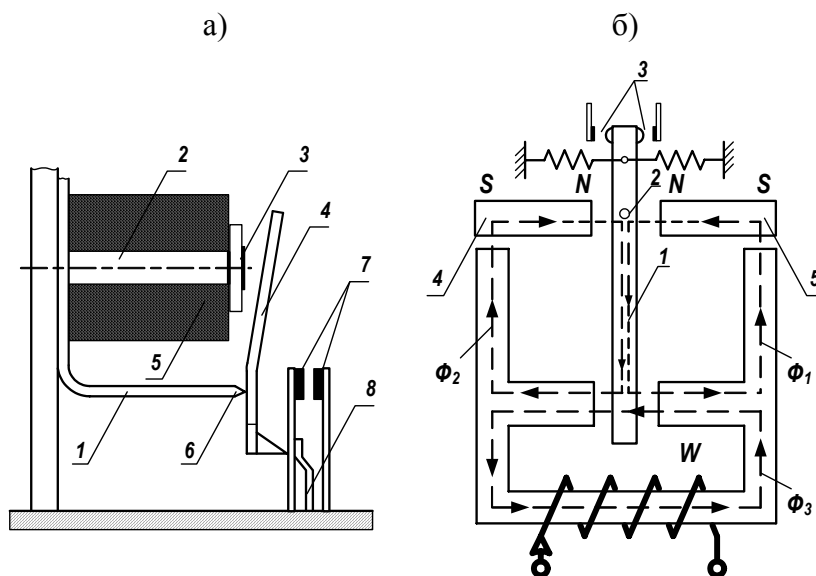


Рисунок 10: а – электромагнитное реле; б – поляризованное реле.

У электромагнитных реле переменного тока сердечник набирается из листовой трансформаторной стали с целью уменьшения потерь на вихревые токи. Для устранения вибрации кон-

тактов, вызываемой периодическим изменением значения и направления синусоидального тока, а следовательно, и усилия, создаваемого его магнитным полем, на торец электромагнита насаживается медный короткозамкнутый виток (рис. 11, а).

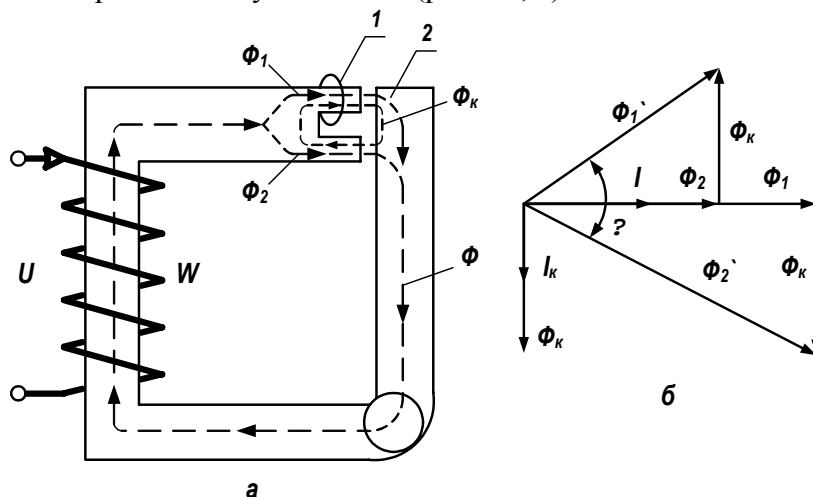


Рисунок 11 – Электромагнитные реле переменного тока с короткозамкнутым витком: а – конструкция реле; б – векторная диаграмма.

Магнитный поток  $\Phi$  делится на два составляющих  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ . Поток  $\Phi_1$  (рис. 11, б) наводит в короткозамкнутом витке ток, магнитный поток  $\Phi_k$  которого суммируется с потоком  $\Phi_1$  и вычитается из потока  $\Phi_2$  (геометрически). В результате получаются потоки  $\Phi_1'$  и  $\Phi_2'$ , сдвинутые друг относительно друга на угол  $\varphi$ . Каждый из потоков создает тяговое усилие, а их результирующее усилие будет иметь тем меньше пульсаций, чем больше угол  $\varphi$ .

**Исполнительные механизмы**, непосредственно сочлененные с регулирующими органами, перемещают последние в соответствии с сигналом, поступающим от устройства, формирующего закон регулирования.

По виду потребляемой энергии они подразделяются на электрические, пневматические и гидравлические. В сельскохозяйственном производстве наиболее распространены электрические исполнительные механизмы, которые, в свою очередь, подразделяют на электромагнитные (соленоидные приводы) и электродвигательные.

Соленоидные приводы управляют различными регулирующими и запорными клапанами, вентилями и золотниками, работающими по дискретному принципу "открыто-закрыто". Их выбор сводится к расчету катушки электромагнита по напряжению и развиваемому тяговому усилию.

Электродвигательные исполнительные механизмы подразделяют на одно- и многооборотные. К однооборотным относятся механизмы типа МЭОБ, МЭОК, ДР-М, ДР-Ш, ИМ-2/120, ИМТМ-4/2,5, МЭО, МЭК-Б, МЭК-К и другие, а к многооборотным - механизмы вращательного действия типа МЭМ, двигатели постоянного тока типа МИ, СЛ, ДПМ, асинхронные двухфазные двигатели типа ДНД, АДТ, АДП и т. п. Если ход запорно-регулирующих органов прямолинейный, то применяют исполнительные механизмы типа МЭП.

Особенность однооборотных исполнительных механизмов заключается в том, что их выходной вал проворачивается с постоянной скоростью и на угол, не превышающий  $360^\circ$ . Так, например, для механизма типа МЭО-4/100 максимальный угол поворота выходного вала составляет  $90$  или  $240^\circ$ .

Требуемый угол поворота устанавливается при помощи конечных выключателей, которыми также комплектуют однооборотные исполнительные механизмы, оснащаемые, как правило, и датчиками положения выходного вала (токовые, реостатные или индуктивные), реализующие в САУ местную обратную связь.

Электродвигательные исполнительные механизмы выбирают в зависимости от значения момента, необходимого для вращения поворотных заслонок.

Датчиками систем автоматики принято называть измерительные устройства, выполняющие функции измерения регулируемых величин и, если необходимо, функции их преобразования в вид, наиболее удобный для передачи в цепь регулирующего устройства.

Физическая природа регулируемых величин очень разнообразна, поэтому различны и датчики. Однако в большинстве случаев на выходе датчика будет либо механическая величина (перемещение, сила), либо электрическая величина (напряжение, ток, электрическое сопротивление, емкость, индуктивность, сдвиг фаз и др.).

Наиболее легко измерению поддаются электрические величины, поэтому во многих случаях при измерении неэлектрических величин совместно с измерительным органом предусматривается специальное устройство — преобразователь, в котором неэлектрическая величина на его входе преобразуется в электрическую величину на его выходе. Сейчас почти любая величина независимо от ее физической природы может быть преобразована в электрическое напряжение или ток, поэтому при автоматизации производственных процессов наиболее широкое распространение получили электрические датчики — измерительные устройства с преобразованием неэлектрической величины в электрическую.

Образно говоря, датчики автоматических систем управления — это их «органы чувств». Необходимо заметить, что одна из самых трудных и ответственных проблем при автоматизации любого производства и особенно сельскохозяйственного — это разработка соответствующих датчиков, способных отображать и контролировать автоматизируемые процессы. Если нет датчика, который способен дать объективную информацию о протекании технологического процесса, то не может быть и речи о его автоматизации. А ведь очень часто требуется в одно и то же время измерять несколько регулируемых величин (например, в животноводческих помещениях — влажность, температуру и газовый состав среды), поэтому в таких случаях нужны различные датчики.

Хотя свойства, которыми должен обладать каждый датчик, чтобы соответствовать своему назначению в автоматической системе, весьма разнообразны, можно выделить основные требования, предъявляемые к ним: однозначность зависимости между входной и выходной величинами, когда конкретному значению входной величины соответствует строго определенное значение выходной; линейная (там, где это возможно) — самая простая и наглядная зависимость между выходной и входной величинами; высокая чувствительность к измеряемой величине; достаточная мощность выходного сигнала, обеспечивающая при возможности дальнейшее управление элементами системы без усилителей; стабильность характеристик во времени, то есть в течение определенного периода эксплуатации; отсутствие влияния нагрузки выходной цепи на измеряемую электрическую величину и на технологический процесс в целом; малая инерционность, то есть минимальная задержка в передаче сигнала через датчик; наименьшее влияние посторонних факторов на характеристики датчика; устойчивость к воздействиям окружающей среды; надежная и долговечная работа; невысокая стоимость; технологичность изготовления; удобство эксплуатации; достаточная степень унификации отдельных частей. Проведем их классификацию по наиболее отличительным признакам.

Классификация датчиков систем автоматики может быть различной. Наиболее распространенными классификационными признаками датчиков, измеряющих и преобразующих управляемые величины той или иной физической природы в одну из электрических величин, являются вид или тип выходной и измеряемой управляемой величин. В зависимости от выходной величины различают омические, емкостные, индуктивные и другие датчики, а в зависимости от входной — датчики уровня, расхода, давления, скорости, температуры, освещенности, влажности и т.п. Так как один и тот же датчик иногда может быть использован для измерения различных неэлектрических величин, то наиболее приемлемой

оказывается классификация по выходной величине, которая близко связана с принципом его действия.

Основными, характеризующими датчик параметрами служат чувствительность и инерционность.

Чувствительность  $S$  датчика (коэффициент усиления) представляет собой отношение изменения  $\Delta y$  его выходной величины к изменению  $\Delta x$  входной:

$$S = \Delta y / \Delta x.$$

Инерционность датчика отражает некоторое запаздывание в измерении значения регулируемого параметра, которое может быть обусловлено массой деталей, тепловыми свойствами, индуктивностью, емкостью и другими параметрами самого датчика. При исследовании динамических свойств системы автоматического регулирования инерционность датчика в принципе играет такую же роль, как инерционные свойства всякого другого элемента системы.

Датчики для измерения температуры различных тел или сред используют в своей работе разнообразные свойства веществ или материалов, изменяющиеся в зависимости от температуры. Это может быть изменение линейных размеров или объема, коэффициента температурного сопротивления, термоэлектродвижущей силы, электропроводности и т. п.

Широкое применение в системах автоматики находят контактные термометры, биметаллические датчики, термометры сопротивления, полупроводниковые термосопротивления, термопары.

### *Датчики уровня и давления*

**Датчики уровня** – это устройства, при помощи которых измеряют уровень какого-либо вещества относительно дна емкости или другой отметки, принятой за начало отсчета. Из большого количества всевозможных датчиков уровня рассмотрим получившие наибольшее распространение в автоматических системах управления объектами сельскохозяйственного производства.

В мембранных датчиках при достижении определенной деформации мембраны происходит срабатывание контактов и образуется управляющий сигнал.

Электродные датчики позволяют измерять уровни жидкостей и некоторых сыпучих тел по соответствующему изменению активной или емкостной проводимости межэлектродного пространства датчика. Электродные датчики просты, точны, недороги и делают возможным дистанционное измерение уровней в различных емкостях.

В поплавковых датчиках изменения уровня жидкости, воспринимаемые поплавком, передаются механической связью (трос, блоки, противовес) элементу, который обычно преобразует эти изменения в электрический сигнал при помощи потенциометрического или индуктивного преобразователя. К выходу датчика подключают измерительный прибор, регистрирующий отклонения уровня. Сигнал с выхода может быть подан в автоматическую систему регулирования. Такие датчики позволяют контролировать уровень в широких пределах. Их основным недостатком является наличие подвижных частей.

Среди датчиков для измерения уровней сыпучих материалов можно назвать, например, крыльчатки, которые свободно вращаются в воздухе и останавливаются, замыкая свои контакты, при соприкосновении с сыпучим материалом.

#### **Датчики давления.**

В датчике с манометрической тонкостенной упругой трубкой, изогнутой по дуге и имеющей овальное сечение, при изменении давления контролируемой среды меняется давление внутри трубки. В результате свободный конец трубки перемещается и через систему рычагов приводит в движение указательную стрелку относительно измерительной шкалы. Стрелка, кроме того, связана с контактной системой, включенной в электрическую цепь управления. Движение свободного конца трубки можно преобразовать в перемещение контакта потенциометрического датчика и т. п.

У сильфонных датчиков давления газов и жидкостей гофрированная трубка соединена через рейку с зубчатым колесом, которое, в свою очередь, связано с подвижной частью устройства, преобразующего перемещение рейки под действием изменяющего давления в электрический сигнал.

Магнитоупругие датчики используют свойство некоторых сплавов изменять свою магнитную проницаемость при сжатии или растяжении. Они обладают высоким быстродействием, невелики по размерам и широко применяются при измерении высоких давлений.

Пьезоэлектрические датчики применяются для измерения давлений и особенно там, где процесс изменения давлений происходит быстро, например изменение давления газов в двига-

телях внутреннего сгорания, давление звуковых колебаний и т. п. Широко применяются пьезо-электрические адаптеры (звукосниматели грамофонных пластинок), манометры, вибраторы (для измерения вибрации машин), акселерометры (измерители ускорений) и многие другие приборы. В своей работе эти приборы используют пьезоэффект, суть которого заключается в том, что при сжатии некоторых кристаллов на их поверхности появляются электрические заряды.

### *Реле времени*

**Программные реле времени**, управляющие работой автоматической системы по заданной программе, представляют собой определенным образом выполненные реле времени с несколькими независимыми выдержками.

Выдержки времени до 5 с можно получать посредством несложных схемных решений, которые позволяют замедлить нарастание или спадание токов в обмотках электромагнитных реле постоянного тока. Для этого, параллельно обмотке реле можно включить резистор, полупроводниковый диод, конденсатор или использовать короткозамкнутый виток. Шунтирование обмотки реле резистором или диодом позволяет после отключения питания поддерживать протекание тока по обмотке в прежнем направлении за счет э. д. с. самоиндукции, возникающей в обмотке.

Этот ток, замыкаясь через резистор или диод, медленно убывает некоторое время, удерживая якорь в притянутом состоянии. В схеме в через конденсатор протекает большой зарядный ток и напряжение почти полностью гасится на резисторе. После заряда емкости до определенного значения ток в обмотке реле возрастает настолько, что реле сработает. Выдержку времени во всех случаях можно менять подбором элементов. В короткозамкнутом витке, размещенном на сердечнике, при изменении магнитного потока наводится ток, который вызывает появление магнитного потока, препятствующего изменению магнитного потока обмотки реле, в результате чего увеличивается время срабатывания и отпускания реле.

В моторных реле времени выдержка создается часовым механизмом или синхронным электродвигателем.

## **2. Расчет и выбор элементов систем автоматики**

При выборе всех электротехнических изделий, аппаратов необходимо принимать во внимание степень защиты изделия от попадания во внутрь оболочки твердых посторонних предметов и воды согласно ГОСТ 14254-80. Для обозначения степени защиты применяют буквы IP и следующие за ним две цифры. Первая цифра после IP 0...6 означает степень защиты персонала от соприкосновения с токоведущими и движущимися частями, от попадания инородных тел. Вторая цифра - 0...8 - степень защиты от попадания воды.

Выбор промежуточного реле необходимо проводить по роду тока, напряжению катушки, по значению коммутирующего тока, по исполнению. При выборе реле постоянного тока необходимо также определить коэффициент запаса  $K_3$ , характеризующий надежность срабатывания реле

$$K_3 = I_p / I_{cp}, \quad (1)$$

где  $I_p$  - рабочий ток реле, А ;

$I_{cp}$  -ток срабатывания реле, А.

Рабочий ток реле определяется по выражению

$$I_p = U_n / R_{об}, \quad (2)$$

где  $U_n$  -напряжение питания реле, В ;

$R_{об}$  - сопротивление обмотки реле, Ом.

Коэффициент запаса должен находиться в пределах  $K_3 = 1,5...3$ .

Мощность, потребляемая обмоткой реле, определяется по формуле:

$$P_{об} = U_n^2 / R_{об}, \quad (3)$$

Мощность потребляемая обмоткой реле, должна быть не более 2Вт для длительного режима работы, и не более 7 Вт для импульсного режима. Если необходимо эксплуатировать реле в длительном режиме, то необходимо последовательно с обмоткой включить добавочный ре-

зистор, величина которого определяется по формуле

$$R_{доб} = (U_n^2 - R_{об} \cdot P_{доп}) / P_{доп}, \quad (4)$$

где  $R_{доп}$  - допустимая мощность обмотки, Вт.

Мощность резистора определим по формуле:

$$P = I_p^2 R_{доб}, \quad (5)$$

Выбор тиристоров для управления электродвигателями заключается в следующем :

- определяют расчетный ток тиристора

$$I_{p.т} = I_{ном} / K_0 \cdot K_t, \quad (6)$$

где  $I_{ном}$  - номинальный ток электродвигателя, А ;

$K_0$  - коэффициент, учитывающий условия охлаждения тиристора : без радиатора и обдува  $K_0 = 0,15$ , при наличии радиатора, но без обдува  $K_0 = 0,5$ , с радиатором и обдувом  $K_0 = 1,0$ ;

$K_t$  - коэффициент загрузки тиристора в зависимости от температуры окружающей среды (таблица 7);

- выбирают по току предварительно тиристор;
- определяют перегрузочную способность тиристора по формуле (7):

$$K_p = I_{пуск} / I_{н.ст.}, \quad (7)$$

где  $I_{пуск}$  - пусковой ток электродвигателя, А ;

$I_{н.ст.}$  - номинальный ток выбранного тиристора, А .

- определяют номинальное напряжение тиристора по формуле:

$$U_n = \sqrt{2} U_c, \quad (8)$$

- где  $U_c$  - напряжение сети, В.
- по каталогу выбирают тиристор и определяют его класс.

Таблица 7 – Значения коэффициента  $K_t$  в зависимости от температуры окружающей среды.

$T_{окр}, ^\circ C$	до 20	до 40	до 60	до 80	до 100
$K_t$	1,0	0,98	0,8	0,4	0,16

Длительный ток тиристоров зависит от условий охлаждения. При естественном воздушном охлаждении допустимый ток нагрузки тиристоров серии Т составляет всего 35 % значения номинального тока. Например, тиристор Т-100 при естественном охлаждении допускает длительную нагрузку 35 А . Тиристоры допускают кратковременную перегрузку по току. Так, тиристоры серии Т допускают 25 % перегрузки по току в течении 30 с , 50 % - в течении 5 с и 100% - в течении 1 с.

При расчете и выборе выпрямителей переменного тока, следует принимать во внимание, что основными параметрами полупроводниковых диодов являются допустимый ток  $I_{дол.}$ , на который рассчитан, и обратное напряжение  $U_{обр.}$ , которое выдерживает диод без пробоя в непроводящий период. Ток потребителя  $I_d$  (т. е. проходящий через диод) равен:

$$I_d = P_d / U_d, \quad (9)$$

где  $P_d$  - мощность потребителя, Вт;

$U_d$  - напряжение потребителя , В.

Для однополупериодного выпрямителя ток, проходящий через диод, равен току потребителя, т.е. необходимо соблюдение условия:

$$I_{доп.} > I_d, \quad (10)$$

Для двухполупериодной и мостовой схем выпрямления:

$$I_{доп.} > 0,5 I_d, \quad (11)$$

и для трехфазного выпрямителя:

$$I_{доп.} > 1/3 I_d, \quad (12)$$

Напряжение, действующее на диод в непроводящий период  $U_b$ , также зависит от схемы выпрямления, которая применяется в конкретном случае. Так для однополупериодного и двухполупериодного выпрямителей:

$$U_b = \pi U_d, \quad (13)$$

для мостового выпрямителя:

$$U_b = (\pi U_d / 2) = 1,57 U_d, \quad (14)$$



и для трехфазного выпрямителя:

$$U_b = 2,1 U_d, \quad (15)$$

При выборе диода должно соблюдаться условие

$$U_{обр} > U_b, \quad (16).$$

Рубильники выбирают по номинальному току и напряжению, по способу установки, по условиям окружающей среды. Предельный максимальный ток  $I_M$  для рубильников без дугогасительных камер составляет:

$$I_M < 0,3 I_N, \quad (17)$$

Пакетные барабанные, кулачковые, универсальные переключатели выбирают по каталогу в соответствии с необходимой схемой (диаграммой) переключения, по номинальному току и напряжению, с учетом места установки и условий окружающей среды.

Реле времени выбирают в соответствии с требуемым диапазоном выдержек времени, напряжением питания, током коммутации, числом коммутирующих контактов и программ.

При выборе кнопочных выключателей также необходимо принимать во внимание: напряжение и ток коммутации, число и вид контактов, тип толкателя и способ установки.

Конечные, путевые выключатели и переключатели выбирают из каталога по номинальному напряжению и току коммутации, по типу (контактные, бесконтактные), по типу нажимного устройства с учетом условий окружающей среды.

При выборе аппаратуры, контрольно-измерительных приборов, средств автоматизации необходимо учитывать параметры контролируемой и окружающей среды (температуру, давление, состав среды, влажность, запыленность, наличие вибраций, электрические свойства), а также условия контроля и измерения, размеры и характер контролируемого объекта, расстояние между точкой измерения и вторичным прибором, присутствие механических воздействий (удары, вибрация), наличие источников питания и др. Кроме того, должны быть выражены требования к средствам автоматики, предъявляемые технологическим процессом (по классу точности, чувствительности, инерционности), а также требования охраны труда, техники безопасности, противопожарные условия. Необходимо стремиться применять унифицированную аппаратуру: приборы одной информационной системы, одного завода-изготовителя и т.д., что облегчит обслуживание системы и позволит сократить число запасных приборов и средств автоматики.

При выборе приборов нужно руководствоваться следующими метрологическими показателями:

- для контроля и регулирования производственных процессов с высокой точностью применять приборы класса точности 0,2 (погрешность 0,2%) со стандартной шириной поля записи 250 мм;

- для измерения, регистрации и регулирования технологических процессов, допускающих применение приборов средней точности измерения и записи, использовать приборы точности 0,5 (погрешность 0,5%) со стандартной шириной поля записи 160 мм;

- для mnemonicеских схем, пультов контроля и сигнализации в системах автоматического регулирования технологических процессов, не требующих высокой точности, применять приборы класса точности 1,0 (погрешность 1,0%) с шириной поля записи 100 мм;

- шкалы показывающих и самопишущих приборов выбирать таким образом, чтобы характерные значения измеряемых величин укладывались во вторую половину или в последнюю треть шкалы: в некоторых случаях приходится устанавливать несколько приборов с разными шкалами для контроля одной и той же величины при разных режимах работы (например, температуры теплоносителя в сушилках при разных режимах сушки продуктов)

При выборе измерительных приборов, устройств необходимо учитывать инерционность прибора, которая должна быть значительно меньше инерционности объекта.

Исполнительные элементы так же, как и другие устройства автоматики, выбирают прежде всего по виду вспомогательной энергии. Кроме того, при их выборе учитывают условия эксплуатации, значение развиваемого усилия, частоту вращения, угол поворота, время поворота и другие показатели.

**План урока:**

- 1) Схемы расположения, соединения и подключения щитов управления.
- 2) Мнемосхемы.

**1 Схемы расположения, соединения и подключения щитов управления**

**Схемы соединений** - это схемы, на которых изображают соединения составных частей автоматизируемой установки или изделия, а также показывают провода, кабели, жгуты или трубопроводы. Схемы для приборов, устанавливаемых в щитах или пультах управления, разрабатывают на основании функциональных схем автоматизации, принципиальных электрических схем, схем питания, а также общих видов щитов и пультов.

Схемами соединений пользуются при выполнении монтажных и наладочных работ на объекте, а также в процессе эксплуатации.

Существуют общие правила выполнения схем соединения, заключающиеся в следующем:

- схемы соединений разрабатывают на один щит, пульт, станцию управления;
- все типы аппаратов, приборов и арматуры, предусмотренные принципиальной электрической схемой, должны быть полностью отражены на схеме соединений;
- позиционное обозначение приборов и средств автоматизации, а также маркировку участков цепей, принятые на принципиальной электрической схеме, необходимо сохранить в схеме соединений.

Применяют три способа составления схем соединений: графический, адресный и табличный. Для первых двух, кроме перечисленных правил, следует выполнять ещё несколько:

- приборы и аппараты на схемах соединений изображают упрощённо без соблюдения масштаба в виде прямоугольников, над которыми помещают окружность, разделённую горизонтальной чертой. Цифры над чертой указывают порядковый номер изделия (номера присваивают попанельно слева направо и сверху вниз), а под чертой - позиционное обозначение этого изделия;
- при необходимости показывают внутреннюю схему аппаратов; чаще таким образом на схемах соединений изображают реле;
- для нескольких реле, расположенных в одном ряду, внутреннюю схему показывают только один раз, если она у них одна и та же;
- выводные зажимы приборов условно изображают окружностями, внутри которых указывают их заводскую маркировку; если у выводных зажимов аппаратов заводской маркировки нет, их маркируют условно арабскими цифрами, что оговаривается в поясняющей надписи; следует подчеркнуть, что маркировка проводов и обозначение зажимов на схемах соединения независимы;
- платам, на которых размещены диоды, триоды, резисторы и т.п., присваивается только порядковый номер (проставляется в окружности над чертой); позиционное обозначение элементов помещают в непосредственной близости от их условного графического изображения;
- если приборы и средства автоматизации располагаются на нескольких элементах конструкции щита или пульта (крышке, задней панели, дверце), то необходимо выполнить развёртку этих конструкций в одну плоскость, соблюдая взаимное размещение приборов и средств автоматизации.

