

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

**Новозыбковский сельскохозяйственный техникум – филиал
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Брянский государственный аграрный университет»**

Непша А.В.

**Техническое обслуживание и ремонт
автоматизированных
систем сельскохозяйственной техники
(Часть 2)**

Учебное пособие

ПМ.03 Техническое обслуживание, диагностирование неисправностей
и ремонт электрооборудования и автоматизированных систем
сельскохозяйственной техники

МДК.03.02 Техническое обслуживание и ремонт автоматизированных
систем сельскохозяйственной техники



Брянская обл., 2020 г.

УДК 631.3.004.67(07)

ББК 40.72

Н 53

Непша А. В. Техническое обслуживание и ремонт автоматизированных систем сельскохозяйственной техники: учебное пособие в 2-х ч. Ч. 2. / А. В. Непша. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2020. - 543.

Учебное пособие составлено в соответствии с рабочей программой по ПМ.03 МДК.03.02. Помимо теоретического материала, в нем содержатся контрольные вопросы и список литературы для подготовки к занятиям.

Рекомендовано к изданию методическим советом Новозыбковского филиала Брянского ГАУ, протокол №6 от 15 мая 2020 года.

© Брянский ГАУ, 2020

© Непша А.В., 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
Раздел 1. Основы автоматизации сельскохозяйственного производства.	11
Тема 1.1. Общие понятия об автоматизации технологического процесса.	11
Тема 1.2. Полная и частичная автоматизация.	17
Тема 1.3. Схемы систем автоматизации. Объекты автоматизации.	21
Тема 1.4. Классификация объектов и процессов автоматизации сельскохозяйственного производства.	28
Тема 1.5. Схемы систем автоматизации. Классификация схем.	34
Тема 1.6. Пневматические, гидравлические, кинематические схемы. .	45
Тема 1.7. Электрические, структурные, функциональные схемы. Условные обозначения на схемах.	57
Тема 1.8. Выбор пусковой и защитной аппаратуры.	68
Тема 1.9. Ознакомление с методикой разработки габаритов, установочных мест пускозащитной аппаратуры, внутреннего монтажа.	74
Раздел 2. Автоматизация технологических процессов в животноводстве.	79
Тема 2.1. Автоматизация водоснабжения. Автоматизация башенной насосной установки.	79
Тема 2.2. Автоматизация безбашенной установки.	83
Тема 2.3. Автоматизация микроклимата животноводческих помещений.	85
Тема 2.4. Способы и средства управления микроклиматом.	90
Тема 2.5. Автоматизация кормоприготовления животных. Кормораздатчик КЭС-1.7.	97
Тема 2.6. Автоматизация процесса гранулирования и брикетирования кормов.	103
Тема 2.7. Автоматизация комбикормовых агрегатов.	107
Тема 2.8. Анализ схемы автоматизации дозаторов кормов.	110
Тема 2.9. Анализ схемы автоматизации ОПК.	113
Тема 2.10. Автоматизация навозоуборочных транспортеров.	117
Тема 2.11. Автоматизация доения коров.	120
Тема 2.12. Автоматизация первичной обработки молока.	127
Раздел 3. Автоматизация птицеводства.	133
Тема 3.1. Кормление и поение птицы.	133
Тема 3.2. Автоматизация местного обогрева.	136
Тема 3.3. Автоматизация освещения и облучения.	148

Тема 3.4. Принципиальная электрическая схема облучателей и управления облучателем.	151
Тема 3.5. Технологическая схема помёта-уборочного транспортера.	156
Тема 3.6. Схема установки для полуавтоматической сортировки яиц.	159
Тема 4.2. Принципиальная схема АВМ.	166
Тема 4.3. Автоматизация процесса гранулирования. Технологическая схема ОГМ.	169
Тема 4.4. Принципиальная электрическая схема ОГМ.	172
Тема 4.5. Технологические основы дозирования и смешивания кормов.	176
Тема 4.6. Автоматизация дозирования кормосмесей.	182
Тема 4.7. Технологическая схема агрегата ОКЦ.	190
Тема 4.8. Принципиальная эл. схема ОКЦ.	191
Тема 4.9. Анализ автоматизации бункера БВ-25.	194
Тема 4.10. Технология и автоматизация кормоприготовления.	199
Тема 4.11. Принципиальная электрическая схема переработки корнеплодов.	202
Тема 4.12. Автоматизация кормоцехов.	205
Раздел 5. Автоматизация технологических процессов в полеводстве.	214
Тема 5.1. Автоматизация зернопунктов. Технологическая схема КЗС-20.	214
Тема 5.2. Технологическая схема зерносушилок.	218
Тема 5.3. Автоматизация зерносушилок СЗШ-16, СЗШ8, СЗСБ.	232
Тема 5.4. Принципиальная схема зерносушилок.	238
Тема 5.5. Автоматизация процесса вентилирования зерна.	240
Тема 5.6. Автоматизация бункера БВ-25.	244
Тема 5.7. Принципиальная электрическая схема бункера активного вентилирования зерна.	247
Тема 5.8. Принципиальная электрическая схема управления загрузкой, температурной, влажности зерна.	248
Тема 5.9. Автоматизация мобильных машин в полеводстве.	253
Тема 5.10. Системы автоматического управления работы мобильных сельскохозяйственных агрегатов.	258
Раздел 6. Автоматизация технологических процессов в защищенном грунте.	261
Тема 6.1. Автоматизация Т.П. в защищённом грунте.	261
Тема 6.2. Автоматизация микроклимата в ангарных теплицах.	273
Тема 6.3. Принципиальные электрические схемы управления температурой воздуха.	275

Тема 6.4. Автоматизация полива и подкормки растения.	279
Раздел 7. Автоматизация хранилищ сельскохозяйственной продукции.	287
Тема 7.1. Автоматизация овощехранилищ.	287
Тема 7.2. Системы автоматизации микроклимата овощехранилища типа ОРТХ.	292
Тема 7.3. Автоматизация фруктохранилищ.	298
Раздел 8. Автоматизация энерго- и водоснабжения сельского хозяйства.	302
Тема 8.1. Автоматизация электроснабжения сельских потребителей.	302
Тема 8.2. Автоматизация электроустановок для подогрева воды, воздуха и получения пара.	313
Тема 8.3. Автоматизация оборудования водонагревательных котлов.	326
Тема 8.4. Автоматизация электрокалориферных установок.	332
Тема 8.5. Автоматизация холодильных установок. Технологическая схема.	337
Тема 8.6. Принципиальная электрическая схема холодильной установки.	347
Раздел 9. Автоматизация установок электрического облучения и обогрева.	350
Тема 9.1. Автоматизация установок для облучения растений в защищенном грунте.	350
Тема 9.2. Автоматизация ультрафиолетового облучения.	359
Тема 9.3. Принципиальная электрическая схема ультрафиолетового облучения.	362
Тема 9.4. Автоматизация инфракрасного обогрева.	365
Раздел 10. Автоматизация ремонта сельскохозяйственной техники.	373
Тема 10.1. Автоматизация технологических процессов мойки, разборки и сборки агрегатов.	373
Тема 10.2. Контроль загрязнённости растворов. Система автоматического управления технологических процессов мойки.	379
Тема 10.3. Автоматизация процессов восстановления деталей. Общие сведения о гальваническом способе восстановления деталей.	386
Тема 10.4. Электрическая схема электролитической установки. Диаграмма изменения плотности тока при железнении деталей.	397
Тема 10.5. Автоматизация обкатки автотракторных двигателей. Автоматизация управления параметрами режимов обкатки.	402
Тема 10.6. Принципиальная электрическая схема автоматизации стенда обкатки. Обкатка двигателей.	405

Раздел 11. Автоматизированные системы управления и контроля. ...	409
Тема 11.1. Система централизованного контроля. Принципы централизованного контроля.	409
Тема 11.2. Общие сведения о системе централизованного контроля и автоматического управления.	415
Тема 11.3. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Системы централизованного и автоматического управления.	419
Раздел 12. Единая система конструкторской документации (ЕСКД).	428
Тема 12.1. Система конструкторской документации. Общие положения ЕСКД.	428
Раздел 13. Установки электронагрева.	437
Тема 13.1. Нагревательные электроприборы.	437
Тема 13.2. Электроприборы для нагрева жидкости.	445
Тема 13.3. Принцип действия и технические характеристики масляных электрорадиаторов.	455
Раздел 14. Установки микроклимата.	458
Тема 14.1. Электрические приборы и аппараты микроклимата.	458
Тема 14.2. Кондиционеры, назначение, устройство, технические характеристики БК -1300.	466
Раздел 15. Электроприборы индивидуального пользования.	472
Тема 15.1. Электроприборы, облегчающие домашний труд.	472
Тема 15.2. Электрокухонные машины. Типы электропылесосов.	479
Тема 15.3. Стиральные машины. Принцип действия, устройство и технические характеристики.	491
Раздел 16. Электроустановки для хранения сельскохозяйственной продукции.	498
Тема 16.1. Электроприборы для хранения продуктов. Холодильники, их классификация.	498
Раздел 17. Техническое обслуживание и ремонт однофазных электродвигателей, применяемых в сельском хозяйстве.	527
Тема 17.1. Однофазные электродвигатели. Асинхронные коллекторные электродвигатели.	527
Раздел 18. Техническое обслуживание, диагностирование и ремонт сельскохозяйственного оборудования для обработки древесины и металла.	537
Тема 18.1. Электробытовая техника для обработки древесины и работы с металлами.	537
ЛИТЕРАТУРА.	541

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП) — комплекс технических и программных средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием.

Автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП) подстанции - система, включающая как программно-технический комплекс (ПТК), решающий различные задачи сбора, обработки, анализа, визуализации, хранения и передачи технологической информации и автоматизированного управления оборудованием трансформаторной подстанции, так и соответствующие действия персонала по контролю и оперативному управлению технологическими процессами подстанции, выполняемые во взаимодействии с ПТК.

С учетом сложности и ответственности разных функций управления создание АСУ ТП подстанцией осуществляется поэтапно, начиная с менее сложных и ответственных: оперативного управления, автоматического регулирования, релейной защиты. Завершенная в полном объеме АСУ ТП подстанцией называется интегрированной системой управления подстанции.

В составе АСУ ТП подстанцией предусматриваются следующие функции:

Оперативное управление — сбор и первичная обработка дискретной и аналоговой информации, формирование, обновление, корректировка базы данных, регистрация аварийных ситуаций и переходных процессов, фиксация факта и времени выдачи управляющих команд, учет электроэнергии, отпущенной потребителям, переданной соседним энергосистемам или полученной от них, отображение и документирование информации для оперативного персонала, контроль текущих значений параметров режима, определение длительности допустимых перегрузок трансформаторов и другого оборудования, контроль продолжительности работы оборудования в утяжеленных условиях (при перегрузках), контроль качества напряжения, контроль работы трансформаторов и другого оборудования, регистрация состояния оборудования, определение ресурса трансформаторов (по изоляции и по электродинамическим воздействиям) и коммутационного оборудования,

Кроме этого - определение ресурса РПН трансформаторов, контроль состояния изоляции высокого напряжения, анализ аварийных ситуаций, контроль и управление электропотреблением, автоматиче-

ское составление бланков оперативных переключений, контроль состояния сети оперативного тока, контроль и оптимизация работы компрессорной установки и системы воздухообеспечения выключателей, контроль охлаждения трансформаторов, контроль состояния системы автоматического пожаротушения, управление коммутационной аппаратурой, определение расстояния до места повреждения на ЛЭП, автоматическое ведение суточной ведомости, формирование телеизмерений и телесигналов и передача их на диспетчерские пункты верхних уровней управления, реализация команд телеуправления коммутационными аппаратами и средствами управления, организация необходимых каналов связи и управления с диспетчерскими пунктами и оперативно-выездными бригадами,

Автоматическое управление — управление напряжением и реактивной мощностью, управление составом работающих трансформаторов (оптимизация числа работающих трансформаторов по критерию минимума потерь активной мощности), управление нагрузкой в аварийных режимах, адаптивное АПВ и АВР,

Релейная защита — релейная защита всех элементов подстанции, диагностирование и проверка релейной защиты и автоматики, адаптация релейной защиты, анализ действия релейной защиты по сигнализации, резервирование отказа выключателей.

Цифровая техника на подстанции дает следующие преимущества:

- повышение надежности всех функций управления благодаря автоматическому диагностированию системы и расширению возможности использования всего объема исходной информации,
- улучшение контроля за состоянием оборудования подстанции,
- сокращение избыточности цепей и информации, необходимой для обеспечения определенного уровня надежности,
- повышение возможностей достоверизации и корректировка исходной информации благодаря наличию достаточно большого объема избыточной информации,
- увеличение объемов информации, что позволяет системе управления формировать более обоснованные решения,
- возможность реализации адаптивных систем релейной защиты и управления,
- снижение суммарных затрат на комплекс технических средств управления,
- возможность применения новых прогрессивных технических средств (датчиков высокой точности, волоконно-оптических систем и др.).

Почти для всех разработок общим является использование в качестве технической базы АСУ ТП подстанциями многомашинных распределенных комплексов, базирующихся на структурах локальных вычислительных сетей. Микропроцессоры, входящие в эти комплексы, выполняют разные технологические и вспомогательные функции, включая связь между подстанцией и диспетчерским пунктом.

К числу функций управления подстанцией, которые автоматизируются с помощью микропроцессорной техники, относятся:

- сбор и обработка информации,
- отображение и документирование информации,
- контроль измеряемых величин, выходящих за установленные пределы,
- передача информации на верхний уровень управления,
- выполнение простых вычислений,
- автоматическое управление оборудованием подстанции в нормальном режиме.

К устройствам релейной защиты и противоаварийной автоматики предъявляются наиболее высокие требования по надежности и быстродействию. Отказы микропроцессорных систем при выполнении функций релейной защиты и противоаварийной автоматики должны быть практически исключены.

Диалоговая система должна обеспечить общение с АСУ ТП разных пользователей: оперативного персонала, для которого используется наиболее простой, близкий к естественному, язык общения, специалистов в области релейной защиты и противоаварийной автоматики, выполняющих настройку, проверку и изменение уставок (более сложный, специализированный язык общения), специалистов по вычислительной технике (наиболее сложный язык). С помощью АСУ ТП контролируются: состояние (включено-отключено) работающего оборудования, текущие значения величин по сравнению с установленными допустимыми пределами, исправность средств управления (связи, релейной защиты и противоаварийной автоматики), допустимая длительность перегрузки трансформаторов и ЛЭП, разница коэффициентов трансформации включаемых на параллельную работу трансформаторов.

К числу функций автоматического управления в нормальном режиме относятся: регулирование напряжения на шинах подстанции посредством изменения коэффициентов трансформации трансформаторов, включение и отключение конденсаторов, оперативные переключения по заданной программе, блокировка разъединителей, синхронизация, отключение одного из параллельно работающих транс-

форматоров для уменьшения суммарных потерь электроэнергии в режиме малых нагрузок, автоматизация считывания показаний счетчиков электроэнергии.

Функции управления АСУ ТП подстанций в аварийных режимах включают релейную защиту элементов подстанции, УРОВ, АПВ ЛЭП, АВР, отключение и восстановление нагрузки. С помощью микроЭВМ реализуются адаптивные системы АПВ ЛЭП и шин, которые обеспечивают: переменную выдержку времени (бестоковую паузу) с учетом тяжести предшествующего КЗ, выбор элемента для подачи напряжения на шины подстанции, оставшиеся без напряжения (по минимальному уровню тока КЗ в случае устойчивого повреждения, по максимальному значению остаточного напряжения на шинах подстанции, от которой подается напряжение и др.), изменение выдержки времени, вывод АПВ из действия при многократных повреждениях на ЛЭП, обусловленных тяжелыми метеоусловиями, поочередное замыкание фаз выключателя при двух- или трехфазном КЗ на землю (сначала включается выключатель одной из поврежденных фаз, а затем в случае успешного АПВ — выключатели двух других фаз), благодаря чему снижается тяжесть аварийного возмущения в случае неуспешного АПВ.

Раздел 1. Основы автоматизации сельскохозяйственного производства

Тема 1.1. Общие понятия об автоматизации технологического процесса

1. Виды автоматизации

Исходя из функций, выполняемых специальными автоматическими устройствами, различают следующие основные виды автоматизации: автоматический контроль, автоматическая защита, дистанционное, автоматическое и телемеханическое управление.

Автоматический контроль включает в себя автоматические сигнализацию, измерение, сортировку и сбор информации.

Автоматическая сигнализация предназначена для оповещения обслуживающего персонала о предельных или аварийных значениях каких-либо физических параметров, месте и характере нарушений технологического процесса (ТП). Сигнальными устройствами служат лампы, звонки, сирены, специальные мнемонические указатели и другие световые и звуковые устройства.

Автоматическое измерение предназначено для измерения и передачи на специальные указательные и регистрирующие приборы значений физических величин, характеризующих ТП или работу машин. Обслуживающий персонал по значениям приборов оценивает качество ТП и режимы работы машин и агрегатов.

Автоматическая сортировка имеет целью контроль и разделение продукции и сырья по размерам, массе, твердости, вязкости, цвету и другим показателям (например, сортировка зерна, яиц, картофеля, листьев табака и т. п.).

Автоматический сбор информации служит для получения информации о ходе ТП, 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 или аварийных режимов либо прекращают контролируемый производственный процесс (например, отключают определенные участки электроустановки при возникновении на них коротких замыканий), либо автоматически восстанавливают нормальный режим работы. Автоматическая защита тесно связана с автоматическим управлением и сигналами.

лизацией. Она воздействует на органы управления и оповещает обслуживающий персонал об осуществленной операции.

Автоматическую защиту, выполненную на основе реле, называют релейной. Ее применяют на электрических станциях, подстанциях, в сетях и различных устройствах.

Дистанционное управление объединяет в себе методы и технические средства управления установками и различными объектами на расстоянии. Команды на управление подаются обслуживающим персоналом по линиям связи с помощью соответствующих кнопок, ключей и другой командной аппаратуры.

Автоматическое управление включает в себя комплекс технических средств и методов по управлению объектами без участия обслуживающего персонала: пуск и останов оборудования, включение и отключение вспомогательных устройств, обеспечение безаварийной работы, соблюдение требуемых значений параметров в соответствии с оптимальным ходом ТП и т. д.

Сочетание комплекса технических устройств с объектом управления (ОУ) называют системой автоматического управления (САУ). Под входящим в состав САУ объектом управления понимают отдельную совокупность элементов, в которой технологические процессы подвергаются целенаправленным воздействиям. К такой совокупности можно отнести, например, теплицу, хранилище продукции, трактор, комбайн, животное и т. п.

Разновидностью автоматического управления является автоматическое регулирование, под которым понимают процесс автоматического поддержания какого-либо параметра на заданном уровне или изменение его по определенному закону. Автоматическое регулирование осуществляется специальным устройством, называемым автоматическим регулятором.

Телемеханика — область науки и техники, охватывающая теорию и технические средства автоматической передачи на расстояние команд управления и информации о состоянии объекта. Телемеханические системы позволяют объединить в один ТП работу большого числа машин и установок, расположенных одна от другой на значительном расстоянии. В зависимости от назначения их принято разделять на системы телесигнализации, телеизмерения и телеуправления.

В зависимости от степени автоматизации различают ручное, автоматизированное и автоматическое управление. При ручном управлении все функции управления выполняет человек-оператор. При автоматизированном управлении часть функций выполняет человек, а

другую часть — автоматические устройства. При автоматическом управлении все функции управления выполняют автоматические устройства.

В современной автоматике различают автоматизированные системы управления производством (АСУП) и технологическими процессами (АСУ ТП).

АСУП — это человеко-машинная система, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления в различных сферах, главным образом в организационно-экономической деятельности человека. Например, в управлении хозяйственно-плановой деятельностью отрасли, предприятием, комплексом или территориальным регионом.

АСУ ТП — это тоже человеко-машинная система, которая предназначена для контроля за режимами работы, сбора и обработки информации о ходе ТП, а также для выдачи управляющих воздействий на ТП в соответствии с принятым критерием управления. Обычно АСУ ТП охватывает отдельные цеха, животноводческие и птицеводческие фермы, хранилища, хозяйства в целом. АСУ ТП помогает диспетчеру и руководителю предприятия оперативно принимать решение по оптимальному управлению производственным процессом, опираясь на показатели отдельных технологических операций.

2. Классификация систем автоматического управления

Основной задачей любого процесса управления является выработка и реализация решений, обеспечивающих наиболее эффективное достижение поставленной цели. Объектом управления может быть ТП целиком или отдельная его часть. Процесс управления — это совокупность операций над ОУ, необходимых для достижения цели управления.

Типовая САУ включает в себя два элемента — ОУ и устройство управления (УУ). На вход УУ подается сигнал, равный разности фактического значения управляемой величины $y(t)$ и ее заданного значения g . Выходной сигнал УУ $u(t)$ одновременно является управляющим воздействием, которое определяет непланируемое изменение $y(t)$.

В состав УУ входят измерительный преобразователь (ИП), измеряющий регулируемую величину и преобразующий ее в сигнал другой физической природы; задатчик (ЗД); собственно УУ, преобразующее отклонение регулируемой величины от заданного значения в соответствии с заложенным в него алгоритмом; исполнительный механизм (ИМ), выполняющий команду регулятора по изменению положе-

ния регулирующего органа (РО), управляющего расходом вещества или энергии в ОУ.

Современные САУ классифицируют по следующим признакам.

По характеру использования информации различают разомкнутые и замкнутые САУ. В разомкнутых САУ имеет место одностороннее воздействие УУ на ОУ. Разомкнутые САУ в свою очередь подразделяют на системы с жесткой программой и с управлением по возмущению. Примером системы с жесткой программой может служить САУ освещением в птичнике, когда в заданные моменты времени происходит ступенчатое включение или отключение групп ламп. В разомкнутых САУ, действующих по возмущению,

управление осуществляется на основании информации о возмущающем воздействии. Например, можно управлять работой насоса, подающего воду в водонапорный бак, в зависимости от расхода воды в каждый конкретный момент времени.

Замкнутые системы используют информацию о текущих значениях выходной величины $y(t)$, определяют отклонение $x(1)$ управляемой величины от ее заданного значения g и принимают действие к уменьшению или полной ликвидации $x(1)$.

Системы, в которых сочетаются принципы управления по возмущению и по отклонению, называют комбинированными.

По методу управления САУ подразделяют на приспособляющиеся (адаптивные) и не приспособляющиеся к изменяющимся условиям работы ОУ. Неприспособляющиеся САУ предназначены для стационарных объектов и имеют постоянную структуру и параметры настройки. Приспособляющиеся, или адаптивные, САУ целенаправленно изменяют алгоритм управления или параметры управляющих воздействий для достижения наилучшего управления нестационарным объектом.

По результатам работы системы в установившемся состоянии САУ делят на статические и астатические. В статических системах по окончании переходного процесса остается разница между заданным и установившимся значениями управляемой величины. В астатических системах этой разницы нет.

По характеру изменения управляющих воздействий во времени САУ делят на непрерывные и прерывистые, или дискретные. В непрерывных системах управляемая величина $y(t)$ и управляющее воздействие $u(t)$ — непрерывные функции времени. Это проявляется в том, что в случае непрерывного изменения $y(t)$ также непрерывно изменяется $u(t)$. В прерывистых системах управляющее воздействие, а

иногда и управляемая величина меняются скачкообразно (дискретно) в определенные моменты времени или при достижении определенного значения переменных.

Прерывистые САУ, в свою очередь, подразделяют на релейные, импульсные и цифровые. В релейных (позиционных) системах один или несколько элементов имеет существенно нелинейную (релейную) характеристику. В соответствии с этой характеристикой управляющее воздействие изменяется скачкообразно при определенном значении управляемой величины. Импульсные системы имеют в своем составе звено, преобразующее непрерывную управляемую величину в дискретную импульсную, т. е. в последовательность импульсов с заданным периодом их появления. При этом управляемой величине пропорциональна амплитуда или длительность импульсов. В цифровых системах управляющие воздействия формируются цифровыми вычислительными устройствами, которые оперируют не с непрерывными сигналами, а с дисперсными числовыми последовательностями.

По числу управляемых величин различают одно- и многомерные САУ. Первые из них имеют одну управляемую величину, вторые — несколько. Кроме того, многомерные САУ могут быть разделены на системы несвязанного и связанного управления. В системах несвязанного управления УУ непосредственно между собой не связаны и воздействуют на общий для них ОУ отдельно. В системах связанного управления УУ связаны между собой внешними связями с целью уменьшения взаимного влияния управляемых величин.

3. Составляющие экономической эффективности автоматизации

Один из главных критериев целесообразности автоматизации технологических процессов — экономическая эффективность. Экономическая эффективность автоматизации определяется уменьшением совокупных текущих и капитальных затрат на производство единицы продукции. При автоматизации сельскохозяйственных процессов капитальные затраты обычно несколько возрастают, а эксплуатационные расходы на единицу продукции существенно сокращаются. Иными словами, капитальные затраты возрастают в меньшей степени, чем уменьшаются текущие затраты. Таким образом, эффективность автоматизации характеризуется сокращением затрат на производство единицы продукции.

Экономическая эффективность автоматизации формируется из

четырёх составляющих: энергетической, трудовой, структурной и технологической.

Энергетическая составляющая определяется по сокращению расхода топлива или энергии, увеличению надёжности и долговечности работы энергетического оборудования, экономичности работы систем энергообеспечения, повышению КПД силовых установок и т. п.

Трудовая составляющая связана с сокращением прямых затрат труда обслуживающего персонала на выполнение ТП. При автоматизации процесса затраты труда существенно сокращаются. В то же время происходит незначительное увеличение капитальных затрат на её техническое обеспечение.

Структурная составляющая обусловлена сокращением регулирующих и запасных емкостей, уменьшением служебных помещений и инженерных коммуникаций, снижением металлоёмкости и стоимости оборудования, увеличением количества продукции, получаемой с единицы площади, или объёма производственных зданий, повышением концентрации построек на территории.

Технологическая составляющая обусловлена увеличением производства сельскохозяйственной продукции за счёт автоматизации ТП. Например, в животноводстве, растениеводстве, защищённом грунте — это создание благоприятных климатических условий путем автоматического управления микроклиматом в зависимости от времени суток, сезона, возраста животных, а также связанное с автоматизацией сокращение расхода корма и повышение качества продукции.

Контрольные вопросы

1. На какие основные виды автоматизации различают исходя из функций, выполняемых специальными автоматическими устройствами?
2. Что в себя включает автоматический контроль?
3. Для чего предназначено автоматическое измерение?
4. Какие два элемента включает в себя типовая САУ?
5. На что подразделяют по методу управления САУ?
6. Как определяется экономическая эффективность автоматизации?