**ГРАФИЧЕСКИЙ СПОСОБ** заключается в том, что на чертеже условными линиями показывают все соединения между элементами аппаратов. Этот способ применяют только для щитов и пультов, относительно мало насыщенных аппаратурой. Схемы трубных проводок выполняют только графическим способом. Если на одном щите или пульте прокладывают трубы из разного материала (стальные, медные, пластмассовые), то и условные обозначения используют различные (сплошные линии, штриховые, штриховые с двумя точками и т. д.).

**АДРЕСНЫЙ СПОСОБ** ("встречный") состоит в том, что линии связи между отдель-

ными элементами аппаратов, установленных на щите или пульте не изображают. Вместо того у места присоединения провода на каждом аппарате или элементе проставляют цифровой или буквенно-цифровой адрес того аппарата или элемента с которым он должен быть электрически связан (позиционное обозначение в соответствии с принципиальной электрической схемой или порядковый номер изделия). Такое начертание схемы не загромождает чертеж линиями связи и четко читается. Адресный способ выполнения схем соединений - основной и наиболее распространенный.

**ТАБЛИЧНЫЙ СПОСОБ** применяют в двух вариантах. Для первого составляют таблицу, где указывают номера каждой электрической цепи. В свою очередь, для каждой цепи последовательно перечисляют условные буквенно-цифровые обозначения всех приборов, аппаратов или контактов, к которым эти цепи присоединены (табл.8)

Таблица 8 - Фрагмент таблицы соединений

Номер цепи	Соединения
7	$\frac{KM1}{6} - \frac{KM2}{4} - \frac{KT4}{3}$
8	$\frac{KM4}{2} - \frac{XT1}{293}$
9	$\frac{XT1}{328} - \frac{HL1}{1} - \frac{KT2}{12} - \frac{XT2}{307}$

Так, для цепи 7 запись означает, что зажим 6 прибора КМ1 соединяется с зажимом 4 прибора КМ2, который, в свою очередь, должен быть соединен с зажимом 3 устройства КТ4.

Второй вариант заполнения таблиц соединений отличается от первого тем, что в таблицу проводники вписываются по возрастанию номеров маркировки цепей принципиальных электрических схем (табл.9).

Направление прокладки проводов, как и для первого варианта, записывают в виде дроби. В примечании для более четкого распознавания проводников принято использовать дополнительные обозначения. Например, перемычка, выполняемая в аппарате, обозначается буквой "п".

Таблица 9 - Фрагмент таблицы соединений

Проводник	Откуда идет	Куда поступает	Данные провода	Примечание
1	$\frac{XT3}{1}$	$\frac{SA1}{1}$	ПВ1х0,75	
2	$\frac{SA1}{1}$	$\frac{SA1}{3}$	ПВ1х0,75	п
3	$\frac{SB1}{12}$	$\frac{SB1}{13}$	ПВ1х0,75	п
4	$\frac{SB1}{13}$	$\frac{XT3}{1}$	ПВ1х0,75	

#### Схемы подключения

Схемы подключений, показывающие внешнее подключение аппаратов, установок, щитов, пультов и т.д., выполняют на основании функциональных, принципиальных электрических схем автоматизации, принципиальных схем питания, спецификаций приборов и оборудования, а также чертежей производственных помещений с расположением технологического оборудования и трубопроводов.

Схемы подключений используют при монтаже проводок, при помощи которых установку, прибор, аппарат подключают к источникам питания щитам, пультам и т.п.

На практике применяют два варианта составления схем подключений: графический и табличный. Наиболее распространен графический.

При выполнении схем подключений при помощи условных графических обозначений показывают: отборные устройства и первичные преобразователи; щиты, пульты и местные пункты управления, контроля, сигнализации и измерения; внешние приборы и средства автоматизации; соединительные и протяжные коробки, свободные коробки концов термодатчиков; электропроводки и кабели, проложенные вне щитов; узлы присоединения электропроводок к приборам, аппаратам, коробкам; запорную аппаратуру и элементы для соединений и ответвлений; коммутационные зажимы, расположенные вне щитов; защитное заземление.

Щиты, пульты, отдельные приборы и аппараты условно изображают в виде прямоугольников или кружков, внутри которых помещают соответствующие надписи.

Связи одного назначения на схемах подключений показывают сплошной линией и лишь в местах присоединения к приборам, исполнительным механизмам и другим аппаратам провода разделяют, чтобы привести их маркировку.

На линиях связи, обозначающих провода или кабели, указывают номер проводки(подключения), марку, сечение и длину проводов и кабелей(если проводка выполнена в трубе, то необходимо также привести характеристику трубы).

Провода, жгуты и кабели изображают линиями толщиной 0,4...1 мм.

Схемы подключений выполняют без соблюдения масштаба в виде, удобном для пользователя.

Иногда схемы подключений представляют в виде таблиц, которые выполняют отдельно на каждую секцию (или панель) щита управления (табл.10).

*Таблица 10 - Таблица подключений. Секция ...*

Кабели, пров	Направление проводок									
Номер	Марка	откуда				номер жилы	куда			
		пози ция	тип прибора	сборка зажимов	номер зажима		номер зажима	сборка зажимов	позиция	тип прибора
4	КВРГ4х1,5	M2	4А.	ХТ1	1 2 3	138 140 142	1 2 3	ХТ2	А2	СК-32

*Примечание: Позицией A2 обозначена соединительная коробка тип СК-32.*

## **2. Мнемосхемы**

Мнемосхема является графическим изображением технологического процесса (технологической линии). Она позволяет оператору быстро оценивать ход процесса. На мнемосхеме отражаются все основные контуры управления. Однако степень детализации не должна быть чрезмерной. На мнемосхеме не показывают второстепенные элементы технологического процесса, отвлекающие внимание оператора и усложняющие оценку состояния и хода процесса.

Мнемосхема должна удовлетворять не только техническим, но и эстетическим требованиям. Проектирование и выполнение мнемосхем - одна из задач художественного конструирования, нуждающаяся в учете специфических требований эстетики, эргономики и инженерной психологии. В связи с этим желательно, чтобы в разработке мнемосхем участвовали специалисты по художественному конструированию.

Отдельные технологические машины, аппараты, трубопроводы, линии связи и другие устройства на мнемосхемах изображают символами. Контуры символов, как правило, должны быть подобными контурам соответствующих машин и аппаратов. Соблюдать масштабные соотношения между размерами технологического оборудования и их символов необязательно и даже нецелесообразно. Символами больших размеров необходимо изображать прежде всего более ответственное оборудование.

Символы технологического оборудования, относящегося к одному и тому же производственному участку (поточной технологической линии), изображают на поле мнемосхемы вблизи общей группой. В пределах таких групп символы размещают приблизительно равномерно, а группу от группы несколько отделяют.

Плотность расположения символов должна быть такой, чтобы можно было в дальнейшем вносить в мнемосхему небольшие изменения при совершенствовании технологии.

Направление основного технологического процесса на мнемосхеме принимается, как правило, слева направо, в соответствии с общепринятым направлением письма и чтения.

Символы технологических машин и установок следует размещать на поле мнемосхемы таким образом, чтобы исключить или свести к минимуму число пересечений линий. Линии технологических потоков между символами аппаратов надо проводить по кратчайшему пути и, по возможности, без пересечений.

На линиях технологических потоков, как правило, около машин и аппаратов, показывают стрелки - направление потока. На линиях, которые не оканчиваются символами, в конце изображают стрелки и помещают необходимые поясняющие надписи.

При выборе размеров символов руководствуются возможностью размещения схемы на отведенной площади, изображения в символе органов контроля, сигнализации и управления и условием чтения схемы оператором на расстоянии.

Символы и линии технологических потоков на мнемосхемах бывают накладными и рисованными. Накладные символы изготавливают, как правило, из листового дюралюминия толщиной 1...2 мм. Иногда символы и линии выполняют из пластмасс и других материалов.

Ширину полос линий технологических потоков, импульсных и командных линий приборов и регуляторов обычно принимают равными 4, 6, 8, 10 или 12 мм. Причем линии технологических потоков должны быть в 2 и больше раза шире импульсных и командных линий. Линии мнемосхем шириной 4 мм наносят краской.

Окрашивают символы в цвета, совпадающие с фактической окраской технологического оборудования.

Задание на выполнение чертежа мнемосхемы - часть задания на чертеж общего вида щита (пульты) управления и представляет собой выполненный на миллиметровой бумаге эскиз мнемосхемы в масштабе требуемого чертежа. Как правило, применяют масштаб 1:2.

Задание (эскиз мнемосхемы) должно содержать следующие сведения.

1. Габаритные размеры мнемосхемы и место размещения ее на щите или пульте. Мнемосхемы устанавливают в удобных для оператора зонах щита (пульты) управления. При наличии органов управления (ключей, кнопок) размещение мнемосхемы определяется удобством пользования ими. Органы управления, встроенные в мнемосхему, желательно устанавливать не ниже 800 и не выше 1600 мм от уровня пола помещения управления.
2. Координаты размещения основных символов мнемосхемы, изображенных в выбранном масштабе. При изготовлении чертежа мнемосхемы конструктор может несколько изменить координаты положения отдельных символов технологического оборудования.
3. Цвета всех символов, линий технологических потоков, измерительных и командных линий приборов и регуляторов. При этом указывают типы, цвета и число встраиваемых в символы сигнальных ламп, кнопок и других изделий.
4. Необходимые указания относительно размещения поясняющих надписей, стрелок «направлений потоков» и, если нужно, буквенные обозначения контролируемых и сигнализируемых параметров.

## *Урок №9*

### *Раздел 2. Автоматизация технологических процессов в животноводстве и птицеводстве*

#### *Тема 2.1. Автоматизация удаления навоза и помета*

#### **План урока:**

- 1) Установки, применяемые для уборки навоза.
- 2) Автоматизация скребковых навозоуборочных транспортеров.
- 3) Автоматизация поточных линий уборки навоза.

## **1. Установки, применяемые для уборки навоза**

Уборка и удаление навоза наиболее трудоемкие операции на животноводческих фермах, остро нуждающиеся в применении средств, механизации и автоматизации. В настоящее время на животноводческих фермах и комплексах наиболее распространены скребковые транспортеры кругового движения типа ТСН-3,0Б, ТСН-160 и возвратно-поступательного движения — УС-10, УС-15, ТС-1 и др. Транспортеры кругового движения ТСН-3,0Б и ТСН-160 состоят из горизонтальных и наклонных транспортеров. Горизонтальные транспортеры при помощи скребков, прикрепленных к цепи, перемещают навоз по специальным каналам из помещения к наклонным транспортерам, которые подают его в транспортные средства. Сначала включается наклонный транспортер, а затем горизонтальный. Отключают их в обратной последовательности, что обеспечивает полную разгрузку линии от навоза и возможность последующих включений электроприводов без нагрузки..

Транспортеры рассчитаны на обслуживание 100...120 голов крупного рогатого скота или 500...800 голов свиней. Мощность электродвигателей для горизонтальных транспортеров ТСН-3,0Б и ТСН-160А составляет 4 кВт, а для наклонных 1,5 - 2,2 кВт.

В процессе уборки навоза транспортером кругового движения нагрузка электродвигателя меняется. Его пуск осуществляется при максимальной нагрузке. По мере движения цепи со скребками и сбрасывания навоза в приемную часть наклонного транспортера количество перемещаемого навоза уменьшается, и в конце цикла уборки, когда цепь транспортера совершит полный оборот, нагрузка уменьшится до ее значения при холостом ходе. Продолжительность работы горизонтального транспортера за одну уборку составит:

$$t = \frac{1,05l}{v} = \frac{1,05 \cdot 170}{0,19} = 900 \text{ с} = 15 \text{ мин}, \quad (18)$$

где  $l$  – длина горизонтального транспортера ( $l = 170$  м);

$v$  – скорость движения цепи со скребками ( $v = 0,19$  м/с);

1,05 – коэффициент, учитывающий продолжительность пуска, и обеспечивающий некоторый запас по времени;

Продолжительность работы наклонного транспортера, необходимая для его освобождения от навоза после отключения горизонтального транспортера, можно принять равной 1,5 мин.

## **2. Автоматизация скребковых навозоуборочных транспортеров**

Электротехническая промышленность выпускает комплектные устройства управления типа ЯАА, предназначенные для защиты и автоматического управления электроприводами навозоуборочных транспортеров:

- ЯАА5403 для УС-10, ТС-1;
- ЯАА5404 для УС-15;
- ЯАА5910 для ТСН-3,0Б, ТСН-160.

Комплектное устройство управления типа ЯАА5910, представленное на электрической принципиальной схеме (рисунок 12), предназначено для дистанционного управления и защиты электродвигателей скребковых навозоуборочных транспортеров кругового действия ТСН-160 и ТСН-3,0Б.

Режим работы схемы задается с помощью универсальный переключатель SA: «Лето» (исходное положение) или «Зима». В режиме «Лето» управление электродвигателями транспортера осуществляется с помощью кнопочных постов SB1...SB4. При нажатии кнопки SB2 подается питание на катушку магнитного пускателя KM1, который включает двигатель наклонного транспортера, и контактом KM1.2 подготавливает цепь пускателя KM2, управляющего горизонтальным уборочным транспортером, к включению на длительную работу и подает питание на устройство встроенной температурной защиты УВТЗ-1М (блок А).



- ❖ механизмы, предназначенные для загрузки навоза в мобильные транспортные средства или перекачки в навозохранилища.

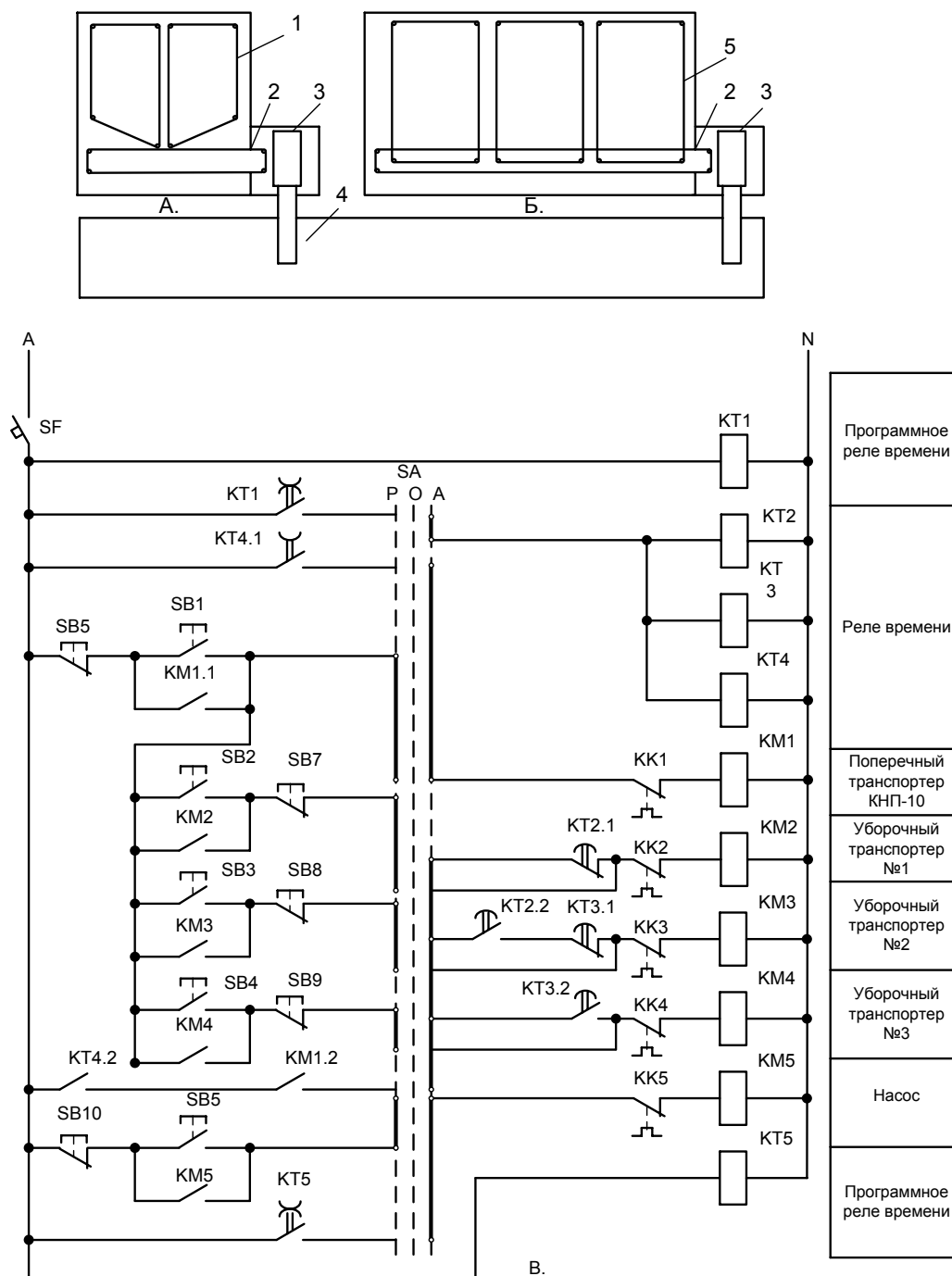


Рисунок 13 - Схема управления электроприводами поточной линии уборки навоза: а - при привязном содержании; б - при боксовом содержании; в - принципиальная электрическая схема автоматизированного управления поточной линией уборки навоза; 1 скребковый транспортер ТСН-160А; 2 - навозоуборочный конвейер КНП-10; 3 - поршневой насос УТН-10; 4 - навозохранилище; 5 - скреперная установка УС-15.

Такие линии при привязном содержании скота включают горизонтальные скребковые транспортеры установок ТСН-160А или ТСН-3,0Б, КНП-10 и УТН-10 (рис.13 а) при боксовом содержании – УС-15, КНП-10 и УТН-10 (рис.13 б).

На рисунке 13 в приведена схема управления поточной линией уборки навоза с помощью трех уборочных транспортеров, одного сборного и насоса для перекачки навоза из навозосборника в навозохранилище.

Схема управления поточной линией уборки навоза может работать в двух режимах: ручном и автоматическом. Режим работы задается с помощью переключателя SA.

В автоматическом режиме (универсальный переключатель SA установлен в положение «А» - автоматический) в заданное время очередной уборки программное суточное реле време-



ни КТ1 замыкает свои контакты и включает реле времени КТ2, КТ3 и КТ4. Затем реле времени КТ4 своими контактами включает магнитный пускатель КМ1 поперечного транспортера и КМ2 первого уборочного транспортера. Через время, достаточное для уборки навоза первым уборочным транспортером, срабатывает реле времени КТ2, которое своими контактами отключает магнитный пускатель КМ2 первого уборочного транспортера и включает магнитный пускатель КМ3 второго уборочного транспортера. После окончания уборки навоза вторым уборочным транспортером реле времени КТ2 с выдержкой времени  $t_2 = 2 t_1$  отключает второй уборочный транспортер и включает третий. Через время  $t_3 = 3 t_1$  программное реле времени КТ1 размыкает свои контакты и отключает все три реле времени и навозоуборочные транспортеры.

Через время, достаточное для освобождения от навоза поперечного транспортера, перемещающего навоз от навозоуборочных транспортеров в навозохранилище, он отключается с помощью реле времени КТ4.

Поршневой насос для перекачки навоза из навозосборника в навозохранилище включается и отключается с помощью программного реле времени КТ5.

Для работы в ручном режиме переключатель SA переводят в положение «Р» - ручной. Отдельными электроприводами поточной линии управляют с помощью кнопочных постов SB1 – SB10, при чем включить электроприводы уборочных транспортеров №1-№3 (магнитные пускатели КМ2-КМ4) можно только при работающем поперечном транспортере (КМ1), что определяется контактом технологической блокировки КМ1.1.

Защита отдельных электроприводов от перегрузки и заклинивания осуществляется с помощью электротепловых реле КК1 – КК5.

### *Урок №10*

#### ***План урока:***

##### ***1) Установки для уборки помета. Автоматизация процесса уборки помета.***

В соответствии с технологической схемой уборки помета в птичнике две скреперные установка-пинки, расположенные под клеточными батареями в каналах, с помощью скреперов Ск.1.1, Ск.1.2 и Ск.2.1, Ск.2.2 убирают и подают помет на поперечный горизонтальный транспортер, размещенный в торце помещения. Отсюда помет поступает на наклонный транспортер, который направляет его в транспортные средства или в пометосборник.

Режим работы схемы управления задают при помощи переключателя SA1: «Ручной» (исходное положение) или «Автоматический» (SA – замкнут) (рисунок 14). В автоматическом режиме с помощью переключателей SA2 и SA3 вводят в работу одну из скреперных установок или же обе поочередно:

1 режим – SA2 - положение 1, SA3 – разомкнут – работает только первая скреперная установка;

2 режим - SA2 - положение 2, SA3 – замкнут - работает только вторая скреперная установка;

3 режим (основной) - SA2 - положение 1, SA3 – замкнут - поочередная работа первой, а затем второй скреперной установки.

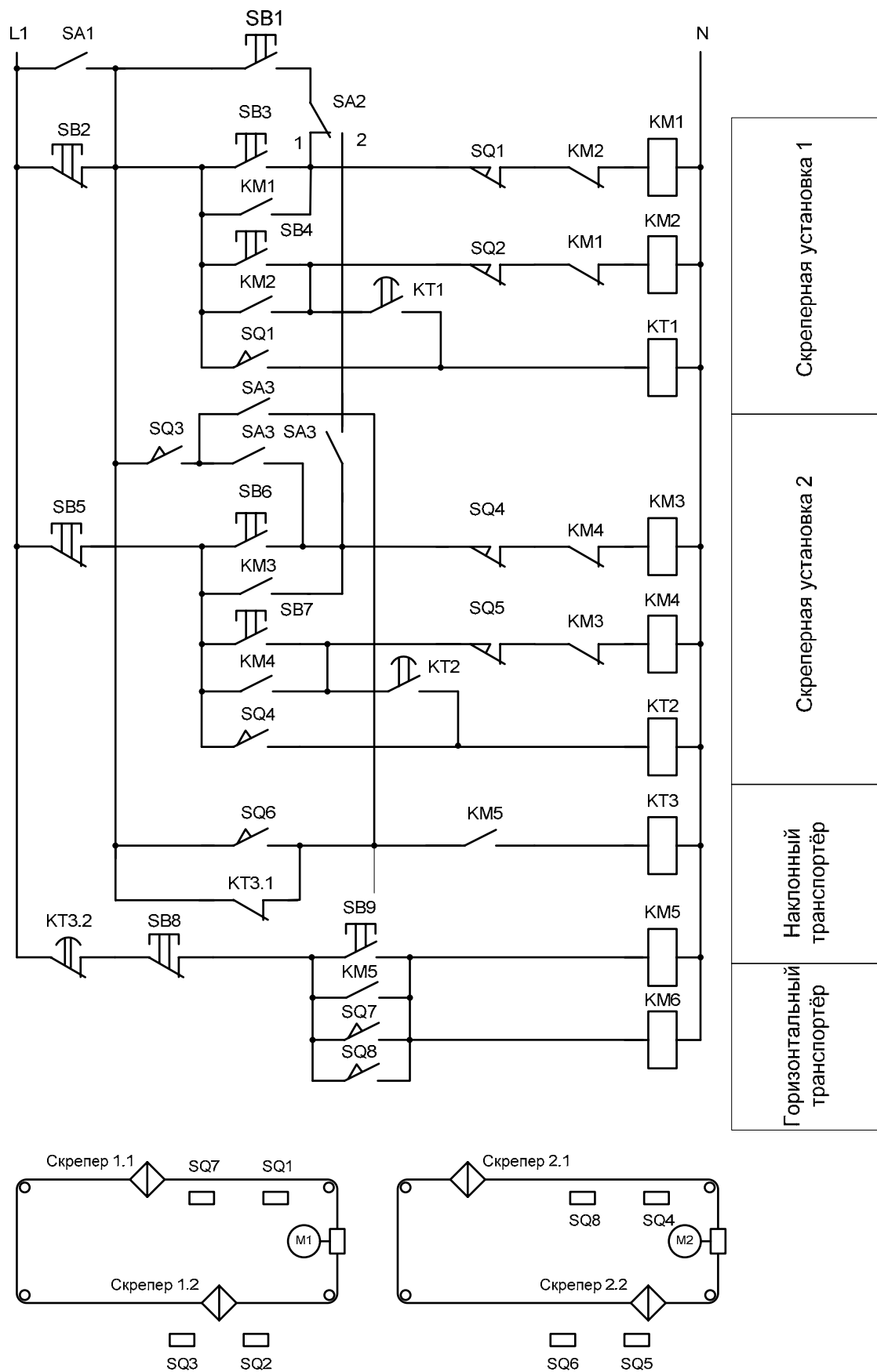


Рисунок 14 – Электрическая схема автоматизации уборки помета и схема исходного расположения скреперов и конечных выключателей.

Рассмотрим работу схемы управления в автоматическом режиме при последовательной работе первой, а затем второй скреперной установки. Для этого переключатель SA1 переводят в

положение «Автоматический» (замкнут), SA2 устанавливают в положение «1», а выключатель SA3 в положение «замкнут». Схему в работу включает оператор нажатием кнопки SB1. Напряжение питания при этом подается на катушку магнитного пускателя KM1, который включает в работу электропривод первой скреперной установки, причем скрепер Ск.1.1 начнет рабочий ход, а скрепер Ск.1.2 — холостой. Дойдя до конечного выключателя SQ7, скрепер 1.1 замкнет его контакт, в результате чего магнитные пускатели КМ5 и КМ6 включают электроприводы наклонного и горизонтального поперечного транспортеров. Затем в конце пути срабатывает конечный выключатель SQ1, который лишает питания магнитный пускатель КМ1 и вводит в цепь тока реле времени КТ1. Через 5...8 с это реле замкнет цепь пускателя КМ2, включающего электропривод первой скреперной установки на реверс; скреперная установка отрабатывает обратный ход. При этом скрепер Ск.1.1 возвращается обратно, совершая холостой ход, а скрепер Ск.1.2 — движется вперед, совершая рабочий ход и убирая помет на втором ряду клеточных батарей. По мере перемещения вперед скрепер Ск.1.2 воздействует на конечный выключатель SQ3, контакты которого замыкаются и включают в работу вторую скреперную установку. Первая установка отключается по команде от конечного выключателя SQ2, установленного в конце линии. Уборка первого и второго ряда клеточных батарей закончена.

Вторая скреперная установка отрабатывает программу аналогично первой, последовательно убирая третий и четвертый ряд клеточных батарей. В конце ее работы по сигналу конечного выключателя SQ6 включается реле времени КТ3, которое разомкнет с выдержкой времени, необходимой для удаления помета с горизонтального и наклонного транспортеров, свой контакт в цепи пускателей КМ5 и КМ6. Транспортеры останавливаются. Схема готова к следующему циклу.

Конечные выключатели SQ3, SQ6 и SQ7 снабжены специальными устройствами, благодаря которым положение их контактов меняется только при рабочем ходе скреперов,

При ручном управлении переключатель SA1 переводят в положение «Ручной» (исходное положение). Отдельными электроприводами управляют с помощью кнопочных постов SB2...SB9.

### *Урок № 11*

#### *Тема 2.2 Автоматизация кормораздаточных установок*

#### **План урока:**

- 1) Автоматизация кормораздаточных поточных линий для к.р.с.
- 2) Автоматизация кормораздатчиков для свиноферм.

#### **1. Автоматизация кормораздаточных поточных линий для к.р.с.**

Для раздачи различных видов кормов на животноводческих фермах и комплексах широко используются выпускаемые промышленностью электрифицированные стационарные и мобильные кормораздаточные транспортеры и кормораздатчики. Стационарные раздаточные средства не нуждаются в широких кормовых проходах и позволяют легко автоматизировать процесс раздачи кормов.

На фермах КРС из стационарных кормораздатчиков наибольшее применение нашли ленточные транспортерные кормораздатчики ТВК-80Б, ТРЛ-100, КЛК-75, КЛО-75, на свинофермах — тросошайбовые транспортеры КШ-0,5, пневматические установки ПУС-1,0 и др.

Кормораздатчик типа ТВК-80Б представляет собой движущуюся челночно ленту 3 (рисунок 15) в кормушках 4, приводимую в действие реверсивным электроприводом. При движении вперед лента уносит к месту стойла животных определенное, загружаемое питателем 1 количество корма. В качестве питателя может быть использован кормораздатчик КТУ-10А, который имеет накопительную емкость 2. С возвратом ленты (реверс) кормушки самоочищаются от остатков корма, который удаляется из помещения транспортером 5.

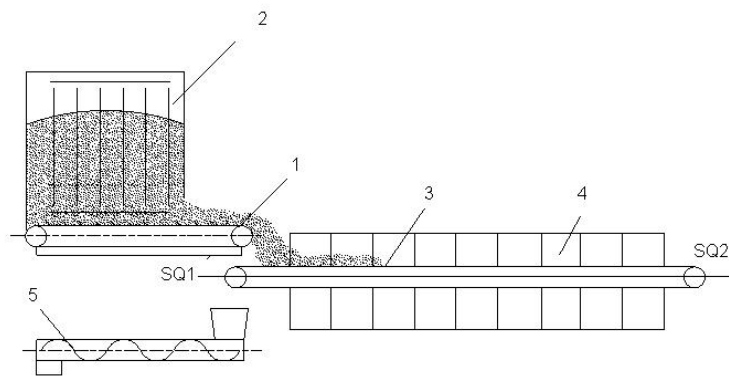


Рисунок 15 –Технологическая схема транспортера-раздатчика ТВК-80Б.

Таким образом, ТВК-80Б способен транспортировать корма к месту потребления и убирать отходы, то есть выполнять наиболее трудоемкие технологические операции. Но нормированное кормление на ТВК-80Б осуществить невозможно, поскольку корм при движении ленты самопроизвольно разравнивается. Кроме того, при движении ленты животные выборочно поедают корм.

Технологическая линия раздачи корма в коровниках со стационарным кормораздатчиком ТВК-80Б и мобильным тракторным кормораздатчиком КТУ-10А, установленным на стационар и выполняющего роль бункера-питателя, может функционировать в ручном и автоматическом режиме. Режим работы схемы автоматизации транспортера-кормораздатчика ТВК-80Б задается универсальным переключателем SA (рисунок 16).

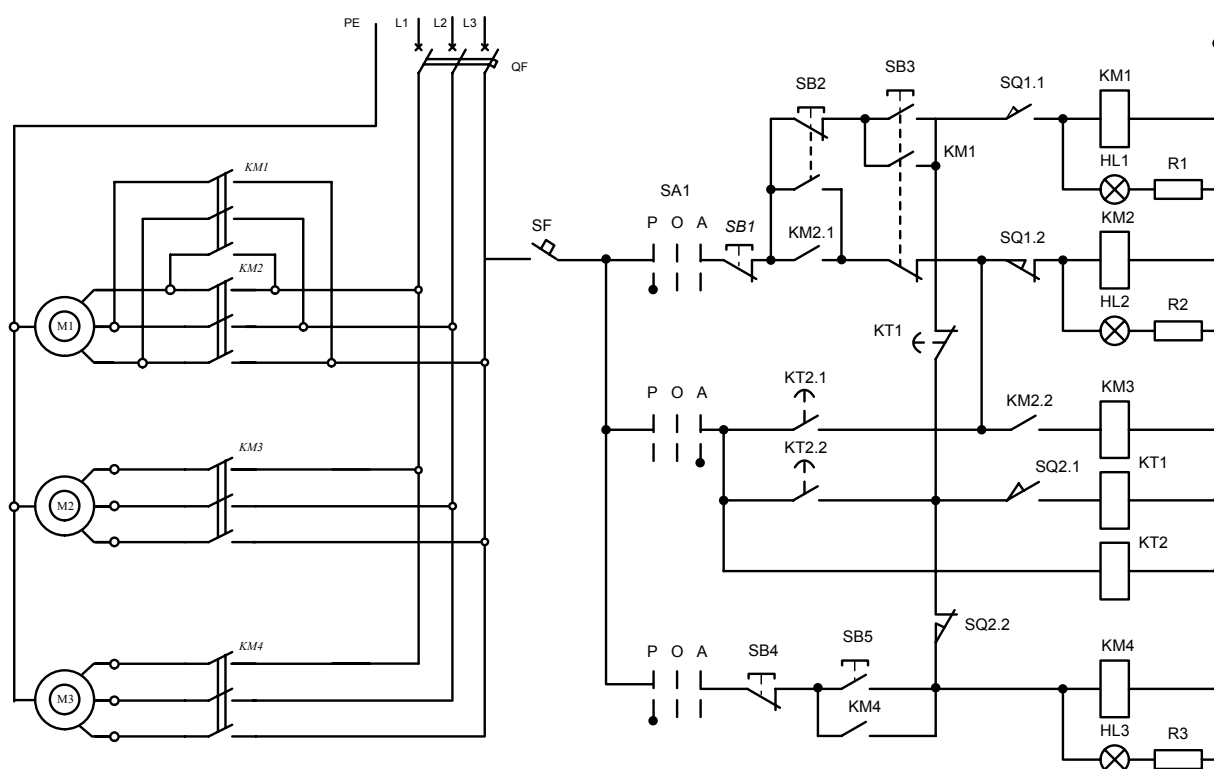


Рисунок 16 –Электрическая схема транспортера-раздатчика ТВК-80Б.

Для работы в автоматическом режиме переключатель SA переводят в положение «А» - автоматический, при этом, в работу вводится программное реле времени KT2 типа 2РВМ или

аналогичное, которое предназначено для управления поточной линией кормораздачи по суточной программе согласно расчетной диаграмме кормления.

В заданное время, перед очередным кормлением, срабатывает контакт I-й программы реле времени КТ2.1, подавая напряжение питания на катушки магнитных пускателей КМ2 и КМ3. В работу включаются электроприводы транспортера-кормораздатчика и транспортера отходов. Лента кормораздатчика возвращается в исходное положение, самоочищаясь от остатков несъеденного корма, которые транспортером отходов удаляются за пределы помещения.. В конечном переднем положении ленты кормораздатчика концевой выключатель SQ1.2 останавливает ее движение и отключает транспортер отходов через контакт КМ2.2. Контактom SQ1.1 подготавливается к включению магнитный пускатель КМ1 – движение ленты кормораздатчика «Вперед» на раздачу корма.

По команде программного реле, в заданное время очередного кормления контактом II-й программы КТ2.2 в работу вводятся магнитные пускатели КМ1 и КМ4, включающие электроприводы кормораздатчика на раздачу корма и транспортера питателя, подающего на ленту кормораздатчика корм. Начинается процесс кормораздачи.

В конце линии кормораздачи упор, установленный на ленте транспортера ТВК-80Б, воздействует на концевой выключатель SQ2. Через SQ2.2 теряет питание магнитный пускатель КМ4, отключая электропривод транспортера-питателя, а через SQ2.1 получает питание реле времени КТ1. Корм на линию раздачи не поступает, а с выдержкой времени, достаточной для переноса корма транспортером-раздатчиком от места загрузки до кормушек, через замыкающий контакт КТ1 теряет питание и магнитный пускатель КМ1, останавливая электропривод кормораздатчика. Начинается кормление животных. Далее процесс повторяется.

Для работы в ручном режиме переключатель SA переводят в положение «Р» - ручной. Отдельными электроприводами управляют при помощи кнопочных постов SB1-SB3 и SB4-SB5, при этом при включении электропривода ленты кормораздатчика «движение назад» (КМ2), через контакт технологической блокировки КМ2.2 автоматически включается и магнитный пускатель КМ3 - электропривода транспортера отходов. О работе отдельных электроприводов сигнализируют сигнальные лампы :

- HL1- движение ленты кормораздатчика «вперед»;
- HL2 - движение ленты кормораздатчика «назад»;
- HL3 – электропривод транспортера-питателя включен.

## ***2. Автоматизация кормораздатчиков для свиноферм***

Для работы в ручном режиме переключатель SA переводят в положение «Р» - ручной. Отдельными электроприводами управляют при помощи кнопочных постов SB1-SB3 и SB4-SB5, при этом при включении электропривода ленты кормораздатчика «движение назад» (КМ2), через контакт технологической блокировки КМ2.2 автоматически включается и магнитный пускатель КМ3

На небольших свиноводческих фермах распространены мобильные электрифицированные кормораздатчики-смесители КС-1,5, КЭС-1,7, КСП-0,8, РС-5А. Они предназначены для перемешивания и раздачи кормовых смесей влажностью 60...80 %. Загружают кормораздатчики при помощи транспортеров кормами, поступающими из кормоцеха в приготовленном виде, или компонентами смеси. Из бункера раздатчика корм подается в кормушки раздаточными шнеками, снабженными дозирующими устройствами в виде шиберных заслонок, что обеспечивает широкий диапазон дозирования корма, подаваемого в кормушки. Передвигается раздатчик в кормовом проходе по рельсам. Вдоль кормового прохода под потолком укреплен желоб для размещения питающего кабеля.

Основные технические характеристики кормораздатчиков приведены в таблице 11.

Таблица 11 -Технические характеристики некоторых типов мобильных кормораздатчиков.

Показатели	Ед. изм.	Кормораздатчики			
		КС-1,5	КЭС-1,7	РС-5А	КСП-0,8
Производительность	т/ч	30...70	31...62	60	50
Вместимость бункера	м <sup>3</sup>	2,0	1,7	0,8	0,8
Число обслуживаемых животных	голов	600-1200	600-1200	600-1200	60-600
Мощность и число эл.двигателей	кВт/шт	7,15/4	5,15/3	3,0/1	4,5/4
Скорость при раздаче	м/с	0,36	0,5	0,47	0,25

При включенных автомате QF и защитно-отключающем устройстве ЗОУ загорается лампа HL (рисунок 17), сигнализирующая о наличии напряжения в цепи управления. Затем включается пакетно-кулачковый выключатель QS, подающий напряжение на силовую часть схемы. При нажатии кнопки SB2 замыкается цепь магнитного пускателя KM1 и запускается электродвигатель смесителя M1. Затем кнопкой SB4.1 подают напряжение на катушку реверсивного магнитного пускателя KM2.1 и промежуточного реле KV1, которое своими замыкающими контактами блокирует пусковую кнопку SB4.1. Запускается электродвигатель ходовой части (тележки) кормораздатчика M2 для движения кормораздатчика вдоль кормушек вперед. Кнопкой SB6 включают электродвигатель первого шнека M3 или кнопкой SB8 - электродвигатель второго шнека M4 в зависимости от того, на какую сторону раздается корм. При двухсторонней раздаче корма включают оба шнека.

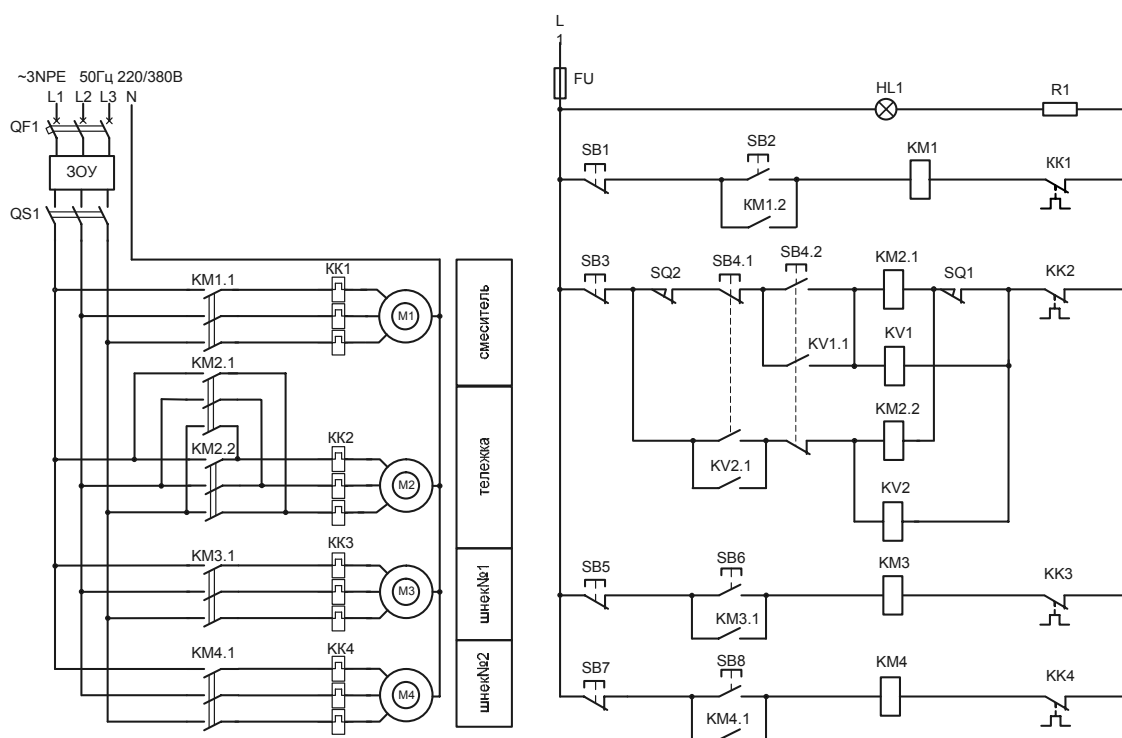


Рисунок 17 – Электрическая принципиальная схема управления мобильным кормораздатчиком-смесителем КС-1,5.

При нажатии педали тормоза размыкаются контакты конечного выключателя SQ1, отключается тяговый электродвигатель M2, и под действием тормоза и сил сопротивления движению кормораздатчик почти мгновенно останавливается.

При отпуске педали тормоза контакты SQ1 снова замыкаются и происходит мгновенное включение тягового электродвигателя M2 без дополнительного нажатия кнопки SB4.1 или SB4.2, и движение происходит в ту сторону, в которую двигался кормораздатчик до нажатия педали тормоза. В данном случае кормораздатчик двигался вперед, промежуточное реле KV1 находится под напряжением и его контакты будут замкнуты, блокируя кнопку пуска

SB4.1.

Если на пути движения вперед встретится препятствие, то под действием его находящееся спереди раздатчика стержневое устройство действует на конечный выключатель SQ2, размыкая его контакты и автоматически останавливая кормораздатчик.

После опорожнения бункера, или в конце линии кормораздачи кнопкой SB3 останавливают тяговый электродвигатель M2, приводы выгрузных шнеков отключают кнопками SB5 и SB7, а затем тяговый двигатель M2 переключают на обратный ход кнопкой SB4.2.

В качестве защитно-отключающего устройства ЗОУ предусмотрено ЗОУП-25, которое предназначено для защиты людей и животных от поражения электрическим током, защиты изоляции электрооборудования от недопустимых токов утечки на землю.

При периодическом обслуживании через каждые 30 дней мегомметром замеряют сопротивление изоляции электродвигателей, значение которого должно быть не ниже 0,5 Мом. В случае необходимости электродвигатели сушат, проверяют сопротивление контура повторного заземления, которое должно быть не более 4 Ом.

Через каждые 6 месяцев электродвигатели отправляют в мастерскую для проведения профилактического осмотра.

Автоматизированный кормораздатчик КЭС-1,7 предназначен для раздачи кормовых смесей влажностью 60...70% на свинофермах, где предусмотрены примыкающие друг к другу два ряда кормушек, расположенных вдоль производственного помещения.

Кормораздатчик (рисунок 18) представляет собой самоходную двухосную тележку, передвигающуюся над двумя рядами кормушек по рельсам из уголков, расположенным на эстакаде.

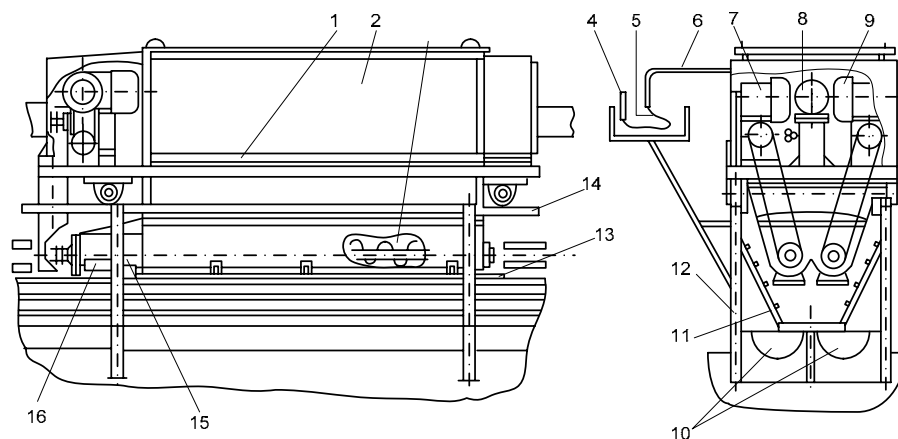


Рисунок 18 - Технологическая схема кормораздатчика КЭС-1,7: 1 - тележка; 2 - бункер; 3 - шнек; 4 - кабельный лоток; 5 - кабель; 6 - поволок; 7 и 9 - электродвигатели механизмов раздачи кормов; 8 - электродвигатель механизма передвижения; 10 - кормушки; 11 - ограждение; 12 - сгонка эстакады; 13 - тяга; 14 - уголок; 15 - заслонка; 16 - выгрузное окно.

На тележке установлен бункер 2, внутри которого вдоль расположены два шнека 3, подающие корма к выгрузным окнам 16, каждое из которых располагается над соответствующим рядом кормушек. Каждое окно закрывается заслонкой.

На раме тележки установлены три электропривода: один 8 с двигателем 4A71A2CXJ1 мощностью 0,75 кВт служит для передвижения кормораздатчика, два другие (4A90L4CXJ1 мощностью по 2,2 кВт) предназначены для шнеков. Норму выдачи корма регулируют изменением частоты вращения выгрузных шнеков путем перестановки цепи на блоке звездочек и ремней на двухступенчатых шкивах привода (33,5; 41,3; 50,3; 59,6; 73,5; 89,4 об/мин).

Питание к электродвигателям от автомата через защитно-отключающее устройство ЗОУП-25 кабелем длиной 80 м, находящимся в лотке, подается на автоматы электродвигателей (рисунок 19).

Перед началом работы включают все автоматические выключатели и защитно-отключающее устройство, а переключатель в силовой цепи тягового электродвигателя переводят в положение, соответствующее направлению движения.

В случае автоматического управления кормораздатчиком переключатели SA1 и SA2 ста-

входят в положение автоматической работы "А". Затем нажимают кнопку SB2, включаются магнитный пускатель KM1 и тяговый электродвигатель M1. Одновременно промежуточное реле KV1, получая питание, замыкает свои контакты в цепях управления магнитных пускателей KM3 и KM4 электродвигателей M2 и M3.

При подходе кормораздатчика к месту начала раздачи корма в кормушки происходит действие соответствующих упоров на путевые выключатели SQ3 и SQ5, которые магнитными пускателями KM3 и KM4 включают в работу электродвигатели шнеков M2 и M3. Начинается раздача корма с движущегося кормораздатчика. По окончании фронта кормления происходит действие других упоров на конечные выключатели SQ4, SQ6, которые отключают шнеки кормораздачи. При движении кормораздатчика дальше в конце хода конечный упор действует на конечный выключатель SQ1, который своими контактами переключает электродвигатель M1 на обратный ход.

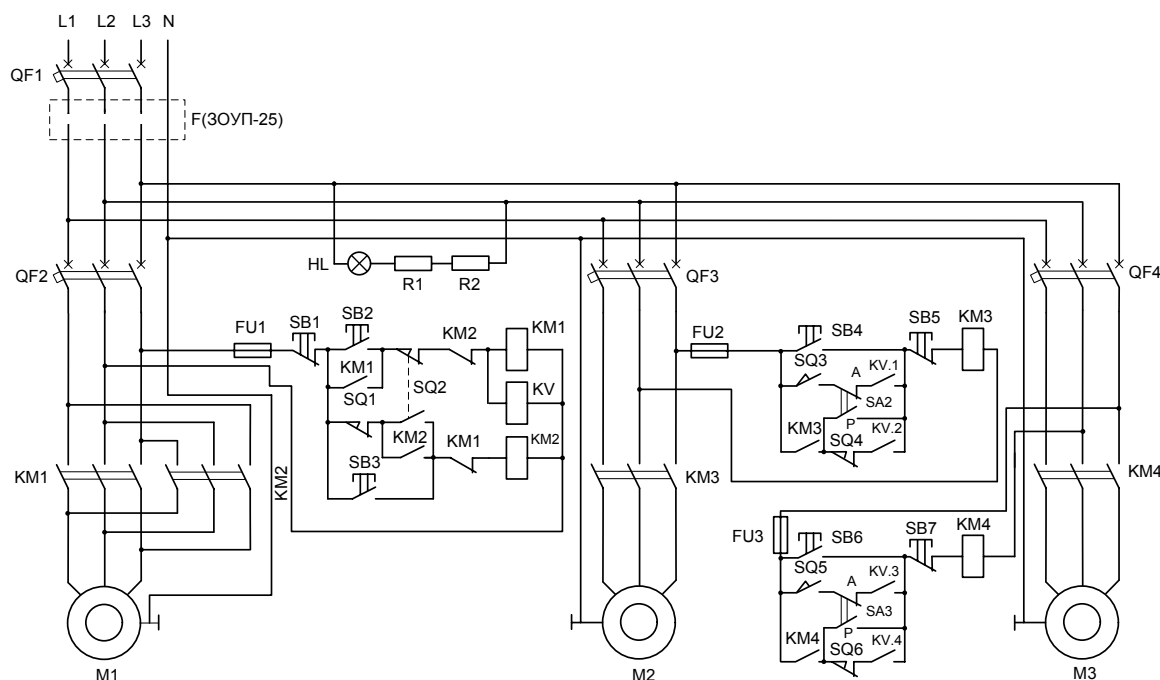


Рисунок 19 – Электрическая принципиальная схема управления электроприводами кормораздатчика КЭС-1,7.