Тема 1.2. Полная и частичная автоматизация

1. Частичная, комплексная и полная автоматизация технологических процессов

По степени автоматизации управления производственными ТП 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.

Комплексная автоматизация ТП означает автоматическое выполнение всего комплекса операций и установок по обработке материалов и их транспортированию по заранее заданным программам при помощи различных автоматических устройств, входящих в общую систему 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, управление кормоприготовительными агрегатами.

Полная автоматизация в отличие от комплексной возлагает выполнение функций выбора и согласования режимов работы отдельных машин и агрегатов 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 перенастройки всей системы на новые режимы работы.

Опыт автоматизации промышленности показывает, что при частичной автоматизации затраты на средства автоматики составляют 1...10 % капитальных вложений на установку в целом, при комплексной — 10...25 % и при полной — свыше 25 %. В сельском хозяйстве на средства автоматики и метрологические приборы расходуется менее 7 %, хотя относительная стоимость их в теплицах составляет 15...40% общей стоимости технологического оборудования.

2. Методика расчета основных показателей экономической эффективности автоматизации технологических процессов.

В результате технико-экономических, социально-экономических и качественных сравнений автоматизированного и неавтоматизированного способов производства определяют основные показатели экономической эффективности автоматизации: капитальные затраты, эксплуатационные годовые издержки, рентабельность, срок окупаемости и др.

Капитальные затраты можно рассчитать по формуле:

$$K=K_c+K_m+K_z+K_o-K_p, \quad (1.1)$$

где K_c — стоимость средств автоматики с учетом их доставки, монтажа и наладки, р.; K_m — затраты на модернизацию действующей техники и технологии, связанные с автоматизацией, р.; K_z — стоимость строительства и реконструкции зданий в связи с внедрением автоматизации, р.; K_o — стоимость основных средств, подлежащих ликвидации при внедрении устройств автоматики, р.; K_p — стоимость реализованной части ликвидируемых основных средств, р.

Годовые эксплуатационные издержки, как правило, вычисляются так:

$$И=И_о+И_т+И_з+И_э+И_с, \quad (1.2)$$

где $И_о$ — амортизационные отчисления, р.; $И_т$ — отчисления на текущий ремонт, р.; $И_з$ — затраты на зарплату, р.; $И_э$ — стоимость электроэнергии, р.; $И_с$ — стоимость топлива и смазочных материалов, р.
Прибыль, р./год:

$$П=И_н-И_а+Д, \quad (1.3)$$

где $И_н$ — годовые эксплуатационные издержки при неавтоматизированном производстве, р./год; $И_а$ — то же, при автоматизированном производстве, р./год; $Д$ — дополнительный доход, полученный за счет улучшения качества продукции, снижения потерь и т. п., р./год.

Срок окупаемости капитальных затрат на автоматизацию при одинаковом годовом объеме производства:

$$T=(K_a-K_n)/(И_н-И_а+Д), \quad (1.4)$$

где K_n , K_a — капитальные затраты соответственно при неавтоматизированном и автоматизированном производстве: $K_n < K_a$, р.

Производительность труда — важнейший показатель экономической эффективности. Она определяется качеством продукции, произведенной в единицу времени, или количеством рабочего времени, затраченного на производство единицы продукции. Повышение производительности труда, которое произошло в результате автоматизации, отражает уменьшение затрат труда (в процентах):

$$Z_T = ((Z_n - Z_a) / Z_n) \cdot 100\%, \quad (1.5)$$

где Z_n — затраты труда на единицу продукции или вид работы при неавтоматизированном производстве, р.; Z_a — то же, при автоматизированном производстве, р.

Рентабельность производства связана с денежным измерением затрат труда и характеризует уровень доходности производства:

$$P = ((Ц - C) / C) \cdot 100\%, \quad (1.6)$$

где $Ц$ — оптовая цена продукции, р.; C — себестоимость продукции, р.

При автоматизации ТП следует вычислять показатель D_p дополнительной рентабельности (р.), не связанный с оптовой ценой продукции:

$$D_p = ((C_n - C_a) / C_n) \cdot 100\%, \quad (1.7)$$

где C_n — себестоимость продукции неавтоматизированного производства, р.; C_a — то же, автоматизированного производства, р.

Приведенные затраты Z_p позволяют оценить и выбрать (по минимальному значению) наиболее эффективный вариант автоматизации ТП. Эти затраты определяют по эксплуатационным издержкам за год и первоначальным капитальным вложениям K на автоматизацию, приведенным к одинаковой размерности через нормативный коэффициент эффективности E_n :

$$Z_p = I + E_n \cdot K, \quad (1.8)$$

где $E_n = 0,2$.

Годовой экономический эффект, p ., от автоматизации при выпуске одной и той же продукции:

$$\mathcal{E}=(3п1-3п2)•A, \quad (1.9)$$

где $3п1$ $3п2$ — приведенные затраты на единицу продукции соответственно до и после автоматизации, p .; A — годовой объем производства продукции после автоматизации.

Иногда целесообразно принимать во внимание социальные и экономические факторы, изменение которых вызвано использованием средств автоматизации. Поскольку количественно оценить социально-экологические факторы не всегда удастся, то выбирают вариант автоматизации, который лучше удовлетворяет социальным стандартам и экологическим нормативам, например, улучшению условий труда, его престижности, снижению уровня вредных веществ и т. д.

Экономическую эффективность автоматизации ТП можно анализировать в такой последовательности:

собрать и обобщить исходные данные;

выбрать базу сравнения;

определить затраты, необходимые для приобретения и внедрения средств автоматики;

подсчитать годовые эксплуатационные издержки на содержание средств автоматики;

исследовать влияние автоматизации на технико-экономические и социально-экологические показатели производственного процесса;

выявить ожидаемый экономический эффект от внедрения автоматизации.

Контрольные вопросы:

1. Что означает частичная автоматизация технологических процессов?

2. Что означает комплексная автоматизация технологических процессов?

3. Что означает полная автоматизация технологических процессов?

4. Как вычислить годовые эксплуатационные издержки?

5. Как вычислить годовой экономический эффект, p ., от автоматизации при выпуске одной и той же продукции?

Тема 1.3. Схемы систем автоматизации. Объекты автоматизации

1. Виды и характеристики объектов автоматизации

В качестве объектов автоматизации (ОА) можно понимать либо материальные объекты (помещения, установки, машины, выполняющие технологические процессы), либо непосредственно сами технологические процессы. Единого мнения по определению ОА пока нет. С одной стороны, важна эффективность технологических процессов. И в этом смысле под ОА целесообразно понимать именно сам процесс. Например, процессы кормораздачи, горения пламени, формирования биомассы, обработки и накопления информации. С другой стороны, большинство технологических процессов происходит в материальных объектах: животноводческих фермах, калориферах, теплицах, процессорах и т. п. И человек воздействует на эти процессы, как правило, с помощью материальных органов. Поэтому в качестве ОА столь же обоснованно можно принимать материальные носители технологических процессов.

Технологический процесс как ОА характеризуется несколькими качественными и количественными показателями, на которые влияет ряд возмущающих и управляющих воздействий. Одни возмущения, влияющие на ход ТП, можно контролировать (прирост массы животных на откорме, наступление фазы цветения растений), а другие могут иметь случайный и неконтролируемый характер (поломки оборудования, заболевания животных и растений). Управляющие воздействия регламентируются распорядком дня, режимом работы технологического оборудования, производственными инструкциями и т. д.

Технологическая установка как ОА характеризуется некоторыми показателями качества — технологическими параметрами, являющимися выходными координатами, а также искусственно создаваемыми входными воздействиями, прямо или косвенно влияющими на состояние ОА.

Простейшие ОА имеют одну выходную величину и соответственно одно входное воздействие. Например, у водонагревателя-термоса выходной величиной (параметром) является температура воды, а регулирующим воздействием — электрическое напряжение U_c подаваемое на электронагреватели (рис. 1.1).

К простым можно отнести также технологические установки с несколькими входными и выходными координатами, если между эти-

ми координатами не существует функциональных взаимосвязей. Такой объект можно рассматривать как несколько простейших по соответствующим параметрам и каналам входных воздействий. Например, в свинарниках при смешивании комбикорма с водой и другими добавками процессы заполнения смесителя компонентами вполне допустимо рассматривать раздельно (рис. 1.2).

И, наконец, сложные объекты с несколькими взаимосвязанными входными и выходными координатами требуют учета взаимного влияния смежных воздействий и параметров. Например, при регулировании микроклимата вентиляция влияет не только на концентрацию газов $CO_2 > NH_3, H_2S$ в помещении, но и на температуру и влажность. В свою очередь испарение повышает влажность и понижает температуру (рис. 1.3).

При небольшом числе взаимосвязанных координат обычно удается установить главные для данного процесса параметры, которым следует отдать предпочтение в процессе управления. Тогда:

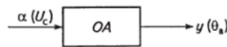


Рис. 1.1. Водонагреватель-термос как объект регулирования: α — входная величина (электрическое напряжение U_c); y — выходная величина (температура воды θ_w).

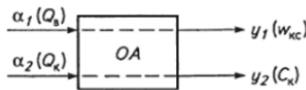


Рис. 1.2. Кормосмеситель как объект управления загрузкой: α_1, α_2 — входные воздействия (подача воды Q_b и комбикорма Q_k в смеситель); y_1, y_2 — выходные величины (влаго содержание кормосмеси W_{kc} и концентрация в ней корма C_k).

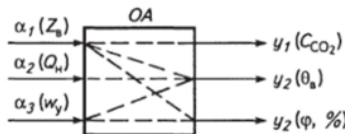


Рис. 1.3. Птичник как объект регулирования микроклиматом.

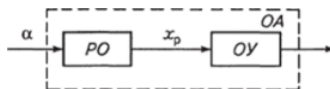


Рис. 1.4. Структура простейшего объекта автоматизации:

x_p — целенаправленное воздействие; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ — входные величины; y_1, y_2, y_3 — выходные величины остальные параметры можно рассматривать как второстепенные (зависимые).

Однако в современном сельскохозяйственном производстве много технологических объектов, гораздо более сложных по структуре взаимосвязей. Например, птицеферма представляет собой объект с множеством выходных координат (параметры микроклимата, кормления, освещения, уборки помета и сбора яиц, поения и санитарного состояния) и целым рядом управляемых воздействий по обслуживанию птиц. Между этими координатами существуют определенные связи.

Все рассмотренные объекты автоматизации имеют сложную внутреннюю структуру и могут быть представлены рядом элементарных функциональных звеньев, определенным образом соединенных между собой. В простейшем случае в структуре ОА можно выделить объект управления ОУ (рис. 1.4) — технологический процесс, рассматриваемый изолированно, и регулирующий орган РО — устройство, обеспечивающее целенаправленное воздействие X_p на ОУ.

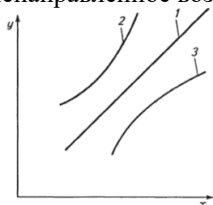


Рис. 1.5. Статические характеристики объектов управления.

Взаимосвязь между обобщенными координатами объектов управления выражается статическими и динамическими характеристиками.

Статическая характеристика ОУ представляет собой зависимость между выходной координатой y (параметром процесса) и результирующим значением входной координаты x — воздействием в установившемся режиме, т. е. функцию $y = f(x)$ (рис. 1.5). Как видно из графика статическая характеристика может быть линейной 1 и нелинейной 2 или 3. Следует иметь в виду, что статическую характеристику может иметь только статический объект, т. е. такой, который при любом значении x имеет определенное положение и соответствующее ему значение y .

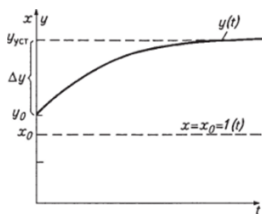


Рис. 6. Динамика переходного процесса.

Если после подачи на вход ОУ воздействия x выходная координата принимает установившееся значение не мгновенно, то такой ОУ называется динамическим и для его описания требуются динамические характеристики. Одной из распространенных характеристик, отражающих динамические свойства ОУ, является кривая переходного процесса. Эта кривая иллюстрирует зависимость выходной координаты y от времени t при воздействии на вход ОУ единичного ступенчатого сигнала x_0 (рис. 6).

2. Структура и принципы управления технологическими процессами

В общем виде структура управления ТП показана на рисунке 7. Все многообразие задач, возникающих в ходе управления ТП, можно классифицировать по трем группам:

автоматическое управление — обеспечивает выработку управляющих воздействий и их реализацию на основании информации о всех контролируемых и управляющих величинах. Автоматическую стабилизацию регулируемых параметров обеспечивает система автоматического регулирования;

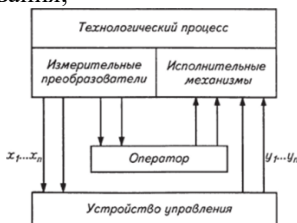


Рис. 7. Структурная схема управления ТП.

автоматический контроль за ходом ТП — представляет оператору информацию о ходе ТП, его количественных и качественных по-

казателях. Виды автоматического контроля: непрерывный контроль и контроль предельных значений;

автоматическая сигнализация — оповещает оператора о ходе ТП, предельных или аварийных значениях контролируемых величин, месте и характере нарушения ТП.

При автоматизации сельскохозяйственных ТП используют следующие принципы:

логического управления — применяют для управления поточно-транспортными линиями приготовления и раздачи корма, уборки навоза и т.д. в тех случаях, когда необходимо последовательно пускать, переключать и останавливать механизмы, а также при наличии блокировок, обеспечивающих нормальное функционирование ТП и защиту оборудования в аварийных ситуациях. Для логического управления важно знать состояние ТП в предшествующий момент времени. Принцип логического управления использован, например, в схемах управления оборудованием в поточно-транспортных системах (АВМ-1,5; КОПК-15 и т.д.);

программного управления — реализуют в разомкнутых САУ. Управляемая величина изменяется по заранее заданной программе. Например, дозу жидкого корма, раздаваемого свиньям, устанавливают в зависимости от состояния животных и поедаемости корма один раз в 10 дней и далее не корректируют. В отличие от принципа логического управления знание состояния ТП в предшествующий момент времени обязательно;

управления по отклонению — используют в замкнутых САУ. Например, при регулировании уровня воды в баке водокачки неконтролируемые возмущения по нагрузке объекта (изменение расхода воды) или по каналу регулирующего воздействия (изменение подачи насоса) автоматически компенсируются в процессе стабилизации регулируемого параметра (уровня). Недостаток управления по отклонению — низкие эксплуатационные характеристики в случае значительной инерционности объекта;

управления по возмущению — используют в разомкнутых САУ. Управляющее воздействие принимают, исходя из анализа действующих на систему возмущений. Например, решение о загрузке бункера принимают по результатам анализа расходования кормов в связи с тем, что непрерывный контроль уровня сыпучих материалов затруднителен.

Недостатки управления по возмущению — накопление ошибки регулирования и неспособность управляющего устройства компенсировать непланируемые возмущения;

комбинированного управления — это комбинация принципов регулирования по отклонению и возмущению. Например, система управления обогревом свинарника включает в себя замкнутую САУ температурой электрообогреваемого пола и разомкнутую систему включения инфракрасного обогрева в зависимости от температуры воздуха.

Все пять рассмотренных принципов управления могут быть осуществлены в системах:

местного управления (оператор следит за ходом ТП и управляет им, находясь рядом с технологической линией);

дистанционного управления (оператор следит за ходом ТП по мнемосхеме; при этом улучшаются условия его работы, но контроль за ходом процесса ухудшается);

централизованного управления (оператор следит за ходом ТП с центрального пульта, имеющего развитую систему контрольно-измерительных приборов или ЭВМ).

3. Типовые технические решения при автоматизации технологических процессов

Общая задача управления ТП — минимизация (максимизация) некоторого критерия (себестоимость, затраты энергии и т. д.) при выполнении ограничений на технологические параметры, налагаемые регламентом. Поскольку решение этой задачи для всего процесса в целом затруднительно, весь ТП следует разбить на отдельные участки, чтобы участок соответствовал законченной технологической операции (кормоприготовление, обработка молока и т.д.). Тогда для отдельной стадии ТП критерий оптимальности установить значительно проще.

Технологические процессы одного типа (например, процессы нагрева) могут различаться методами исполнения, физико-химическими свойствами участвующих в них потоков сырья и т. п. Однако все они подчиняются одним и тем же законам и общим закономерностям.

К числу технологических параметров, подлежащих контролю и регулированию, относят расход, уровень, давление, температуру и ряд показателей качества.

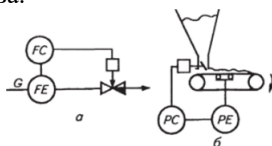


Рис. 1.8. Схема регулирования расхода: а — жидких и газообразных

сред; б — сыпучих материалов; FE, PE — датчики расхода соответственно жидких сред и сыпучих материалов; FC, PC — регуляторы расхода.

Регулирование расхода. Системы регулирования расхода характеризуются малой инерционностью и частой пульсацией параметра. Обычно системы управления расходом — это дросселирование потока вещества с помощью клапана или шибера; изменение напора в трубопроводе за счет изменения частоты вращения лопастей насоса или степени байпасирования (отведения части потока через дополнительные каналы). Принципы действия регуляторов расхода G жидких и газообразных сред показаны на рисунке 1.8.

Регулирование уровня. Системы регулирования уровня имеют те же особенности, что и системы регулирования расхода. Постоянство уровня свидетельствует о равенстве количеств подаваемой G_m и расходуемой $S_{вх}$ жидкости. Это условие может быть обеспечено воздействием на подачу или расход (рис. 1.9).

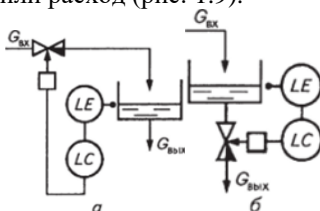


Рис. 1.9. Регулирование давления: а — с воздействием на подачу; б — с воздействием на расход среды; LE — датчик уровня; LC — регулятор уровня.

Постоянство давления, как и постоянство уровня, свидетельствует о материальном балансе объекта. Поэтому способы регулирования давления аналогичны способам регулирования уровня.

Регулирование температуры. Температура — показатель термодинамического состояния системы. Динамические характеристики САР температуры зависят от физико-химических параметров процесса и конструкции аппарата, поэтому общие рекомендации по синтезу САР температурой не могут быть сформулированы.

Особенность САР температурой — значительная инерционность объекта и нередко измерительного преобразователя. Принципы реализации регуляторов температуры аналогичны принципам реализации регуляторов уровня с учетом управления расходом энергии в объекте.

Регулирование рН продукта. Общая особенность объектов при

регулировании рН — нелинейность их статических характеристик. Следствие этого — необходимость адаптации параметров настройки регулятора к нагрузке объекта.

Контрольные вопросы:

1. Что можно понимать в качестве объектов автоматизации (ОА)?
2. Какими несколькими качественными и количественными показателями характеризуется технологический процесс как ОА?
3. По каким трем группам можно классифицировать все многообразие задач, возникающих в ходе управления ТП?
4. Какие принципы используют при автоматизации сельскохозяйственных ТП?
5. Чем характеризуются системы регулирования расхода?

Тема 1.4. Классификация объектов и процессов автоматизации сельскохозяйственного производства

1. Структурные схемы систем автоматического и ручного управления

Целью управления ТП может быть: стабилизация некоторой физической величины, изменение ее по заданной программе или, в более сложных случаях, оптимизация некоторого обобщающего критерия: наибольшая производительность процесса наименьшая себестоимость продукта и т. д.

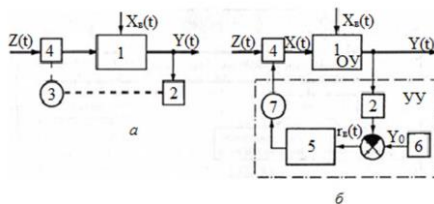


Рис. 1.10. Структурные схемы систем ручного (а) и автоматического (б) управления: 1 - объект управления; 2 - измерительный прибор; 3- оператор; 4 - регулирующий орган; 5 - управляющий элемент; 6- задатчик; 7- исполнительный механизм

В самом простом случае (рис. 1.10, а) управление ТП осуществляется оператором 3, который на основании своего опыта и ориентиру-

ьясь по показаниям контрольно-измерительных приборов 2 оценивает ход процесса по выходным параметрам $Y(t)$ и принимает меры воздействия $X(t)$ с целью устранения влияния внешних возмущений $X_b(t)$, действующих на объект управления 1. Естественно, результаты ТП в этом случае зависят от квалификации и добросовестности оператора.

Структурные схемы автоматических СУ представляют в виде цепочки элементов, каждый из которых подвержен действию одного или нескольких входных воздействий, в результате чего изменяются выходные параметры этого элемента.

Обычно элементы обладают детектирующими свойствами, когда выходные величины не влияют на входные. Но возможны также случаи, когда выходные параметры воздействуют на входные. Это имеет место в том случае, когда элемент охвачен обратной связью или если такова физическая сущность протекающих в объекте процессов.

Структурные схемы автоматических СУ (рис. 1.10, б) в простейшем случае включают в себя два элемента: объект 1 управления (совместно с регулирующим органом 4) и управляющее устройство УУ (на рисунке обведено пунктиром). В схему УУ входят измерительный преобразователь (датчик) 2, измеряющий регулируемую величину и преобразующий ее в определенный сигнал определенной физической природы (электрической, механической и др.); задатчик 6; управляющий элемент 5, усиливающий и преобразующий отклонение Управляемой величины $Y(t)$ от заданного значения Y_0 в соответствии с заложенным в него алгоритмом; исполнительный механизм 7, выполняющий команду управляющего элемента 5 по изменению положения регулирующего органа 4, осуществляющего управление расходом вещества или энергии в ОУ. На вход управляющего элемента (регулятора) 5 подается сигнал, по значению равный разности $e(t)$ текущего значения управляемой величины $Y(t)$ и ее заданного значения Y_0 . Управляемая величина $Y(t)$ находится под действием одного или нескольких возмущающих воздействий $X_b(t)$, часть которых может контролироваться.

2. Классификация автоматических систем управления.

Системы управления (регулирования):

1. По характеру использования информации:
 - разомкнутые - (с жесткой программой, с управлением по возмущению);
 - замкнутые.
2. По методу управления:

- неприиспосабливающиеся - (стабилизирующие, программные, следящие);
- приспособабливающиеся.
- 3. По результатам работы установившемся состоянии:
 - статические;
 - астатические.
- 4. По изменению воздействия во времени:
 - непрерывные;
 - прерывные (дискретные) – (релейные, импульсные цифровые).
- 5. По числу управляемых величин:
 - одномерные;
 - многомерные (многосвязные).
- 6. По виду дифференцированного уравнения:
 - линейные;
 - нелинейные.

На вход управляющего элемента (регулятора) 5 подается сигнал, по значению равный разности $e(t)$ текущего значения управляемой величины $Y(t)$ и ее заданного значения Y_0 . Управляемая величина $Y(t)$ находится под действием одного или нескольких возмущающих воздействий $X_b(t)$, часть которых может контролироваться.

Классификация автоматических СУ возможна по различным признакам.

Первый из признаков — назначение информации, в соответствии с которым автоматические СУ делят на замкнутые и разомкнутые.

Замкнутые системы используют текущую информацию о выходных величинах, определяют отклонение $e(t)$ управляемой величины $Y(t)$ от ее заданного значения K_0 и принимают действия к уменьшению или полному исключению $e(t)$.

3. Функциональные схемы автоматических СУ

Простейшим примером замкнутой системы, называемой системой регулирования по отклонению, служит показанная на рисунке 1.11, а система стабилизации уровня воды в баке. Система состоит из измерительного преобразователя (датчика) 2 уровня, устройства 1 управления (регулятора) и исполнительного механизма 3, управляющего положением регулирующего органа (клапана) 5.

Признак замкнутой системы, действующей на отклонение регулируемой величины, — обратная связь с выхода ОУ на его вход.

Замкнутые системы этого типа компенсируют любые возмущения, поскольку регулятор контролирует только отклонение регулируемой величины независимо от причины, его вызвавшей. Они не могут обеспечить равенство выходной величины $Y(t)$ заданному значению Y_0 в течение всего времени t управления, так как их принцип работы связан с наличием отклонения $e = Y(t) - Y_0$.

Разомкнутые автоматические СУ подразделяют на системы с жесткой программой и с управлением по возмущению. Пример систем первого типа — система автоматического пуска и остановки комплекса машин, входящих в технологическую линию, в которой должна выдерживаться определенная последовательность (программа) работы отдельных механизмов, при этом ОС с выхода объекта на его вход отсутствует.

В разомкнутых автоматических СУ, действующих по возмущению, управление осуществляется на основании информации о входных (возмущающих) воздействиях. В показанной на рисунке 3, б системе таким возмущением является изменение давления воды в подающем трубопроводе.

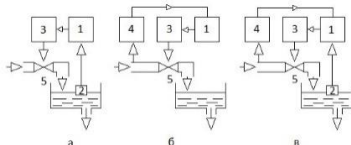


Рис. 1.11. Функциональные схемы автоматических СУ с управлением по отклонению (а), по возмущению (б) и комбинированные (в): 1 - регулятор; 2 и 4 — измерительные преобразователи уровня и давления воды; 3 - исполнительный механизм; 5 - регулирующий орган.

В реальных системах возможна компенсация одного или нескольких поддающихся измерению возмущений. Если таких возмущений несколько, то для компенсации каждого из них необходим свой контур регулирования. При этом всегда останется часть возмущений в том числе случайных и неконтролируемых, которые могут вызвать отклонение регулируемой величины $Y(t)$ от заданной Y_0 .

Выход из этого — сочетание обоих принципов управления (по возмущению и отклонению). Такую систему называют комбинированной (рис. 1.11, в), и ее преимущество по сравнению с системой, действующей по отклонению, в лучшей стабилизации регулируемой величины.

Стабилизирующие системы поддерживают управляемую ве-

личину на заданном уровне, программные — изменяют управляемую величину по заданной программе и следящие — обеспечивают изменение управляемой величины в определенном соотношении к задающему воздействию. В защищенном грунте пример стабилизирующей СУ — система регулирования температуры грунта, программной СУ — система управления температурой в зависимости от времени суток, следящей СУ — то же, но в зависимости от уровня естественной освещенности.

По методу управления автоматические СУ подразделяют на приспособляющиеся (адаптивные) и неприспособляющиеся к изменяющимся условиям работы ОУ.

Приспособляющиеся, или адаптивные, автоматические СУ целенаправленно изменяют алгоритмы управления или параметры управляющих воздействий для достижения наилучшего управления объектом. Поскольку в процессе работы таких систем происходит изменение их алгоритмов и (или) структуры, то их называют также самонастраивающимися. Частный случай приспособляющихся систем — экстремальные, задача которых — автоматический поиск максимума или минимума управляемой величины.