При этом обесточивается катушка промежуточного реле KV1, его контакты размыкаются. При подходе кормораздатчика к началу загрузки его кормом соответствующий упор действует на конечный выключатель SQ2, который отключает тяговый электродвигатель M1. Цикл раздачи заканчивается.

## Урок № 12

### План урока:

#### 1) Автоматизация поточных линий раздачи кормов в птичнике.

Производство продукции птицеводства, мяса птицы и пищевых яиц, как правило, развивается на промышленной основе. Птицу содержат в надежно изолированных от внешней среды безоконных птичниках с искусственным микроклиматом и освещением. Предпочтение отдается клеточному содержанию, но применяется также напольное содержание птицы на глубокой подстилке или на специальных насестах. Практически все основные технологические процессы в птицеводстве механизированы с учетом требований автоматизации.

Для кормления птицы применяют сбалансированные по содержанию питательных веществ гранулированные или рассыпные комбикорма, производимые на государственных или



межколхозных комбикормовых заводах. В хозяйствах практикуется кормление с колес, а также после некоторой доработки комбикормов путем внесения определенных премиксов и смешивания.

Птичники, как правило, комплектуют разновозрастной и равнозначной по продуктивным свойствам птицы, которую используют только в период достаточно высокой продуктивности. Выращивание молодняка стремятся вести беспересадочно.

При групповом способе содержания продуктивной птицы обеспечить индивидуальное нормированное кормление практически невозможно. Поэтому применяют, как правило, групповое (стадное) кормление.

Число и время кормлений в течение суток устанавливают исходя из зоотехнических требований.

Для кормления птицы применяют желобковые кормушки и бункерные автокормушки различной конструкции.

Окончание процесса раздачи можно фиксировать либо по возврату корма в бункер-дозатор, либо по заполнению последней в контуре кормораздатчика кормушки.

Корм в желобковые кормушки раздают при помощи цепных (рис. 20, а) или тросо-шайбовых (рис. 20, б) конвейерных транспортеров.

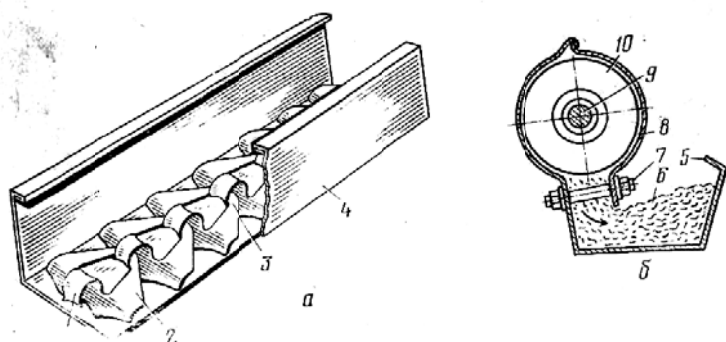


Рисунок 20 - Кормораздаточные транспортеры для птицы: а — цепной; б — тросо-шайбовый;

1 — крючок; 2 — звено; 3 — полка; 4 — кормушка; 5 — желоб; 6 — корм; 7 — шпилька; 8 — труба; 9 — трос; 10 — шайба

Цепные кормораздатчики перемещают корм по периметру кормушек со скоростью, близкой к скорости самой цепи.

Толщину корма, поступающего на движущуюся цепь, регулируют заслонкой на выходе из бункера-дозатора вручную.

В новых клеточных батареях БКН-3 по специальному трубчатому кормопроводу корм перемещается шайбовым рабочим органом по контуру раздачи и просыпается через специальные прорези (щели) в кормушки.

Для раздачи корма птице птичники оборудуют технологическими линиями кормления (рис. 12.2,а).

Корм подвозят к птичникам специальным автокормовозом-загрузчиком ЗСК-10, из которого загружают бункеры 1 для хранения корма. Из бункера корм выгружается поперечным транспортером 2 и поступает в бункеры-дозаторы 3 кормораздатчиков, последовательно заполняя их. Емкость бункеров-дозаторов обычно рассчитана на одну раздачу корма.

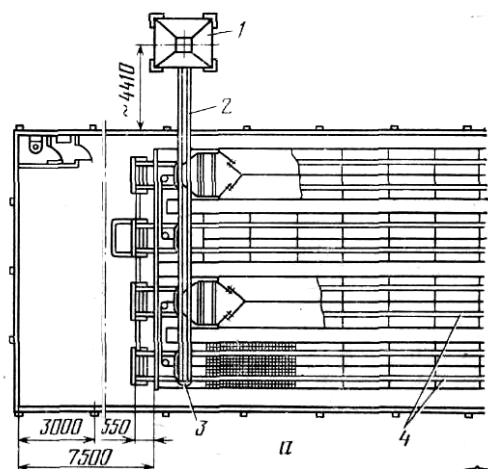


Рисунок 21 — Технологическая линия кормления птицы в птичнике с клеточными батареями: 1 — бункер для хранения корма; 2 — поперечный транспортер; 3 — бункер-дозатор 4 — кормушки

Датчик, установленный на последнем бункере-дозаторе, отключает транспортер после его наполнения.

Принципиальную схему системы автоматического управления раздачей корма рассмот-

рим на примере птичника с клеточными батареями двух уровней, оборудованными цепными кормораздатчиками.

Схема (рис. 12.3) предусматривает ручной режим управления раздачей корма оператором и автоматический, которые задаются переключателем режимов *SA*. Сигнальные лампы *HL1* и *HL2* показывают включенный режим.

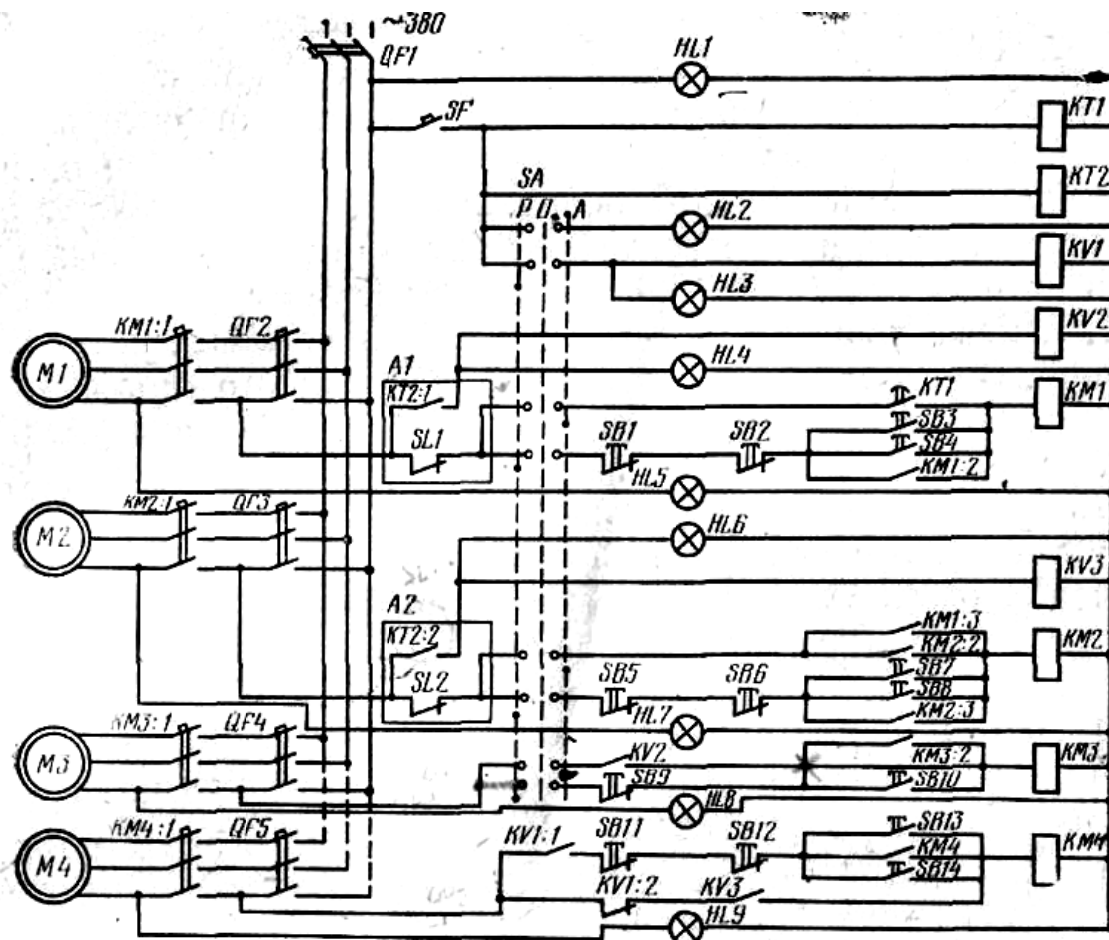


Рисунок 22 - Принципиальная схема управления технологической линией кормления.

При автоматическом режиме переключатель *SA* устанавливают в положение *A*. Программное реле времени *KT1* подает питание на катушку магнитного пускателя *KM1* привода поперечного транспортера первого яруса, одновременно включается *KM2* привода поперечного транспортера второго яруса.

Когда бункера-дозаторы наполняются кормом, срабатывают датчики уровня *SL1* и *SL2*, которые отключают магнитные пускатели *KM1* и *KM2* и останавливают загрузочные транспортеры. Когда подходит время кормления, реле *KT2* через устройства *A1* и *A2* включает реле *KV2* и *KV3*, и зажигаются сигнальные лампы *HL4* и *HL6*. Контакты реле *KV2* и *KV3* включают в цепь тока катушки магнитных пускателей *KM3* и *KM4*, которые запускают соответствующие кормораздатчики и включают сигнальные лампы *HL8* и *HL9*.

При снижении уровня корма в бункерах-дозаторах датчики уровня *SL1* и *SL2* снова включают поперечные транспортеры *M1* и *M2*. Раздача корма при этом прекращается. После отключения поперечных транспортеров раздача корма возобновляется. Когда заканчивается время раздачи, установленное на реле времени *KT2*, его контакты размыкаются, и раздача корма прекращается.

Этот принцип автоматизации кормления птицы типичен для всех, в том числе новых, образцов оборудования птичников.

Автоматическое включение кормораздатчика в птичниках напольного содержания осуществляет реле времени, а отключение — датчик уровня корма в последней самокормушке. Принципиальная схема управления при этом аналогична схеме, изображенной на рисунке 22.

- 1) Автоматизация безбашенных насосных установок.
- 2) Автоматизация башенных насосных установок: станция управления ПЭТ

### 1. Автоматизация безбашенных насосных установок

Для управления автоматизированной насосной станцией с воздушно-водяным котлом применяются электроконтактные датчики давления с механическими первичными преобразователями: мембранные, сильфонные, с манометрической трубчатой пружиной — электроконтактные манометры. Автоматические водоподъемные установки с напорным котлом серии ВУ обладают подачей 1,6. . 36 м<sup>3</sup>/ч и могут подавать воду из различных источников с полным напором (20. . 230) 10<sup>4</sup> Па. Эти установки комплектуют вихревыми или погружными насосами. Обозначение погружных насосов типа ЭЦВ расшифровывается так: Э — с приводом от погружного электродвигателя, Ц — центробежный, В — для воды. Цифры после букв обозначают: первая — диаметр скважины в дюймах, вторая — часовую подачу, третья — полный напор, м вод. ст.

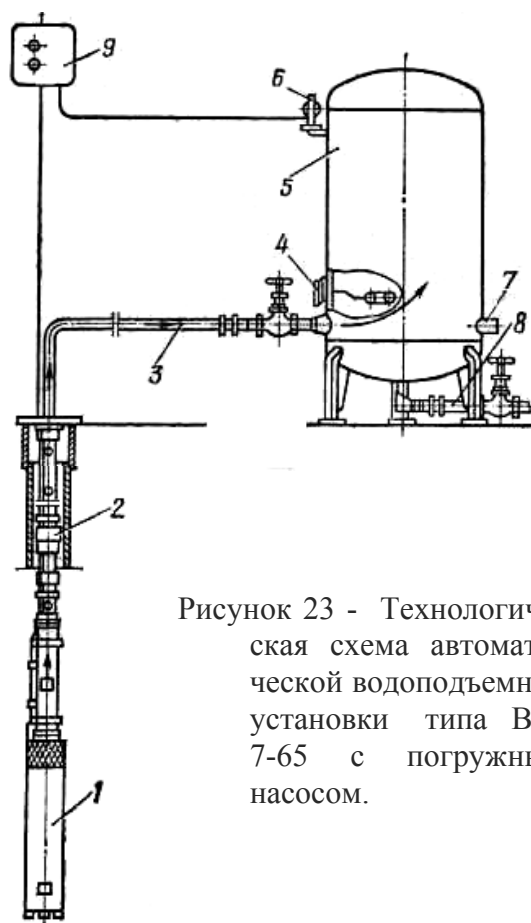


Рисунок 23 - Технологическая схема автоматической водоподъемной установки типа ВУ-7-65 с погружным насосом.

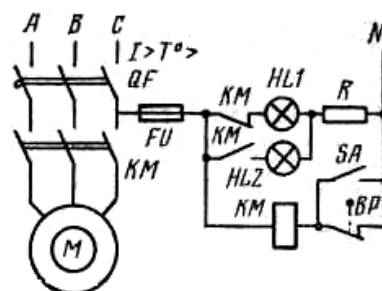


Рисунок 24 - Электрическая схема автоматических насосных станций типов ВУ-7-65, ВУ-5-30 с воздушно-водяным котлом.

Автоматическая водоподъемная установка типа ВУ-7-65 служит для забора воды из буровых скважин с трубами диаметром 150 мм с рабочим уровнем до 45 м и подачи ее на животноводческие фермы, небольшие производственные и другие отдельно расположенные объекты в хозяйствах с бесперебойным электроснабжением. Ее подача 7. . 6,3 м<sup>3</sup>/ч, полный напор (65. . 85)-10<sup>4</sup> Па. Установка ВУ-7-65 (рисунок 23) состоит из воздушно-водяного котла 5 вместимостью 800 л, погружного центробежного насоса 1 марки ЭЦНВ 6-7,2-75 в сборе с электродвигателем типа ПЭДВ 2,8-140 (П — погружной, ЭД — электродвигатель, В — водозаполненный, мощностью 2,8 кВт, максимальный поперечный размер 140 мм), регулирующего клапана в сборе с пружинным клапаном 4, обратного вертикального клапана в сборе с воздушным дисковым клапаном 2, предохранительного клапана 7, реле давления 6, электрической станции управле-

ния 9 и комплекта водопроводной сети 3, 8.

Комбинированный регулятор запаса воздуха включает в себя поплавковый регулятор, воздушный и обратный клапаны. Максимальное рабочее давление в баке  $15 \cdot 10^4$  Па. Регулируемый объем бака 246. . 185 л.

Принципиальная электрическая схема автоматизированных насосных станций типов ВУ-7-65 и ВУ-5-30 с воздушно-водяным котлом приведена на рисунке 13.2. Эта станция управления, предназначенная для работы в безбашенных установках по сигналу реле давления, может быть использована и в установках башенного типа в совокупности с реле уровня. В последнем случае необходимо, чтобы при медленном изменении уровня воды в баке датчик уровня быстро размыкал и замыкал свои контакты.

Перед включением автоматической насосной станции необходимо осмотреть ее и убедиться в исправности всех узлов. Для пуска включают автоматический трехполюсный выключатель  $QF$  типа АП50-ЗМТ, в который встроены тепловая защита от перегрузок и от работы на двух фазах и электромагнитная от коротких замыканий. При отсутствии воды в котле контакты реле давления  $BP$  закрыты, катушка магнитного пускателя  $KM$  введена в цепь тока, его контакты закрываются и подают напряжение на двигатель. Происходит разгон агрегата, насос начинает подавать воду в сеть, а ее избыток — в напорный котел. Уровень воды и давление в котле повышаются. При достижении уровнем отметки  $BV$  давление повышается до максимального заданного  $P_2$ , контакты  $BP$  (рис. 24) размыкаются, пускатель отключается, двигатель останавливается. Вода из котла под действием энергии сжатого воздуха подается к потребителю. Запас воды и давление воздуха в котле уменьшаются, и при минимальном заданном давлении  $P_1$  контакты  $BP$  замыкаются, катушка магнитного пускателя оказывается включенной, и цикл работы повторяется.

Во время работы объем воздушной подушки в котле за счет выноса части воздуха водой постепенно уменьшается. Это приводит к снижению объема регулирования и более частым включениям агрегата. Для автоматического поддержания объема воздушной подушки постоянным установка ВУ-5-30 снабжена струйным регулятором запаса воздуха, установка ВУ-7-65 — комбинированным, а в установке ВУ-10-80 между водой и воздушной подушкой имеется разделяющая диафрагма, которая препятствует уменьшению воздушной подушки.

В установке ВУ-5-30 вода от насоса, проходя сопло струйного регулятора с большой скоростью, создает разрежение в камере смешения вокруг конца сопла, воздух под атмосферным давлением открывает воздушный клапан и, смешиваясь с потоком воды, направляется в бак. Пополнение воздуха происходит при условии, если жиклер трубки струйного регулятора перекрыт водой. При пуске или достаточном наполнении бака воздухом жиклер находится в воздухе, который под давлением поступает в камеру смешения, погашая там разрежение. Воздушный клапан закрывается, и подсос воздуха из атмосферы прекращается. При уменьшении воздушной подушки в баке жиклер вновь закрывается водой, в результате чего возобновляется подкачка воздуха из атмосферы через воздушный клапан. Струйный регулятор обеспечивает подкачку воздуха до избыточного давления в баке  $25 \cdot 10^4$  Па.

## **2. Автоматизация башенных насосных установок: станция управления ПЭТ**

### *Станция управления ПЭТ по уровню воды в водонапорном баке.*

Для управления погружными насосными агрегатами промышленностью разработаны и внедрены в производство различные схемы и станции управления, построенные на использовании для контроля воды у потребителя различных конструкций первичных преобразователей.

Простейшие схемы управления электроприводом насосного агрегата с использованием электродных датчиков уровня и электроконтактного манометра приведены на рисунках 25 и 26. Рассмотрим работу схемы управления с применением датчиков уровня воды в водонапорном сооружении (рисунки 25).

Режим работы схемы управления погружным насосным агрегатом задается переключателем SA1. При установке его в положение А (автоматический) и включении автомата  $QF$  подается напряжение на электрическую схему управления. В нормальных условиях работы, если погружной насос находится в воде, контакты датчика сухого хода SL3 замкнуты, реле KV2

включено, его замыкающие контакты KV2.1 в цепи катушки магнитного пускателя KM замкнуты, горит сигнальная лампа HL4, сигнализирующая о наличии воды в зоне насоса. Если уровень воды в напорном баке находится ниже электрода нижнего уровня датчика, то контакты SL1 и SL2 в схеме разомкнуты, реле KV1 обесточено и его контакты KV1.1 в цепи катушки магнитного пускателя KM замкнуты.

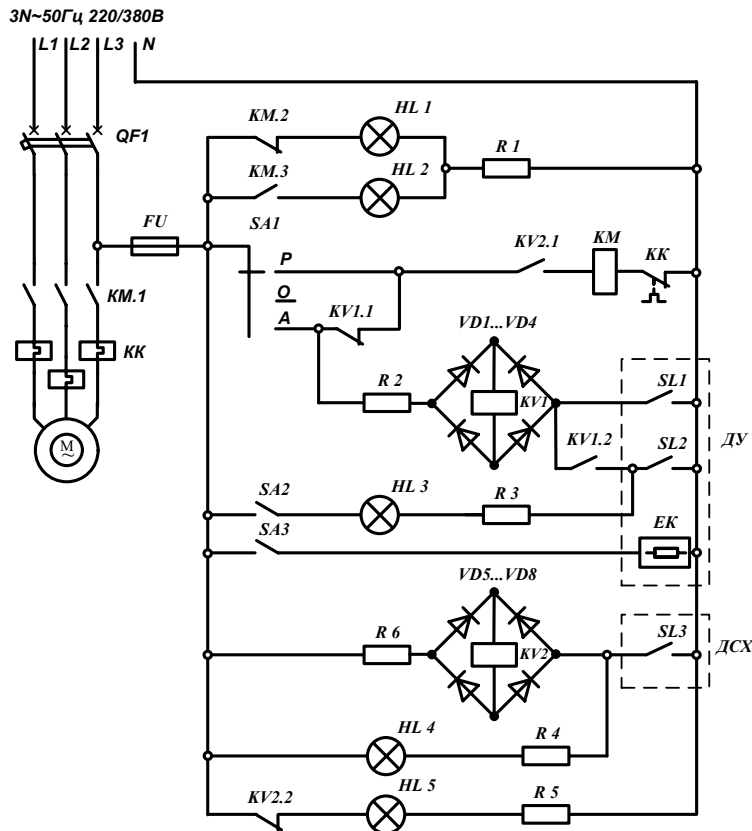


Рисунок 25 – Электрическая принципиальная схема управления погружным насосным агрегатом по уровню воды в водонапорном баке.

последний, а, замкнув замыкающие контакты KV1.2, станет на самоподпитку через нижние контакты датчика SL2. Электродвигатель насоса отключится, погаснет сигнальная лампа HL2 и загорится HL1.

Повторное включение двигателя насоса произойдет при понижении уровня воды до нижнего значения, когда разомкнутся контакты SL2 и реле KV1 обесточится.

Реле KV1 и KV2 выбраны постоянного тока, так как обмотка реле переменного тока при разомкнутом магнитопроводе могло бы перегореть при медленном заполнении водонапорного бака или скважины водой и, соответственно, медленном нарастании тока в катушке реле до значения тока трогания (срабатывания), который в несколько раз больше его номинального значения, когда магнитопровод реле замкнут. Сопротивления R2 и R6 выбирают такими, чтобы при фазном напряжении сети 220 В на обмотках реле KV1 и KV2 было напряжение 24 В постоянного тока.

Сигнализация о работе схемы осуществляется сигнальными лампами:

- HL1- электропривод насоса отключен;
- HL2 - электропривод насоса включен..
- HL3 – вода в водонапорном баке есть;
- HL4 - вода в зоне погружения электропривода насоса есть;
- HL5 - воды в зоне погружения электропривода насос нет.

Защита цепей управления от токов короткого замыкания осуществляется плавким предохранителем FU, а электродвигателя насосного агрегата от перегрузки и заклинивания – электротепловым реле KK, размыкающий контакт которого включен последовательно в цепь катушки магнитного пускателя KM.

Электронагревательный элемент EK переключателем SA3, включают в холодное время года для исключения обмерзания электродов датчика уровня воды в водонапорном баке.

В этом случае магнитный пускатель включится и включит электродвигатель насоса, одновременно с этим погаснет сигнальная лампа HL1 и загорится HL2. Насос будет подавать воду в напорный бак. Уровень воды в баке будет подниматься. Когда вода заполнит промежуток пространства между электродом нижнего уровня и корпусом датчика, подключенным к нулевому заземленному проводу, контакты SL2 замкнутся, но реле KV1 не включится, так как его контакты KV1.2, включенные последовательно с контактами SL2, разомкнуты.

Когда вода достигнет электрода верхнего уровня датчика, контакты SL1 замкнутся, реле KV1 включится и, разомкнув свои контакты KV1.1 в цепи катушки магнитного пускателя KM, отключит последний, а, замкнув замыкающие контакты KV1.2, станет на самоподпитку через нижние контакты датчика SL2. Электродвигатель насоса отключится, погаснет сигнальная лампа HL2 и загорится HL1.