Следующий признак классификации связан с результатом работы системы в установившемся состоянии. В соответствии с ним автоматические СУ делят на статические и астатические.

В статических системах по окончании переходного процесса существует разница между заданным и установившимся значениями управляемой величины, которую называют статической ошибкой. Статическая ошибка — неперенный признак таких систем, причем величина ее зависит как от величины возмущения, так и от параметров настройки регулятора.

В астатических системах управляемая величина по окончании переходного процесса равна заданному значению. Возможное отклонение (ошибка управления), свойственное реальным системам автоматики, обусловлено несовершенством ее элементов.

По характеру изменения управляющих воздействий во времени автоматические СУ делят на непрерывные и прерывистые, или дискретные.

В непрерывных системах управляемая величина и управляющее воздействие — непрерывные функции времени.

Прерывистые автоматические СУ подразделяют на релейные, импульсные и цифровые.

В релейных (позиционных) системах один из элементов,

обычно это управляющее устройство (УУ), имеет существенно нелинейную (релейную) характеристику, в соответствии с которой управляющее воздействие изменяется скачкообразно при определенном значении управляемой величины. Такова, к примеру, система управления водонагревателем, в которой регулятор температуры включает электронагреватель при снижении температуры воды до определяемого настройкой регулятора значения.

Импульсные автоматические СУ имеют в своем составе звено, преобразующее управляемую величину в дискретную импульсную. При этом управляемой величине пропорциональна амплитуда или длительность импульсов.

В цифровых системах формирование управляющих воздействий осуществляется цифровыми вычислительными устройствами, которые оперируют не с непрерывными сигналами, а с дискретными числовыми последовательностями.

Следующий признак классификации — число управляемых величин. В соответствии с этим признаком автоматические СУ делят на одномерные и многомерные. Одномерные имеют по одной входной и выходной величине, а многомерные — по нескольку.

По виду дифференциального уравнения автоматические СУ подразделяют на линейные и нелинейные. К линейным относят системы, поведение которых описывается линейными дифференциальными уравнениями. Поскольку систем, абсолютно точно описываемых линейными дифференциальными уравнениями, практически не существует, сюда относят также линеаризованные системы, описываемые линейными дифференциальными уравнениями приближенно, при некоторых допущениях и ограничениях. К нелинейным относят системы, поведение которых описывается нелинейными дифференциальными уравнениями, причем в системе достаточно иметь всего один нелинейный элемент, чтобы вся она стала нелинейной.

Контрольные вопросы:

1. Что может быть целью управления ТП?
2. Из чего состоит структурная схема систем ручного управления?
3. Какие могут быть виды дифференцированного уравнения систем управления (регулирования)?
4. На что подразделяют прерывистые автоматические СУ?

Тема 1.5. Схемы систем автоматизации. Классификация схем

1. Принципиальные, функциональные и структурные схемы

На принципиальной схеме все элементы системы изображают в соответствии с условными обозначениями во взаимосвязи между собой. Из принципиальной схемы должен быть ясен принцип ее действия и физическая природа происходящих в ней процессов. Принципиальные схемы могут быть электрическими, гидравлическими, пневматическими, кинематическими и комбинированными. На рисунке 1.12. в качестве примера представлены фрагменты принципиальной электрической и принципиальной гидравлической схем.

Элементы автоматки на принципиальных схемах следует обозначать в соответствии со стандартом. Изображение элементов должно соответствовать выключенному состоянию (обесточенному, при отсутствии избыточного давления и т.д.) всех цепей схемы и отсутствию внешних воздействий. Схема должна быть логически последовательной и читаться слева направо или сверху вниз. Каждому элементу принципиальной схемы присваивают буквенно-цифровое позиционное обозначение. Буквенное обозначение обычно представляет собой сокращенное наименование элемента, а цифровое в порядке возрастания и в определенной последовательности условно показывает нумерацию элемента, считая слева направо или сверху вниз. Для сложных схем, как правило, расшифровывают сокращенные буквенные и цифровые обозначения.

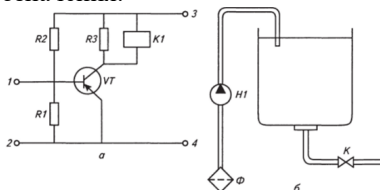


Рис. 1.12. Фрагменты принципиальных схем:
а — электрической, б — гидравлической.

Функциональные структурные схемы отражают взаимодействие устройств, блоков, узлов и элементов автоматки в процессе их работы. Графически отдельные устройства автоматки изображают прямоугольниками, соответствующими направлению прохождения сигнала. Внутреннее содержание каждого блока не конкретизируют.

Функциональное назначение блоков обозначают буквенными символами. На рисунке 1.13 в качестве примера представлена функциональная схема САУ температурой воздуха в парнике, где ОУ— объект управления (парник), ВЭ — воспринимающий элемент (датчик температуры), ПЭ — преобразующий воздействие (влияние внешних факторов на температуру воздуха в парнике).

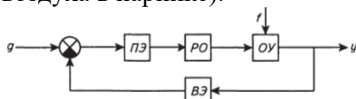


Рис. 1.13. Функциональная схема САУ температурой воздуха в парнике элемент (усилитель с реле на выходе), РО— регулирующий орган (электронагреватель), y — управляемая величина (температура), g — задающее воздействие (требуемая температура); f — возмущающее.

Алгоритмические структурные схемы показывают взаимосвязь составных частей автоматической системы и характеризуют их динамические свойства. Эти схемы разрабатывают на основе функциональных или принципиальных схем автоматики. Алгоритмическая структурная схема — наиболее удобная графическая форма представления САУ в процессе исследования ее динамических свойств. В этой схеме не учитывают физическую природу воздействий и особенности конкретной аппаратуры, но отображают лишь математическую модель процесса управления.

На структурной схеме, как и на функциональной, элементы УУ и ОУ изображают в виде прямоугольников. При этом какое-либо устройство может быть представлено несколькими звеньями (прямоугольниками) и, наоборот, несколько однотипных устройств могут быть изображены как одно звено.

Разделение САУ на элементарные звенья направленного действия выполняют в зависимости от вида математического уравнения, связывающего выходную величину с входной для каждого звена. Внутри звена (прямоугольника) указывают математическую зависимость между входной и выходной величинами. Эта зависимость может быть представлена либо формулой, либо графиком, либо таблицей. Аналогично функциональной схеме связи между звеньями изображают в виде стрелок, указывающих направление и точки приложения воздействующих величин.

Структурная схема САУ температурой воздуха в парнике представлена на рисунке 1.14. Общий вид этой схемы совпадает с функциональной схемой (см. рис. 1.13), однако внутри прямоугольни-

ков содержатся функции или графики, связывающие выходные величины каждого элемента с входными.

В качестве примера рассмотрим принцип действия принципиальной электрической схемы САУ температурой теплоносителя в шахтной зерносушилке (рис. 1.15) и составим для нее функциональную схему. Требуемая температура теплоносителя в зерносушилке поддерживается при помощи заслонки 7, которая, поворачиваясь, изменяет соотношение притоков горячего воздуха Q_g , поступающего из топки, и холодного Q_x , забираемого из атмосферы. Температуру внутри зерносушилки измеряет термодатчик R , включенный в одно из плеч измерительного моста. Заданное значение управляемой величины g (температуры) устанавливают, перемещая движок резистора — задатчика R_1 . Поскольку сигнал выхода с измерительного моста малой мощности, то для управления реверсивным электродвигателем 2 (ИМ) используют усилитель 3.

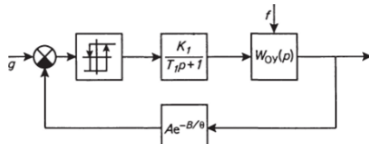


Рис. 1.14. Структурная схема САУ температурой воздуха в парнике.

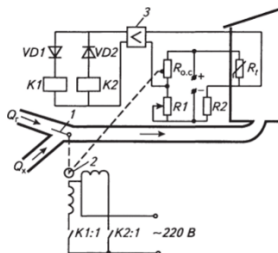


Рис. 1.15. Принципиальная электрическая схема САУ температурой теплоносителя в шахтной зерносушилке:
1—заслонка; 2 — ИМ; 3 — усилитель.

Когда температура теплоносителя внутри зерносушилки отклоняется от заданной, на выходе моста появляется сигнал разбаланса, который через усилитель 3 и реле K_1 или K_2 поступает в электродвигатель 2, включая его. От двигателя приводится в действие заслонка 7, перемещающаяся в ту или иную сторону в зависимости от знака сигнала.

Вследствие инерционности термодатчика R , и его удаленности

от заслонки 7 процесс управления может продолжаться бесконечно, т. е. новый равновесный режим в системе не установится. Действительно, когда заслонка займет новое равновесное положение, температура термодатчика еще некоторое время остается прежней, вследствие чего исполнительный механизм продолжит перемещать заслонку. Далее температура в месте установки термодатчика сначала сравняется с заданной, а затем отклонится от нее в противоположную сторону, т. е. примет значение с обратным знаком. Иными словами, в системе возникнут периодические колебания, называемые автоколебаниями. Автоколебания управляемой величины (температуры) в данной системе возникают вследствие того, что двигатель останавливается не в момент достижения заслонкой требуемого положения, а с некоторым запаздыванием.

Для устранения автоколебаний или уменьшения их амплитуды применяют обратную связь (ОС), которая позволяет остановить двигатель до того, как температура теплоносителя достигнет заданного значения, поскольку после прекращения перемещения заслонки температура объекта и термодатчика приближается к заданному значению.

Обратная связь осуществляется с помощью переменного резистора $R_{0.c.}$, ползунок которого механически связан с ротором электродвигателя 2 и перемещается одновременно с ним. Очевидно, что равновесие в системе наступит в тот момент, когда приращение сопротивления $R_{0.c.}$, возникающее вследствие передвижения ползунка, и приращение сопротивления R_t вызванное изменением температуры теплоносителя, станут равны между собой ($\Delta R = \Delta R_t$). Таким образом, электродвигатель 2 в данной системе останавливается и переходный процесс полностью прекращается в тот момент, когда отклонение температуры станет меньше зоны нечувствительности регулятора.

На функциональной схеме (рис. 1.16) зерносушилка представляет собой объект управления (ОЗ), термодатчик — воспринимающий орган (ГО), измерительный мост — сравнивающий элемент (СЭ), усилитель — усилительный элемент (УЭ), электродвигатель — исполнительный механизм (ИМ), заслонка — регулирующий орган (РО), между валом ИМ и ползунком потенциометра — обратная связь (ОС). Здесь же f — возмущающее воздействие (температура наружного воздуха, влажность и начальная температура зерна), g — задающее воздействие (требуемая температура сушки), y — управляемая величина (фактическая температура теплоносителя), и u — управляющее воздействие (теплота, поступающая в зерносушилку с теплоносителем).

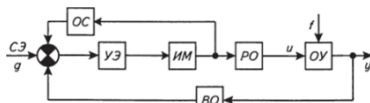


Рис. 1.16. Функциональная схема САУ температурой теплоносителя в шахтной зерносушилке.

2. Схемы соединений щитов, пультов управления, внешних соединений и подключений

Схемы соединений — это схемы, на которых изображают соединения составных частей устройства или внешние соединения между отдельными устройствами. Схемы для приборов, устанавливаемых в щитах или пультах управления, разрабатывают на основе функциональных схем, принципиальных электрических схем, схем питания, а также общих видов щитов и пультов.

Общие правила выполнения схем соединений следующие:

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 и маркировку участков цепей, принятые на принципиальной электрической схеме, необходимо сохранять в схеме соединений.

Применяют три способа составления схем соединений: графический, адресный и табличный. Для адресного и табличного способа, кроме перечисленных правил, следует соблюдать еще несколько:

приборы и аппараты на схемах соединений изображают упрощенно без соблюдения масштаба в виде прямоугольников, над которыми помещают окружность, разделенную горизонтальной чертой. Цифры над чертой указывают порядковый номер устройства (рис. 1.17, цифра 8); номера присваивают попанельно слева направо и сверху вниз), а под чертой — позиционное обозначение этого изделия (например, КТ3) при необходимости показывают внутреннюю схему аппаратов (рис. 1.17);

для нескольких реле, расположенных в одном ряду, внутреннюю схему показывают только один раз, если она у них одинаковая;

выводные зажимы приборов условно изображают окружностями, внутри которых указывают их заводскую маркировку (например, 1...8 на рис. 1.17). Если у выводных зажимов аппаратов заводской

маркировки нет, то их маркируют условно арабскими цифрами и называют это в поясняющей записи;

платам, на которых размещены диоды, триоды, резисторы и т. п., присваивают только порядковый номер (его проставляют в окружности под чертой);

позиционное обозначение элементов помещают в непосредственной близости от их условного графического изображения (рис. 1.18);

если приборы и средства автоматизации располагаются на нескольких элементах конструкции щита или пульта (крышке, задней панели, дверце), то необходимо выполнить развертку этих конструкций в одну плоскость, соблюдая взаимное размещение приборов и средств автоматизации.

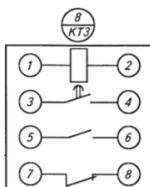


Рис. 1.17. Схема соединений с изображением внутренней схемы аппаратов

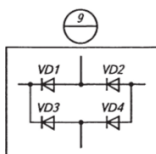


Рис. 1.18. Схема соединений с размещением позиционных обозначений элементов в непосредственной близости от их условного графического изображения

Графический способ заключается в том, что на чертеже условными линиями показывают все соединения между элементами аппаратов (рис. 1.19). 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-пунктирные с двумя точками и т. д.

Адресный («встречный») способ состоит в том, что линии связи между отдельными элементами аппаратов, установленных на щите или пульте, не изображают. Вместо этого 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 соответствует принципиальной электрической схеме или порядковому номеру изделия). При таком изображении схемы чертеж не загромождается линиями связи и легко читается (рис. 1.20). Адресный способ выполнения схем соединений — основной и наиболее распространенный.

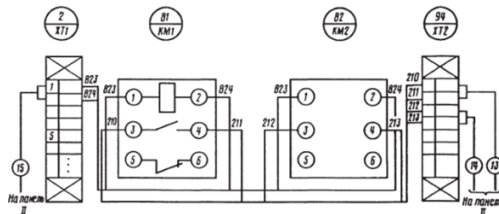


Рис. 1.19. Схема соединений, выполненная графическим способом.

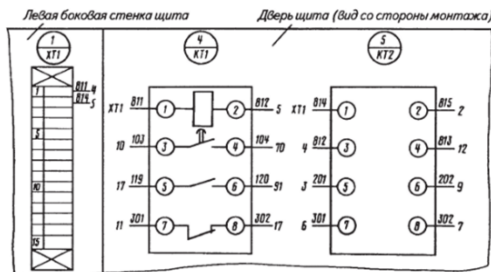


Рис. 1.20. Схема соединений, выполненная адресным способом.

Табличный способ применяют в двух вариантах. Для первого составляют монтажную таблицу, где указывают номера каждой электрической цепи. В свою очередь, для каждой цепи последовательно перечисляют условные буквенно-цифровые обозначения всех приборов, аппаратов и их контактов, посредством которых эти цепи соединены (табл. 1.1.). Так, для цепи 7 запись обозначает, что зажим 6 прибора КМ1 соединяется с зажимом 4 прибора КМ2, который, в свою очередь, должен быть соединен с зажимом 3 устройства КТ4.

Таблица 1.1. Пример таблицы соединений

Номер цепи	Соединение
7	KM 1 KM2 КТ 4 6 4 3
8	KM 4 ХТ 1 2 293
9	ХТI HL1 КН2 ХТ 2 328 1 12 307

Второй вариант заполнения таблицы соединений отличается от первого тем, что в таблицу вписывают проводники по возрастанию номеров маркировки цепей принудительных электрических схем (табл. 1.2). Направление прокладки проводов, как и для первого варианта, записывают в виде дроби. Для более четкого распознавания проводников принято использовать дополнительные обозначения. Например, перемычку, выполняемую в аппарате, обозначают буквой «п».

Таблица 1.2. Пример таблицы соединения проводов

Провод	Направление проводки		Марка
	откуда	куда	
1	ХТ31	SA11	ПВ1 x0,75
2	SA11	SA13	ПВ1 x0,75
3	SB112	SB113	ПВ1 x 0,75
4	SB113	ХТ37	ПВ1 x0,75

Схемы подключений служат рабочими чертежами, по которым выполняют монтаж аппаратуры автоматики, поэтому их еще называют монтажными. Схемы, показывающие внешнее подключение аппаратов, установок, щитов, пультов и т. п., выполняют на основе функциональных и принципиальных схем питания, спецификации приборов и оборудования, а также чертежей производственных помещений с расположением технологического оборудования и трубопроводов.

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

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

На схемах подключений при помощи условных графических обозначений показывают: отборные устройства и первичные преобразо-

ватели; щиты, пульты и местные пункты управления, контроля, сигнализации и измерения; внешитовые приборы и средства автоматизации; соединительные, протяжные и свободные коробки; электропровода и кабели, проложенные вне щитов; узлы присоединения электропроводов к приборам, аппаратам, коробкам; запорную аппаратуру и элементы для соединений и ответвлений; коммутационные зажимы, расположенные вне щитов, защитное заземление. Шкафы, пульты, отдельные приборы и аппараты условно изображают в виде прямоугольников или кружков, внутри которых помещают соответствующие подписи.

Связи одного назначения на схемах подключений показывают сплошной линией и лишь в местах присоединения к приборам, исполнительным механизмам и другим аппаратам провода разделяют с целью маркировки. На линиях связи, обозначающих провода или кабели, указывают номер провода (подключение), марку, сечение и длину проводов и кабелей (если проводка выполнена в трубе, то необходимо также привести характеристику трубы). Провода подключений 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. 1.3).

Таблица 1.3. Пример таблицы подключений

Кабель, провод		Направление проводки								
номер	марка	откуда				номер жилы	куда			
		позиция	тип прибора	сборка зажимов	номер зажима		номер зажима	сборка зажимов	позиция	тип прибора
4	КВРГ 4x 1,5	M2	4A	ХТ1	1	138	1	ХТ2	A2	СК-32
					2	140	2			
					3	142	3			

3. Мнемосхемы

Мнемоническая схема (мнемосхема) представляет собой комплекс символов, изображающих элементы установки и их взаимные связи и размещенных на панелях контрольного щита или пульта

управления. Состояние производственного процесса или отдельных его частей (работа, простой, авария, ремонт) отражается соответствующими индикаторами. Мнемосхемы располагают на панелях рядом с сигнальными, а иногда и измерительными приборами.

Различают мнемосхемы трех типов: несветящиеся, световые и полусветовые. На несветящейся мнемосхеме производственное оборудование и соединительные связи отображают обычно сложными цветными накладными плитками, укрепленными на лицевой стороне панели пульта управления в порядке, отражающим принципиальную электрическую, технологическую, транспортную и другие схемы устройства. Например, на несветящейся мнемосхеме электроподстанции шины изображают горизонтальными полосами, а подходящие и отходящие провода — вертикальными полосами, трансформаторы — кружочками, выключатели — квадратами. Все эти элементы окрашивают по схеме различными цветами в зависимости от напряжения. Рядом с выключателями изображают сигнальные лампы двух цветов: красный цвет соответствует их включенному состоянию, зеленый — выключенному. Мигающий свет обычно сигнализирует о несоответствии положения

выключателя новому состоянию объекта. Иногда несветящиеся мнемосхемы выполняют только красками.

На световой мнемосхеме все действующие элементы контролируемого объекта и связи между ними отображают световыми символами различных цветов. Известно несколько исполнений световых мнемосхем:

1. Стеклопанные матовые панели, окрашенные с внутренней стороны темной непрозрачной краской с незакрашенным рисунком мнемосхемы. Панели освещаются разноцветными лампами с рефлекторами, направляющими рассеянный свет на просветы.

2. Мнемосхемы, набранные из «светопроводниковых» элементов. Светящийся символ образуется фронтальными концами одного или нескольких светопроводов, покрытых непрозрачной оболочкой и направляющих свет от цветных ламп к символу. Возможно изготовление световой мнемосхемы из специального световолокна, собранного в жгуты и отполированного с торцов. Один из торцов подсвечивается цветными лампами, а другой сформирован в символ соответствующей формы и выведен на лицевую часть панели. В качестве световодов используют также стеклянные трубки, заполняемые жидкостями разных цветов.

3. Электролюминесцентные мнемосхемы обычно представля-

ют собой токопроводящие стекла с рисунком мнемосхемы, выполненным электролюминоформным составом, покрытым токопроводящей краской. При подведении напряжения 100...200 В с частотой 400...5000 Гц между токопроводящим стеклом и проводящей краской рисунок светится зеленым, голубым или оранжевым светом (в зависимости от вида люминофора).

В световых мнемосхемах фактическое состояние агрегатов («Включено»; «Выключено», «Авария» и т. п.) сигнализируется зажиганием, гашением или миганием соответствующего элемента мнемосхемы. Отклонение контролируемых величин сигнализируется зажиганием сигнальных лампочек или специальных знаков с указанием допустимых (верхнего, нижнего) пределов. В полутеневых мнемосхемах светятся только узловые точки, остальные части изображены краской или накладными полосками. Разработаны конструкции этих мнемосхем из стандартных элементов (точка, тавро, колено, крест и др.). Мнемосхемы дают наглядное представление о состоянии контролируемого объекта, что облегчает восприятие этой информации.

4. Порядок анализа и синтеза автоматических систем

Порядок анализа и синтеза автоматических систем зависит от условий поставленной задачи и состояния САУ на момент исследования.

Если САУ уже спроектирована и исследователю необходимо теоретически проверить ее работоспособность с заданными показателями, то весь расчет будет носить проверочный (аналитический) характер. Аналогично обстоит дело, если в спроектированной САУ в процессе монтажа или эксплуатации некоторые параметры или даже структура были изменены. Например, в системе автоматизации водоснабжения поселка был заменен насос, в системе автоматического управления микроклиматом в теплице использован другой регулятор и т. д.

Последовательность аналитического расчета может быть такой:

- изучение объекта автоматизации и определение требуемых показателей его функционирования исходя из особенностей ТП;
- исследование динамических свойств характеристик отдельных звеньев и всей САУ в целом;
- исследование САУ на устойчивость и качество работы при детерминированных и случайных входных воздействиях;
- сравнение полученных результатов с требуемыми показателями и при необходимости коррекция САУ.

Если перед исследователем ставится задача создания новой

САУ (задача автоматизации данного объекта), то вычисления носят проектный (синтетический) характер. В этом случае последовательность расчета будет иной:

изучение объекта автоматизации и определение требуемых показателей качества работы САУ исходя из условий ТП, выбора критерия оптимизации;

математическое описание всех элементов функциональной схемы, кроме регулятора, процессора или ЭВМ, определяющих закон управления САУ;

определение алгоритма функционирования оптимального управляющего устройства;

определение структуры и параметров настройки оптимального регулятора.

Наличие общих методов исследований позволяет упростить задачу получения оптимальной САУ многими ТП, несмотря на их значительное разнообразие в современном сельскохозяйственном производстве.

Контрольные вопросы:

1. Какие могут быть принципиальные схемы?
2. Что отражают функциональные структурные схемы?
3. Что такое схема соединений?
4. Что представляет собой мнемоническая схема (мнемосхема)?

Тема 1.6. Пневматические, гидравлические, кинематические схемы

1. Кинематические схемы

Условные обозначения для кинематических схем установлены ГОСТ 2.770–68, наиболее часто встречающиеся из них приведены в табл. 1.4.

Таблица 1.4. Условные графические обозначения для кинематических схем

Наименование	Наглядное изображение	Условное обозначение
Вал, ось, валик, стержень, шатун и пр.		
Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа): а – радиальный б – упорный односторонний		
Соединение детали с валом: а – свободное при вращении б – подвижное без вращения в – глухое		
Соединение валов: а – глухое б – шарнирное		
Муфты сцепления: а – кулачковая односторонняя б – кулачковая двусторонняя в – фрикционная двусторонняя (без уточнения типа)		
Шкив ступенчатый, закрепленный на валу		
Передача плоским ремнем открытая		
Передача цепью (без уточнения типа цепи)		
Передачи зубчатые (цилиндрические): а – общее обозначение (без уточнения типа зубьев) б – с прямыми в – с косыми зубьями		

Продолжение таблицы 1.4.

<p>Передачи зубчатые с пересекающимися валами (конические): а – общее обозначение (без уточнения типа зубьев) б – с прямыми в – со спиральными г – с круговыми зубьями</p>		
<p>Передача зубчатая реечная (без уточнения типа зубьев)</p>		
<p>Винт, передающий движение</p>		
<p>Гайка на винте, передающем движение: а – неразъемная б – разъемная</p>		
<p>Электродвигатель</p>		
<p>Пружины: а – сжатия б – растяжении в – конические</p>		

Как видно из таблицы, вал, ось, стержень, шатун обозначаются сплошной утолщенной прямой линией. Винт, передающий движение, обозначается волнистой линией. Зубчатые колеса обозначают окружностью, проведенной штрихпунктирной линией на одной проекции, и в виде прямоугольника, обведенного сплошной линией, – на другой. При этом, как и в некоторых других случаях (передача цепью, передачи реечные, муфты фрикционные и др.), применяются общие обозначения (без уточнения типа) и частные обозначения (с указанием типа). На общем обозначении, например, типа зубьев зубчатых колес не показывают вовсе, а на частных обозначениях показывают тонкими линиями. Пружины сжатия и растяжения обозначаются зигзагообразной линией. Для изображения соединения детали с валом также имеются условные обозначения.

Условные знаки, применяемые в схемах, вычерчивают, не придерживаясь масштаба изображения. Однако соотношение размеров условных графических обозначений взаимодействующих элементов должно примерно соответствовать действительному их соотношению.

При повторении одних и тех же знаков нужно выполнять их одинакового размера.

При изображении валов, осей, стержней, шатунов и других деталей применяют сплошные линии толщиной s . Подшипники, зубчатые колеса, шкивы, муфты, двигатели обводят линиями примерно в два раза тоньше. Тонкой линией вычерчивают оси, окружности зубчатых колес, шпонки, цепи.

При выполнении кинематических схем делают надписи. Для зубчатых колес указывают модуль и число зубьев. Для шкивов записывают их диаметры и ширину. Мощность электродвигателя и его частоту вращения также указывают надписью типа $N= 3,7$ кВт, $n = 1440$ об/мин.

Каждому кинематическому элементу, изображенному на схеме, присваивают порядковый номер, начиная от двигателя. Валы нумеруют римскими цифрами, остальные элементы – арабскими.

Порядковый номер элемента проставляют на полке линии-выноски. Под полкой указывают основные характеристики и параметры кинематического элемента.

Если схема сложная, то для зубчатых колес указывают номер позиции, а к схеме прикладывают спецификацию колес.

При чтении и составлении схем изделий с зубчатыми передачами следует учитывать особенности изображения таких передач. Все зубчатые колеса, когда их изображают в виде окружностей, условно считают как бы прозрачными, предполагая, что они не закрывают находящиеся за ними предметы. Пример подобного изображения приведен на рис. 1.21, где на главном виде окружностями изображено зацепление из двух пар зубчатых колес. По этому виду нельзя определить, какие из зубчатых колес находятся впереди и какие сзади. Определить это можно с помощью вида слева, на котором видно, что пара колес 1 – 2 находится спереди, а пара 3 – 4 расположена за ней.

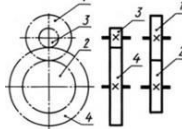


Рис. 1.21. Схема зубчатой передачи.

Другой особенностью изображения зубчатых колес является применение так называемых развернутых изображений. На рис. 1.22 выполнены два вида схемы зубчатого зацепления: неразвернутого (а) и развернутого (б).

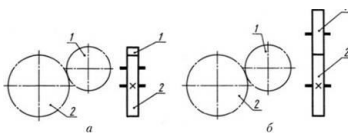


Рис. 1.22. Изображения зубчатой передачи в схеме.

Расположение колес таково, что на виде слева колесо 2 перекрывает часть колеса 1, в результате чего может возникнуть неясность при чтении схемы. Чтобы не возникло ошибок, допускается поступать так, как на рис. 1.22, б, где главный вид сохранен, как и на рис. 1.22, а, а вид слева показан в развернутом положении. При этом валы, на которых расположены зубчатые колеса, располагают друг от друга на расстоянии суммы радиусов колес.

2. Чтение кинематических схем

На рис. 1.23, б приведен пример кинематической схемы коробки скоростей токарного станка, а на рис. 1.23, а дано ее наглядное изображение.

Чтение кинематических схем рекомендуется начинать с изучения технического паспорта, по которому знакомятся с устройством механизма. Затем переходят к чтению схемы, отыскивая основные детали, пользуясь при этом их условными обозначениями, часть из которых приведена в табл. 1.4. Чтение кинематической схемы следует начинать от двигателя, дающего движение всем основным деталям механизма, и идти последовательно по ходу передачи движения.

Разберем кинематическую схему механизма коробки скоростей токарного станка (см. рис. 1.23, б). Известно, что коробка скоростей предназначена для передачи шпинделю станка нескольких различных скоростей вращения. Рассматривая схему и сопоставляя ее при необходимости с наглядным изображением (см. рис. 1.23, а), можно видеть, что механизм коробки скоростей состоит из трех валов, пронумерованных римскими цифрами I, II и III; блока зубчатых колес 4, 6 и 7, который может перемещаться вдоль вала I по направляющей шпонке, зубчатых колес 3, 8, 9, 10, глухо насаженных на вал II, зубчатых колес II, 14, свободно вращающихся на валу III, являющемся шпинделем станка, двусторонней кулачковой муфты 12, расположенной между зубчатыми колесами II и 14, рукоятки 5 и рычага 13.

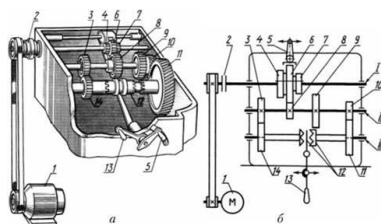


Рис. 1.23. Коробка скоростей токарного станка (а), его кинематическая схема (б).

Определим, как передается движение и сколько различных скоростей можно сообщить шпинделю. Движение коробке скоростей сообщает электродвигатель I через ременную передачу и фрикционную муфту включения 2. Следовательно, вал I получает одну скорость вращения, так как шкив не ступенчатый. Вместе с валом I вращается блок зубчатых колес 4, 6 и 7, который, передвигаясь с помощью рукоятки 5 по направляющей шпонке, может вводить в зацепление три разные пары зубчатых колес: 3 – 4, 6 – 8, 7 – 9. Таким образом, промежуточному валу II можно сообщить три разные скорости вращения. При этом наибольшая частота вращения получается при зацеплении колес 6 и 8, а наименьшая при зацеплении колес 7 и 9. Зубчатые колеса 3 и 10 находятся в постоянном зацеплении с колесами 14 и 11, свободно насаженными на вал III. Если кулачковая муфта 12 находится в нейтральном положении, шпиндель станка не вращается. Если же передвижением налево или направо вдоль направляющей шпонки включить муфту, шпиндель станка получит вращение, равное скорости вращения зубчатого колеса 14 или зубчатого колеса 11. Следовательно, при неизменной скорости вращения вала II шпинделю могут быть сообщены две скорости вращения, а так как вал II имеет три разные скорости, то шпиндель может вращаться с шестью различными частотами вращений.

2. Гидравлические и пневматические схемы

В современной промышленности и технической литературе широко используются гидравлические и пневматические схемы.

Наиболее часто встречаются принципиальные (полные) схемы и схемы соединений (монтажные).

Принципиальная (полная) схема – это схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними. Она дает полное пред-

ставление о принципах работы изделия (установки). Принципиальными схемами пользуются для изучения принципа работы изделия, а также при наладке, регулировке, контроле и ремонте.

Схема соединения (монтажная) – это схема, показывающая соединение частей изделия (установки) и определяющая трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединения и ввода. Некоторые условные графические обозначения для принципиальных схем приведены в табл. 1.5.

Элементы в схеме нумеруют. Номера располагают по порядку, начиная с единицы, по направлению потока жидкости или воздуха. Пример нумерации показан на рис. 1.24, а.

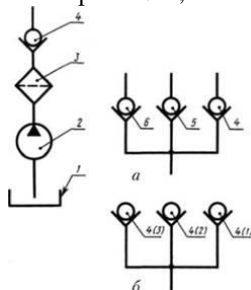


Рис. 1.24. Нумерация элементов в принципиальной схеме.

Одинаковым элементам присваивают общий порядковый номер, после которого в скобках ставят порядковый номер данного элемента (рис. 1.24, б). Номера проставляют на полках линий-выносок.

Линии связи (трубопроводы) также нумеруют. Порядковые номера трубопроводам присваивают после того, как даны номера всем элементам в схеме. Трубопроводы нумеруют также по направлению потока жидкости или воздуха (рис. 1.23). Если трубопровод выполнен в виде сверления или канала внутри устройства, то перед номером такой линии связи через точку ставят номер данного устройства (например, номер 4.10 на рис. 1.25). Номер трубопровода проставляют около линий-выносок, но в отличие от номера элемента – без полок (см. рис. 1.25).

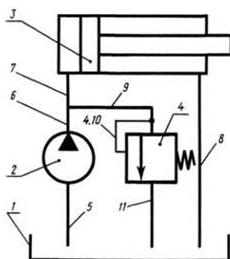


Рис. 1.25. Нумерации линий связи.

Таблица 1.5. Условные графические обозначения для гидравлических и пневматических схем

Наименование	Условное обозначение	Наименование	Условное обозначение
Трубопровод: а – всасывания, напора, слива б – управления		Цилиндр двустороннего действия: а – с односторонним штоком б – с двусторонним штоком	
Бак (резервуар)			
Насос с постоянным направлением потока		Дроссель	
Насос шестеренчатый		Клапан обратный	
Насос винтовой		Соединение линий связи	
Насос ротационный лопастной		Перекрещивание линий связи	
Фильтр для жидкости или воздуха		Подвод жидкости под давлением	
Гидромотор, общее обозначение		Слив жидкости из системы	
Регулирующий орган: а – нормально открытый б – нормально закрытый		Подвод воздуха (газа) под давлением	
		Распределитель 4/3 с управлением: а – от рукоятки с фиксатором б – от электромагнита с пружинным возвратом	
		Распределитель 4/3 с управлением от двух электромагнитов	

На рис. 1.26 в качестве примера дана принципиальная гидравлическая схема, составленная в соответствии с изложенными правилами.

Надо заметить, что на принципиальных схемах наряду с условными графическими обозначениями элементы и устройства допускается изображать в виде схематических разрезов. Такой разрез содержится на схеме, приведенной на рис. 1.26.

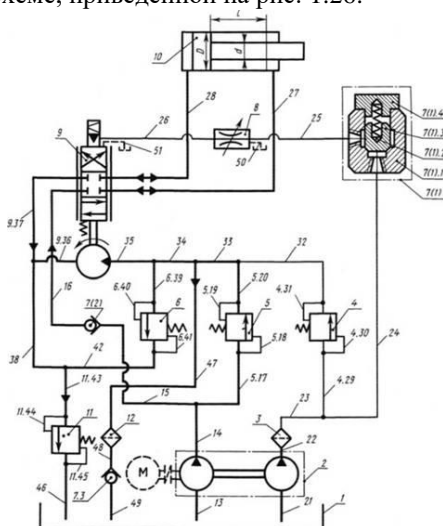


Рис. 1.26. Принципиальная гидравлическая схема

Элементы схемы и трубопроводы, которым присвоены номера, записывают в перечень элементов.

Перечень элементов – это таблица, заполняемая сверху вниз. Она содержит следующие графы: позиционное обозначение, обозначение, наименование, количество, примечание.

Одинаковые элементы с общим номером записывают в одну строку. В этой строке указывают номер начального и конечного элементов. Например, три одинаковых элемента с общим номером 7 записывают так: 7(1)-7(3). Такую запись можно видеть в табл. 3, которая содержит перечень элементов принципиальной схемы, приведенной на рис. 1.26.

Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде последующих листов. На схемах, где количество элементов небольшое, наименования, обозначения и технические данные указывают на полках линий-выносок.

3. Схемы соединений (монтажные)

В отличие от принципиальных схем элементы, устройства и соединения изображают на монтажных схемах не в виде условных графических обозначений, а внешними очертаниями, значительно упрощенными. Трубопроводы изображают сплошными основными линиями (рис. 1.27).

Номера элементов и устройств, а также линий связи на монтажной схеме должны соответствовать номерам, принятым на принципиальной схеме, на основании которой разработана данная.

Соединениям трубопроводов на монтажной схеме присваивают номера после номера трубопроводов. Перечень элементов к монтажной схеме составляют примерно так же, как и для принципиальной схемы.

На рис. 1.27 дана монтажная схема изделия, принципиальная схема которого приведена на рис. 1.26.

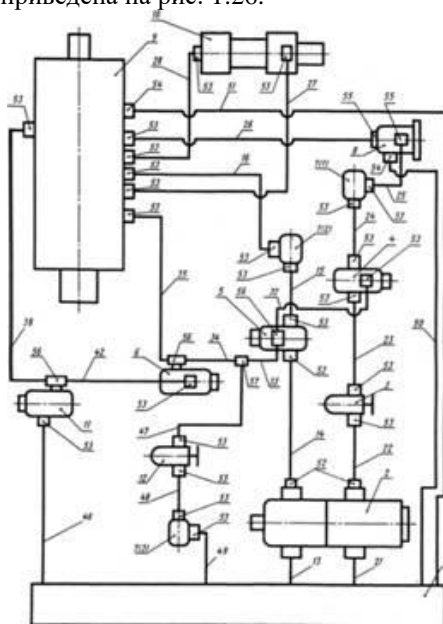


Рис. 1.27. Монтажная схема изделия, представленного на рис. 1.26.

Порядок чтения гидравлических и пневматических схем.

Последовательность чтения гидравлических и пневматических схем близка к последовательности чтения кинематических схем.

Вначале изучают технический паспорт рассматриваемого изделия. Затем выясняют, какие элементы изображены на схеме. При чтении принципиальных схем можно воспользоваться условными графическими обозначениями, приведенными в табл. 1 или в соответствующих стандартах.

Таблица 1.6. Перечень элементов к рис. 1.27.

Позиционные обозначения	Обозначения	Наименование	Количество	Примечание	
1	АБВГ.Х XXXXX. 003	Бак	1	$V = 85 \text{ л} = 85 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$	
2		лопастной сдвоенный 5Г12-12А	1	$p = 63 \text{ кгс/см}^2 = 61,7 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ $Q = 5 \div 12 \text{ л/мин} = (0,83 \div 2) \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$	
3		Фильтр пластинчатый 0,2 Г41-12	1	$p = 63 \text{ кгс/см}^2 = 61,7 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ $Q = 18 \text{ л/мин} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$	
4...6		Золотник напорный Г54-12	3	$p = 20 \text{ кгс/см}^2 = 19,6 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ $Q = 18 \text{ л/мин} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$	
7(1)-7(3)		Клапан обратный Г51-22	3	$p = 200 \text{ кгс/см}^2 = 19,6 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ $Q = 18 \text{ л/мин} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$	
8		Дроссель Г77-11	1	$p = 50 \text{ кгс/см}^2 = 49 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ $Q = 8 \text{ л/мин} = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$	
9		Золотник следящий с электроуправлением Г68-12	1	$p = 50 \text{ кгс/см}^2 = 49 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ $Q = 18 \text{ л/мин} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$	
10		АБВГ.Х XXXXX. 011	Гидроцилиндр	1	$D = 6,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$, $d = 4,55 \cdot 10^{-2} \text{ м}$, наибольший ход $L = 0,2 \text{ м}$
11			Золотник напорный Г54-12	1	$p = 20 \text{ кгс/см}^2 = 19,6 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ $Q = 18 \text{ л/мин} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$
12	Фильтр приемный сетчатый С41-11		1	$Q = 18 \text{ л/мин} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$, степень фильтрации $0,65 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$	
13...17; 20; 27; 28; 33...39; 42; 43; 46...43; 18; 19; 21...26; 29...32; 40; 41; 44; 45; 50; 51		Линии связи: всасывания, напора, слива управления дренажа	21 16 2		

Читать схему надо начиная с элемента, обозначенного цифрой 1. На рис. 5 этой цифрой обозначен бак. Далее следуют по направле-

нию потока рабочей среды, рассматривая элементы и устройства в последовательности присвоенных им номеров. При этом нельзя забывать, что номера трубопроводов присваиваются им после номеров элементов и устройств.

Рассматривая таким образом схему, целесообразно одновременно разбирать и перечень элементов. Это значительно облегчает чтение схемы. Так, например, читая схему, приведенную на рис. 1.27, и рассматривая перечень элементов, данный в табл. 1.6, мы видим, что поток рабочей среды (масла) идет от сборочной единицы 1. По условному графическому обозначению и из перечня элементов ясно, что это бак, объем его 150 л, обозначение – АБВГ.ХХХХХХ.003. Жидкость нагнетается сдвоенным лопастным насосом, которому на схеме присвоен порядковый номер 2. Из перечня обозначений видна производительность насоса.

Трассы управления (например, 23, 24, 25, 26) изображаются линиями тоньше в два раза, чем остальные.

Контрольные вопросы:

1. Что называют схемой?
2. Что называется принципиальной (полной) схемой?
3. Что называется схемой соединения (монтажной)?

Тема 1.7. Электрические, структурные, функциональные схемы. Условные обозначения на схемах

1. Буквенные обозначения

Наряду с УГО для более точного определения названия и назначения элементов, на схемы наносят буквенное обозначение. Это обозначение используют для ссылок в текстовых документах и для нанесения на объект. С помощью буквенного обозначения определяют название элемента, если этого не понятно из чертежа, технические параметры, количество.

Дополнительно с буквенным обозначением указывается одна или несколько цифр, обычно они поясняют параметры. Дополнительный буквенный код, указывающий номинал, модель, дополнительные данные прописывается в сопутствующих документах, либо выносится в таблицу на чертеже.

Чтобы научиться читать электрические схемы не обязательно

знать наизусть все буквенные обозначения, графические изображения различных элементов, достаточно ориентироваться в соответствующих ГОСТах ЕСКД. Стандарт включает в себя 64 документа ГОСТ, которые раскрывают основные положения, правила, требования и обозначения.

Основные обозначения, применяемые на схемах согласно стандарту ЕСКД, приведены в Таблице 1.7 и 1.8.

Таблица 1.7. Буквенные обозначения

Первая буква кода (обязательная)	Группа видов элементов	Примеры видов элементов
А	Устройства	Усилители, приборы телеуправления, лазеры, мазеры
В	Преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания) или наоборот аналоговые или многоразрядные преобразователи или датчики для указания или измерения	Громкоговорители, микрофоны, термоэлектрические чувствительные элементы, детекторы ионизирующих излучений, звукосниматели, сельсины
С	Конденсаторы	
Д	Схемы интегральные, микросборки	Схемы интегральные аналоговые цифровые, логические элементы, устройства памяти, устройства задержки
Е	Элементы разные	Осветительные устройства, нагревательные приборы
F	Разрядники, предохранители, устройства защитные	Дискретные элементы защиты потока и напряжению, плавкие предохранители, разрядники
Г	Генераторы, источники питания, кварцевые осцилляторы	Батареи, аккумуляторы, электрохимические и электротермические источники
Н	Устройства индикационные и сигнальные	Приборы звуковой и световой сигнализации, индикаторы

Продолжение таблицы 1.7.

K	Реле, контакторы, пускатели	Реле токовые и напряжения, реле электротепловые, реле времени, контакторы, магнитные пускатели
L	Катушки индуктивности, дроссели	Дроссели люминесцентного освещения
M	Двигатели	Двигатели постоянного и переменного тока
P	Приборы, измерительное оборудование	Показывающие, регистрирующие и измерительные приборы, счетчики, часы
Q	Выключатели и разъединители в силовых цепях	Разъединители, короткозамыкатели, автоматические выключатели (силовые)
R	Резисторы	Переменные резисторы, потенциометры, варисторы, терморезисторы
S	Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации и измерительных	Выключатели, переключатели, выключатели, срабатывающие от различных воздействий
T	Трансформаторы, автотрансформаторы	Трансформаторы тока и напряжения, стабилизаторы
U	Преобразователи электрических величин в электрические, устройства связи	Модуляторы, демодуляторы, дискриминаторы, инверторы, преобразователи частоты, выпрямители
V	Приборы электровакуумные, полупроводниковые	Электронные лампы, диоды, транзисторы, тиристоры, стабилитроны
W	Линии и элементы сверхвысокой частоты, антенны	Волноводы, диполи, антенны
X	Соединения контактные	Штыри, гнезда, разборные соединения, токосъемники
Y	Устройства механические с электромагнитным приводом	Электромагнитные муфты, тормоза, патроны
Z	Устройства оконечные, фильтры, ограничители	Линии моделирования, кварцевые фильтры

Таблице 1.8. Основные двухбуквенные обозначения

Первая буква кода (обязательная)	Группа видов элементов	Примеры видов элементов	Двухбуквенный код
А	Устройство (общее обозначение)		
В	Преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания) или наоборот аналоговые или многоразрядные преобразователи или датчики для указания или измерения	Громкоговоритель	ВА
		Магнитострикционный элемент	ВВ
		Детектор ионизирующих элементов	ВД
		Сельсин — приемник	ВЕ
		Телефон (капсоль)	ВF
		Сельсин — датчик	ВС
		Тепловой датчик	ВК
		Фотоэлемент	ВL
		Микрофон	ВМ
		Датчик давления	ВР
		Пьезоэлемент	ВQ
		Датчик частоты вращения (тахогенератор)	ВR
		Звукосниматель	BS
		Датчик скорости	ВV
С	Конденсаторы		
D	Схемы интегральные, микросборки	Схема интегральная аналоговая	DA
		Схема интегральная, цифровая, логический элемент	DD
		Устройство хранения информации	DS
		Устройство задержки	DT
E	Элементы разные	Нагревательный элемент	EK
		Лампа осветительная	EL
		Пиропатрон	ET

Продолжение таблицы 1.8

F	Разрядники, предохранители, устройства защитные	Дискретный элемент защиты по току мгновенного действия	FA
		Дискретный элемент защиты по току инерционного действия	FP
		Предохранитель плавкий	FU
		Дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник	FV
G	Генераторы, источники питания	Батарея	GB
H	Элементы индикаторные и сигнальные	Прибор звуковой сигнализации	HA
		Индикатор символьный	HG
		Прибор световой сигнализации	HL
K	Реле, контакторы, пускатели	Реле токовое	KA
		Реле указательное	KH
		Реле электротепловое	KK
		Контактор, магнитный пускатель	KM
		Реле времени	KT
		Реле напряжения	KV
L	Катушки индуктивности, дроссели	Дроссель люминесцентного освещения	LL
M	Двигатели	—	—
P	Приборы, измерительное оборудование	Амперметр	PA
		Счётчик импульсов	PC
		Частотометр	PF
Примечание. Сочетание PE применять не допускается		Счётчик активной энергии	PI
		Счётчик реактивной энергии	PK
		Омметр	PR
		Регистрирующий прибор	PS

Продолжение таблицы 1.8

		Часы, измеритель времени действия	PT
		Вольтметр	PV
		Ваттметр	PW
Q	Выключатели и разъединители в силовых цепях	Выключатель автоматический	QF
		Короткозамыкатель	QK
		Разъединитель	QS
R	Резисторы	Терморезистор	RK
		Потенциометр	RP
		Шунт измерительный	RS
		Варистор	RU
S	Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации и измерительных. Примечание. Обозначение SF применяют для аппаратов не имеющих контактов силовых цепей	Выключатель или переключатель	SA
		Выключатель кнопочный	SB
		Выключатель автоматический	SF
		Выключатели, срабатывающие от различных воздействий: — от уровня	SL
		— от давления	SP
		— от положения (путевой)	SQ
		— от частоты вращения	SR
		— от температуры	SK
T	Трансформаторы, автотрансформаторы	Трансформатор тока	TA
		Электромагнитный стабилизатор	TS
		Трансформатор напряжения	TV
U	Устройства связи. Преобразователи электрических величин в электрические	Модулятор	UB
		Демодулятор	UR
		Дискриминатор	UI
		Преобразователь частоты, инвертор, генератор частоты, выпрямитель	UZ

Продолжение таблицы 1.8

V	Приборы электровакуумные, полупроводниковые	Диод, стабилитрон	VD
		Прибор электровакуумный	VL
		Транзистор	VT
		Тиристор	VS
W	Линии и элементы СВЧ Антенны	Ответвитель	WE
		Короткозамыкатель	WK
		Вентиль	WS
		Трансформатор, неоднородность, фазовращатель	WT
		Аттенуатор	WU
		Антенна	WA
X	Соединения контактные	Токосъёмник, контакт скользящий	XA
		Штырь	XP
		Гнездо	XS
		Соединение разборное	XT
		Соединитель высокочастотный	XW
Y	Устройства механические с электромагнитным приводом	Электромагнит	YA
		Тормоз с электромагнитным приводом	YB
		Муфта с электромагнитным приводом	YC
		Электромагнитный патрон или плита	YH
Z	Устройства оконечные Фильтры. Ограничители	Ограничитель	ZL
		Фильтр кварцевый	ZQ

2. Графическое обозначение

Таблица 1.9. Четыре базовых условных графических изображений



















Условное графическое обозначение	Наименование
	Замыкающий
	Размыкающий
	Переключающий
	Переключающий с наличием нейтрального положения

Таблица 1.10. Девять функциональных признаков условных графических изображений

Условное графическое обозначение	Наименование
	Дугогашение
	Без самовозврата
	С самовозвратом
	Концевой или путевой выключатель
	С автоматическим срабатыванием
	Выключатель-разъединитель
	Разъединитель
	Выключатель
	Контактор

Важно: Обозначения 1 – 3 и 6 – 9 наносятся на неподвижные контакты, 4 и 5 – помещаются на подвижные контакты.

Таблица 1.11. Основные условные графические обозначения для однолинейных схем электроцитов

Условное графическое обозначение	Наименование
	Тепловое реле
	Контакт контактора
	Рубильник – выключатель нагрузки
	Автомат – автоматический выключатель
	Предохранитель
	Дифференциальный автоматический выключатель
	УЗО
	Трансформатор напряжения
	Трансформатор тока
	Рубильник (выключатель нагрузки) с предохранителем
	Автомат для защиты двигателя (со встроенным тепловым реле)
	Частотный преобразователь
	Электросчетчик
	Замыкающий контакт с кнопкой «сброс» или другим нажимным кнопочным выключателем, с возвратом и размыканием посредством специального привода элемента управления
	Замыкающий контакт с нажимным кнопочным выключателем, с возвратом и размыканием посредством втягивания кнопки элемента управления

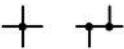

Продолжение таблицы 1.11

	Замыкающий контакт с нажимным кнопочным выключателем, с возвратом и размыканием посредством повторного нажатия на кнопку элемента управления
	Замыкающий контакт с нажимным кнопочным выключателем, с возвратом и размыканием автоматически элемента управления
	Замыкающий контакт с замедленным действием, который инициируется при возврате и срабатывании
	Замыкающий контакт с замедленным действием, который срабатывает только при возврате
	Замыкающий контакт с замедленным действием, который инициируется только при срабатывании
	Замыкающий контакт с замедленным действием, который приводится в работу при возврате и срабатывании
	Замыкающий контакт с замедленным действием, который срабатывает только при возврате
	Замыкающий контакт с замедленным действием, который включается только при срабатывании
	Катушка временного реле
	Катушка фотореле
	Катушка реле импульсного
	Общее обозначение катушки реле или катушки контактора
	Лампочка индикационная (световая), осветительная
	Мотор-привод
	Клемма (разборное соединение)
	Варистор, ОПН (ограничитель перенапряжения)

Продолжение таблицы 1.11

	Разрядник
	Розетка (разъемное соединение): <ul style="list-style-type: none"> • Штырь • Гнездо
	Нагревательный элемент

Таблица 1.12. ГОСТ 2.271-74 приняты следующие обозначения в электроцитах для шин и проводов

	Защитный проводник (РЕ), изображать допускается штрих-пунктиром
	Линия групповой или единичной связи, шины, кабели, провода
	Пересечение электрически не соединенных шин, кабелей, проводов, линий групповых связей, единичной связи
	Графическое слияние или разветвление линий в случае групповой связи
	Одно ответвление у линии электросвязи
	Пара ответвлений на линии электросвязи
	Графическое отделение от линии электросвязи шины
	Одно ответвление на шине
	Не соединенные электрически, но пересекающиеся графически шины
	Отпайки или отводы от шины

Контрольные вопросы:

1. Как буквенно обозначается конденсатор?
2. Как буквенно обозначается электродвигатель?
3. Как буквенно обозначается рубильник?
4. Как буквенно обозначается предохранитель?
5. Как буквенно обозначается реле времени?
6. Как буквенно обозначается выключатель кнопочный?

Тема 1.8. Выбор пусковой и защитной аппаратуры

1. Выбор типа электродвигателей, пусковой и защитной аппаратуры произведём в соответствии с характеристикой производства и средой цеха

Электроприводом станков, насосов, транспортёров, автоматических линий являются асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором серии АИР, как наиболее простые и надёжные в эксплуатации.