Схема управления погружным насосным агрегатом с электроконтактным манометром (рисунок 26) может работать в ручном и автоматическом режиме. Режим работы задается пере-

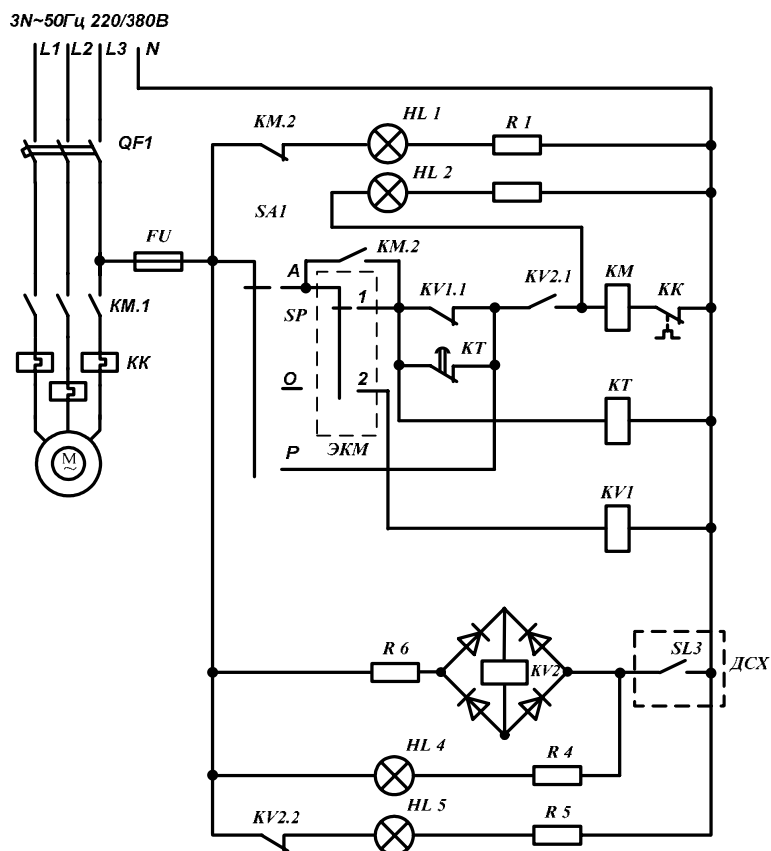


Рисунок 26 – Электрическая принципиальная схема управления погружным насосным агрегатом по давлению воды в водонапорном трубопроводе.

ключателем SA. В автоматическом режиме работой насосного агрегата управляет датчик давления SP в качестве которого в схеме используется электроконтактный манометр (ЭКМ), установленный на водоразборном трубопроводе у водонапорной башни или в насосной станции на напорном трубопроводе.

В автоматическом режиме (SA - положение «А») при уменьшении давления, когда вода из бака расходуется потребителями при отключенном насосе, подвижный стрелочный контакт манометра SP будет перемещаться к неподвижному контакту 1, соответствующему минимальному давлению воды в напорном трубопроводе. При их замыкании, по цепи KV1.1, KV2.1 магнитный пускатель КМ включит электродвигатель насоса и своим замыкающим контактом КМ.2 станет на самоподпитку, зашунтировав контакт нижнего уровня ЭКМ.

При включении электронасосного агрегата в напорном трубопроводе возникает

давления в момент трогания насоса. В этом случае подвижный контакт манометра SP может коснуться неподвижного контакта 2, определяющего максимальное давление воды в напорном трубопроводе, и подать напряжение на промежуточное реле KV1, которое, получив питание может кратковременно разомкнуть свой контакт KV1.1 в цепи катушки магнитного пускателя КМ, но пускатель не отключится, так как питание его катушки будет осуществляться через контакты реле времени КТ. После разбега электронасосного агрегата и стабилизации давления реле времени разомкнет свои контакты КТ.

При подъеме воды в напорном баке до установленного верхнего уровня, соответствующего давлению отключения, подвижный контакт манометра SP коснется контакта 2. Реле KV1, размыкая свои контакты KV1.1, отключит магнитный пускатель КМ и электродвигатель насоса. Вследствие разбора воды уровень ее в напорном баке будет снова снижаться, давление уменьшится и контакт SP снова коснется контакта 1. Работа схемы повторится.

В случае аварийного снижения уровня воды в зоне погружного насоса ниже допустимого положения, контакт датчика сухого хода SL разорвет цепь питания реле KV2, которое, обесточившись, разомкнет контакты KV2.1 в цепи катушки магнитного пускателя КМ. Электропривод погружного насоса отключится. Лампа HL3 погаснет, а HL4 загорится, сигнализируя об аварийном снижении уровня воды в скважине или колодце.

Реле KV2 выбрано постоянного тока, так как обмотка реле переменного тока при разомкнутом магнитопроводе могла бы перегореть при медленном заполнении скважины водой и, соответственно, медленном нарастании тока в катушке реле до значения тока трогания (сраба-

тивания), который в несколько раз больше его номинального значения, когда магнитопровод реле замкнут. Сопротивление R5 выбирают таким, чтобы при фазном напряжении сети 220 В на обмотке реле KV1 было напряжение 24 В постоянного тока.

Сигнализация о работе электропривода насоса осуществляется двумя сигнальными лампами:

- HL1- электропривод насоса отключен;
- HL2 - электропривод насоса включен.

Защита цепей управления от токов короткого замыкания осуществляется плавким предохранителем FU, а электродвигателя насосного агрегата от перегрузки и заклинивания – электротепловым реле КК, размыкающий контакт которого включен последовательно в цепь катушки магнитного пускателя КМ.

#### *Урок №14*

#### **План урока:**

- 1) Станция управления ШЭП.
- 2) Комплектное устройство «Каскад»
- 3) Автоматизация оросительных насосных станций.

### **1. Станция управления ШЭП**

Широкое применение в практике получила система управления серии САУНА (система автоматического управления насосным агрегатом), представленная станциями управления типа ШЭТ или ШЭП с преобразователем уровней. Система управления предназначена для автоматического, местного и дистанционного управления центробежными скважными насосами водоподъема с погружными электродвигателями мощностью от 1 до 65 кВт, а также для защиты электронасоса от аварийных режимов и обеспечивает возможность контроля работы электронасоса с диспетчерского пульта управления.

Станция состоит из силовой и логической части. Логическая часть станции выполнена в виде блока логики, который в зависимости от модификации станции собран либо на бесконтактных элементах серии «Логика-Т» (ШЭТ), либо на полупроводниковых элементах, смонтированных на печатной плате (ШЭП).

Система осуществляет выбор автоматического, дистанционного и местного режимов со станции управления, а также предусматривает возможность управления электронасосом с диспетчерского пульта с помощью устройства, формирующего кратковременные сигналы управления, или от устройства телемеханики путем подачи команд на исполнительные реле включения и отключения. Система управления обеспечивает защиту электродвигателя при обрыве фазы, коротком замыкании и перегрузках.

Автоматическое управление электронасосом осуществляется в зависимости от уровня воды в баке водонапорной башни или резервуаре

На рисунке 27 представлена принципиальная электрическая схема станции типа ШЭП.

Включение станции осуществляется автоматическим выключателем *QF*. Режим работы выбирается тумблером *SA1*, который устанавливается в положение «Авт. режим» либо «Мест. режим».

Если в баке водонапорной башни (резервуаре) нет воды, следовательно, контакты *SL1* и *SL2* преобразователя уровня не омываются ею и сигнал с преобразователя в схему не подается. Стабилитрон *VD12* пробит обратным напряжением, транзистор *VT26* открыт базовым током, величина которого определяется резистором *R6*, реле *KV* включено, а следовательно, включен пускатель *КМ*. Электронасос включается, и вода подается в водонапорную башню.

При срабатывании реле *KV* размыкается его контакт в цепи *SL2*. Когда вода достигает верхнего контролируемого уровня, контакт *SL1* замкнется и от трансформатора *TV4* поступает сигнал, пробивающий стабилитрон *VD11*, минусовой сигнал проходит на стабилитрон *VD12* и запирает его.

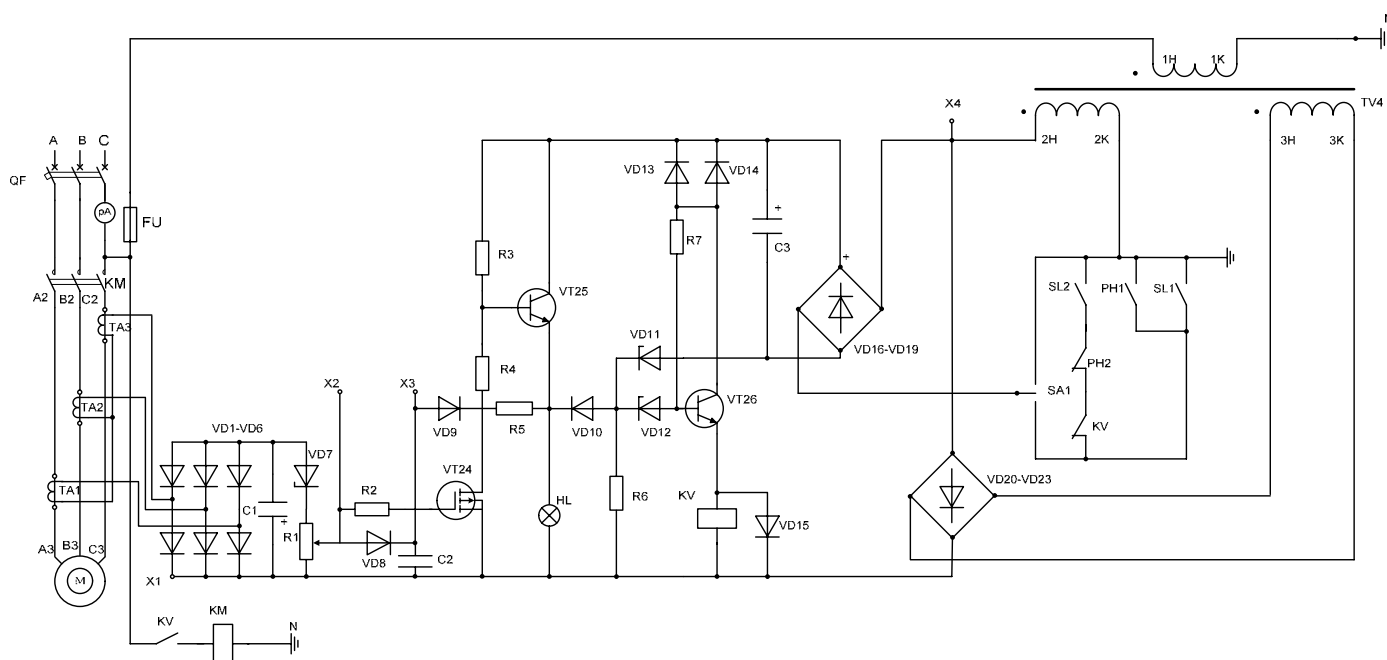


Рисунок 27- Принципиальная электрическая схема станции ШЭП управления погружным электронасосом.

Так как стабилитрон *VD12* заперт, то базовый ток через транзистор *VT26* прекращен и транзистор закрывается. Реле *KV* отключается, а следовательно, отключается пускатель *KM*, кроме того, контакт *KV* замыкается в цепи *SL2*. Электронасос отключается. При уходе воды ниже нижнего уровня контакт *SL2* размыкается. Запирающий сигнал входа транзистора исчезает, транзистор *VT26* открывается, срабатывает реле *KV* и включает пускатель *KM*. Электронасос включается. Описанный выше цикл повторяется.

Станция управления защищает электронасос в следующих аварийных режимах: при перегрузке, при симметричных коротких замыканиях, при работе электронасоса на двух фазах. Защитные характеристики станции типа ШЭП приведены в таблице 12.

Аварийный сигнал поступает в логическую часть станции управления от соответствующих трансформаторов тока *TA1...TA3* (преобразователи тока). При коротких замыканиях, сопровождаемых током больше пускового, срабатывает выключатель *QF*.

В случае перегрузок, обрыва фазы или коротком замыкании, сопровождаемых токами от  $1,2 I_n$  до  $I_{пуск}$ , сигнал аварии от преобразователей тока поступает на затвор полевого транзистора *VT24*.

Таблица 12 - Защитные характеристики станции управления ШЭП.

Параметр	Время срабатывания, с
Срабатывание защиты при:	
1,2 $I_n$ (перегрузка)	10...35
2 $I_n$ (обрыв фазы, перегрузка)	5...25
$I_{пуск}$ (короткое замыкание, заклинивание рабочего колеса, насоса или ротора электродвигателя)	1...5
выше $I_{пуск}$ (короткое замыкание)	без выдержки

Время срабатывания защиты определяется временем заряда конденсатора *C2* до величины напряжения, равного пороговому ( $U_{пор}$ ) напряжению транзистора *VT24*. Как только напряжение на затворе транзистора *VT24* достигает  $U_{пор}$ , он открывается. Начинает течь ток сток-исток,



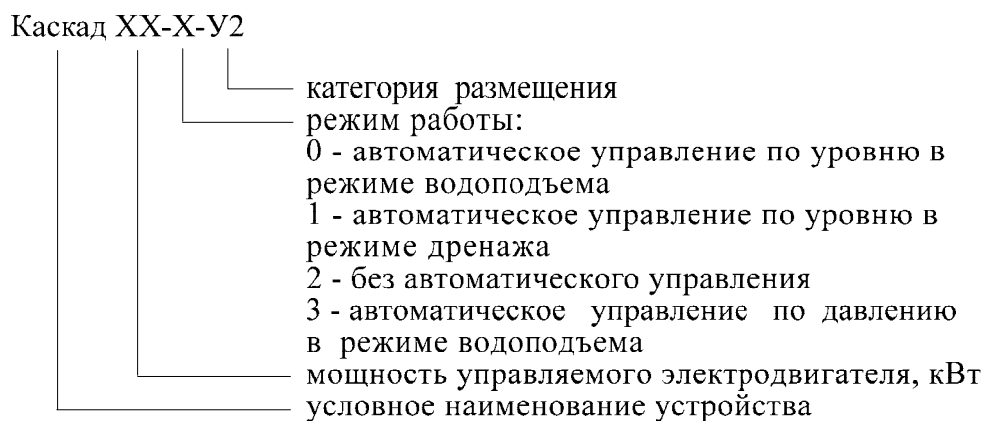
и при этом открывается транзистор  $VT25$ . Загорается лампочка  $HL$  (авария). Одновременно протекает ток через  $R6$ ,  $VD10$ ,  $VT25$  и напряжением с  $R6$  закрывает транзистор  $VT26$ , реле отключается, а следовательно, и электронасос. С помощью цепи  $R5$  и  $VD9$  создается релейный эффект при открывании транзистора  $VT24$  и запоминание сигнала аварии. Повторный автоматический пуск электродвигателя схемой исключается.

## 2) Комплектное устройство «Каскад»

Промышленность выпускает универсальное комплектное устройство «Каскад», предназначенное для управления центробежными скважными насосами водоподъема с погружными электродвигателями мощностью 1...65 кВт, а также для защиты электронасоса от аварийных режимов. Устройство выполнено на современной элементной базе и осуществляет следующие функции:

- автоматический пуск и останов электронасоса в режиме дренажа и водоподъема в зависимости от уровня воды в скважине или в водонапорной башне;
- автоматический пуск электронасоса в режиме водоподъема за время не более 15 мин в зависимости от давления столба воды в водонапорной башне и автоматический останов электронасоса через время, выбранное оператором, но не более 90 мин;
- местный и дистанционный пуск и останов электронасоса;
- селективный автоматический самопуск электронасоса с регулируемой выдержкой времени;
- отключение электронасоса при перегрузках, коротких замыканиях и неполнофазном режиме;
- автоматическое отключение электронасоса при понижении уровня воды в скважине ниже контролируемого значения;
- исключение повторного автоматического пуска электронасоса после срабатывания защиты любого вида;
- световую сигнализацию с расшифровкой аварийного отключения электронасоса;
- селективность самопуска электронасоса при кратковременном исчезновении и дальнейшем появлении напряжения.

Структура условного обозначения устройства «Каскад»:



Защитные характеристики устройств приведены в таблице 13.

Таблица 13 - Защитные характеристики устройства «Каскад»

Параметр	Время срабатывания, с
Срабатывание защиты при: $1,35I_n$ (перегрузка)	10...30
$(1,7...2)I_n$ (перегрузка, обрыв фазы)	0...25
Ипуск	3...5
коротком замыкании	без выдержки времени
«сухом ходе», не более	0,5

Комплектное устройство «Каскад» состоит из ящика управления, датчика «сухого хода» и по заказу заказчика может быть снабжено датчиками уровней и устройством автоматического управления по уровню или контактным манометром и устройством автоматического управления по давлению. На рисунке 28 изображена электрическая принципиальная схема комплектного устройства «Каскад». Автоматический выключатель с максимальной токовой защитой установлен для защиты от коротких замыканий в обмотке погружного электродвигателя насоса, питающем электродвигатель кабеле и в электрических цепях ящика управления.

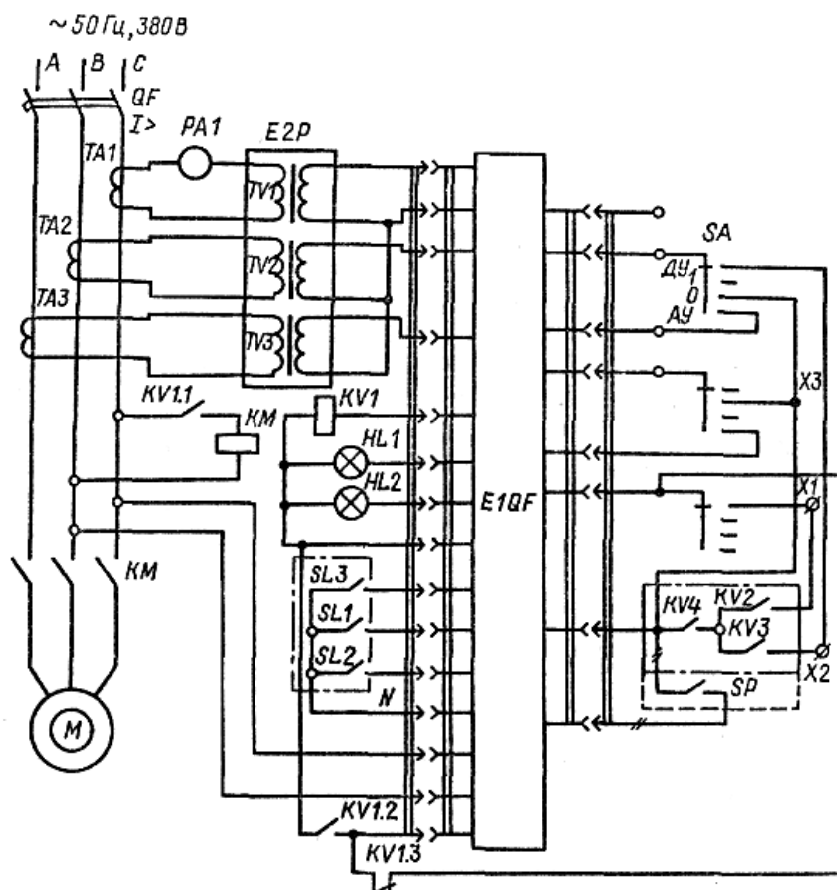


Рисунок 28 - Схема управления устройства «Каскад»

Магнитный пускатель, или контактор *KM*, трансформаторные блоки, блок управления *E1QF*, реле *KV1*, датчики уровней и давления обеспечивают автоматическое управление и защиту от перегрузок электродвигателя погружного насоса.

Отсутствие между электродными стержнями и корпусом датчиков уровня и сухого хода воды влечет за собой отсутствие тока в соответствующих цепях. На электрической

схеме это состояние соответствует разомкнутым замыкающим контактам датчиков верхнего уровня *SL1*, нижнего *SL2* и сухого хода *SL3*

Наличие воды и протекание тока в соответствующих цепях на электрической схеме соответствуют замкнутому состоянию этих контактов.

Электрическая схема обеспечивает автоматическое управление по уровню воды в напорном баке при работе в режиме водоподъема или по уровню воды в скважине при работе в режиме дренажа, автоматическое управление по давлению, местное управление, отключение электродвигателя при возникновении аварийного режима («Сухой ход», «Перегрузка», «Короткое замыкание»), селективный самозапуск, контроль загрузки электродвигателя, сигнализацию аварийных режимов. Режим работы схемы задается переключателем *SA*.

#### **Автоматическое управление по уровню в режиме водоподъема.**

Переключатель *SA* устанавливают в положение «Автоматическое управление» (*AU*) и включают автоматический выключатель *QF*, подающий напряжение на электрическую схему.

Если уровень воды в напорном баке находится ниже нижнего электрода датчика уровней, то контакты *SL1* и *SL2* в схеме (рис. 28) разомкнуты, реле *KV1* получает питание, замыкает свои контакты в цепи катушки магнитного пускателя *KM*, который включает электродвигатель насоса *M*. Насос подает воду потребителям, а ее излишки, то есть разница между подачей насоса и расходом, подаются в напорный бак. Уровень воды в баке поднимается. Когда уровень воды достигает верхнего электрода датчика уровня и возникает цепь тока через воду между этим электродом и корпусом датчика, замыкаются контакты *SL1*, электронный блок управления *E1QF* отключает питание катушки реле *KV1*, которое, размыкает свои контакты *KV1.1*, отключает магнитный пускатель *KM*, который отключает электродвигатель насоса *M*. Вследствие водоразбора уровень воды в напорном баке снижается и при достижении им нижнего установленного положения, когда нижний электрод датчика уровней выходит из воды, электрическая цепь *нижний электрод — вода — корпус датчика* прерывается, нижние контакты датчика *SL2* размыкаются и электронный блок управления выдает сигнал на включение реле *KV1*, которое своими контактами снова включает магнитный пускатель *KM*. Снова включается электродвигатель насоса *M*. В дальнейшем циклы отключения-включения электродвигателя насоса в зависимости от уровня воды в баке водонапорной башни автоматически повторяются.

В зимний период при неутепленном баке водонапорной башни, когда температура воздуха внутри бака снижается до 0°C и ниже, на электродах и корпусе датчика начинает намерзать лед, особенно на верхнем электроде и верхней части корпуса датчика, которые большую часть времени цикла «включения-отключения» находятся в воздухе и лишь кратковременно периодически омываются водой. Для обеспечения бесперебойной автоматической работы насосной установки в этих условиях необходимо применять датчики уровней с электроподогревом конструкции ВИСХ, которыми комплектовались станции управления типа ПЭТ. Для этих целей можно использовать и другие конструкции электроподогреваемых датчиков уровней.

#### **Автоматическое управление по уровню в режиме дренажа.**

Для обеспечения автоматической работы насосной установки в режиме дренажа электроды датчика уровней крепят к водонапорной трубе в водоисточнике. Электрическую схему соответствующим переключателем в станции управления переключают на режим дренажа. Переключатель устанавливают в положение *AU* и включают автоматический выключатель *QF*. В отличие от предыдущего режима в данном случае электронный блок выдает сигнал на включение электродвигателя насоса, когда уровень дренажных вод в скважине достигает верхнего электрода датчика уровней и замыкаются контакты *SL1*, а на отключение — при достижении уровнем воды нижнего положения, когда нижний электрод датчика уровней выходит из воды и размыкаются контакты *SL2*.

Повышение уровня дренажных вод в скважине до верхнего электрода датчика уровней сопровождается повторением цикла работы насосной установки.

#### **Автоматическое управление по давлению.**

Электроконтактный манометр или реле давления устанавливают в оголовке скважины на напорном трубопроводе. Подвижный контакт электроконтактного манометра устанавливают

таким образом, чтобы при разборе воды в баке водонапорной башни до нижнего контролируемого уровня происходило надежное автоматическое включение электродвигателя насоса. На разьеме «Продолжительность работы насоса» ячейки блока управления устанавливают переключку в положение, соответствующее продолжительности работы насоса, необходимой для заполнения бака водонапорной башни водой. Разъем продолжительности работы имеет 10 положений от 5 до 90 мин. Переключатель *SA* устанавливают в положение *AU* и включают автоматический выключатель *QF*. Установка времени (мин) может быть определена из выражения:

$$t_y = \frac{V_p}{Q_H}, \quad (19)$$

где  $V_p$  — регулируемый объем, заключенный между установленными нижними и верхними уровнями воды в баке, м<sup>3</sup>;

$Q_H$  — подача насос, м<sup>3</sup>/мин.

При снижении уровня воды в напорном баке до нижнего контролируемого, соответствующего давлению включения, замыкается контакт *SP*, электронный блок управления выдает сигнал на включение реле *KVI*, которое включает магнитный пускатель, включающий электродвигатель насоса. По истечении установленного времени электронный блок управления выдает сигнал на отключение электродвигателя насоса. При понижении статического давления в нагнетательном трубопроводе до контролируемого давления включения электродвигатель насоса снова включается, и цикл работы повторяется.