Для асинхронных двигателей выбираются блоки серии Б5430 УХЛ4 и технические характеристики аппаратов блоков приведены в таблице 1.13.

Расшифровка блоков типа Б5430 УХЛ4:

Б - блок;

5 - управление асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором;

4 - управление реверсивным двигателем;

30 - порядковый номер серии в классе 5;

УХЛ4 - для умеренного климата.

Выбор производится по выражению:

$$I_{\text{ном.б}} \geq I_{\text{н.д.}} \cdot I_{\text{ном.б}}, \quad (1.10)$$

где $I_{\text{ном.б}}$ - номинальный ток блока, А; $I_{\text{н.д.}}$ - номинальный ток электродвигателя, А.

Величины, приведённые в каталогах на асинхронные электродвигатели, связаны между собой следующими зависимостями:

$$S_{\text{дв.ном}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{дв.ном}}, \quad (1.11)$$

$$P_{\text{дв.ном}} = S_{\text{дв.ном}} \cdot \cos \varphi_{\text{дв.ном}} \cdot \eta_{\text{дв.ном}}, \quad (1.12)$$

где $S_{\text{дв.ном}}$ - номинальная полная мощность электродвигателя, кВА;

$I_{\text{дв.ном}}$ - номинальный ток асинхронного двигателя, А;

$P_{\text{дв.ном}}$ - номинальная активная мощность, кВт;

$\cos\varphi_{\text{дв.ном}}$ - номинальный коэффициент мощности;

$\eta_{\text{дв.ном}}$ - КПД при номинальных нагрузке и параметрах.

Номинальный ток двигателя для агрегатов, работающих в продолжительном режиме (ПР), рассчитывается следующим образом:

$$I_{\text{дв.ном}} = \frac{P_{\text{дв.ном}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi_{\text{дв.ном}} \cdot \eta_{\text{дв.ном}}}, \quad (1.13)$$

Пример: расчёт пусковой и защитной аппаратуры для токарного станка. Выбирается асинхронный двигатель АИР160S2 со следующими паспортными данными: $P_n = 14$ кВт ($13 \text{ кВт} < 14 \text{ кВт}$); $n_c = 2900$ об/мин; $I_n = 27,6$ А; $\eta = 85,5$ %; $\cos\varphi = 0,9$; $k_p = 7$. По выражению (1.13) рассчитывается номинальный ток двигателя:

$$I_{\text{дв.ном}} = \frac{14}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,9 \cdot 0,855} = 27,6 \text{ (А)}$$

Номинальный ток двигателя для агрегатов, работающих в повторно-кратковременном режиме (ПКР), рассчитывается следующим образом:

$$I_{\text{дв.ном}} = \frac{P_{\text{дв.ном}} \cdot \sqrt{P_B}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi_{\text{дв.ном}} \cdot \eta_{\text{дв.ном}}}, \quad (1.14)$$

Пример: расчёт пусковой и защитной аппаратуры для подъёмного механизма мостового крана с $P_B = 40$ %. Выбирается асинхронный двигатель МТФ 411-6 со следующими паспортными данными: $P_n = 7,5$ кВт; $n_c = 930$ об/мин; $I_n = 14,7$ А; $\eta = 77$ %; $\cos\varphi = 0,7$; $k_p = 7,5$.

По выражению (1.14) рассчитывается номинальный ток двигателя:

$$I_{\text{дв.ном}} = \frac{7,5 \cdot \sqrt{0,4}}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,77 \cdot 0,7} = 13,37 \text{ (А)}$$

Номинальный ток для мостового крана определяется по сумме мощностей двух двигателей с наибольшей мощностью:

$$I_{\text{дв.ном}} = \frac{(7,5 + 5) \cdot \sqrt{0,4}}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,77 \cdot 0,7} = 22,28 \text{ (A)}$$

По справочным данным выбирается аппаратура блока Б5430:

- защита силовой цепи от коротких замыканий осуществляется автоматическими выключателями с комбинированными расцепителями на ток до 100 А - АЕ2000, на ток до 630 А - А3700;

- защита двигателя от перегрузки малодопустимой продолжительности осуществляется тепловыми реле серий РТЛ в блоках с пускателями ПМЛ и РТТ - в блоках с пускателями ПМА, на большие токи применяются реле РТЛ;

- защита цепей управления от коротких замыканий предусмотрена плавкими малогабаритными предохранителями ПТ-10, ПРС-25, ТК-20.

Результаты выбора сносим в таблицу 1.13.

Для электропечей сопротивления и индукционных печей устанавливаются блоки Б5000.

Машины дуговой сварки питаются через блоки БПВ-2У3, расшифровка и технические характеристики:

Б - блок;

П - предохранитель;

В - выключатель;

2 - номинальный ток, 2 - 250 А;

У3 - климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Питание крановых троллей осуществляется через ящики Я5000.

В автоматических линиях и мостовых кранах, имеющих несколько двигателей, для которых выбирается один автоматический выключатель, при этом номинальный и пусковой токи равны сумме этих токов двигателей, входящих в автоматическую линию. Электромагнитные пускатели для каждого двигателя, входящего в автоматическую линию, выбираются отдельно.

Номинальный ток машины дуговой сварки рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{дс.ном}} = \frac{S_{\text{ном}} \cdot \sqrt{ПВ}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}}, \quad (1.15)$$

где $S_{ном}$ - полная номинальная мощность машины дуговой сварки, кВА.

Пример: расчёт пусковой и защитной аппаратуры для машины дуговой сварки с ПВ = 60 %.

По выражению (1.15) рассчитывается номинальный ток для машин дуговой сварки:

$$I_{дс.ном} = \frac{80 \cdot \sqrt{0,6}}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 94,15 \text{ (A)}$$

Для управления машинами дуговой сварки выбирается тиристорный контактор ТК-3П (200А). Выбор аппаратов защиты для других агрегатов приведен в таблице 1.13.

Номинальный ток индукционной печи рассчитывается по формуле:

$$I_{ип.ном} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, \quad (1.16)$$

где $S_{ном}$ - полная номинальная мощность индукционной печи, кВА.

По выражению (1.16) рассчитывается номинальный ток для индукционной печи:

$$I_{ип.ном} = \frac{60}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 91,16 \text{ (A)}$$

Номинальный ток электрической печи сопротивления рассчитывается по формуле:

$$I_{пс.ном} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi}, \quad (1.17)$$

где $P_{ном}$ - активная номинальная мощность печи сопротивления, кВт;

$\cos \varphi$ - коэффициент мощности печи сопротивления мощностью 121 кВт.

Рассчитывается по выражению (1.17) номинальный ток для печи сопротивления:

$$I_{пс.ном} = \frac{121}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,95} = 216,29 \text{ (A)}$$

Таблица 1.13. Выбор аппаратуры защиты и управления

№	Наименование	Мощность, кВт	Ном. ток, А	Кол.	Тип Б5030	Выключатель		Магн. пускатель: Ином (тип)	Тепловое реле		Тип предохранителя
						Тип	Ином/Гра сц		Тип	Предел регулирования	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Станок токарный	14	27,6	12	Б5430-3674	АЕ2046М	63/31,5	32 (ПМЛ-2560ДМ)	100 РТЛ-2053	23-32	ПН2
2	Станок фрезерный	14	27,6	6	Б5430-3674	АЕ2046М	63/31,5	32 (ПМЛ-2560ДМ)	100 РТЛ-2053	23-32	ПН2
3	Автоматическая линия	4*11	4*22,2	2	-	АЕ2056М	100/100	4x25 (ПМЛ-2560М)	4x25 РТЛ-1022	18-25	ПН2
4	Вентилятор	17	32,8	9	Б5430-3674	АЕ2046М	63/40	40 (ПМЛ-3560М)	100 РТЛ-2055	30-41	ПН2
5	Насос	5,3	11,08	8	Б5430-3674	АЕ2046М	63/16	16 (ПМЛ-1560ДМ)	25 РТЛ-1016	9,5-14	ПН2
6	Машина дуговой сварки	80 кВА	94,153	2	БПВ-2 200А IP00	А3714Б	160/100	200 (ТК-3П)	-	-	ПН2
7	Индукционная печь	60 кВА	91,1632	1	Б5000-407 УХЛ4	А3714Б	160/100	100 (ПМЛ-5560ДМ)	-	-	ПН2
8	Эл. печь сопротивления	121	216,289	1	Б5000-407 УХЛ4	А3714Б	250/250	250 (ПМЛ-7500)	-	-	ПН2
9	Мостовой кран (25т)	16	22,2854	2	Я5111-3547 УХЛ4	АЕ2046М	63/25	-	-	-	ПН2
10	подъем груза	7,5	14,7	-	-	-	-	16 (ПМЛ-1560ДМ)	25 РТЛ-1021	13-19	ПН2

Продолжение таблицы 1.13

11	передвижение тележки	5	14,7	-	-	-	-	16 (ПМЛ-1560ДМ)	25 РТЛ-1021	13-19	ПН2
12	передвижение крана	3,5	7,6	-	-	-	-	10 (ПМЛ-1560М)	25 РТЛ-1014	7-10	ПН2
13	Транспортер	7,1	14,96	3	-	АЕ2046М	63/16	16 (ПМЛ-1560ДМ)	25 РТЛ-1021	13-19	ПН2
14	Пресс	45	84	9	-	АЕ2056М	100/100	100 (ПМЛ-5560ДМ)	100 РТЛ-2064	80-100	ПН2

Контрольные вопросы:

1. По какой формуле рассчитать номинальный ток двигателя?
2. По какой формуле рассчитать номинальный ток машины дуговой сварки?
3. По какой формуле рассчитать номинальный ток индукционной печи?
4. В чем измеряется номинальный ток?
5. В чем измеряется полная номинальная мощность?

Тема 1.9. Ознакомление с методикой разработки габаритов, установочных мест пускозащитной аппаратуры, внутреннего монтажа

1. Расчет силового оборудования

Двигатель должен быть выбран так, чтобы его мощность использовалась полнее. Во время работы двигатель должен нагреваться примерно до предельно допустимой температуры, но не выше нее. Кроме того, двигатель должен нормально работать при возможных временных перегрузках и развивать пусковой момент, требуемый данной рабочей машиной. В соответствии с этим мощность двигателя выбирается в большинстве случаев на основании условий нагрева (выбор мощности по нагреву), а затем производится проверка соответствия перегрузочной способности двигателя условиям пуска машины и временным перегрузкам. В подобных условиях длительная мощность двигателя часто полностью не используется.

Выбор мощности двигателя для привода с продолжительным режимом работы при постоянной и малой меняющейся нагрузке на валу является простым. В этих условиях мощность двигателя должна быть равна мощности нагрузки, а проверки на нагрев и перегрузку во время работы не нужны. Однако необходимо проверить: достаточен ли пусковой момент двигателя для пусковых условий данной машины.

Рассмотрим расчет аппаратуры для вентиляционной установки ВКР 6,3, которая в настоящее время применяется как вытяжной вентилятор в птичнике.

Типовой двигатель АИР100L6 - 2шт

$P=2,2$ кВт; $n=940$ об/мин; $\cos\varphi=0,74$; $k_i=6,0$; $\mu_n=1,9$; $\mu_{\min}=1,5$

Приточный вентилятор АИР 56В4У3 - 15 шт.

$P=0.18$ кВт, $n=1500$ об/мин, $\cos\varphi=0.98$, $k_i=5,0$; $\mu_n=2,3$; $\mu_{\min}=1,8$

2. Расчет внутренних электропроводок и пускозащитной аппаратуры для привода вытяжного вентилятора, приточного вентилятора

Выбор пускозащитной аппаратуры.

Управление электротехническими устройствами птичника осуществляется с помощью большого числа различных аппаратов. В зависимости от назначения их можно разделить на две группы: коммутационные и защитные аппараты.

Все эти аппараты в местах установки соединяют по определенным схемам посредством голых или укрепленных на изоляторах проводов или с помощью силовых кабелей.

Простейшим устройством для автоматической защиты от повреждений при нарушении нормального рабочего режима работы в устройствах с рабочим напряжением до 1000 В являются автоматические воздушные выключатели.

Эти аппараты могут защищать установку не только при перегрузке током. Они производят отключение цепей при нарушении нормальных рабочих условий, причем в зависимости от типа автомата это отключение производится или когда определенная электрическая величина переходит установленное предельное значение (максимальные и минимальные автоматы), или когда меняется направление передачи энергии (автоматы обратной мощности). Кроме того, существует большое число автоматов специального назначения. Для воздействия на защелку отключающего механизма в автоматах применяются электромагнитные, тепловые и комбинированные расцепители. В последнем случае электромагнитный и тепловой элементы могут независимо отключать автомат.

В сельских электроустановках наибольшее применение получили автоматические выключатели серий АЕ2000, А3700, ВА51.

Автоматические выключатели выбирают по следующим условиям:

- 1) номинальное напряжение автомата должно соответствовать напряжению электроустановки или превосходить его;
- 2) номинальный ток выключателя должен быть больше или равен току электроустановки;
- 3) номинальный ток расцепителя должен быть больше или равен току электроустановки;
- 4) предельно отключаемый автоматическим выключателем ток должен быть больше или равен максимальному току короткого замыкания в месте установки автомата.

Выбор автоматического выключателя для электропривода вытяжной вентиляции:

$$U_{н.а.} \geq U_c, U_{н.а.} = 500В > 380В = U_c;$$

$$I_{н.авт.} \geq I_{н.дв.}, I_{н.дв.} = 5,4А < I_{н.авт.} = 10А;$$

$$I_{н.расц.} \geq I_{н.дв.}, I_{н.дв.} = 5,4А < I_{н.расц.} = 6,3А;$$

$$I_{кр.откл.} \geq I_{к.з.мах} = 1,1 \cdot I_{н.дв.} \cdot K_z = 1,1 \cdot 5,4 \cdot 1 = 5,94А.$$

Выбираем автоматический выключатель АЕ 2016-41 РУ с $I_{н.авт.} = 10 А$, и $I_{н.расц.} = 6,3 А$; трехполюсный с комбинированными расцепителями, с одним замыкающим и одним размыкающим блок-контактами, с расцепителем минимального напряжения, с температурной компенсацией и регулированием тока установки теплового расцепителя в пределах 0,9-1,15 I_n .

Выбор автоматического выключателя для электропривода приточной вентиляции:

$$U_{н.а.} \geq U_c, U_{н.а.} = 500В > 380В = U_c;$$

$$I_{н.авт.} \geq I_{н.дв.}, I_{н.дв.} = 0,45А < I_{н.авт.} = 10А;$$

$$I_{н.расц.} \geq I_{н.дв.}, I_{н.дв.} = 0,45А < I_{н.расц.} = 1,25А;$$

$$I_{кр.откл.} \geq I_{к.з.мах} = 1,1 \cdot I_{н.дв.} \cdot K_z = 1,1 \cdot 0,45 \cdot 1 = 0,49А.$$

Выбираем автоматический выключатель АЕ 2016-41 РУ с $I_{н.авт.} = 10 А$, и $I_{н.расц.} = 1,25А$; трехполюсный с комбинированными расцепителями, с одним замыкающим и одним размыкающим блок-контактами, с расцепителем минимального напряжения, с температурной компенсацией и регулированием тока установки теплового расцепителя в пределах 0,9-1,15 I_n .

Электромагнитный пускатель представляет собой комплектное устройство управления, состоящее из одного или несколько электромагнитных контактов, тепловых реле и кнопок управления. Управление пускателем осуществляется при помощи двух кнопок «пуск» и «стоп», находящихся вне коробки пускателя. Электромагнитные пус-

катели служат для дистанционного управления асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором мощностью до 110 кВт и напряжением до 500 В. Такие выключатели автоматически выключают двигатели при снижении напряжения на 50-60% от номинального и при перегрузках (если имеется тепловое реле).

Наиболее широкое распространение получили электромагнитные пускатели серии ПМЕ-000 и ПАЕ-100 с T_n от 3,2 до 150 А, ЛМЛ-0000 с T_n от 10 до 200 А.

Электромагнитный пускатель выбирается по напряжению катушки, наличию теплового реле, условиям окружающей среды, количеству блок-контактов.

$$U_{н.мп} \geq U_c; P_{мп} \geq P_{дв}$$

Выбор магнитного пускателя для вытяжного вентилятора:

$$U_{н.мп.} \geq U_c, U_c = 380В < 500В = U_{м.мп.};$$

$$I_{н.п} \geq I_{н.дв.}, I_{н.дв} = 5,4А < I_{н.авт} = 10А;$$

$$P_{мп} \geq P_{дв}, P_{дв} = 2,2кВт < P_{мп} = 4кВт.$$

Выбираем магнитный пускатель ПМЕ-122 с $T_n=10$ А при защищенном исполнении нереверсивный пускатель с тепловым реле.

Выбор магнитного пускателя для приточного вентилятора:

$$U_{н.мп.} \geq U_c, U_c = 380В < 500В = U_{м.мп.};$$

$$I_{н.п} \geq I_{н.дв.}, I_{н.дв} = 0,45А < I_{н.авт} = 10А;$$

$$P_{мп} \geq P_{дв}, P_{дв} = 0,18кВт < P_{мп} = 1,1кВт.$$

Выбираем магнитный пускатель ПМЕ-022 с $I_n=3$ А при защищенном исполнении нереверсивный пускатель с тепловым реле.

Выбор теплового реле для вытяжного вентилятора:

$$U_{н.мп.} \geq U_c, U_c = 380В < 500В = U_{м.мп.};$$

$$I_{н.п} \geq I_{н.дв.}, I_{н.дв} = 5,4А < I_{н.авт} = 10А;$$

$$P_{мп} \geq P_{дв}, P_{дв} = 5,4\text{кВт} < P_{мп} = 6,3\text{кВт}.$$

$I_{н.эл.}$ - ток нагревательного элемента.

Выбираем тепловое реле ТРН-10 с номинальным током реле $I_{н.т.р.} = 10\text{А}$, с $I_{н.т.с.} = 6,3\text{А}$.

Пределы регулирования тока установки $(0,8 \dots 1,25) I_{н.э.}$

Выбор теплового реле для приточного вентилятора:

$$U_{н.тр.} \geq U_{раб}, U_{раб} = 380\text{В} < 500\text{В} = U_{н.тр.};$$

$$I_{н.тр.} \geq I_{раб}, I_{раб} = 0,45\text{А} < I_{н.авт} = 10\text{А};$$

$$I_{н.эл.} \geq I_{раб}, I_{раб} = 0,45\text{А} < I_{н.эл} = 0,6\text{А}.$$

$I_{н.эл.}$ - ток нагревательного элемента.

Выбираем тепловое реле ТРН-10 с номинальным током реле $I_{н.т.р.} = 10\text{А}$, с $I_{н.т.с.} = 0,6\text{А}$.

Пределы регулирования тока установки $(0,8 \dots 1,25) I_{н.э.}$

Выбор сечения проводов.

При проектировании внутренних электропроводок следует руководствоваться «Правилами устройства установок» и «строительными нормами и правилами», «Нормами технологического проектирования сельских электроустановок».

Внутренние электропроводки должны соответствовать условиям окружающей среды и архитектурным особенностям помещений, в которых они находятся. При этом должны быть приняты по внимание следующие факторы:

- а) безопасность животных и людей;
- б) пожарно- и взрывобезопасность;
- в) надежность;
- г) удобство эксплуатации;
- д) экономические показатели (минимум годовых затрат).

Определение сечений проводов и кабелей внутренних электропроводок производится:

- 1) по допустимому нагреву;
- 2) по допустимым потерям напряжения.

Помимо этого провода и кабели вне зависимости от результатов расчета по допустимому нагреву и его допустимой потере напряжения на должны иметь сечение меньше, чем разрешается по условиям механической прочности.

Контрольные вопросы:

1. Что является простейшим устройством для автоматической защиты от повреждений при нарушении нормального рабочего режима работы в устройствах с рабочим напряжением до 1000 В?
2. По каким условиям выбирают автоматические выключатели?
3. Что представляет собой электромагнитный пускатель?
4. По чём выбирают электромагнитный пускатель?
5. Чему следует руководствоваться при проектировании внутренних электропроводок?

Раздел 2. Автоматизация технологических процессов в животноводстве

Тема 2.1. Автоматизация водоснабжения. Автоматизация башенной насосной установки

1. Башенная система водоснабжения

Башенная система водоснабжения обычно работает по следующей схеме: водоисточник — насосный агрегат — напорный агрегат — напорный трубопровод — водонапорная башня — водопроводная сеть — потребители воды.

При включении насоса вода поступает одновременно к потребителям и в напорный бак башни. Количество поступающей в бак воды равно разности между подачей насоса и расходом потребителей. После наполнения бака насосный агрегат отключается и водоснабжение потребителей обеспечивается водой, запасенной в баке. Вместимость бака стандартных водонапорных башен-колонн 15...50 м³ и более. При этом общая вместимость бака определяется как сумма трех объемов: регулирующего, запасного и «мертвого». «Мертвый» объем, как правило, невелик. В него входят отстойная часть бака и часть объема бака от его верхней кромки до максимального уровня воды (высотой примерно 0,3 м).

Запасной объем должен хранить хозяйственно-производственный запас на случай перерыва в электроснабжении и, главное, пожарный запас воды, размеры которого определяются строительными нормами и правилами.

Регулирующий объем V_p (м³), подача насоса G_n (м³/ч) и текущее потребление воды G_p (м³/ч) определяют продолжительность работы насосного агрегата:

$$T_p = V_p / (G_n - G_p) \quad (2.1)$$

Продолжительность паузы:

$$T_n = V_p / G_p \quad (2.2)$$

Соответственно время цикла $T_{ц} = T_p + T_n$ и число включений насоса в течение часа:

$$n = \frac{1}{T_{ц}} = \frac{G_p}{V_p} \cdot \left(1 + \frac{G_p}{G_n}\right) \quad (2.3)$$

Максимальное число включений будет при $G_n = 2G_p$:

$$n = 0,25 \cdot (G_n / V_p) \quad (2.4)$$

Наибольшее число включений в течение суток:

$$n_{\max} = 24n = 6G_n / V_p \quad (2.5)$$

По этой формуле определяют рабочий объем V_p , ограничивающий максимальное число включений насосного агрегата ятах:

$$V_p = 6G_n / n_{\max} \quad (2.6)$$

Рабочий объем бака при автоматическом управлении насосным агрегатом определяется расстоянием h между датчиками верхнего и нижнего уровней.

Таким образом, для того чтобы обеспечить число включений погружного насоса не более допустимого по техническим условиям, расстояние между датчиками верхнего и нижнего уровней (зона неопределенности двухпозиционного регулятора) должно быть:

$$n = 6G_n / (n_{\max} \cdot F), \quad (2.7)$$

где F — площадь зеркала воды в баке, m^3 .

Опыт эксплуатации погружных насосов свидетельствует о том, что n_{\max} не должно превышать 50...70 (в зависимости от конструкции) с интервалом между включениями не менее 5 мин.

Схема башенной водонасосной станции с датчиком уровня воды изображена на рисунке 2.1, (а, б). Погружной электродвигатель 1 в

рения лестницы; 19 — скоба; 20 — защитный корпус; 21, 22 и 23 — электроды соответственно верхнего, нижнего и общего уровней.

Электродный датчик уровня состоит из защитного корпуса 20, скобы 19 для крепления датчика в баке и трубчатых электродов: верхнего 21, нижнего 23 и общего 22 уровней. Внутри центрального электрода расположен нагревательный элемент, который включен в холодное время для исключения обмерзания электродов.

На рисунке 2.1, (в) показана принципиальная электрическая схема управления типа ПЭТ башенной водонасосной установкой. Она позволяет в ручном и автоматическом режимах пускать и останавливать электронасос, защищает электродвигатель от перегрузок и коротких замыканий, сигнализирует при помощи сигнальных ламп о включенном и отключенном состояниях насоса.

Ручное включение электронасоса осуществляют переводом переключателя SA в положение P, а отключение — в положение 0. Автоматический режим работы задают переводом переключателя в положение A. Если в баке воды нет, то контакты (электроды) датчика верхнего SL1 и нижнего SL2 уровней разомкнуты, следовательно, контакты реле KV в цепи катушки магнитного пускателя KM замкнуты. Магнитный пускатель срабатывает и включает электронасос M. По мере накопления воды в баке перекрываются водой сначала контакты SL2 нижнего уровня, а затем SL1 верхнего уровня. При этом реле KV получает питание через воду. Kontakтами KV: 1 оно разрывает цепь питания магнитного пускателя KM, и электронасос отключается. Реле KV остается включенным через контакты KV:2, SL1 и SL2. Оно отключается только тогда, когда вода разомкнет не только верхние контакты, но и нижние. В этом случае контакты KV: 1 в цепи магнитного пускателя KM вызовут повторное включение электронасоса M. Отключенное состояние насоса определяется по зеленой лампе HL1, а включенное — по красной HL2.

Защита двигателя осуществляется при помощи типовых расцепителей магнитного пускателя KM и автомата QF.

На холодный период года выключателем S включается электрообогреватель EK датчика, предотвращающий обледенение и промерзание электродов датчика уровня.

Контрольные вопросы:

1. По какой схеме обычно работает башенная система водоснабжения?

2. Какое устройство башенной водонасосная установка с погружным электродвигателем?

3. Какой принцип работы башенной водонасосная установка с погружным электродвигателем?

Тема 2.2. Автоматизация безбашенной установки

1. Безбашенная система водоснабжения

Сельскохозяйственное производство является крупным потребителем воды, расходуемой для нужд населения, поения животных, приготовления пищи и кормов, полива растений, уборки навоза и для других целей.

Водоснабжение сельскохозяйственных потребителей хорошо механизировано и автоматизировано. Благодаря автоматизации человек практически освобожден от ручного труда при добыче, доставке и распределении воды на животноводческих фермах и в быту. Автоматизация позволила увеличить производительность труда по водоснабжению в 20 раз, снизить эксплуатационные затраты в 10 раз. Кроме того, при поении животных из автопоилок увеличивается продуктивность КРС на 10%, а птиц — на 15...20 %.

Для подъема и раздачи воды применяют водонасосные установки, состоящие из водоприемников, очистительных сооружений, резервуаров чистой воды или водонапорных башен, соединительной водопроводной сети и электронасосов со станциями управления. Наиболее широко в сельском хозяйстве распространены центробежные и осевые насосы. Насосы выполняют в моноблоке с электродвигателями и погружают в воду или располагают на поверхности земли.

Для подъема воды из открытых водоемов и шахтных колодцев используют также плавающие центробежные насосы. Широко распространены так называемые объемно-инерционные насосы с электромагнитным вибрационным приводом, рассчитанные на малую подачу воды (до $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ при напоре 20 м).

В сельском хозяйстве используют водонасосные установки трех типов: башенные с водонапорным баком, безбашенные с водонапорным котлом и непосредственной подачей воды в водопроводную сеть. Почти в 90 % случаев используют башенные водонасосные установки с расходом воды до $30 \text{ м}^3/\text{ч}$. Если расход воды составляет $30...65 \text{ м}^3/\text{ч}$, то рекомендуют двухагрегатные насосные станции с водонапорным котлом. При расходе воды более $65 \text{ м}^3/\text{ч}$ экономически це-

лесообразно использовать насосные установки с непосредственной подачей воды в распределительную сеть.

Безбашенная автоматическая водоподъемная установка типа ВУ (рис. 2.2) предназначена для подъема воды из открытых водоемов и шахтных колодцев глубиной до 5 м при напоре 25...80 м. Установка состоит из всасывающей трубы 1 с приемным фильтром насосного агрегата 2, нагнетательной 3 и водоразборной 12 труб с запирающими вентилями 5, воздушно-водяного бака 4 с датчиком давления 8 и струйным регулятором запаса воздуха, имеющего камеру смешивания 6, воздушный клапан 7, жиклер 10 и диффузор 11.

Схема управления в автоматическом режиме работает следующим образом. Вода к потребителю поступает под давлением воздушной подушки, расположенной над водой в котле. При разборе воды из котла давление в котле снижается и контакты манометрического датчика давления ВР замыкаются, катушка магнитного пускателя КМ получает питание и включает электронасос.

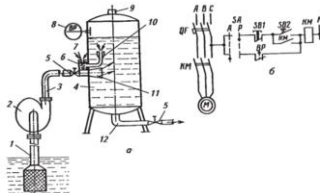


Рис. 2.2. Технологическая схема водоподъемной установки типа ВУ (а) и принципиальная электрическая схема управления ею (б): 1 — всасывающая труба; 2 — насосный агрегат; 3 — нагнетательная труба; 4 — воздушно-водяной бак; 5 — запирающий вентиль; 6 — камера смешивания; 7 — воздушный клапан; 8 — датчик давления; 9 — предохранительный клапан; 10 — жиклер; 11 — диффузор; 12 — водоразборная труба

Давление включения, МПа, рассчитывают по формуле:

$$p_1 = (H_{св} + H_p + H_{пот}) \cdot 10^{-2}, \quad (2.8)$$

где $H_{св}$ — свободный напор у потребителя, м (для автопоилок 4...6 м, для одноэтажных зданий 8 м, для двухэтажных — 12 м);

H_p — разность отметок расчетных точек водопроводной сети и минимального уровня воды в бакс, м;

$H_{пот}$ — потери напора в водопроводной сети, м.

При увеличении уровня воды давление в котле повышается до заданного значения, при котором контакты размыкаются и насос отключается.

Давление выключения, МПа, определяют по формуле:

$$p_2 = 1,7 \cdot p_1 + 0,7 \quad (2.9)$$

Ручное управление электронасосом осуществляется кнопками SB2 «Пуск» и SB1 «Стоп».

Объем воздушной подушки в баке постоянно уменьшается, так как часть воздуха растворяется и выносится с водой. Вследствие этого уменьшается давление воздушной подушки и регулирующий объем в котле снижается.

Для автоматического поддержания объема воздушной подушки служит регулятор, обеспечивающий подкачку воздуха до давления в баке 250 кПа. При максимальных аварийных давлениях срабатывает предохранительный клапан 9. Пополнение воздуха происходит, когда жиклер 10 перекрыт водой. Струя воды под действием насоса создает разрежение в камере 6 (эффект пульверизации), воздушный клапан 7 открывается, и воздух, смешиваясь с водой, поступает в котел.

Безбашенные водоподъемные установки имеют низкий коэффициент использования объема бака (0,15...0,2) V, большой перепад давлений (20...30 м) при малом регулирующем объеме V_p и взрывоопасны. Поэтому их применяют ограничено.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначена безбашенная автоматическая водоподъемная установка типа ВУ?
2. Какое устройство безбашенная автоматическая водоподъемная установка типа ВУ?
3. Как работает безбашенная автоматическая водоподъемная установка типа ВУ?

Тема 2.3. Автоматизация микроклимата животноводческих помещений.

1. Основные параметры микроклимата в животноводческих помещениях.

Важнейший фактор обеспечения нормальных условий содер-

жания и продуктивности сельскохозяйственных животных — микроклимат. К параметрам микроклимата относятся температура воздуха, относительная влажность, содержание вредных для животных компонентов (NH_3 и др.), скорость движения воздуха и др. Поддержание требуемой температуры — одно из необходимых условий обеспечения нормального обмена веществ в организме животных. Нарушение теплового режима отрицательно влияет на все жизненные процессы.

При низкой температуре увеличивается отдача теплоты телом, вследствие чего животные усиленно потребляют корм, а при температуре ниже критической организм не успевает вырабатывать теплоту за счет энергии корма, наступает переохлаждение, возможны простудные заболевания животных и даже смерть. При температуре выше критической резко уменьшается конвективный теплообмен организма с окружающей средой, поэтому появляется угроза перегрева и теплового удара. Резкие колебания температурного режима в течение суток оказывают более сильное отрицательное воздействие на организм, чем постоянно повышенная или пониженная температура, причем в первую очередь это сказывается на молодняке.

Известно, что у новорожденных поросят нет жировой подкожной прослойки и шерстяного покрова. По сравнению с молодняком животных других видов они более чувствительны к холоду, так как рождаются с менее развитой терморегуляцией. Нормальная терморегуляция у них устанавливается только через 30 дней после рождения (например, при температуре окружающего воздуха $18...20\text{ }^{\circ}\text{C}$ у поросят сразу же после рождения температура тела снижается на $1,5...3\text{ }^{\circ}\text{C}$). Первые два месяца поросята быстро растут, их масса увеличивается в $14...16$ раз, что, естественно, сопровождается высоким напряжением всех физиологических процессов в организме. Поэтому поддержание оптимальных температур для новорожденных поросят — одно из основных условий сохранения приплода зимой. Первые 15 дней в зоне нахождения поросят можно поддерживать температуру в пределах $26...30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (инфракрасный обогрев).

В помещениях для крупного рогатого скота оптимальный температурный режим находится в пределах $8...16\text{ }^{\circ}\text{C}$. При температуре $16...22\text{ }^{\circ}\text{C}$ у животных может нарушиться терморегуляция и другие физиологические функции, что приведет к снижению удоя молока коров на $25...50\%$ и уменьшению прироста массы молодняка на $12...30\%$. У этих животных в жаркое время года повышается температура тела и кожи, учащаются (в $2...3$ раза по сравнению с нормой) пульс и дыхание, в результате чего воздух больше насыщается диоксидом уг-

лерода (углекислым газом) и водяными парами, а это способствует появлению заболеваний и еще большему снижению продуктивности.

Низкая температура в телятниках — одна из причин большой смертности телят (особенно в первые недели жизни) в результате простудных заболеваний (катара верхних дыхательных путей, бронхопневмонии и др.). Переохлаждение животных также способствует возникновению инфекционных заболеваний.

При содержании животных в холодный период года в помещениях с высокой влажностью часто отмечаются такие заболевания, как бронхит, воспаление легких, мастит у коров, желудочно-кишечные заболевания у молодняка. Высокая влажность — причина возникновения кожных заболеваний (стригущего лишая, экземы, чесотки и т. п.).

В свинарниках при нормальном кормлении животных, но при высокой влажности воздуха (80...100%) и низкой температуре (1...8 °С) по сравнению с оптимальными условиями (влажность воздуха 65...80 % и температура 8...12 °С) суточный прирост массы растущих свиней меньше на 9...28 %, а затраты корма составляют 6... 12 ЭКЕ на 1 кг прироста (вместо 4,5...5,5 ЭКЕ), гибель поросят- сосунов и отъемышей по отношению к общему поголовью составляет 12...28%. В телятнике с высокой влажностью (90... 100%) и низкой температурой (от —2 до +10 °С) прирост массы телят ниже на 15...20 %.

Однако чрезмерно низкая влажность воздуха (30...40 % и ниже) при повышенной температуре также отрицательно влияет на состояние животных, особенно молодняка, вызывая сухость слизистых оболочек, усиленную жажду, потоотделение. При этом резко снижается сопротивляемость организма к инфекциям. Наиболее благоприятная влажность воздуха в помещениях для содержания животных находится в пределах 50...70 %.

Теплоотдача организма зависит не только от температуры воздуха и его влажности, но в значительной степени и от скорости его движения. При низких температурах и высокой влажности увеличение скорости движения воздуха вызывает усиление отдачи теплоты организмом и приводит к его переохлаждению, при высоких температурах подвижный воздух предохраняет животных от перегревания, однако молодняк очень чувствителен к повышенной скорости движения воздуха. Поэтому в животноводческих помещениях скорость движения воздуха в зоне нахождения животных должна быть 0,2...0,3 м/с зимой и 1... 1,5 м/с летом.

Наряду с физическими свойствами воздуха его химический состав оказывает большое влияние на физиологическое состояние и продуктивность животных.

В процессе жизнедеятельности животных из их организма с выдыхаемым воздухом постоянно поступает диоксид углерода (CO_2). При этом его содержание в помещении повышается, а содержание кислорода снижается. В воздухе животноводческих помещений накапливается аммиак, сероводород и другие продукты гниения и брожения органических веществ. Газовый состав воздуха в помещениях во многом обуславливается их санитарным состоянием, плотностью размещения животных, способами уборки и утилизации навоза, уровнем воздухообмена и т. д.

Повышенные концентрации диоксида углерода в воздухе помещений отрицательно влияют на физиологическое состояние животных, вызывая нарушение терморегуляции в организме и замедление дыхания. При длительном пребывании в помещении с содержанием диоксида углерода выше 0,3 % возможно хроническое отравление.

Аммиак (NH_3) — токсичный газ. Он также отрицательно влияет на здоровье и продуктивность животных. Продолжительное вдыхание воздуха с содержанием даже небольшого количества аммиака ослабляет резистентность организма и способствует возникновению различных заболеваний, особенно легочных. Продуктивность животных в помещениях с повышенным содержанием аммиака снижается на 25...28 %.

Сероводород (H_2S) также очень токсичен. Высокое содержание его в воздухе способствует затормаживанию окислительных процессов в организме, вызывает воспаление и отек легких, служит одной из причин кислородного голодания животных, отрицательно действует на нервную систему. Продолжительное вдыхание повышенной концентрации сероводорода вызывает отравление.

2. Технологические основы регулирования микроклимата.

При регулировании теплового режима содержания животных управляемыми величинами являются температура воздуха в помещении (зимний режим) и вентиляция, создающая движение воздуха и удаляющая избытки теплоты (летний режим). В экстремальных климатических условиях для регулирования температуры в летний период можно применять испарительное охлаждение.

Условия, при которых баланс теплоты в помещении отрицателен и требуется включать отопление, определяют зимний режим. Летний режим характеризуется положительным балансом теплоты и необходимостью ее утилизации или компенсации.

В тепловом балансе животноводческого помещения обычно учитывают только наиболее значительные его составляющие:

$$\sum Q = Q_{\text{ж}} + Q_{\text{т}} \pm Q_{\text{ог}} - Q_{\text{и}} \pm Q_{\text{в}}, \quad (2.10)$$

где $Q_{\text{ж}}$ — тепловыделения стада животных; $Q_{\text{т}}$ — теплота от работающего технологического оборудования; $Q_{\text{ог}}$ — потери теплоты через ограждения; $Q_{\text{и}}$ — потери теплоты на испарение влаги; $Q_{\text{в}}$ — потери теплоты с вентиляционным воздухом.

Тепловыделения животных являются случайной функцией времени. Их средние значения приводятся в специальной литературе.

Теплота от работающего технологического оборудования может быть принята численно равной потребляемой электрической мощности.

Потери теплоты через ограждения определяют по формуле:

$$Q_{\text{ог}} = \alpha_{\text{ог}} \cdot F_{\text{ог}} \cdot (\theta_{\text{в}} - \theta_{\text{н}}), \quad (2.11)$$

где $\alpha_{\text{ог}}$ — коэффициент теплопередачи, Вт/(м² · °С); $F_{\text{ог}}$ — площадь ограждений, м²; $\theta_{\text{в}}$, $\theta_{\text{н}}$ — температура соответственно внутри и снаружи помещения, °С.

Расход теплоты на испарение зависит от количества испаряемой влаги:

$$Q_{\text{и}} = (597 + 0,45 \cdot \theta_{\text{в}}) \cdot w_{\text{и}} \quad (2.12)$$

Количество испаряемой влаги $w_{\text{и}}$ определяют нормативами как сумму количеств испаряемой влаги с поля, поилок, кормушек и других увлажненных поверхностей, т. е.

$$w_{\text{и}} = \sum w_{\text{и}}(i) \cdot F_i, \quad (2.13)$$

где $w_{\text{и}}(i)$ — нормативное количество испаряемой влаги с i -го участка, кг/м²; F_i — площадь i -го участка, м².

Прибавив к расчетному количеству влаги $w_{\text{и}}$ влаговыделения животных $w_{\text{ж}}$, получают баланс влаги в помещении:

$$w_{\text{п}} = w_{\text{и}} + w_{\text{ж}} \quad (2.14)$$

Количества CO₂, NH₃ и H₂S определяют аналогично. Нормы выделения этих газов животными и технологической средой приведены в справочной литературе.

Чтобы удалить избыточные количества теплоты, влаги, CO_2 , NH_3 и H_2S , животноводческие помещения оборудуют системой общеобменной вентиляции. Летом с целью обеспечения оптимального теплового режима содержания животных может быть увеличен объем общеобменной вентиляции или дополнительно организована внутриобменная вентиляция в зоне расположения животных. Объем внутриобменной вентиляции рассчитывают из условий компенсации повышенной температуры.

Контрольные вопросы:

1. Что относится к параметрам микроклимата?
2. В каких пределах находится оптимальный температурный режим в помещениях для крупного рогатого скота?
3. Что является управляемыми величинами при регулировании теплового режима содержания животных?
4. Как определить потери теплоты через ограждения?
5. Как рассчитать баланс влаги в помещении?

Тема 2.4. Способы и средства управления микроклиматом

1. Автоматизация вентиляционных установок

Для поддержания требуемой температуры воздуха, удаления избыточного количества влаги и вредных газов животноводческие помещения оборудуют приточно-вытяжной (общеобменной) вентиляцией, а при необходимости установками для подогрева и увлажнения приточного воздуха.

Для осуществления вытяжной вентиляции используют комплект оборудования типа «Климат-4», основу которого составляют регулируемые по производительности вентиляторы. Вентиляторы комплектуют специальными трехфазными асинхронными электродвигателями повышенного скольжения, которые при нагрузке способны в широких пределах изменять частоту вращения в зависимости от питаемого напряжения (от 70 до 380 В). В комплект оборудования типа «Климат-4» входит 8...24 вентилятора. Тип и число устанавливаемых в одном помещении вентиляторов определяются воздухообменом по летнему режиму. Оборудование типа «Климат-4» комплектуют также устройствами автоматического регулирования напряжения электродвигателей вентиляторов: станцией управления ШАП-5701 в комплек-

те с автотрансформатором АТ-10, бесконтактной станцией управления МК-ВАУЗ и др.

Принципиальная электрическая схема станции управления ШАП-5701 изображена на рисунке 2.3. Автоматический выключатель QF1 выполняет функции коммутации и защиты силовых цепей, автотрансформатор ТА обеспечивает питание электродвигателей номинальным и пониженным (в две ступени) напряжением, магнитные пускатели КМ1 и КМ2 переключают обмотки автотрансформатора, КМ3 подает на двигатели номинальное напряжение, КМ4 и КМ5 управляют работой вентиляторов соответственно групп III и I. Вентиляторы группы II включаются одновременно с подачей напряжения, соответствующего низкой частоте вращения.

Станция управления располагает пятью ступенями регулирования подачи воздуха в помещение.

Переключатель SA3 и соответствующий ему автоматический трехпозиционный терморегулятор SK2 позволяют вручную или автоматически управлять вентиляторами групп I и III на низкой частоте вращения при температуре воздуха в помещении ниже номинальной. Переключатель SA2 и терморегулятор SK1 служат для включения средней и высокой частот вращения вентиляторов при температуре выше номинальной.

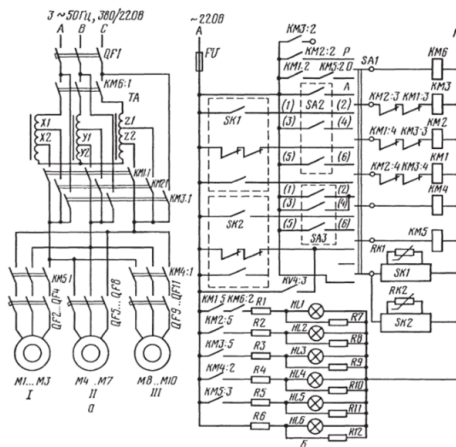


Рис. 2.3. Принципиальная электрическая схема станции управления ШАП-5701: а — силовая часть; б — схема управления.

Бесконтактная станция управления МК-ВАУЗ плавно регулирует частоту вращения вентиляторов как в ручном, так и в автоматическом режимах. На рисунке 2.4 представлена блок-схема станции управления МК-ВАУЗ. Сигнал датчика температуры РК в помещении поступает на мост сравнения МС, в одном из плеч которого установлен резистор — ручной задатчик температуры ЗДТ. Затем через усилитель-демодулятор УД сигнал подается на узел смещения УС, который имеет резисторы — задатчик базового напряжения ЗБН, задатчик допустимого отклонения температуры ЗД и задатчик минимального напряжения ЗМН, которое допустимо подавать на статор электродвигателя данного типа. Далее сигнал подается в систему импульсно-фазового управления тиристорами СИФУ-1...СИФУ-3, где также корректируется сигнал, идущий от блока питания БП к блокам тиристоров каждой из фаз БТ1...БТ3.

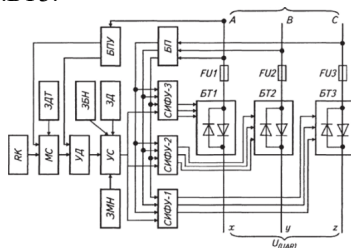


Рис. 2.4. Блок-схема станции управления МК-ВАУЗ.

Обслуживание станции управления заключается в периодической (один раз в шесть месяцев) корректировке шкалы задатчика температуры РК и проверке настройки станции на требуемые режимы работы. Для этого после часового прогрева станции управления необходимо:

- по показанию ртутного термометра (температура воздуха в помещении), находящегося рядом с термометром сопротивления, установить задатчик температуры;

- задатчик зоны пропорциональности установить на максимальное значение;

- при неизменном положении задатчика базового напряжения корректором нулевого значения шкалы задатчика температуры при помощи переносного вольтметра добиться минимального значения напряжения на электродвигателях вентиляторов при наличии светового сигнала «Норма».

После проверки настройки станции управления МК-ВАУЗ

устанавливают датчики температуры, базового напряжения и зоны пропорциональности в положения, соответствующие зоотехническим требованиям конкретного животноводческого помещения.

2. Автоматизация нагревательных установок

Установка с приточно-принудительной вентиляцией включает в себя высоконапорный вентилятор 4 с трехскоростным электродвигателем (рис. 2.5), подающий воздух в распределительный воздуховод 5, заборную камеру 1 с заслонкой 2 и теплообменник 3. Частоту вращения электродвигателя вентилятора можно изменять вручную элементами устройства NSA в зависимости от требуемого воздухообмена. Производительность приточной установки регулируется автоматически пропорциональным регулятором TS/SK1 в зависимости от температуры воздуха в животноводческом помещении. Терморегулятор TS/SK2 защищает теплообменник от размораживания.

Для управления вентиляцией используют серийно выпускаемые станции управления ШАП-5712. Принципиальная электрическая схема системы ручного и автоматического управления вентиляцией и подогревом воздуха изображена на рисунке 2.6. Схема работает следующим образом. В автоматическом режиме переключатели SA1 и SA2 устанавливают в положение «Автоматическое». По команде терморегулятора SK1 включается реле KV1, которое через контакты терморегулятора SK2 включает реле KV2. Последнее посылает сигнал на SA3, а через его контакты включается ступень KM1...KM3 частоты вращения электродвигателя, которая установлена вручную. Если температура теплоносителя на выходе из теплообменника понизится, то терморегулятор SK2 отключит реле KV2 и через соответствующий магнитный пускатель остановит электродвигатель вентилятора.

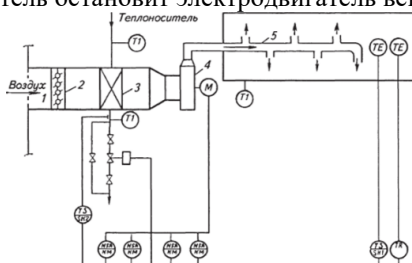


Рис. 2.5. Функционально-технологическая схема управления приточной системой регулирования микроклимата: 1 — заборная камера;

2 — заслонка; 3 — теплообменник; 4 — высоконапорный вентиль;
5 — распределительный воздухопровод

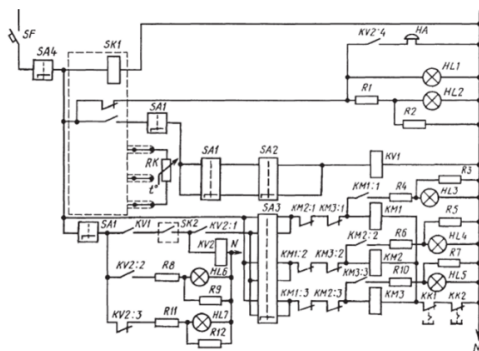


Рис. 2.6. Принципиальная электрическая схема управления приточной вентиляцией

Электрокалориферы. При использовании электронагревателей (например, СФОА) производительность приточных установок изменяют ступенчато. Схема автоматического управления электрокалориферной установкой СФОА (рис. 2.7) позволяет корректировать температуру воздуха в помещении в ручном и автоматическом режимах.

В автоматическом режиме переключатели SA1 и SA2 устанавливаются в положение «Автоматическое». Если температура в помещении ниже нормы, то терморегулятор SK1 замыкает контакты и включает реле KV, а через контакты последнего — магнитный пускатель KM3. Происходит одновременная работа вентилятора и первой секции электронагревателей. При дальнейшем понижении температуры терморегуляторы SK2 и SK3 включают вторую и третью секции электронагревателей магнитными пускателями KM2 и KM1.

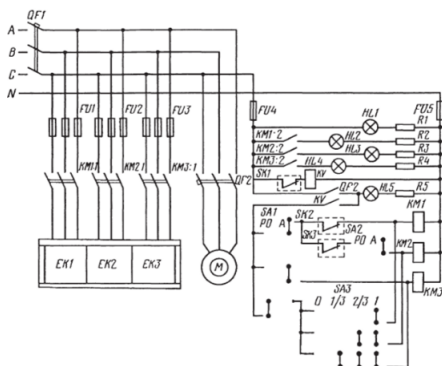


Рис. 2.7. Принципиальная электрическая схема станции управления электрокалориферной установкой СФОА

Установки местного обогрева животных. Средства местного обогрева (обогреваемые полы, коврики, установки с инфракрасными и ультрафиолетовыми излучателями) используют в тех случаях, когда в одном и том же помещении содержатся животные, требующие разных температурных режимов.

На рисунке 2.8 представлена принципиальная электрическая схема автоматического управления нагревом электроковриков (ЭК). В качестве коммутирующего органа использованы тиристоры VS1 и VS2, включенные по встречно-параллельной схеме. Терморезистор RK в схеме измерительного моста регистрирует отклонение температуры коврика от заданной резистором R6. Сигнал подается на двухкаскадный усилитель, выполненный на транзисторах VT1 и VT2, в котором второй каскад выполняет функцию фазочувствительного усилителя. Затем через промежуточный усилитель на транзисторах VT3 и VT4 сигнал поступает через диод VD7 на мультивибратор, собранный на транзисторах VT5 и VT6. Далее сигнал в виде импульсов частотой около 2 кГц усиливается транзистором VT7 и через трансформатор TV2 управляет тиристорами. Один бесконтактный регулятор может обеспечить регулирование температуры 8...10 ковриков.

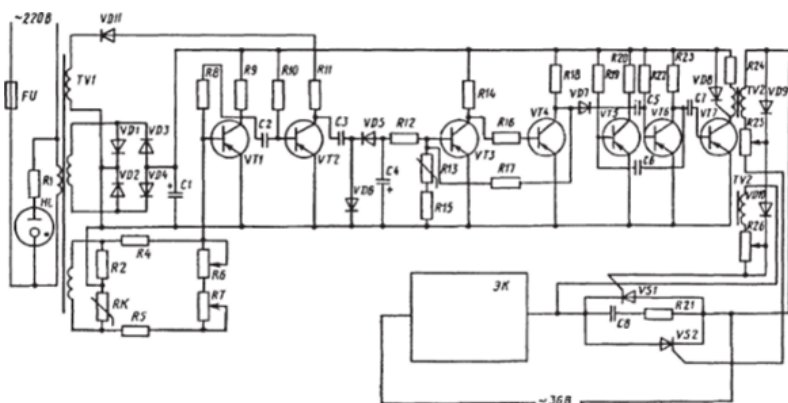


Рис. 2.8. Принципиальная электрическая схема управления нагревом электроковриков

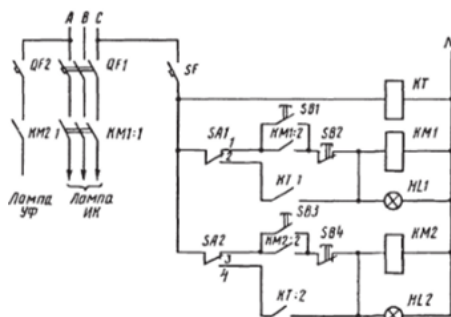


Рис. 2.9. Схема управления обогревательными установками ИКУФ-1

Для обогрева и облучения молодняка используют установку ИКУФ-1, в которую входят 44 излучателя, 4 силовых блока и блок управления. Излучатель состоит из двух ламп инфракрасного (теплого) спектра ИКЗК-220-250 и одной лампы ультрафиолетового излучения ЛЭ-15, рассчитанной на напряжение 127 В. Блок управления обеспечивает ручное и автоматическое управление отдельно инфракрасным и ультрафиолетовым излучателями по определенной программе, разработанной на основе зоотехнических требований и реализуемой обычными реле времени. На схеме (рис. 2.9) переключатели SA1 и SA2 устанавливают режим ручного или автоматического управления. В автоматическом режиме функции управления по заданной программе выполняет реле КТ через контакты КТ: 1 и КТ: 2.