### **Местное управление**

Для ручного включения электронасоса со станции управления необходимо перевести переключатель *SA* в положение 1, а для отключения — в положение 0 (рис. 28).

Контроль загрузки электродвигателя осуществляется по амперметру, установленному на ящике станции управления.

При возникновении аварийного режима происходит автоматическое отключение электродвигателя насоса и на ящике станцин управления загорается лампочка с надписью «сухой ход» или «перегрузка» в зависимости от характера аварийного режима. В случае необходимости аварийный сигнал можно передавать на расстояние. Для этого к специальным клеммам надо подключить сигнализирующее реле с током катушки не более 50 мА. Передача сигнала в этом случае происходит без расшифровки причины аварии.

Для включения устройства «Каскад» в работу после аварийного отключения необходимо отключить устройство от питающей сети при помощи автоматического выключателя *QF*, устранить аварию и включить автоматический выключатель *QF*.

Дистанционное управление обеспечивается при помощи реле исполнения включения *KV2* и реле исполнения *KV3*, которые в комплект поставки станции управления не входят.

Профилактический осмотр, чистку датчиков уровня и давления, автоматического выключателя, магнитного пускателя, реле проводят не реже двух раз в год, обращая особое внимание на состояние электрических контактов.

## **3. Автоматизация оросительных насосных станций**

В мелиоративном хозяйстве насосные станции при орошении служат для заполнения водохранилищ, подъема воды на командные отметки орошаемых полей, отвода сбросных оросительных и перекачки грунтовых вод, а при осушении — для перекачки сточных вод из каналов и коллекторов, а также для понижения уровня грунтовых вод.

Широкий опыт автоматизации насосных станций в мелиорации показал высокую ее эффективность. Она обеспечивает оптимальный режим работы электронасосов, учет количества подаваемой воды, сокращает число аварий и повышает надежность работы.

Насосные станции в мелиорации отличаются высокой подачей (до сотен кубометров в секунду) и большой мощностью — до тысяч киловатт. Подача  $q$  (м<sup>3</sup>/ч) насосной станции зависит от площади орошения  $F$  (га), максимальной нормы водоподачи и КПД оросительной системы, учитывающего потери воды на испарение и фильтрацию в каналах:

Электродвигатели мощностью до 300 кВт обычно используют асинхронные короткозамкнутые на напряжение 380 В и 6,3 кВ (при мощности свыше 100 кВт). Если потребная мощность превышает 300 кВт, то рекомендуется использовать синхронные двигатели напряжением 6,3

или 10 кВ.

Схемы автоматизации насосных станций осуществляют пуск и остановку электродвигателей, заливку и пуск насосов, управление запорными задвижками, предохранение напорных трубопроводов от гидравлических ударов, защиту оборудования при авариях и сигнализацию о нормальных и ненормальных режимах работы оборудования, контроль и измерение расхода, напора, горизонтов воды и т. п.

Насосные станции в мелиорации снабжают специальными баками-аккумуляторами и вакуум-насосами для предварительной заливки основного насоса водой. При их отсутствии насосы ставят в заглубленных камерах ниже уровня водохранилища, а колено всасывающей трубы располагают выше уровня установки насоса.

Для облегчения пуска электродвигателя на напорных трубопроводах ставят электрифицированные задвижки. Насос запускают при закрытой задвижке, тогда момент сопротивления воды минимальный. Задвижка открывается автоматически после разгона агрегата и установления заданного давления и так же автоматически закрывается при отключении электронасоса. В качестве примера рассмотрим автоматизацию оросительной насосной станции с предварительной заливкой насоса водой и с управлением по уровню воды в водоприемном сооружении (рис. 29). В режиме ручного управления переключатель *SA* ставят в положение *P* и управляют работой оборудования при помощи кнопок *SB1...SB6*.

В автоматическом режиме переключатель *SA* ставят в положение *A*. При понижении уровня в водоприемном сооружении до минимально допустимого значения замыкаются контакты *SL2* датчика уровня и включается реле *KV1*, которое включает электромагнитный клапан *УА*, установленный на заливной линии насоса. Насос через этот клапан заливается водой, а воздух в насосе выходит через реле залива *KЗ*. В конце заполнения насоса водой срабатывает реле залива *KЗ* и включает реле *KV2*, которое, в свою очередь, вызывает включение магнитного пускателя *KM1* и реле времени *KT*. Магнитный пускатель запускает электродвигатель *M1* привода насоса. При разгоне двигателя в напорном патрубке создается давление, от которого срабатывает реле давления *KSP*, включающее магнитный пускатель *KM2* и двигатель *M2* на открытие задвижки на напорном трубопроводе. При полном открытии задвижки двигатель *M2* выключается конечным выключателем *SQ1*, загорается сигнальная лампа *НЫ*. Одновременно переключаются контакты конечного выключателя *SQ2*, и лампа *HL2* гаснет.

Струйное реле *KSH*, реагируя на движение воды в трубопроводе, размыкает свои контакты в цепи реле времени *KT* и отключает его.

Отключение насоса происходит от датчика *SL1* верхнего уровня воды в водонапорном сооружении. Его контакты размыкают цепи тока реле *KV1*, которое отключает электромагнит *УА*, реле *KV2*, а затем магнитный пускатель *KM1* и двигатель *M1* насоса.

Давление воды в напорном трубопроводе снижается до статического давления столба воды со стороны водохранилища. При этом давлении контакты реле давления *KSP* возвращаются в исходное положение и включают магнитным пускателем *KM3* двигатель *M2*, закрывающий задвижку. При полном закрытии контакты конечных выключателей *SQ1* и *SQ2* занимают исходное состояние, контакты *SQ2* отключают двигатель *M2*. Повторный автоматический пуск произойдет при снижении уровня воды до замыкания контактов *SL2*.

Реле времени *KT* предназначено для аварийного отключения насоса. Если, например, при пуске вода не поступает в водоприемное сооружение, то контакты струйного реле *KSH* остаются замкнутыми, реле времени включает аварийное реле *KV3*, которое отключает реле *KV1* и включает аварийную сигнализацию *НА*. От реле *KV1* отключаются реле *KV2*, магнитный пускатель *KM1* и электронасос *M1* останавливается.

Аварийное реле включено до тех пор, пока обслуживающий персонал не нажмет кнопку деблокировки *SB4*. Одновременно отключится электромагнитный клапан *УА*. Такая же последовательность работы схемы на отключение насоса будет и при случайном перерыве подачи воды.

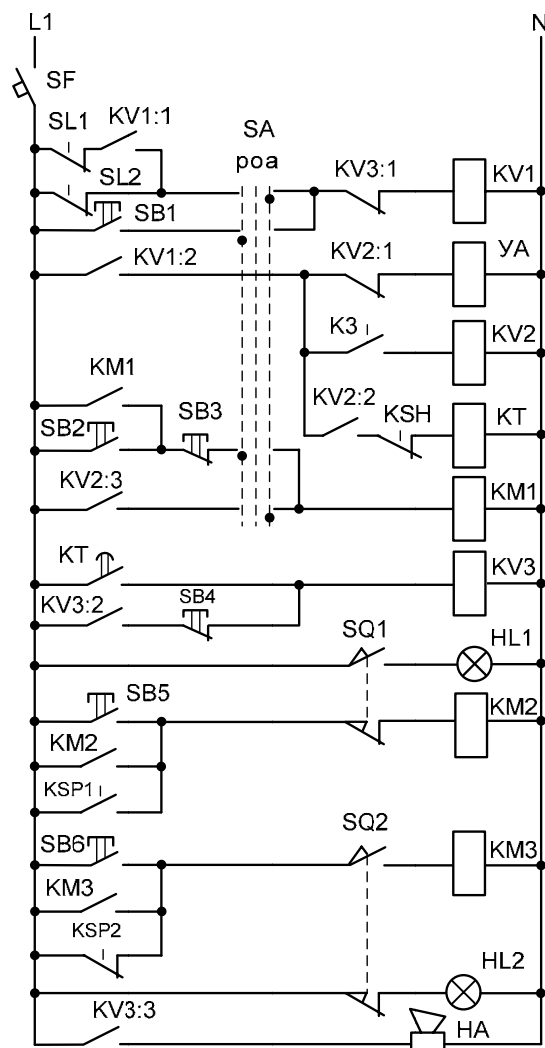
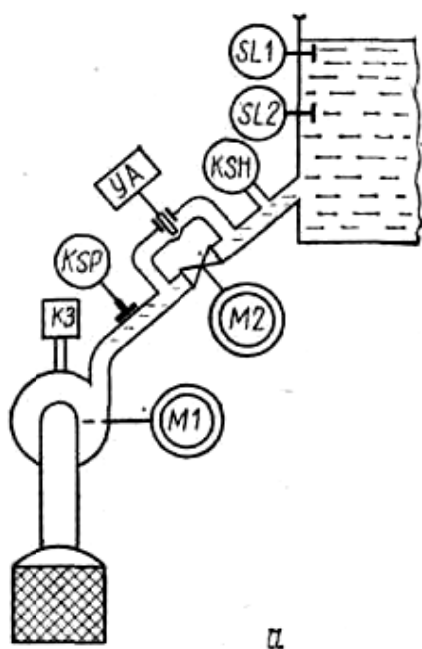


Рисунок 29 – Технологическая (а) и принципиальная электрическая схемы управления оросительной насосной станцией.

### Урок № 15

#### Тема 2.4. Автоматизация вентиляционных установок

#### План урока:

#### 1. Автоматизация вентиляционных установок с применением релейно-контактных элементов (станция управления ШАП-5701).

Комплект вытяжного вентиляционного оборудования «Климат-4» предназначен для создания необходимого воздухообмена в животноводческих и птицеводческих помещениях. В состав комплекта входят системы с централизованным теплоснабжением и децентрализованной подачей теплоты.

Основу комплекта составляют регулируемые по подаче осевые вентиляторы, которые выпускаются трех типоразмеров: ВО-7 диаметром 700 мм, ВО-5,6 диаметром 560 мм и ВО-4 диаметром 400 мм.

Вентиляторы ВО комплектуются специальными электродвигателями с повышенным скольжением, которые при вентиляторной нагрузке способны в широких пределах изменять частоту вращения в зависимости от подаваемого на статор электрического напряжения от 70 В до номинала - 380 В.

В комплект оборудования «Климат-4» входит от 8 до 24 вентиляторов. Тип и

число устанавливаемых в одном помещении вентиляторов ВО определяется расчетами воздухообмена по «летнему» периоду.

Оборудование «Климат-4» комплектуется устройствами автоматического регулирования напряжения на зажимах электродвигателей вентиляторов: станцией управления ШАП-5701 в комплекте с автотрансформатором АТ-10, станцией управления бесконтактной на тиристорах МК-ВА-УЗ, «Климатика-1» и другими им аналогичными.

Система управления комплектами оборудования типа «Климат-4» обеспечивает:

- ступенчатое регулирование частоты вращения вентиляторов;
- автоматический переход на низшую и высшую частоты вращения вентиляторов при изменении температуры воздуха в помещении;
- автоматический выбор числа работающих вентиляторов и отключение одной группы вентиляторов при понижении температуры воздуха в помещении;
- автоматическое отключение вентиляторов при аварийном понижении температуры воздуха в помещении;
- автоматическую защиту от коротких замыканий и перегрузок.

При помощи системы управления можно задавать температуру воздуха в помещении от 5 до 35°C, осуществлять сигнализацию частоты вращения вентиляторов.

В качестве командных приборов используют два полупроводниковых терморегулятора типа ПТР-3 (ТЭ4ПЗМ) с диапазоном регулируемых температур 5...35°C (0...+40 °C).

Принципиальная электрическая схема системы управления комплектом оборудования «Климат-4» приведена на рисунке 30. Десять вентиляторов комплекта разбиты на три группы и через автоматические выключатели подключены к щиту управления, на который выведено напряжение питания от автотрансформатора АТ-10 и напряжение сети. Максимально допустимый ток нагрузки станции управления 25 А.

Экранированными проводами к щиту подключены датчики температуры термисторы терморегуляторов ПТР-3. Системой предусмотрено ручное и автоматическое управление работой вентиляторов при помощи переключателя SA3. Переключатель SA1 имеет четыре положения:

- 1 - все вентиляторы отключены;
- 2 - включен пускатель КМ2, вентиляторы работают на низшей частоте вращения;
- 3 - включен пускатель КМ3, вентиляторы работают на средней частоте вращения;
- 4 - двигатели вентиляторов подключаются пускателем КМ4 на полное напряжения сети и работают с максимальной подачей.

Отдельные группы вентиляторов включаются переключателем SA2 который имеет три положения:

- 1 - вентиляторы отключены;
- 2 - пускателем КМ5 подключается первая группа;
- 3 - пускателем КМ6 - вторая группа.

При автоматическом управлении эти же операции выполняются по командам терморегуляторов ПТР-3, датчики которых расположены в точке регулирования температуры в помещении. При этом уставка регулятора SK1 должна быть на 2...3°C выше уставки регулятора SK2. Терморезистор RK1 управляет частотой вращения всех вентиляторов, RK2 - подгруппами.

Автоматическое управление вентиляторами осуществляется следующим образом. Если температура в помещении соответствует заданной на регуляторе SK1, то пускатели КМ1, КМ3, КМ5 и КМ6 включены и вентиляторы работают на средней частоте вращения. При повышении температуры от 0,5 до 2,5°C (половина значения уставки дифференциала регулятора SK1) пускателем КМ4 вентиляторы переключаются на максимальную подачу, а при понижении температуры они переключаются на низшую подачу.

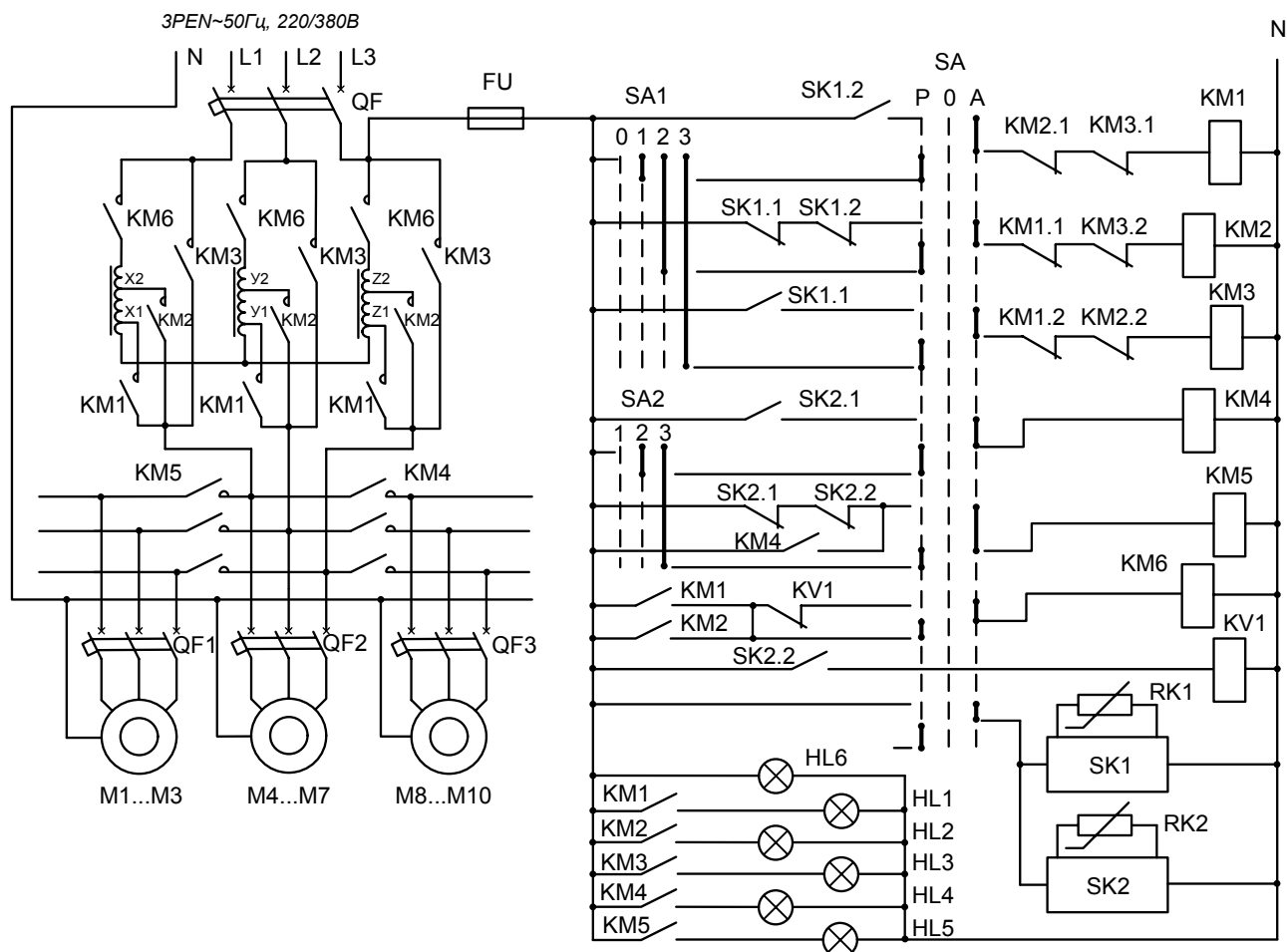


Рисунок 30 – Электрическая принципиальная схема управления вентиляционным комплектом «Климат-4» - станция ШАП-5701 с автотрансформатором АТ-10.

Если температура воздуха в точке регулирования продолжает понижаться, то выключается магнитный пускатель КМ5, отключая соответственно первую группу вентиляторов М8...М10. При дальнейшем снижении температуры выключается пускатель КМ6, который отключает вторую группу вентиляторов М1... М3, а затем пускатель КМ1, который отключает автотрансформатор и все вентиляторы. При повышении температуры включение вентиляторов происходит в обратном порядке. Для изменения напряжения при регулировании подачи отпайки на автотрансформаторе TV выбирают по регулировочным характеристикам вентиляторов ВО-5,6 и ВО-7.

## Урок №16

### План урока:

#### 1. Автоматизация вентиляционных установок с применением бесконтактных элементов

Комплект вытяжного вентиляционного оборудования «Климат-4» предназначен для создания необходимого воздухообмена в животноводческих и птицеводческих помещениях. В состав комплекта входят системы с централизованным теплоснабжением и децентрализованной подачей теплоты.

В практике применяют бесконтактные устройства управления МК-ВАУЗ, которые обеспечивают плавное автоматическое изменение частоты вращения двигателей вентиляторов в зависимости от отклонения температуры воздуха в помещении от заданной путем изменения напряжения на зажимах электродвигателей с повышенным скольжением.

Регулирование напряжения осуществляется с помощью трехфазного регулятора на-



пряжения, построенного по принципу систем импульснофазового управления (СИФУ).  
На рисунке 31 изображена блок-схема станции управления МК-ВА-УЗ.

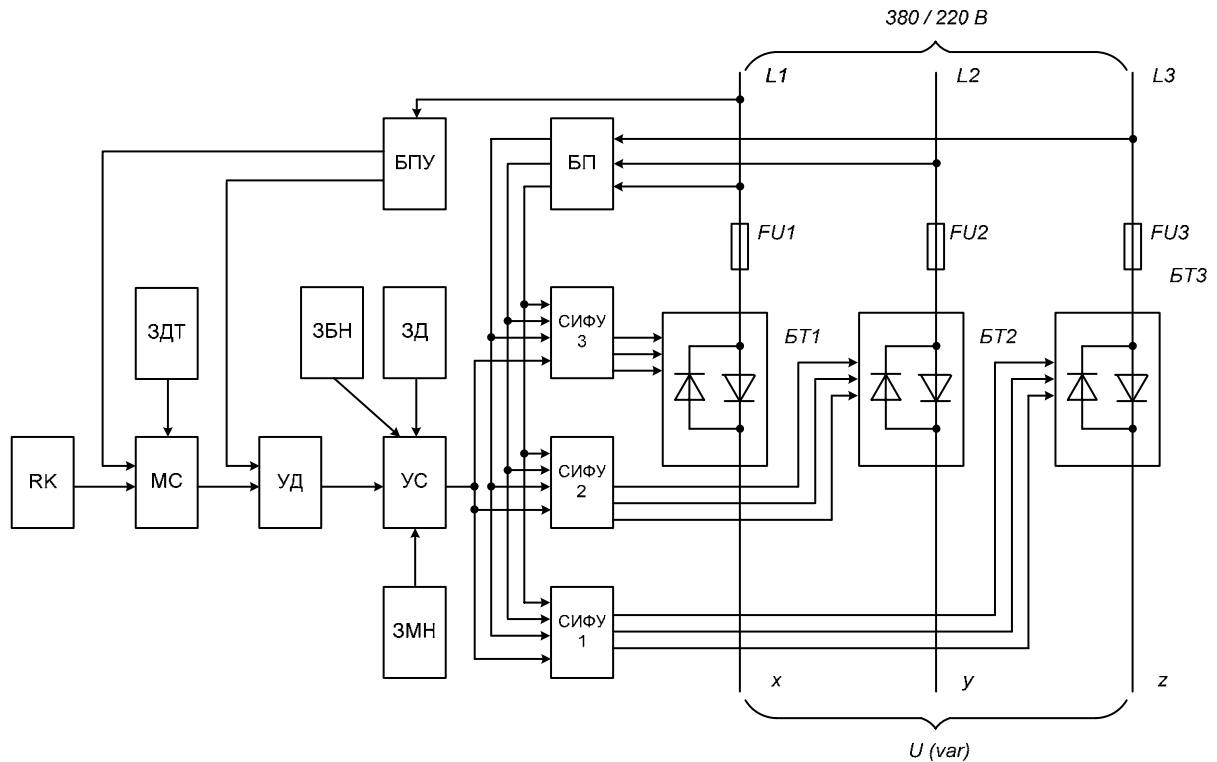


Рисунок 31 – Блок-схема станции управления МК-ВА-УЗ.

Сигнал от датчика температуры в помещении РК поступает на мост сравнения МС, в одном из плеч которого включен резистор - ручной задатчик температуры - ЗДТ. Затем через усилитель-демодулятор УД сигнал подается на узел смещения УС, который имеет резисторы - задатчик базового напряжения ЗБН, задатчик дифференциала на допустимое снижение температуры ЗД, а также задатчик минимального напряжения ЗМН, которое допустимо подавать на статор электродвигателя данного типа. Далее сигнал подается на систему импульсно-фазового управления тиристорами СИФУ (1...3) и корректирует прохождение другого сигнала, идущего от блока питания БП к блокам тиристоров каждой из фаз БТ (1...3).

Принципиальная схема станции МК-ВАУЗ состоит из двух частей. На схеме рисунок 32 изображена силовая часть (плата А10) совместно с системой формирования управляющего сигнала - блока питания (платы А5 и А7) и импульсно-фазовых преобразователей на каждую фазу (платы А2, А3, А4).

На каждую фазовую плату А2, А3, А4 по линиям а и б поступает напряжение смещения от устройства управления, которое управляет:

блокинг-генераторами, воздействующими на тиристоры по принципу вертикально - фазового управления. При этом максимальному напряжению смещения соответствует минимальный угол проводимости тиристоров, равный  $15^\circ$ , а минимальному напряжению смещения - максимальный угол проводимости  $165^\circ$ . Блокинг-генераторы совместно с двумя усилителями на кремниевых триодах формируют импульсы напряжения соответственно прямой и обратной последовательности, подаваемого с блока питания.

При поступлении сигнала по каналу управления (соответствующего овышению температуры воздуха) открывается транзистор блокинг-генератора, выходная цепь которого шунтирует задатчик базового напряжения. Выходное напряжение возрастает, и соответственно увеличивается скорость вращения электроприводов вентиляторов. При снижении температуры все происходит в обратной последовательности, частота вращения снижается до базовой. Но при дальнейшем снижении температуры (ниже нормы) происходит дальнейшее снижение скорости до предельно минимальной. При этом загорается лампа «Холодно», и в двухпозиционном режиме включается сигнал на подачу дополнительного источника теплоты (подогрев воздуха).