Контрольные вопросы:

1. Какой комплект оборудования используют для осуществления вытяжной вентиляции?
2. Как работает принципиальная электрическая схема станции управления ШАП-5701?
3. Как работает блок-схема станции управления МК-ВАУЗ?
4. Что в себя включает установка с приточно-принудительной вентиляцией?
5. Как работает принципиальная электрическая схема системы ручного и автоматического управления вентиляцией и подогревом воздуха?
6. Как работает принципиальная электрическая схема управления нагревом электроковриков?

Тема 2.5. Автоматизация кормоприготовления животных. Кормораздатчик КЭС-1.7

1. Общие сведения и технологические требования к автоматизируемой установке.

Транспортные работы на животноводческих фермах (подвозка и раздача кормов, подстилки, вывоз молока, уборка и удаление навоза и др.) по затратам труда составляют примерно 30...40% всех работ.

На фермах значительное распространение получили электрифицированные транспортные средства, которые можно подразделить на стационарные и мобильные. К стационарным относятся ковшовые, скребковые, ленточные, шнековые и другие транспортёры, предназначенные главным образом для перемещения грузов в животноводческих помещениях, кормоцехах, молочных и в складах. К мобильным относятся электрифицированные передвижные кормораздатчики, электрокары, тельферы и др.

Автоматизация раздачи корма на фермах имеет большое значение для работников, и имеет следующие положительные эффекты:

- облагораживает условия труда для работников;
- увеличивает производительность труда;
- уменьшает количество производственного травматизма.

В процессе развития свиноводства в нашей республике применяются три основные технологии приготовления и скармливания кормов: в сухом, влажном и жидком (полужидком виде). Одной из

основных особенностей кормораздающих машин для свиней является дозирующих рабочих органов с дозированным процессом кормораздачи. Это характерно при раздаче влажных термообработанных смесей. Наиболее широкое применение нашли кормораздатчики типа: КС – 1.5; КЭС – 1.7; РС – 5.0А; КСП – 0.8.

В таблице 2.1. приведены механические характеристики мобильных бункерных кормораздатчиков, которые широко применяются в сельскохозяйственном производстве на свиноводческих фермах и комплексах.

Таблица 2.1. Технические характеристики мобильных кормораздатчиков

Показатели	КЭС – 1.7
Вместимость бункера, м ³	1.7
Производительность, т/ч:	
– на смешивании	–
– на раздаче сухого корма	38.7
– на раздаче влажного корма	14.6
Скорость передвижения при раздаче, м/с	0.52
Ширина колеи, мм	600...700
Требуемая ширина кормового проезда по кромкам кормушек, мм	–
Число электродвигателей, шт.	3
Потребляемая мощность, кВт	5.2
Габаритные размеры, мм	
– длина	3000
– ширина	996
– высота	1405
Масса, кг	760

На свиноводческих фермах и комплексах широко применяется электромобильный кормораздатчик КЭС – 1.7. Он предназначен для дозированной раздачи в две рядом расположенные кормушки сухих, гранулированных и полужидких кормов, а также измельченных корнеклубнеплодов и зеленой массы.

Для изучения представленного выше кормораздатчика важно знать его конструкцию и технологическую схему, которая приведена на рисунке 2.10.

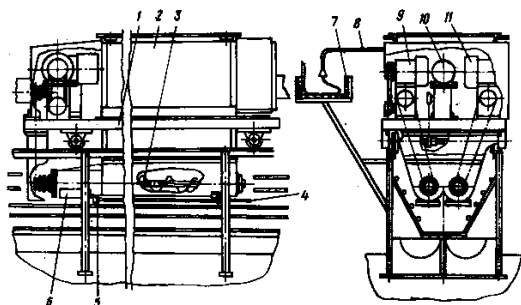


Рис. 2.10. Технологическая схема мобильного кормораздатчика КЭС–1.7: 1 – тележка; 2 – бункер; 3 – шнек подающий; 4 – рычаг; 5 – заслонка; 6 – выгрузной люк; 7 – лоток; 8 – поводок-кронштейна ввода электропитания; 9,11 – электродвигатели; 10 – электропривод.

Электрифицированный кормораздатчик КЭС–1.7 предназначен для раздачи кормов на свиноводческих фермах. Представляет собой бункер 2 (рис. 2.10) для корма, установленный на самоходной двухосной тележке 1, передвигающейся над двумя рядами кормушек по рельсовому пути, который расположен на эстакаде. Внутри бункера размещены два шнека 3, подающих корма к выгрузным окнам. Каждое окно закрывают заслонкой вручную.

Кормораздатчик передвигается при помощи индивидуального электропривода с асинхронным короткозамкнутым электродвигателем 10. Механизм выдачи кормов также от отдельных асинхронных короткозамкнутых электродвигателей 9 и 11. Индивидуальный электропривод значительно упрощает кинематическую схему кормораздатчика и тем самым повышает его эксплуатационную надежность.

Питание к электродвигателям от электросети 380/220 В подводится по гибкому кабелю. Кабель вводится в кормораздатчик с помощью поводка-кронштейна 8 и укладывается в деревянный лоток 7.

Управление кормораздатчиком автоматизированное, с помощью четырех конечных выключателей и реле времени. Упоры, посредством которых срабатывают конечные выключатели, – передвижные, что позволяет раздавать корма в любом месте кормушек.

2. Разработка функциональной схемы автоматизации

Функциональные схемы автоматизации являются функциональным техническим документом, поясняющим определенные про-

3. Разработка принципиальной электрической схемы автоматизации

Зная условные буквенные обозначения отдельных элементов, а также зная их графическое обозначение, принятое в типовых электрических схемах автоматизации управления технологическими процессами, и применяемые при составлении электрических принципиальных схем управления, составляем электрическую принципиальную схему управления электромобильным бункерным кормораздатчиком КЭС–1.7 в автоматическом режиме. Данная схема приведена на рисунке 2.12.

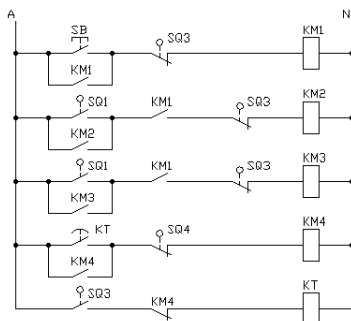


Рис. 2.12. Принципиальная схема управления мобильным кормораздатчиком КЭС–1.7 в автоматическом режиме

Разрабатываем полную принципиальную электрическую схему управления кормораздатчиком КЭС–1.7 в автоматическом режиме.

При переходе от упрощенной схемы к полной принципиальной схеме автоматизации необходимо учесть ряд факторов, определяющих ее окончательную структуру:

- действительное состояние органов управления в исходном (отключенном) состоянии схемы;
- действительное наличие контактов у всех элементов схемы управления (наличие ручного и наладочного режимов, схем контроля и сигнализации);
- дополнительные аппараты аварийного отключения;
- действительное наличие контактов у всех элементов схемы управления;
- аппараты выбора необходимого режима работы системы управления, устраняющие наличие управления в нескольких режимах;
- дополнительные аппараты аварийного отключения.

Для управления реверсивным электроприводом движения кормораздатчика применим электрическую блокировку исключаящую одновременную работу двух пускателей.

Предусмотрим ручной режим управления при помощи кнопочных постов. Для осуществления работы кормораздатчика в автоматическом и ручном режиме, а также для контроля за технологическим процессом раздачи кормов предусматриваем установку универсального переключателя и ламп световой сигнализации.

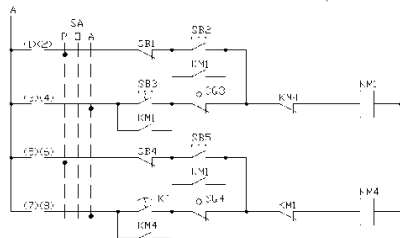


Рис.2.13. Управление электроприводом в ручном и автоматическом режимах

Разработку остальных цепей управления ведем аналогичным образом с добавлением необходимых элементов. Произведем описание работы полной принципиальной электрической схемы управления.

При помощи автоматического выключателя QF1 подаем напряжение на схему управления. Рассмотрим работу схемы в автоматическом режиме, для чего автоматический переключатель SA ставим в положение А. Линию в работу включает оператор кнопочной станцией при помощи кнопки SB3, в результате чего получает питание магнитный пускатель KM1, замыкаются его контакты KM1.2 (осуществляем шунтирование кнопки SB4), KM1.3, KM1.4 (для подготовки к пуску KM2 и KM3) и в цепи магнитного пускателя KM4 размыкается контакт KM1.5. кормораздатчик посредством запитки KM2 начинает движение «вперед». При начале движения кормораздатчика конечный выключатель SQ4 возвращается в исходное положение подготавливая KM4 к пуску. При подходе кормораздатчика к кормушкам, он посредством упора воздействует на конечный выключатель SQ1 и через его контакты SQ1.1 и SQ1.2 получают питание магнитные пускатели KM2 и KM3, в работу включаются выгрузные шнеки кормораздатчика. В конце кормушки кормораздатчик воздействует через упор на конечный выключатель SQ2 и размыкаются контакты SQ2.1 и SQ2.2, обесточиваются магнитные пускатели KM2 и KM3, выгрузные шнеки оста-

навливаются. Освободив кормушку, кормораздатчик воздействует упором на конечный выключатель SQ3. В цепи км1 размыкается контакт SQ3.1, КМ1 обесточивается, и кормораздатчик останавливается. В цепи реле времени КТ замыкается контакт SQ3.2, в результате чего оно срабатывает и через 2 сек. запитывает через свой контакт КТ, магнитный пускатель КМ4, осуществляющего привод движения кормораздатчика «назад». Контакт реле времени КТ шунтируется замыкающим контактом КМ4.2, и катушка реле времени обесточивается, т. к. размыкается контакт КМ4.3. В цепи КМ1 размыкается контакт электрической блокировки КМ4.4. По возвращении кормораздатчика в исходное состояние он упором воздействует на конечный выключатель SQ4, в результате чего обесточивается КМ4, и кормораздатчик останавливается и вновь готов к работе.

Заменим некоторые части релейно-контактной схемы на элементы и устройства импульсной и цифровой электроники, а в частности произведем управление тележкой кормораздатчика при помощи контроллера фирмы Mitsubishi, выбор производим по числу коммутируемых входов и выходов.

Контрольные вопросы:

1. для чего предназначен мобильный кормораздатчик КЭС – 1.7?
2. Какое устройство мобильного кормораздатчика КЭС–1.7?
3. Как работает мобильный кормораздатчик КЭС – 1.7?
4. Как работает управление электроприводом в ручном и автоматическом режимах?

Тема 2.6. Автоматизация процесса гранулирования и брикетирования кормов

1. Технические основы автоматизации гранулирования и брикетирования кормов

Гранулирование травяной муки и брикетирование кормов обеспечивают большую сохранность питательных веществ в зеленых кормах искусственной сушки, а также уменьшают затраты труда и потери корма при его хранении, транспортировании и раздаче.

Гранулированию подлежит витаминная мука, брикетированию — высушенная травная резка. Полнорационный корм в гранулированном виде должен содержать весь комплекс питательных веществ, необходимых животным. Вырабатываются гранулы на пресс-

грануляторах. Размер гранул находится в пределах 1...10мм и, так же, как и состав, зависит от вида и возрастной группы животных.

Гранулированный комбикорм в основном готовят на комбикормовых заводах, а непосредственно в хозяйствах — травяную муку.

Процесс прессования кормов состоит из трех основных операций: кондиционирования сырья, его прессования и охлаждения готовых брикетов или гранул. Кондиционирование включает операции дозирования кормов, воды, пара или связывающих веществ (мелассы, жиров) и смешивание их между собой с целью повышения прочности брикетов или гранул и равномерного распределения в них исходного сырья.

В процессе прессования в специальных матрицах исходный материал разогревается. После выхода готовых брикетов или гранул из прессы их охлаждают, чтобы привести в тепловое равновесие с окружающей средой и снять внутренние остаточные механические напряжения.

Для гранулирования кормов используют смесители-грануляторы СНГ-300 «Корм» производительностью до 100 т в сутки, грануляторы типа ОГМ производительностью 0,8...10т/ч и оборудование для производства амидно-концентратных добавок АКД (75 % комбикорма, 20 % карбамида, 5 % бентонита натрия) производительностью до 20 т в смену.

Пресс-гранулятор ОГМ-0,8 входит в комплект «Витагама-1» и состоит из шнекового дозатора, снабженного вариатором скоростей, кулачкового смесителя, прессующего устройства, охлаждающе-сортировочного устройства, электродвигателей и механизма передач. ТП гранулирования кормов на прессе-грануляторе ОГМ-0,8 происходит в такой последовательности. Травяная мука, подаваемая дозатором в смеситель, сдабривается мелассой, водой или обрабатывается паром (рис. 2.14). Увлажненная масса поступает в прессующее устройство, где продавливается через отверстия матрицы в виде спрессованных палочек и отрезается неподвижными ножами на заданную длину. Горячие гранулы поступают в воздушный охладитель, где сушатся в потоке воздуха, выносящем из массы мелкие частицы.

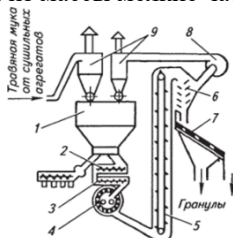


Рис. 2.14. Технологическая схема гранулирования кормов:

1 — бункер для травяной муки; 2 — шнековый дозатор; 3 — смеситель; 4 — пресс; 5 — нория; 6 — воздушный охладитель гранул; 7 — решетная сортировка; 8 — вентилятор; 9 — циклон

Гранулы из охладителя поступают на сортировку, через решета которой просеивается мелкая крошка, отсасываемая вентилятором в циклон и направляемая на повторное гранулирование. Для обеспечения условий нормального хранения влажность готовых гранул должна быть не более 14,5 %.

При эксплуатации ОГМ-0,8 особенно важна регулировка зазора (0,2...0,5 мм) между прессующими вальцами и матрицей. Регулировку осуществляют рычагом эксцентриковой оси, на которой установлены прессующие вальцы. Длину гранул изменяют, перемещая ножи относительно матрицы. Регулируют также осевые зазоры подшипников валов с помощью регулировочных прокладок или стопорных гаек главного вала и осей вальцов.

Наиболее совершенное оборудование прессования кормов — ОПК-2 производительностью 2т/ч. Оборудование универсально, т. е. позволяет гранулировать и брикетировать комбикорма и травяную муку, сечку травы и кормовые смеси. Технологическая схема прессования кормов с помощью оборудования ОПК-2 показана на рисунке 2.15.

Гранулируемый корм горизонтальным 2 и вертикальным 23 шнеками загружается в накопительный бункер 4, из которого дозатором 3 выводится в смеситель-питатель 22 пресса 20. Одновременно в корм вводится вода или пар.

Увлажненный корм непрерывно вводится в пресс 20 и продавливается в радиальные отверстия кольцевой неподвижной матрицы, формируя гранулы. Выдавливаемые гранулы обламываются и транспортируются ленточным транспортером 19 и норией 18 через камеру предварительного сортирования 14 в охладительную колонку 15, где они охлаждаются воздухом, засасываемым вентилятором 11. По мере накопления в охладительной колонке 75 гранулы перемещаются вибровыгрузателем 17 через камеру окончательного сортирования 16 на затаривание.

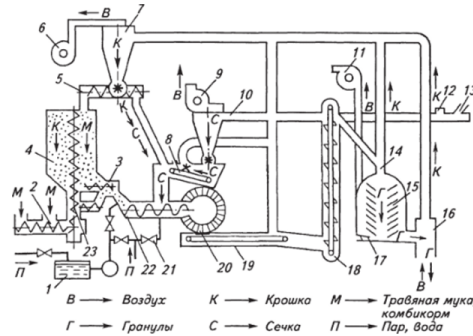


Рис. 2.15. Технологическая схема прессования кормов оборудованием ОПК-2: 1 — бак; 2—горизонтальный шнек; 3 — дозатор; 4 — накопительный бункер; 5, 8— транспортеры; 6, 9, 11 — вентиляторы; 7, 10 — циклоны; 12— шлюзовой затвор; 13 — заборник; 14 — камера предварительного сортирования; 15 — охлаждающая колонка; 16 — камера окончательного сортирования; 17 — вибровыгрузатель; 18 — нория; 19 — ленточный транспортер; 20 — пресс; 21 — паропровод; 22 — смеситель-питатель; 23 — вертикальный шнек

Крошка и негранулированный корм в камерах 14 и 16 отделяются от гранул воздушным потоком, создаваемым вентилятором 6, и через циклон 7 возвращаются транспортером 5 в бункер 4.

При брикетировании корма травяная сечка из сушильного агрегата засасывается вентилятором 9 через заборник 13 и накапливается в циклоне 10, а затем через шлюзовой затвор подается транспортером 8 в смеситель-питатель 22. В этом случае вода вводится в выгрузную горловину транспортера 8. Через шлюзовой затвор 12 в травяной корм можно добавлять соломенную сечку.

При брикетировании кормовых смесей комбикорм в пресс подается транспортером 2, травяная сечка и соломенная сечка — транспортером 8.

Контрольные вопросы:

1. Что обеспечивает гранулирование травяной муки и брикетирование кормов?
2. Из каких трех основных операций состоит процесс прессования кормов?
3. Из чего устроено оборудование ОПК-2?
4. Как работает оборудование ОПК-2?

Тема 2.7. Автоматизация комбикормовых агрегатов

1. Технология поточных линий кормоцехов

Оборудование комбикормовых цехов (ОКЦ) предназначено для производства полнорационных рассыпных комбикормов на сельскохозяйственных предприятиях и комбикормовых заводах. В хозяйствах применяют ОКЦ трех типоразмеров производительностью 15, 30 и 50 т комбикормов за смену. Оборудование скомпоновано в одном или двух (ОКЦ-50) блоках: зерновом и мучном.

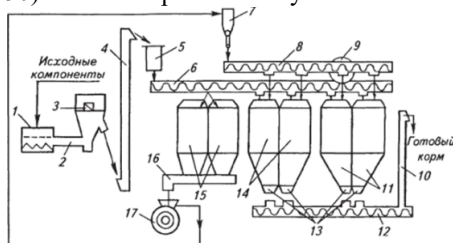


Рис. 2.16. Технологическая схема комбикормового агрегата ОКЦ-15:

- 1 — решетный стан; 2—загрузочная горловина; 3— смеситель;
- 4 — нория; 5 — магнитная колонка; 6, 8, 12— шнеки; 7—циклон;
- 9— щеточный барабан; 10— выгрузной шнек; 11, 14, 15—зерновые бункеры; 13 — дозаторы; 16 — дозирующий шнековый транспортер;
- 17—дробилка

Задача комбикормовых цехов сельскохозяйственных предприятий — максимально использовать местное сырье (фуражное зерно, травяную муку, пищевые отходы и т.д.) и белково-витаминные добавки промышленного производства.

Устройство всех ОКЦ и технология приготовления комбикормов во всех цехах аналогичны. Фуражное зерно из транспортерных средств или транспортером из зерносклада подается на решетный стан 1 (рис. 2.16), где оно очищается от крупных примесей, а затем, пройдя смеситель 3, норией 4 подается на магнитную колонку 5, в которой очищается от металлических примесей. Далее фуражное зерно распределяется шнеком 6 по двум секциям зернового бункера 15, а затем дозирующим шнековым транспортером 16 направляется на измельчение в дробилку 17.

Зерновая дерть воздушным потоком дробилки 17 направляется по трубопроводу через циклон 7 в шнек 8, в котором установлено про-

сеивающее устройство. На валу шнека закреплен щеточный барабан 9, а на нижней части кожуха шнека — решето. Просеивающее устройство разделяет дерть на две мучные фракции: мелкую, проходящую через решето в правую секцию бункера 11, и крупную, направляющуюся сходом с решета в левую секцию бункера 11.

Белково-витаминные добавки (БВД) загружают в смеситель 3 через загрузочную горловину 2 и тем же путем подают в бункер 11 или 14. Зерновые компоненты БД В из бункеров 11 и 14 выгружаются дозаторами 13, которые установлены в нижней части каждой секции бункера. Дозаторы 13 выдают компоненты в шнек 12 в заданной рецептурной пропорции. Шнеки 12 и 10 непрерывно смешивают компоненты и передают готовый комбикорм на склад или в транспортные средства. Оператор в соответствии с заданной рецептурой комбикорма настраивает дозаторы 13 на необходимую выдачу компонента, поворачивая специальный лимб храпового механизма привода и тем самым изменяя частоту вращения дозатора от 0,24 до 17,7 мин⁻¹.

2. Автоматическое управление оборудованием кормоцехов.

Дистанционное управление работой оборудования осуществляют с помощью схемы, показанной на рисунке 2.17. Автоматически включателями QF5... QF9 и QF10 на схему подают напряжение. Переключатель SA1 имеет три положения: Р— «Работа», О — «Отключено», Н— «Режим наладки». Оборудование пускают в работу в следующем порядке. Устанавливают переключатель SA1 в положение Р. Кнопкой SL24 подают предупредительный сигнал НА о начале пуска машин. Кнопками SB1, SB3, SB5 последовательно включают: магнитный пускатель KM2 электропривода М2 (2,2 кВт) норрии 4 и шнека 3, пускатель KM4 электропривода М4 (1,1 кВт) решетного стана 1.

При работе включенных машин зерновой фураж загружается в бункер 15, а в случае необходимости в бункер 11 и 14.

Перед пуском дробилки кнопкой 7 включают электропривод М5 (2,2 кВт) шнека 8, а затем кнопками SB9 и SB11 включают электропривод М1 (30 кВт) дробилки 17 и электропривод М6 (0,8 кВт) дозатора 16. Загрузку дробилки контролируют по показаниям амперметра РА.

Смешивание исходных компонентов и выгрузка готового комбикорма происходят при включении кнопками SB 13 и SB 15 электропривода М7 (3 кВт) вертикального шнека 12. Электроприводами М9 и М10 (по 2,2 кВт) дозаторов 13 выгрузки компонентов в шнек 12 управляют кнопками SB7...SB20. Электроприводами М11 к М12 (по 0,27 кВт) задвижек бункера и смесителя 3 управляют кнопками SB21...SB23. В крайних конечных положениях задвижек магнитные

пускатели КМ 11...КМ 14 отключаются конечными выключателями SQ1 и SQ2. В схеме предусмотрены блокировки, исключающие возможность завалов материала при пуске и остановке машин. Все секции бункеров оборудованы датчиками нижнего SL1...SL6 и верхнего SL7...SL12 уровней. Сигнальные лампы HL1...HL6 горят при наличии материала в бункерах. При снижении его уровня в бункере до предельного значения переключается один датчик из SL1...SL6 на звуковой сигнал НА и загорается соответствующая сигнальная лампа HL11...HL16. При достижении в бункере уровня предельного верхнего значения срабатывает один из датчиков SL7...SL12, который включает звуковой сигнал НА и соответствующую сигнальную лампу HL17...HL22. Звуковой сигнал отключают тумблерами S1...S12. В экстренных случаях все машины останавливают кнопкой SB.

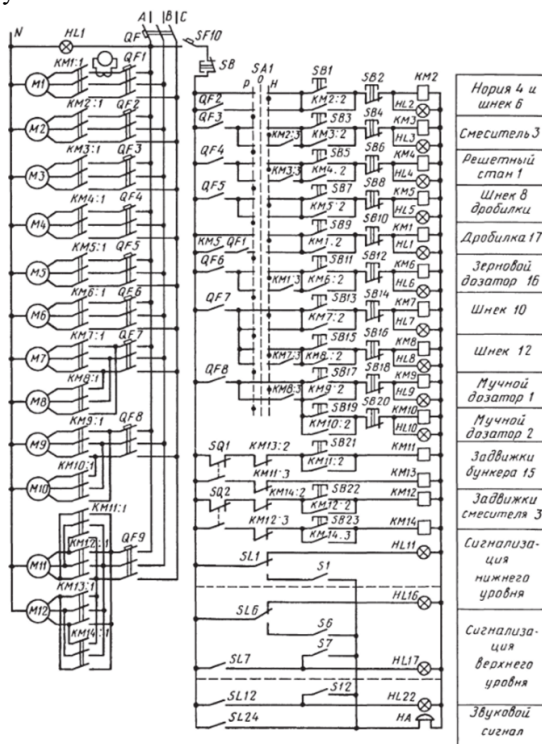


Рис. 2.17. Принципиальная электрическая схема управления электрооборудованием комбикормового цеха ОКЦ-15 (обозначение позиций то же, что и на рис. 2.16)

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначено оборудование комбикормовых цехов (ОКЦ)?
2. Из чего состоит комбикормовый агрегат ОКЦ-15?
3. Как работает ОКЦ-15?

Тема 2.8. Анализ схемы автоматизации дозаторов кормов

1. Технология дозирования кормов

Под дозированием понимается процесс отмеривания или отвешивания заданного количества материала с требуемой точностью. Степень точности обусловлена зоотехническими и технологическими требованиями, а также экономическими обоснованиями.

Допустимые отклонения при дозировании по отношению к массе компонента для КРС, свиней и овец составляют:

- грубого корма, силоса, зеленой массы - $\pm 10\%$;
- корнеклубнеплодов - $\pm 15\%$;
- комбикорма и концентрированных кормов - $\pm 5\%$;
- кормовых дрожжей $\pm 2,5\%$;
- питательных растворов и минеральных добавок - $\pm 5\%$.

Различают два способа дозирования материалов - объемное и массовое. При использовании первого способа порции отмеривают, а при использовании второго - отвешивают. Иногда применяют комбинированное объемно-массовое дозирование, при котором сначала отмеривают порцию, а затем ее массу доводят до заданной на весовом устройстве.

По характеру протекания процесса дозирование может быть порционным или непрерывным.

Выбор способа дозирования зависит от требуемой точности, на которую влияют физико-механические свойства материалов: объемная масса, влажность, углы естественного откоса, обрушения и другое.

2. Дозирующие устройства

Устройства, предназначенные для отмеривания или отвешивания, а также выдачи заданных доз, называют дозаторами. Дозаторы, в зависимости от способа дозирования делят на объемные и массовые. По назначению различают дозаторы для сыпучих, влажных, рассыпных и жидких кормов.

Процесс дозирования может быть непрерывным (приготовление смесей из сухих сыпучих кормов) и порционным (приготовление смесей из самых разнообразных кормов).