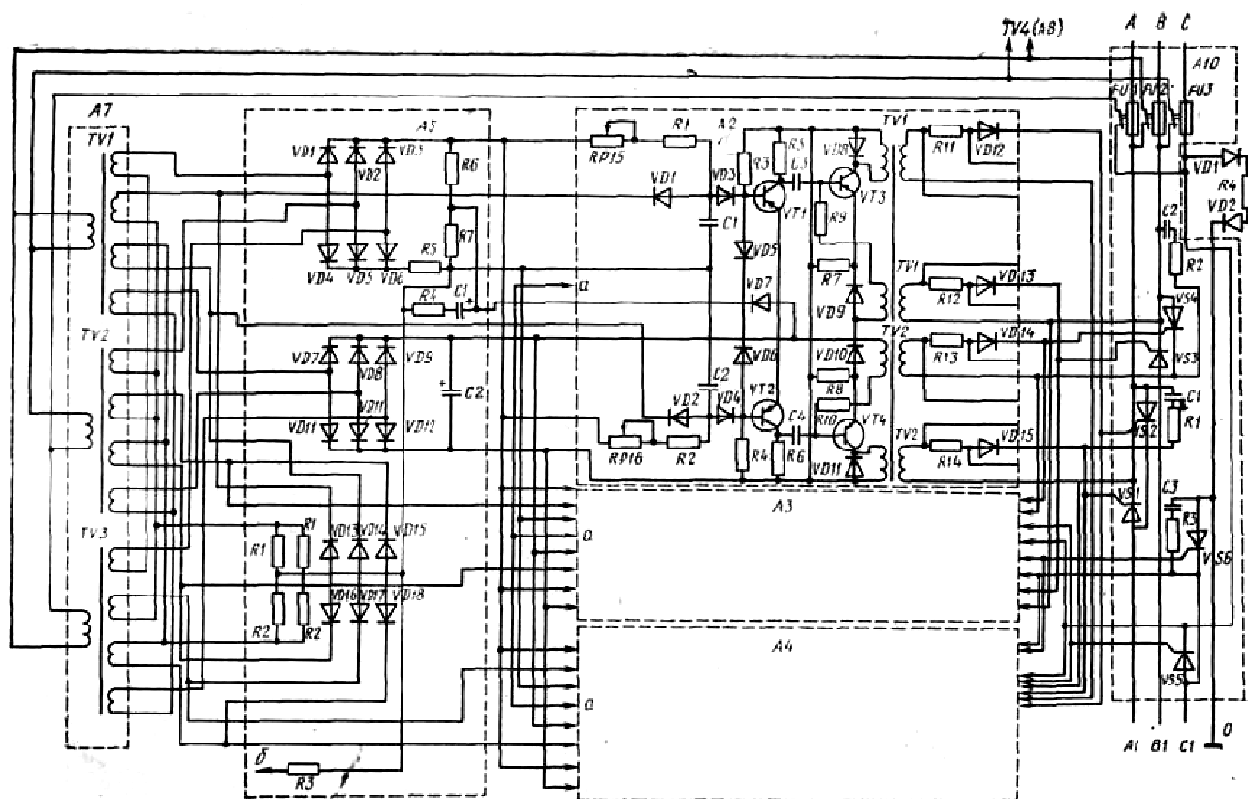


Рисунок 32 - Принципиальная схема силовой части станции управления МК-BAУЗ.

Система ручного и автоматического управления собрана на платах А1, А6, А8 и А9 (рис.33).

Датчик температуры РК (термосопротивление) включен в одно из плеч четырехполосника - моста сравнения. Если сопротивление датчика не соответствует сопротивлению задатчика RP1, на выходе моста появляется напряжение той или другой полярности в зависимости от знака  $\Delta\theta$ . Этот сигнал поступает на вход предварительного усилителя демодулятора VT1, далее через промежуточный VT2 и выходной VT3 транзисторы, усиленный по мощности он подается на выпрямительные мосты (плата 9) и далее на устройство, формирующее управляющий сигнал (плата 6).

Ручное управление осуществляют потенциометром RP2, который шунтирует сигнал транзисторов VT3 и VT4 по цепи автоматического регулирования на выход аб.

Уровень минимального базового напряжения при балансе измерительного моста устанавливают потенциометром RP22 (плата А6). Появление сигнала «Холодно» (загорается лампа HL3 и осуществляется включение и отключение подогрева при помощи реле KV1) регулируют потенциометром RP3, установленным на лицевой стороне шкафа управления. Потенциометром RP21 на плате А6 корректируют уровень снижения максимального базового напряжения при снижении температуры, а потенциометром RP23 - уровень минимального напряжения на электроприводах. Через транзисторы VT1 и VT2 на плате А9 выполнено управление световой сигнализацией HL4 (<Норма>).

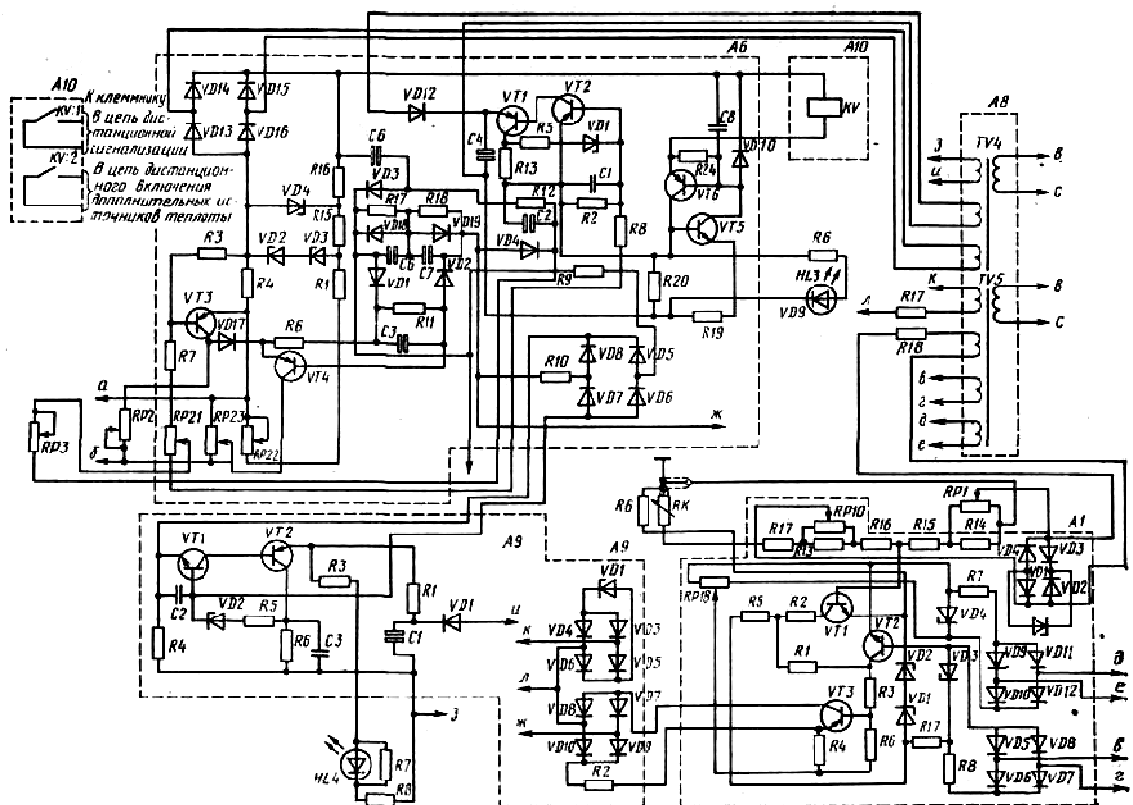


Рисунок 33 - Принципиальная схема устройства системы управления станцией МК-BAУЗ.

## Урок №17

### Тема 2.5. Автоматизация доильных установок и оборудования первичной обработки молока

#### План урока:

#### 1. Технологические основы автоматизации доения коров. Автоматизация доильных установок.

Около 90% коров на фермах содержатся в стойлах на привязи. При такой технологии содержания затраты труда в основном определяются способом доения коров, на которое затрачивается до 40 % рабочего времени.

При привязном содержании наибольшее распространение получило доение в переносные ведра и в стационарный молокопровод. Применение молокопровода типа АДМ-8 за счет создания единой поточной линии доения и первичной обработки молока, механизации его транспортирования повышает качество продукции, на 15...20 % снижает затраты труда по сравнению с доением в ведра.

Наиболее эффективно используются доильные установки с доением на площадках и в залах (УДА-8, УДА-16, УДА-100 и др.) при беспривязном и боксовом содержании коров. Вместе с тем при наличии автоматической групповой привязи такие установки могут эффективно использоваться также и при привязном содержании коров. Применение установок с доением на площадках даже с учетом дополнительных затрат труда на отвязывание и привязывание животных позволит повысить производительность труда на 25...50 %.

На доильных установках УДА-8 и УДА-16, разработанных на базе установок УДТ-8 и УДС-8А, а также на УДА-100 автоматизированы операции дооя, отключения вакуума и снятия доильного аппарата с вымени. Проверка в производственных условиях показала, что затраты труда оператора машинного доения на автоматизированных установках УДА-8 и УДА-16 в 1,3... 1,4 раза меньше, чем на выпускавшихся ранее автоматизированных установках такого же типа. Манипулятором, на котором монтируется доильный аппарат, предусмотрены ручная установка аппарата на вымя и автоматическое управление пневмоцилиндрами при машинном

додое и снятии аппарата с вымени после окончания додоя.

Основной элемент автомата доения — потокомер — датчик молока, который выдает сигналы в зависимости от интенсивности молокоотдачи для управления работой пневмоцилиндров. При помощи последних через манипулятор осуществляется периодическое оттягивание доильных стаканов и таким образом происходит машинное додаивание. При уменьшении интенсивности доения (ниже 200 г/мин) вакуум отключается, доильные стаканы спадают с сосков и доильный аппарат, закрепленный на манипуляторе, выводится из-под животного, давая возможность корове беспрепятственно выйти из станка.

В доильных установках УДА-100 «Карусель», помимо автомата управления доением, предусмотрен еще автомат для обработки вымени коров перед доением и управления конвейером доильной установки в зависимости от выдаивания и передвижения коров. В специальном станке с входной и выходной дверями вымя коровы обрабатывается теплой водой и щетками. Этот унифицированный пункт санобработки размещен непосредственно между доильной установкой и дверью преддоильного зала.

Обмывание вымени коровы в санпункте начинается только после того, как от соответствующего датчика поступает, сигнал о выходе очередной коровы с платформы. Это исключает возможное загрязнение обмытого вымени во время ожидания. Длительность обмывания вымени в санпункте 16 с.

Управление конвейером доильной установки автомат санобработки осуществляет при помощи шести датчиков, обеспечивающих: остановку платформы, если корова за один полный оборот платформы (6,5 мин) не выдоилась, если корова не сошла с нее или не вышла на нее из санпункта; регистрацию ухода коров с платформы; включение санобработки коров; закрывание и открывание дверей санпункта и др. Блок управления платформой, являющийся центральным звеном системы автоматического управления, построен на интегральных схемах и представляет собой сменный элемент. Его питание осуществляется стабилизированным напряжением 24 В постоянного тока и от генератора импульсов напряжением 9 В. На блок управления платформой поступают сигналы от бесконтактных концевых выключателей типа КВП-16, а также сигналы от переключателей режима и кнопки «Заполнение платформы». Переключатель и кнопка расположены на пульте управления. Блок платформы управляет пятью электромагнитными клапанами и двумя электромагнитными реле.

Для нормальной работы доильных установок в вакуум-проводе должен поддерживаться вакуум  $5 \cdot 10^4$  Па (380 мм рт.ст.) Доильные установки отечественного производства для создания вакуума в вакуум-проводе комплектуются вакуум-насосами УВУ-60/45 или централизованными вакуумными установками ЦВУ-3, ЦВУ-6, ЦВУ-12 (рис.34).

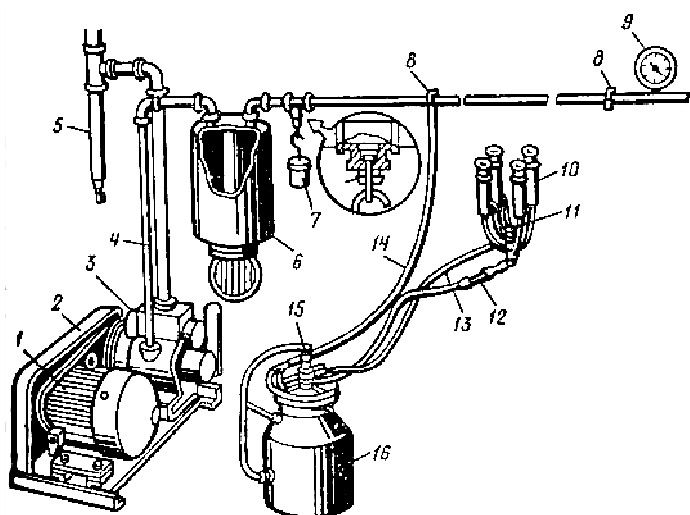


Рисунок 34 - Электропривод вакуум-насоса УВУ-60/45 доильной установки: 1 - электродвигатель; 2 - ограждение ременной передачи; 3 - вакуум-насос; 4 - вакуум-трубопровод; 5 - маслосборник выхлопной трубы вакуум-насоса; 6 - вакуум-баллон; 7 - вакуум-регулятор; 8 - кран; 9 - вакуумметр; 10 - доильные стаканы; 11 - коллектор; 12 - молочный шланг; 13 - вакуумный шланг; 14 - магистральный шланг; 15 - пульсатор; 16 - доильное ведро.

Для доения коров в личных хозяйствах предназначен индивидуальный доильный аппарат АИД-1. Его можно применять и на небольших молочных фермах подсобных хозяйств предприятий. Агрегат состоит из вакуум-насоса подачи 4 м<sup>3</sup>/ч, электродвигателя мощностью 0,6 кВт, доильного аппарата с доильным ведром вместимостью 19 дм<sup>3</sup> и вакуум-провода с ва-

куум - регулятором. Общая масса агрегата 48 кг. Электродвигатель подключается к электрической сети напряжением 220 В через розетку. Корпус электродвигателя должен быть заземлен.

Чтобы уменьшить опасность поражения людей и животных электрическим током, на молочных фермах применяют защитно-отключающие устройства, а в местах соединения вакуум-провода с вакуум-насосом необходимо предусматривать изолирующую вставку не менее 0,25 м. В качестве вставки могут быть использованы резиновый шланг или полиэтиленовая труба. Изолирующие вставки систематически, не реже одного раза в год, проверяют на чистоту и целостность внутренней и наружной поверхности. Расстояние от внутренней проводки до трубопроводов должно быть не менее 10 см.

### *Урок №18*

#### *План урока:*

- 1) Автоматизация пластинчатых пастеризаторов.
- 2) Автоматизация холодильных установок.

#### *1 Автоматизация пластинчатых пастеризаторов.*

Чтобы сохранить товарное качество и пищевую ценность молока, его подвергают непосредственно на фермах первичной обработки: очистке, пастеризации и охлаждению.

Пастеризация - нагрев молока до температуры 63...90 °С с целью стерилизации. Пастеризация может быть продолжительной (в специальных ваннах) или кратковременной (в проточных пластинчатых пастеризаторах). При температуре 72...76 °С продолжительность пастеризации (экспозиция) составляет 15... 20 с, а при 85...87 °С пастеризация проходит практически мгновенно.

После пастеризации или непосредственно после доения молоко охлаждают до температуры 5...10 °С, для чего используют охлаждающие установки ОМ400, РА-400/901, ОМ-1, SM-1200, а также холодильные агрегаты МХУ-8С, МК2000, танки-охладители ТОМ-2А, ТО-2 и другие. На рисунке 35 приведена технологическая схема пастеризационной установки ОПФ-1. Горячая вода приготавливается в бойлере 2 паром, который подается через регулируемый клапан и инжектор 3 от котельной или от парогенератора. При снижении температуры молока на выходе из пастеризатора по перепускному клапану 6 оно снова возвращается в пастеризатор. Чтобы стабилизировать работу пастеризатора, на выходе молока установлен уравнильный бачок 9, уровень молока в котором должен быть не менее 300 мм во избежание подсоса воздуха в молочный насос.

Из первой секции пластинчатого пастеризатора нагретое до 37...40 °С молоко поступает в молокоочиститель, а оттуда подается во вторую секцию рекуперации, где происходит дополнительный его нагрев пастеризованным молоком, прошедшим предварительно теплообмен в секции I рекуперации. Из секции II рекуперации молоко переходит в секцию III пастеризации, где за счет теплообмена с горячей водой нагревается до температуры 76 °С.

Пастеризованное молоко проходит через выдерживатель в I и II секции рекуперации, где отдает часть теплоты холодному молоку и его температура снижается до 20...25 °С. Далее это молоко проходит последовательно секции охладителя, после чего его температура понижается до 5...8 °С в зависимости от начальной температуры охлаждающей воды или рассола. Холодное молоко поступает для хранения в танки. Выдерживатель служит в установке для усиления пастеризационного эффекта. Горячая вода готовится в бойлере и подогревается паром, поступающим в систему через инжектор паропровода котельной установки.

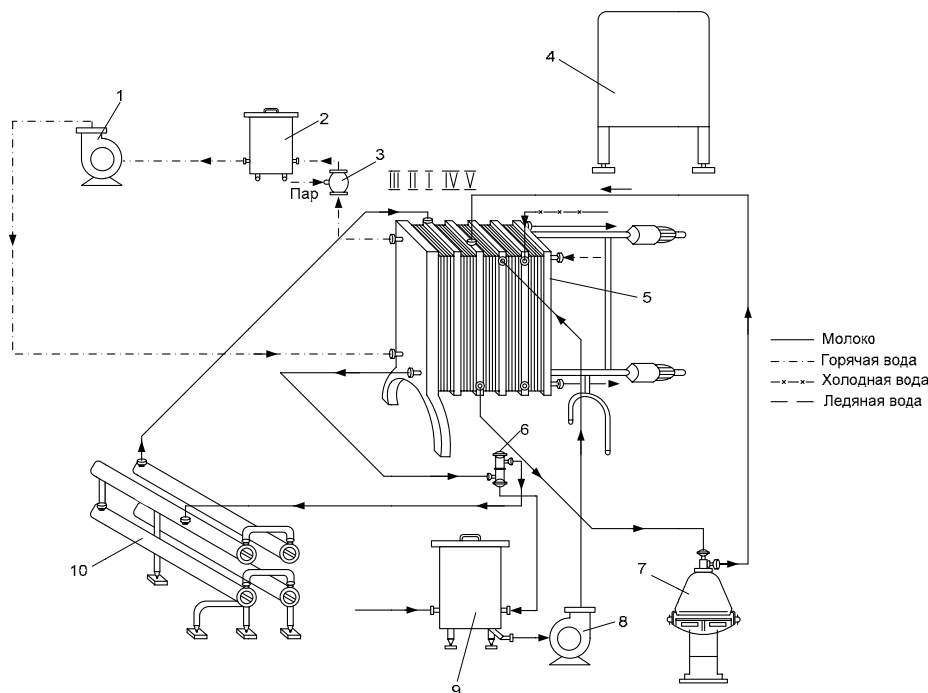


Рисунок 35 - Технологическая схема пастеризатора ОПФ-1:

1 - водяной насос; 2 - бойлер; 3 - инжектор; 4 - станция управления; 5 - пластинчатый аппарат; 6 - клапан; 7 - сепаратор-очиститель; 8 - насос; 9 - бак; 10 - выдерживатель;

Электрогидравлический клапан на паропроводе обеспечивает автоматическую регулировку поступления пара в зависимости от температуры молока. При понижении температуры молока, го из пастеризационной секции, перепускной клапан автоматически направляет молоко в уравнильный бак для повторной пастеризации

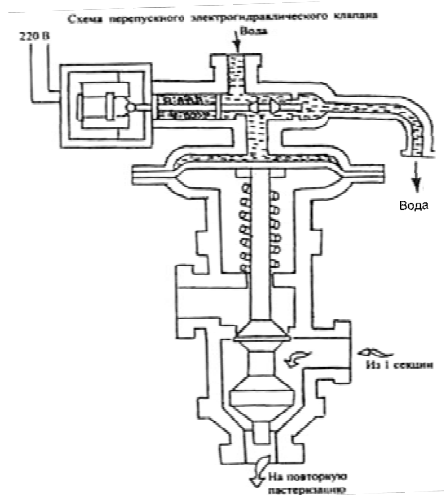


Рисунок 36 - Схема перепускного электрогидравлического клапана при возврате молока на повторную пастеризацию.

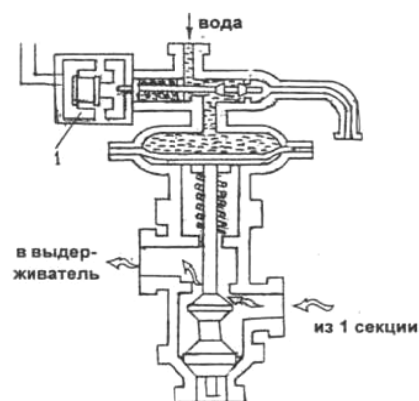
Перепускной электрогидравлический клапан состоит из собственного клапана и электрогидравлического реле. Электромагнит реле соединен с мостом, контролирующим температуру пастеризованного молока. Если мо-

локо выходит из пастеризатора, имея температуру ниже заданной, то цепь катушки реле замкнута, шток находится в верхнем положении. При этом клапан входа воды в гидрореле закрыт, мембрана реле с ее клапаным устройством находится в верхнем положении и клапан перекрывает верхнее окно, оставляя молоку путь обратно в уравнильный бак.

По достижении температуры пастеризации контакты моста размыкаются, обесточивая катушку электромагнита 1. Под действием пружины шток опускается и открывает доступ воде в гидрокамеру клапана. Вода под напором, создаваемым насосом, преодолевает сопротивление пружины и опускает мембранно-клапанный механизм в нижнее положение.

Рисунок 37 - Схема перепускного электрогидравлического клапана при подаче молока в выдерживатель.

Схема перепускного электрогидравлического клапана



При этом перекрывается путь молоку в уравнильный бак и открывается выход для подачи молока в выдерживатель, молочные танки или разливочно-упаковочную машину.

Клапан автоматической регулировки подачи пара действует от электронного регулятора ЭР-СС-63, термометр сопротивления которого находится на пути пастеризованного молока.

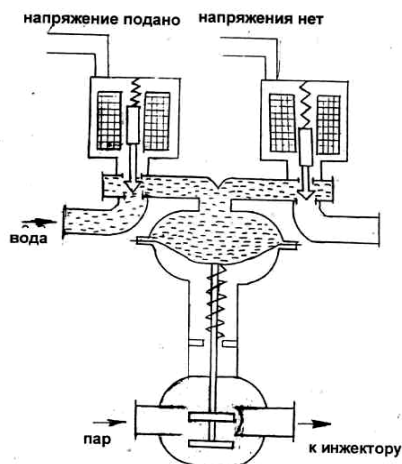


Рисунок 38 - Схема парового электрогидравлического открытого клапана.

Сигнал термометра, усиленный прибором, поступает на электромагнит, в результате чего происходит открытие или закрытие (в зависимости от температуры) проходного сечения для пара. Регулятор и электромагнитное реле работают в пульсирующем режиме, что обеспечивает плавную регулировку подачи пара.

На рисунке 38 представлена схема парового электрогидравлического закрытого клапана.

На рисунке 39 показана электрическая принципиальная схема управления пастеризацией молока на пластинчатом пастеризаторе унифицированного щита управления.

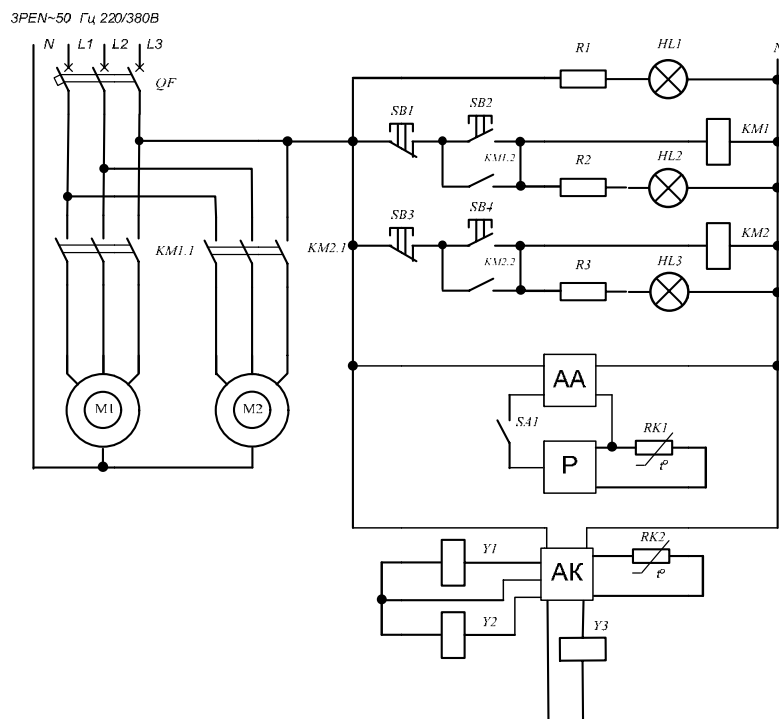


Рисунок 39 – Электрическая принципиальная схема пастеризационной установки ОПФ-1

Включают пастеризатор молока вручную автоматическим выключателем в силовой цепи и кнопками "Пуск" SB2 и SB4. Для контроля температуры в схеме предусмотрен логометр Р с блоком питания АА.

Перепускными клапанами УА1 и УА2 управляют при помощи бесконтактного устройства АК, принципиальная схема которого приведена на рисунке 40.

В соответствии с этой схемой блок управления получает питание от трансформатора TV1 через стабилизирующее устройство на транзисторах VT5...VT7. Сигнал рассогласования от датчика температуры RK2, включенного в мостовую схему, поступает на вход триггера Шмидта, собранного на транзисторах VT1 и VT2. Сюда же приходят и сигналы от электронных компараторов, собранных по регенеративной схеме блокинг-генератора на тран-

зисторах VT3, VT4 и VT8. Когда температура пастеризации ниже заданной, триггер находится в исходном состоянии, компараторы на транзисторах VT4, VT8 работают в автоколебательном режиме, а компаратор на транзисторе VT3 заперт. Возникающие при этом импульсы открывают тиристоры VS16 и VS34, в результате чего электромагниты гидрореле УА1 и УА2 срабатывают. Шток реле УА2, связанный с сердечником электромагнита, открывает выход воде из гидрокамеры. Открывается также и электрогидравлический клапан, и пар поступает в инжектор пастеризатора.

Когда температура молока достигнет установленной, триггер опрокидывается что приводит к срыву генерации компараторов на транзисторах VT4 и VT8, а компаратор на транзисторе VT3 начинает работать в автоколебательном режиме. Тиристор VS8 открывается, электромагнит гидрореле УАЗ получает питание, и шток этого реле открывает вход воде в гидрокамеру. Вода давит на мембрану, которая связана со штоком, перекрывающим доступ пара. Таким образом, процесс разогрева пластинчатого пастеризатора носит колебательный характер.

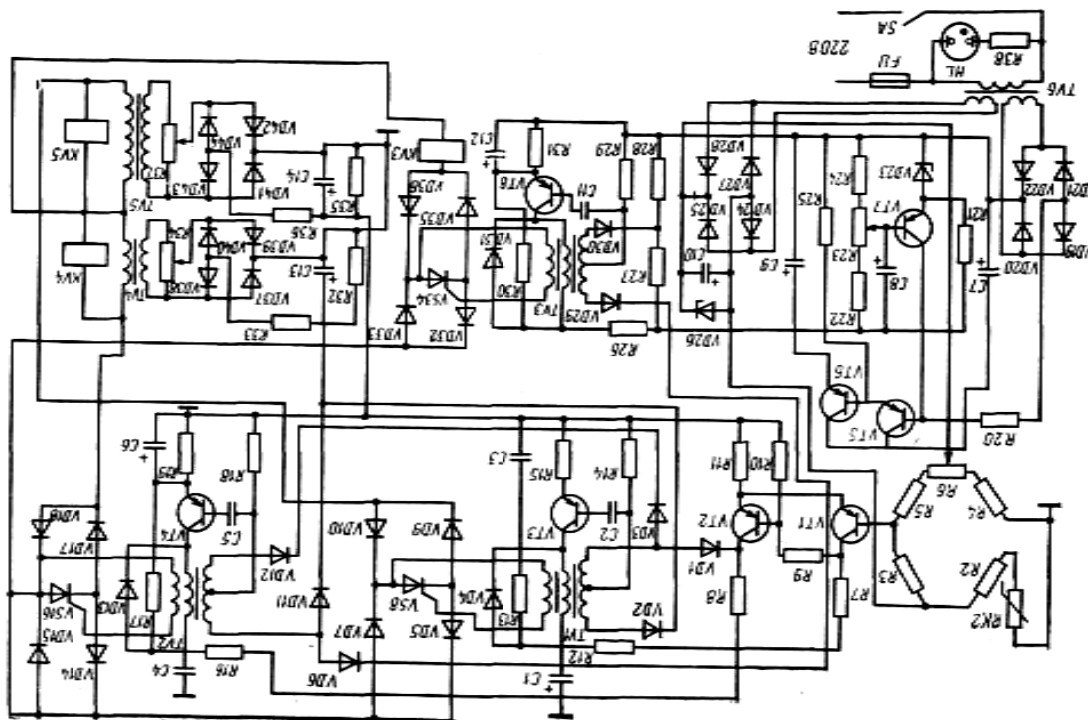


Рисунок 40 – Электрическая принципиальная схема бесконтактного устройства пастеризационной установки ОПФ-1.

После достижения заданной температуры пастеризации компаратор, собранный на транзисторе VT8, закрывается, а вслед за ним - тиристор VS38, который лишает питания электромагнит гидрореле УА1. Вода под давлением поступает в гидрокамеру клапана, перемещает в нижнее положение его шток, а тот перекрывает путь молоку на повторный подогрев и открывает выход на розлив.

## 2. Автоматизация холодильных установок.

Охлаждение сельскохозяйственной продукции и хранение ее при низкой температуре позволяют сохранить ее естественные качества и пищевую ценность, замедляет жизненные процессы и уменьшает потери, увеличивает срок сохранности ценных питательных свойств молока, мяса, рыбы, овощей, фруктов и т.п. Продукты хранят при температурах от  $-2$  до  $+2^{\circ}\text{C}$  (в зависимости от вида продукта) при относительной влажности 80 ... 95%.

В сельском хозяйстве холод получают как безмашинным способом (ледники, льдосоляное охлаждение), так и при помощи специальных холодильных машин. При машинном охлаждении теплота от охлаждаемой среды отводится во внешнее окружающее пространство при помощи низкотемпературыкипящих холодильных агентов (фреон или аммиак). Температура кипения фреона различных марок равна  $-30...-40^{\circ}\text{C}$ , а аммиака – около  $-33,4^{\circ}\text{C}$ .

Рассмотрим устройство и работу водоохлаждающей установки УВ-10, производительность по холоду которой составляет 41 кВт/ч.

Установка УВ-10 состоит из компрессора 4 с электроприводом М1 (рисунок 41), воздушного конденсатора 2 с приводом вентилятора М2, ресивера 1, теплообменника 7 со встроенным в него фильтром-осушителем 6, терморегулирующего вентиля 8, оросительного змеевикового испарителя 12, размещенного в баке 9, холодоносителя с оросителем 10, центробежного насоса



13 для перекачки холодоносителя, фильтров 5, 6 и 11 и вентилей 3.

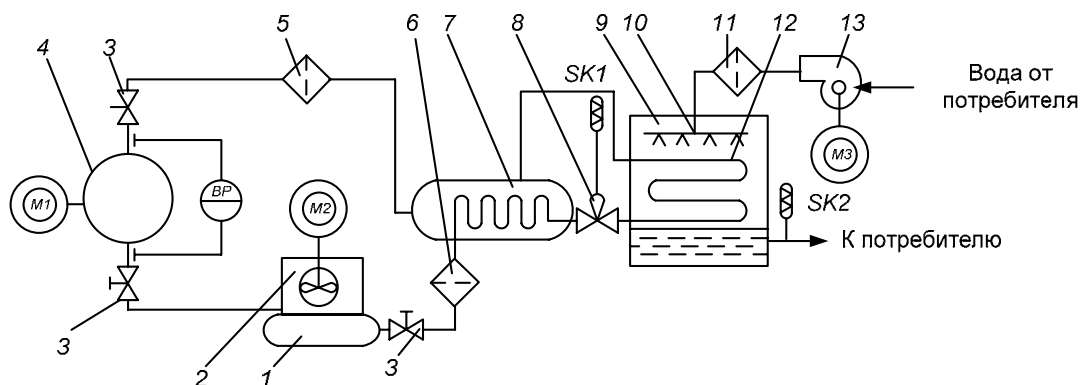


Рисунок 41 – Технологическая схема водоохлаждающей установки УВ-10.

Установка работает по двум замкнутым контурам: по холодильному агрегату и по хладоносителю (воде).

Первый контур работает следующим образом. Компрессор 4 отсасывает пары хладагента из испарителя 12, сжимает их и нагнетает в конденсатор 2, где хладагент охлаждается и конденсируется за счет теплообмена с воздухом, прогоняемый вентилятором М2. Жидкий хладагент скапливается в ресивере 1, а затем проходит через фильтр-осушитель 6 и теплообменник 7. В фильтре 6 он освобождается от влаги и грязи, а в теплообменнике 7 дополнительно охлаждается за счет регенеративного теплообмена с парами хладагента, идущего из испарителя.

Охлажденный хладагент поступает в терморегулирующий вентиль 8, в котором снижается его давление, а затем в виде парожидкостной смеси поступает в испаритель 12. В испарителе эта смесь превращается в пар, отбирая теплоту от водяного холодоносителя и вынося её в конденсатор. В конденсаторе теплота отводится в окружающую среду при помощи вентилятора.

Циркуляция холодоносителя осуществляется насосом 13 через очистительный фильтр 11. Холодоноситель в распылённом виде омывает испаритель и охлаждается, а затем уходит к потребителям холода.

Отдав холод соответствующим холодообменникам, холодоноситель снова возвращается в бак 9. Оптимальная работа холодильной установки наблюдается тогда, когда температура паров на выходе из испарителя 12 на 15...20 °С выше температуры кипения холодильного агента. Для поддержания этой разницы температур предназначен терморегулирующий вентиль 8 с датчиком температуры SK1 прямого действия.

Температура холодоносителя контролируется датчиком температуры SK2, который при +3 °С включает электропривод компрессора М1 и вентилятора М2, и отключает его при +0,5 °С при помощи магнитного пускателя КМ1. Электропривод М2 вентилятора включается одновременно с компрессором. Защита от повышения давления нагнетания выше 1,5 МПа и понижения давления всасывания ниже 0,04 МПа осуществляется датчиком разности давления ВР, который размыкает свои контакты и отключает магнитным пускателем КМ2 электропривод М3 водяного насоса, а через контакт технологической блокировки КМ2.2 - компрессор и вентилятор конденсатора.

Схема управления (рисунок 42) работает в ручном и автоматическом режимах. В ручном режиме переключатель SA ставят в положение Р. Включают и отключают электродвигатели М1, М2 и М3 тумблерами S2 и S3. В автоматическом режиме переключатель SA ставят в положение А и выключают тумблер S1. Параллельно контактам тумблера S1 подключены контакты датчика SK3 температуры, установленного в охлаждаемом объекте и включающего холодильную установку при повышении температуры. При замыкании SK3 срабатывает магнитный пускатель КМ2 и включает насос, а затем блок-контактом КМ2.2 - магнитный пускатель КМ1 электроприводов компрессора и вентилятора. Магнитный пускатель КМ1 автоматически включается и отключается от датчика температуры SK2, а магнитный пускатель КМ2 - от датчика SK3.

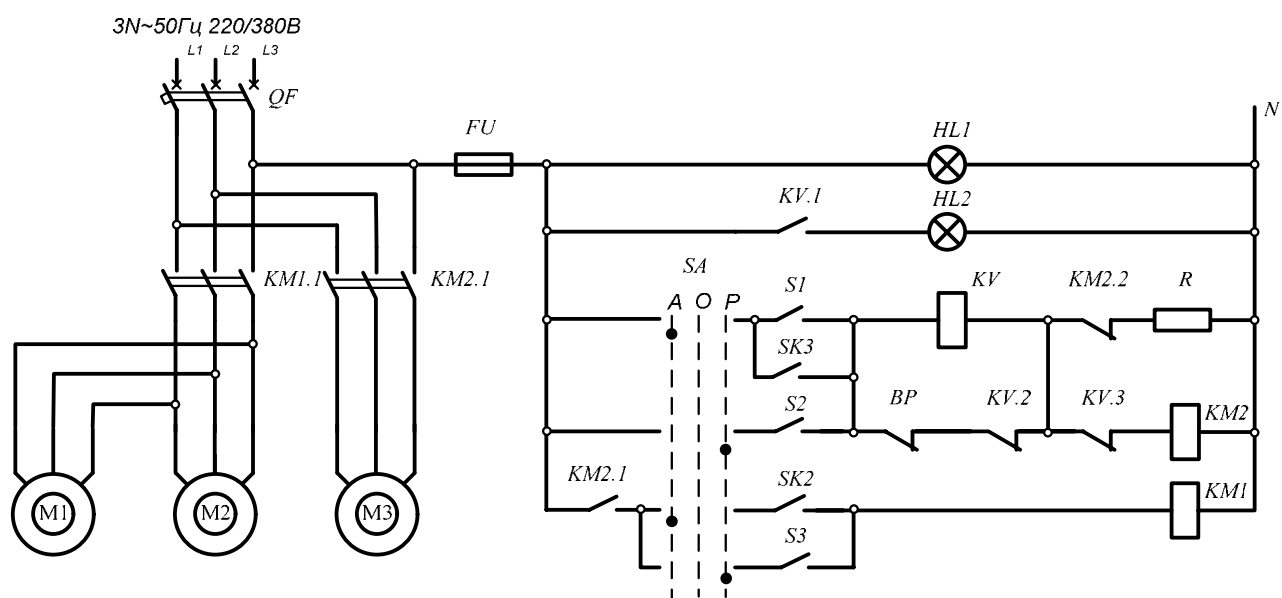


Рисунок 42 – Электрическая принципиальная схема управления водоохлаждающей установкой УВ-10.

Защита установки работает следующим образом. При размыкании контактов датчика разности давлений ВР, а также контактов тепловых реле магнитных пускателей КМ1 и КМ2 (они включаются последовательно с контактами ВР, на схеме не показаны) реле КV расшунтируется и срабатывает. Оно своими контактами включает сигнальную лампу HL2, отключает магнитный пускатель КМ2 насоса, а затем блок-контактам КМ2.2 отключается магнитный пускатель КМ1. Реле КV при этом получает питание через размыкающий блок-контакт КМ2 и резистор R. После этого схему в исходное состояние можно привести только в ручную путем отключения и включения напряжения питания переключателем SA или автоматическим выключателем QF.

Сигнализация о работе схемы осуществляется сигнальными лампами:

- ❖ HL1- напряжение в схему управления подано;
- ❖ HL2 – авария.

**План урока:****1. Автоматизация поточных линий сбора яиц на птицефабриках**

Технологическая линия яйцесбора включает ряд механизмов. Транспортёры сбора яиц (рис. 43) расположены вдоль гнезд 1, в которых содержится (клеточные батареи) или несется (напольное содержание) птица. Снесенное яйцо выкатывается из гнезда по наклонной решетке 2 на ленту 3, приводимую в движение шкивом 4 от вала электропривода. В конце ряда гнезд установлен накопительный стол 5, с которого птичница собирает яйцо.

При централизованном сборе яиц с многоярусных гнезд вместо накопительного стола устанавливают механизм вывода яиц на один уровень (рис.44). В каскадных батареях этот механизм устанавливают наклонно.

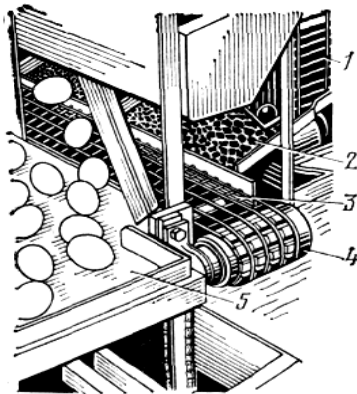


Рисунок 43 – Устройство для сбора яиц в птичнике.

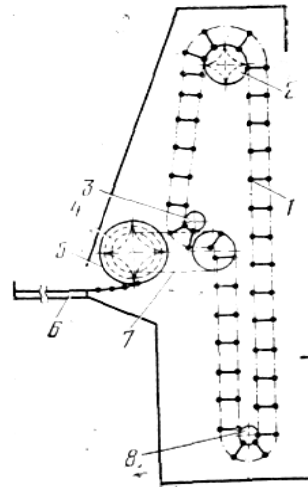


Рисунок 44 – Элеватор яиц:  
1 – транспортерная лента; 2 - верхний шкив; 3 – ролик; 4 – приводная звездочка; 5 – электропривод; 6 – стол; 7 – цепь; 8 – нижний шкив.

Для централизации сбора яиц в горизонтальном направлении (с нескольких батарей или птичников) применяют ленточные или планчатые транспортеры яиц. В этих системах приемные столы на элеваторах отсутствуют.

Принципиальная электрическая схема управления сбором яиц в птичнике (рис. 45) предусматривает работу в ручном, наладочном и автоматическом режимах. Выбор режима осуществляется многопозиционным переключателем SA1. Тумблерными переключателями SA2...SA7 осуществляется дистанционное включение отдельных установок в наладочном режиме, а SA8 — при ручном управлении. При включении поперечного транспортера M3 магнитным пускателем KM3 блок-контактами KV1.1 и KV1.2 через KV9:1 и KV9:2 подготавливается включение продольных транспортеров первого яруса M1 и привода щеток очистки лент M2. На втором ярусе поперечный транспортер M4 через реле KV7 заблокирован с электроприводом продольного транспортера M6, а через реле KV10 — с электроприводом очистки щеток M5.

В автоматическом режиме управление по заранее рассчитанному алгоритму осуществляет многоканальное устройство программного управления (например, КЭП-12У), которое своими контактами дублирует функции контактов выключателей SA2...SA7 и автоматически управляет транспортерами.

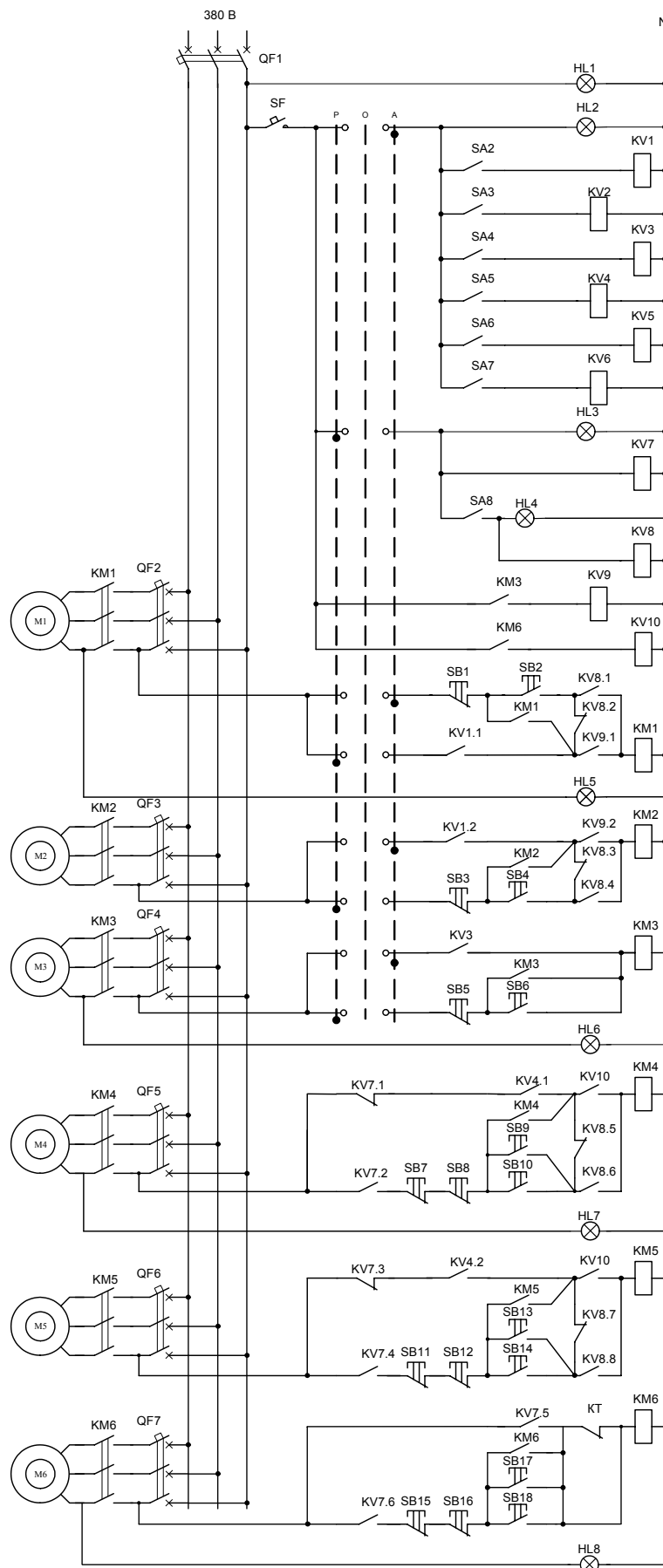


Рисунок 45 - Электрическая принципиальная схема автоматизации сбора яиц в птичнике.

*Список использованных источников*

1. Бородин И.Ф., Судник Ю.А. Автоматизация технологических процессов. М.: КолосС, 2004. 344 с.
2. Бородин И.Ф., Недилько Н.М. Автоматизация технологических процессов. - М.: Агропромиздат, 1986.
3. Кудрявцев И.Ф. и др. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок. М.: Агропромиздат, 1988. 480 с.
4. Герасимович Л.С. и др. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок. М.: Колос, 1980. 391 с.
5. Фоменков А.П. Электропривод сельскохозяйственных машин, агрегатов и поточных линий. М.: Колос, 1984. 288 с.
6. Усатенко С.Т. и др. Выполнение электрических схем по ЕСКД (Справочник). М.: Издательство стандартов, 1989.

## Содержание

Введение .....	5
Урок № 1.....	6
Введение. Общие сведения об автоматизации производственных процессов .....	6
1. Содержание и задачи дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана.....	6
2. Основные направления развития сельскохозяйственного производства.....	7
Урок № 2.....	7
1) Основные понятия о системах автоматизации: .....	7
Урок № 3.....	9
1. Особенности автоматизации сельскохозяйственного производства .....	9
2. Основные задачи автоматизации технологических процессов .....	10
3. Классификация процессов и объектов автоматизации .....	10
Урок № 4.....	12
Основные понятия автоматики и принципы автоматического управления .....	13
1. Основные понятия автоматики.....	13
2. Принципы автоматического управления.....	15
3. Обобщенная структурная схема АСУ .....	16
Урок № 5.....	18
Тема 1.3. Схемы систем автоматики .....	18
1. Классификация электрических схем автоматизации по ГОСТ 2701-84 .....	18
2. Структурные и функциональные схемы автоматизации .....	18
3. Условные графические и буквенные обозначения приборов и средств автоматизации на функциональных схемах по ГОСТ 21.404 – 85 (схемах автоматизации). .....	19
Урок № 6.....	24
1. Принципиальные схемы автоматизации .....	24
2. Буквенные обозначения элементов по ГОСТ 2.710-81 .....	25
3. Условные графические обозначения элементов на электрических принципиальных схемах .....	27
Урок № 7.....	35
1. Элементы систем автоматики .....	35
2. Расчет и выбор элементов систем автоматики .....	39
Урок № 8.....	42
1. Схемы расположения, соединения и подключения щитов управления .....	42
2. Мнемосхемы.....	44
Урок № 9.....	45
Раздел 2. Автоматизация технологических процессов в животноводстве и птицеводстве .....	45
Тема 2.1. Автоматизация удаления навоза и помета .....	45
1. Установки, применяемые для уборки навоза.....	46
2. Автоматизация скребковых навозоуборочных транспортеров .....	46
3. Автоматизация поточных линий уборки навоза .....	47
Урок № 10.....	49
1) Установки для уборки помета. Автоматизация процесса уборки помета. ....	49
Урок № 11.....	51
Тема 2.2 Автоматизация кормораздаточных установок .....	51
1. Автоматизация кормораздаточных поточных линий для к.р.с.....	51
2. Автоматизация кормораздатчиков для свиноферм .....	53
Урок № 12.....	56
1) Автоматизация поточных линий раздачи кормов в птичнике. ....	56
Урок № 13.....	59
Тема 2.3. Автоматизация водоснабжения и орошения .....	59
1. Автоматизация безбашенных насосных установок .....	59
2. Автоматизация башенных насосных установок: станция управления ПЭТ .....	60
Урок № 14.....	63
1. Станция управления ШЭП .....	63

2) Комплектное устройство «Каскад».....	65
3. Автоматизация оросительных насосных станций .....	68
Урок № 15 .....	70
Тема 2.4. Автоматизация вентиляционных установок.....	70
1. Автоматизация вентиляционных установок с применением релейно-контактных элементов (станция управления ШАП-5701).....	70
Урок №16 .....	72
1. Автоматизация вентиляционных установок с применением бесконтактных элементов .....	72
Урок №17 .....	75
Тема 2.5. Автоматизация доильных установок и оборудования первичной обработки молока	75
1. Технологические основы автоматизации доения коров. Автоматизация доильных установок. ....	75
Урок №18 .....	77
1 Автоматизация пластинчатых пастеризаторов. ....	77
2. Автоматизация холодильных установок. ....	80
Урок №19 .....	83
Тема 2.6. Автоматизация поточных линий сбора яиц на птицефабриках .....	83
1. Автоматизация поточных линий сбора яиц на птицефабриках.....	83
Список использованных источников .....	85