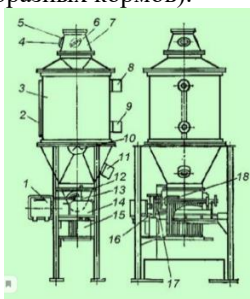


Рис. 2.18. Дозатор комбикормов ЛК-10: 1, 14- исполнительные механизмы; 2,4- смотровые окна; 3 - бункер; 5 - люк; 6 - сетка; 7 - приемная горловина; 8, 9, 11 - датчики уровня; 10-разгрузитель; 12 - шкала; 13-щелевое дозирующее устройство; 15-электромагнит 16 - дозирующая заслонка; 17 - рабочая заслонка; 18-прутковая ворошилка

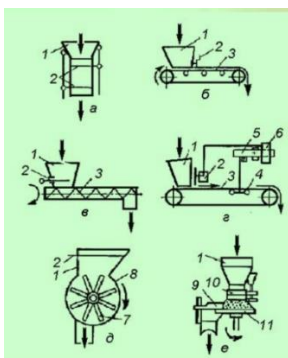


Рис. 2.19. Схемы дозаторов кормов: а - объемного порционного; б - объемного ленточного; в - объемного шнекового; г - массового (весового) автоматического непрерывного действия; д - объемного барабанного; е - объемного тарельчатого; 1 - бункер; 2 - заслонка с механизмом управления; 3 - ленточный или шнековый транспортер; 4 - датчик весов; 5 - балансир весов; 6 - командный аппарат; 7 - барабан; 8 - корпус; 9 - скребок; 10 - манжета; 11 - диск

На практике наибольшее распространение получили, ленточные, барабанные, шнековые, тарельчатые, секторные и массовые доза-

торы для дозирования концентрированных кормов и белково-витаминных добавок. Такие дозаторы обеспечивают непрерывное дозирование корма (рис. 2.19). Дозаторы для стебельных кормов чаще всего выполнены в виде транспортеров с отбойными битерами и служат для приема, накопления и дозированной выдачи кормов.

Порционные дозаторы объемного дозирования имеют тарировочные емкости. Для дозирования по массе применяют обычные весы или весы-дозаторы.

Дозаторы должны обеспечивать необходимую точность дозирования. Погрешность дозирования по массе при наибольшей нагрузке на весовые аппараты допускается $\pm 2\%$, а для объемных дозаторов $\pm 0,1 \dots 1,5\%$ в зависимости от содержания ингредиентов в общей массе кормовой смеси. При дозировании травяной муки отклонения не должны превышать $\pm 0,5\%$.

Бункер-дозатор БДК-Ф-70-20 используют для дозирования стебельчатых кормов в поточных линиях кормоцехов. Он состоит из емкости с подающим и выгрузным транспортерами с дозирующим устройством. Вместимость бункера 20 м^3 , диапазон дозирования от 5 до 20 т/ч .

Дозатор комбикормов ДК-10 представляет собой бункер 3 (рис. 2.18) вместимостью $0,5 \text{ м}^3$. В средней части бункер цилиндрический, а в нижней и верхней - в виде усеченного конуса. В каждой части бункера установлены датчики уровня 8: 9: 11, а вверху и в середине имеются смотровые окна 2 и 4. В загрузочной горловине 7 установлена сетка 6 для улавливания посторонних примесей. Дозирующая часть находится в нижней части бункера. Производительность при дозировании комбикорма - до 10 т/ч .

Шнековый дозатор ДС-15 и барабанный дозатор ДП-1 служат для дозирования корнеплодов и зеленых кормов.

Тарельчатые дозаторы ДТ, ДТК, МТД-3А и другие применяют в линиях концентрированных кормов для дозирования соли, мела, обогатительных смесей. Они состоят из бункера, выпускной трубы, ворошилки, тарельчатого диска, ножа сбрасывателя и механизма регулирования. Корм поступает сначала в бункер, а из него на тарельчатый диск, с которого равномерно сбрасывается в выпускной лоток. Производительность тарельчатых дозаторов от 30 до 750 кг/ч .

Тарельчатый дозатор ДЦТ и дозатор комбикормов ДК-100 также предназначены для объемного дозирования концентрированных кормов и комбикормов. Автоматические весы ДМ-100-2 с погрешностью $\pm 0,1\%$ используют для порционного взвешивания концентрированных кормов.

Контрольные вопросы:

1. Что понимают под дозированием?
2. Какие допустимые отклонения при дозировании по отношению к массе компонента для КРС, свиней и овец?
3. Что называется дозаторами?
4. Для чего используют бункер-дозатор БДК-Ф-70-20?

Тема 2.9. Анализ схемы автоматизации ОПК

1. Управление электроприводами оборудования для прессования кормов

В электрической схеме управления оборудованием ОПК-2 предусмотрены включение и отключение 16 асинхронных электродвигателей, их защита и сигнализация о нормальных и аварийных режимах. Для облегчения пуска двигателя М15 (рис. 2.20) прессы (мощность двигателя 90 кВт) предусмотрено его переключение со схемы «звезда» на схему «треугольник». Суммарная мощность остальных пятнадцати двигателей не превышает 50 кВт. Электродвигатели подключаются к сети автоматами QF1...QF15; цепи управления защищены автоматами SF16 и SF17.

Пуск и остановку электроприводов осуществляет оператор при помощи постов SB1...SB20. Для экстренного отключения всего оборудования предназначена кнопка SB.

Режим работы выбирают при помощи переключателя SA2: в положении 1 «Смеси» работают все электродвигатели и брикетируют кормовые смеси; в положении 2 «Сечка» брикетируют травяную муку или комбикорм. Этим же переключателем схему переводят в режим наладки (на рисунке 2.21 цепи переключения, используемые при наладке, а также цепи сигнализации не показаны).

Переключателем SA1 устанавливают вид увлажнения при прессовании корма: положение 1 — «Вода», 2 — «Пар». Тумблером S и реле KV2 включают вторичные цепи. Переключателями SA4 и SA6 устанавливают ручной или автоматический режимы работы соответственно вибровыгрузателя 17 спрессованного корма и вентиля УАЗ, подающего воду на увлажнение корма до 17 %.

Уровень исходного сырья в бункере 4 и готового корма в охладителе 15 контролируется бесконтактными датчиками SL3...SL6 (конечные выключатели типа ББК-24), уровень воды в баке для увлажнения электродными датчиками верхнего SL1 и нижнего SL2 уровня.

Пуск и останов ОПК-2 оператор осуществляет в последовательности, показанной на временной диаграмме рисунка 2. Перед пуском включают все автоматы, переключателем SA выбирают заданный режим работы отдельных узлов. А затем кнопочными постами поочередно включают агрегаты. Например, при гранулировании корма ставят: SA3 — в положение 3 «Мука», SA1 — в положение 1 «Вода», SA4и SA6 — в положение А, SA5 — в положение В, соответствующее транспортированию крошки транспортером 5 в бункер 4. Тумблером S включают реле KV2, которое запитывает остальные цепи управления и сигнализации. При этом открывается электромагнитный вентиль воды УАЗ. Затем кнопками SB4, SB2, SB 14, SB20, SB 16, SB8, и SB 10 последовательно включают соответственно вертикальный шнек бункера 4, шнек загрузки 2, норию 18 и транспортер брикетов 19, пресс 20, дозатор 3, вентилятор 11 охладителя. Электродвигатель M15 прессы при помощи реле выдержки времени КТ вначале магнитным пускателем KM16 включается по схеме «звезда», а затем магнитным пускателем KM 17 переключается на схему «треугольник». Блок- контактами KM 17:3 включается магнитный пускатель KM 14 электропривода обламывателя гранул. После пуска при помощи заслонки дозатора 3 и вентиля воды вручную устанавливают по амперметру А номинальную загрузку прессы 20.

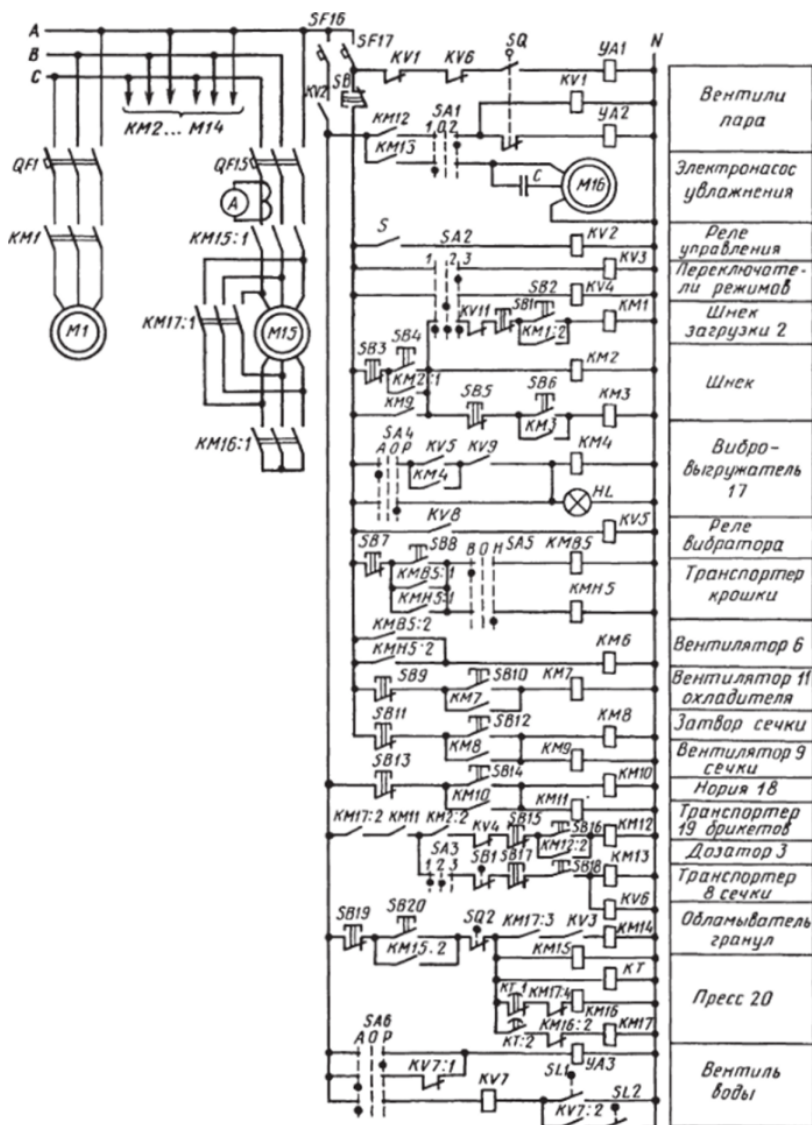


Рис. 2.20. Принципиальная электрическая схема управления оборудованием ОПК-2

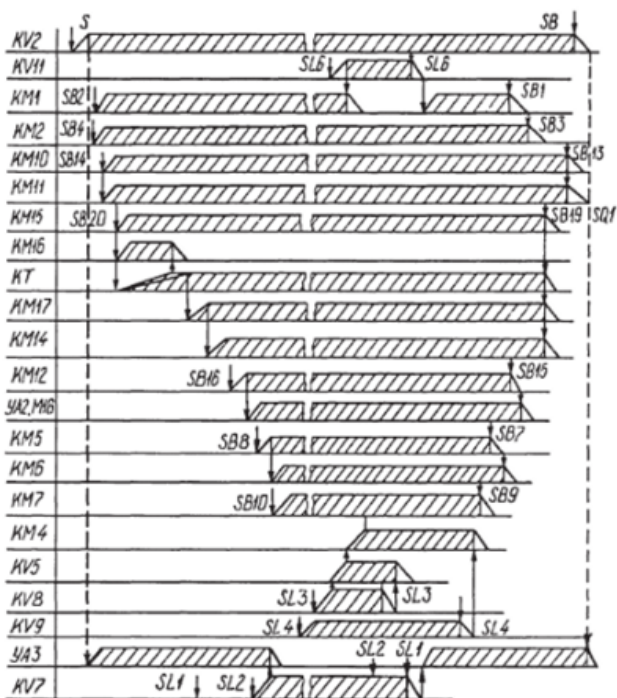


Рис. 2.21. Временная диаграмма работы оборудования ОПК-2

Если по каким-то причинам уровень сырья в бункере 4 превышает заданное значение, то срабатывает датчик уровня SL6 и включает реле KV11, которое отключает шнек загрузки 2. При снижении уровня этот же датчик выдает импульс на повторное включение шнека 2.

При заполнении гранулами охладителя срабатывают датчики уровня гранул: вначале SL4, а затем SL3. Последний через реле KV8 и KV5 включает привод вибровыгрузателя 17. Разгрузка гранул вибратором продолжается до снижения уровня гранул, при котором датчик SL4 через реле KV9 отключает вибратор. Уровень воды на баке поддерживается при помощи электродных датчиков SL1 и SL2, реле KV7 и электромагнитного вентиля YA3.

Отключают оборудование после закрытия вручную заслонки дозатора 3 и вентиля увлажнителя. Кнопками SB9, SB7, SB15, SB1, SB3, SB 19, SB13 последовательно отключают соответственно венти-

лятор охладителя, транспортер крошки и вентилятор сортировки, дозатор, шнек загрузки, шнек бункера, пресс, нория.

При брикетировании травяной сечки или кормосмеси упомянутыми выше переключателями выбирают соответствующий режим и кнопками управления включают агрегаты в следующем порядке: шнек бункера 4, шнек загрузки 2, нория 18, пресс 20, транспортер сечки 8, затвор и вентилятор 9 сечки, затвор соломы 12, транспортер крошки, вентиляторы 6 сортировки и 11 охладителя. Электродвигатель М15 соединен с прессом через предохранительную муфту со штифтами, которые при попадании твердых предметов в пресс срезаются. При этом срабатывает конечный выключатель SQ2 и отключает электропривод пресса. Если смеситель-питатель 22 забивается сечкой, то от давления сечки срабатывает конечный выключатель SQ1 и отключает транспортер 8.

Контрольные вопросы:

1. Что предусмотрено для облегчения пуска двигателя М15 пресса (мощность двигателя 90 кВт)?
2. При помощи каких переключателей выбирают режим работы и каких режимов?
3. Что произойдет если по каким-то причинам уровень сырья в бункере 4 превышает заданное значение?
4. В каком порядке упомянутыми выше переключателями выбирают соответствующий режим и кнопками управления включают агрегаты при брикетировании травяной сечки или кормосмеси?

Тема 2.10. Автоматизация навозоуборочных транспортеров

1. Основные технологии навозоуборки

К основным операциям ТП уборки навоза из животноводческих помещений относятся: уборка в стойлах, транспортирование навоза к местам хранения или переработки, хранение или утилизация. Наиболее высоким уровнем механизации и автоматизации характеризуется первая операция — уборка навоза из производственных помещений. Выбор способа уборки навоза зависит от многих факторов и в первую очередь от способов содержания и кормления животных, точного выхода навоза, его физико-механических свойств, конструктивных характеристик помещения, климатических, гидрогеологических и других условий.

Все средства механизации навозоуборки могут быть классифицированы как мобильные и стационарные. Мобильные механизмы применяют не только для удаления навоза, но и для транспортировки его в навозохранилище или открытую навозную площадку. В эту группу механизмов входят скреперы, бульдозеры, прицепные тракторные тележки и электрифицированные монорельсовые вагонетки. Специальные системы управления имеют только вагонетки, но и их объем автоматизации ограничивается конечными выключателями, отключающими электродвигатель в крайних положениях вагонетки.

В стационарных механизмах в качестве рабочего органа обычно используют замкнутую металлическую цепь со скребками или скрепер. Типовое решение по автоматизации навозоуборочных транспортеров — пуск механизма программным устройством (реле времени). Однако выход навоза в течение суток неравномерен, зависит от целого ряда факторов; в результате одинаково возможен как пуск механизма с перегрузкой, приводящий к облому скребков, так и холостой цикл, определяющий бесполезный износ механизма и расход энергии. Возможна альтернатива: пробный пуск транспортера с контролем начальной его загрузки и токовым реле. Если нагрузка достаточна, то движение продолжается, если нет — транспортер останавливается.

Транспортирование навоза осуществляют подвижными транспортными средствами или по подъемному трубопроводу под действием перемещаемого давлением воды поршня, периодически выдавливающего навоз, сбрасываемый транспортером в приемную воронку поворотного клапана.

Утилизация навоза особенно важна на свинофермах, поскольку выход его весьма значителен.

Обработка жидкого навоза включает в себя операции разделения на фракции, обеззараживания, гомогенизации и транспортирования. Технология до конца не отработана и потому операции по управлению не автоматизированы.

Перспективный метод утилизации навоза — производство биогаза. Навоз из животноводческих помещений собирают в коллектор, откуда насосом перекачивают в подогреватель для нагрева до температуры брожения. Далее выдержанный навоз винтовым насосом-дозатором подают в емкости-реакторы, где идет анаэробное брожение, в результате которого получают биогаз. Биогаз перекачивают в газгольдер, очищают и через гидрозатвор направляют потребителю или в накопитель. Процесс получения биогаза автоматизируют, поскольку для брожения требуется определенная температура.

2. Автоматизация навозоуборочных установок

Технологическая линия уборки и погрузки навоза транспортерами типа ТСН-3Б в тележки подвесной дороги может функционировать в ручном и автоматическом режиме (рис. 2.22).

В автоматическом режиме замыкают тумблер SA или нажимают кнопку SB5. Реле времени КТ1 получает питание и включает магнитные пускатели КМ3 и КМ4 соответственно наклонного и горизонтального транспортеров. Когда тележка наполнена навозом, срабатывает весовое устройство и через конечный выключатель SQ3 отключает реле времени КТ1. С выдержкой времени, необходимой для очистки от навоза, останавливается сначала горизонтальный, а затем и наклонный транспортеры.

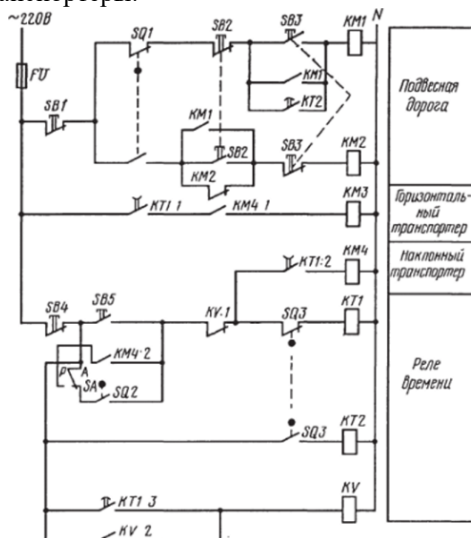


Рис. 2.22. Принципиальная электрическая схема линии уборки навоза транспортными тележками

Одновременно получает питание реле времени КТ2, которое с большей, чем у КТ1 выдержкой времени включает магнитный пускатель КМ1. Тележка с навозом движется в хранилище, где автоматически разгружается и конечным выключателем SQ1 реверсируется. Возврат тележки фиксируется конечным выключателем SQ2, который включает реле времени КТ1, и процесс повторяется.

Когда уборка навоза будет окончена, его поступление в те-

лежку прекратится, а конечный выключатель SQ3 останется в прежнем положении. Контакты КТ 1:3 в цепи KV замкнутся с выдержкой, превышающей продолжительность цикла работы установки, а контакт KV:1 отключит установку от сети.

Контрольные вопросы:

1. Что относится к основным операциям ТП уборки навоза из животноводческих помещений?
2. Для чего применяют мобильные механизмы?
3. Чем осуществляют транспортирование навоза?
4. Какой перспективный метод утилизации навоза?
5. Как работает транспортер типа ТСН-ЗБ?

Тема 2.11. Автоматизация доения коров

1. Технологические основы автоматизации доения животных и первичной обработки молока

Машинное доение обеспечивает существенное повышение производительности труда, облегчает работу людей и позволяет получать молоко незагрязненным. Такое доение осуществляют при помощи специальных доильных аппаратов, которые составляют часть доильной установки. В ее состав входят источник вакуума — вакуум-насос, вакуумная магистраль, состоящая из вакуум-трубопровода, вакуум-баллона, вакуум-регулятора и системы трубопроводов. Вакуум-трубопроводы оснащены воздушными кранами, к которым присоединяют доильные аппараты.

Как объект автоматизации доильные установки представляют собой сложные технологические системы, в которых реализуется целый ряд взаимосвязанных технологических процессов и отдельных операций. Это вход и фиксация коров или перемещение аппаратов к месту доения, подготовка вымени к доению, стимуляция припуска молокоотдачи, доение, сбор молока с предварительной его очисткой и учетом, нормированная выдача концентрированных кормов, выход коров, мойка доильной аппаратуры.

Главным, наиболее сложным и ответственным является процесс доения. Сложность процесса обусловлена его биологической основой. При этом доильный аппарат должен полностью соответствовать индивидуальным физиологическим особенностям животных.

В вымени коровы располагаются молочные железы, в которых

образуется молоко. Из альвеол молочной железы оно переходит в полость молочной цистерны вымени под некоторым избыточным давлением. Для выведения молока из цистерны необходимо преодолеть сопротивление сфинктера соска, что достигается при ручном доении выжиманием молока из канала соска, а при машинном доении за счет достаточного разрежения, создаваемого в подсосковом пространстве доильного стакана. Действие гормона молокоотдачи — окситоцина, образующегося в гипофизе головного мозга коровы в ответ на раздражение нервных окончаний сосков и вызывающего припуск молока, по длительности неодинаково у разных животных. Через 3...6 мин мускулатура вымени коров расслабляется и поступление молока из альвеол в цистерну вымени прекращается. Важно обеспечить своевременное надевание доильных стаканов на соски коровы и своевременное их снятие.

Этим достигается наиболее полное выдаивание и обеспечивается сохранение здоровья животных. Если запоздать с надеванием стаканов доильного аппарата на соски вымени, то часть молока не успеет выйти в период действия окситоцина из альвеол железы и удой будет неполным. Недодаивание приводит к снижению продуктивности молочной железы и заболеванию вымени.

Для сохранения и повышения продуктивности коров необходимо достичь наиболее полного их выдаивания. Для этого важно правильно организовать и автоматизировать технологический процесс доения.

Различают два основных способа машинного доения: отсос при помощи вакуума и механическое выжимание молока из сосков. Последний способ, как подобный ручному доению, разработан неудовлетворительно и практически не применяется.

Вакуумные доильные машины делят на две основные группы: двух- и трехтактные. Принцип действия двухтактного доильного аппарата состоит в следующем. Когда в межстенном и подсосковом пространствах стакана образуется вакуум определенной величины, сосковая резина не препятствует выходу молока из соска вымени — такт сосания. Впуск воздуха в межстенное пространство вызывает сжатие сосковой резины, массирующее сосок и задерживающее выведение молока — такт сжатия. Чередование тактов сосания и сжатия автоматически обеспечивается работой пульсатора.

При прекращении молокоотдачи следует немедленно снять доильные стаканы с вымени, чтобы предотвратить проникновение вакуума в полость молочной цистерны, так как это может вызвать разрыв кровеносных сосудов молочной железы, выделение крови в молоко и последующее заболевание коров. Для устранения такой опасности в цикл ра-

боты аппарата введен третий такт — такт отдыха, когда вслед за тактом сжатия в подсосковое пространство доильных стаканов выпускается атмосферный воздух и в обеих камерах стакана давление приближается к атмосферному. Применяя двух- или трехтактные аппараты, необходимо тщательно контролировать процесс доения, своевременно снимать доильные аппараты с вымени коровы и подбирать коров, пригодных для доения доильным аппаратом того или иного типа.

Таким образом, к машинному доению предъявляют особо жесткие требования по соблюдению технологического режима. При пониженном вакууме коровы не успевают выдоиться, а при повышенном увеличивается опасность заболевания их маститом; при большом интервале времени между подмыванием вымени и началом доения уменьшается полнота выдаивания и т. д.

Особенность автоматизации доильных установок зависит от их назначения:

для доения в стойлах (АДМ-8А, АД-100Б, ДАС-2В);

для доения в специальных залах (УДТ-8, УДА8А, УДЕ-8А, УДА-16 А).

Молоко представляет собой многофазную полидисперсную смесь, содержащую в среднем 3,8 % жира, 3,3 % белка, 87,5 % воды, 4,7 % молочного сахара, 0,7 % минеральных веществ, а также витамины, гормоны, ферменты, лимонную и молочную кислоты.

Молоко — скоропортящийся продукт. Чтобы сохранить его питательную ценность и технологическое назначение на возможно длительный срок, проводят первичную обработку молока. К первичной обработке молока относят:

охлаждение — для замедления жизнедеятельности микроорганизмов, вызывающих порчу и скисание молока;

пастеризацию (тепловую обработку) — для уничтожения микроорганизмов;

очистку — для удаления механических и частично бактериальных примесей.

Свежее молоко, охлажденное сразу после выдаивания, обладает бактерицидными свойствами, губительно действуя на микроорганизмы в течение некоторого времени. Однако бактерицидность молока не может полностью обеспечить уничтожение микроорганизмов, в особенности если молоко загрязнено в ходе доения или получено от больной коровы. В этом случае применяют пастеризацию молока — кратковременный нагрев до температуры порядка 95...100 °С. Зараженное патогенными микроорганизмами молоко стерилизуют под дав-

лением при температуре 120 °С. Стерилизация убивает также и споры бактерий. Наиболее простая схема обработки молока: очистка — охлаждение. При отправке молока непосредственно в торговую сеть используют следующую схему: очистка — пастеризация — охлаждение. Крупные молочнотоварные предприятия, поставляющие молоко непосредственно в торговую сеть, применяют схему: очистка — пастеризация — охлаждение — расфасовка в мелкую тару.

2. Автоматизация доильных аппаратов

Для облегчения операции по надеванию доильных стаканов, обеспечению контроля за интенсивностью доения, додаивания, отключения аппарата от вакуумной линии, снятия доильных стаканов с сосков вымени и вывода доильного аппарата из-под коровы успешно применяют манипуляторы МД-Ф-1.

Основной функциональный узел автомата управления (рис. 2.23) — пневмодатчик 7. В исходном положении головка 14 упирается в скобу 6 и малые дозы молока поступают в камеру датчика, откуда выливаются через калиброванное отверстие 11 в молокопровод 9. При нарастании потока молока поплавков 12 всплывает и освобождает скобу 6, которая под действием собственного веса откидывается вправо. С этого момента начинается автоматический контроль за процессом доения. Основная часть молока вытекает через обводной канал в молокопровод. При уменьшении интенсивности потока до 400 г/мин молоко успевает вытечь через калиброванное отверстие 11. Поплавок и укрепленная на нем головка опускаются, открывая отверстие канала штуцера головки цилиндра додея 2. Через рычаг манипулятора штуцер оттягивает стаканы вниз, обеспечивая механическое додаивание. При снижении потока до 200 г/мин поплавок еще опускается, а клапан 13 уже отключает доильные стаканы от вакуума.

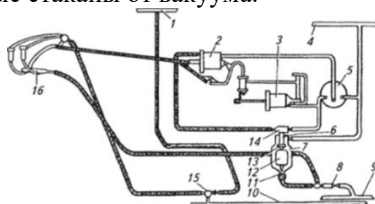


Рис. 2.23. Схема управления доильным аппаратом с манипулятором МД-Ф-1: 1—воздуховод чистого воздуха; 2—цилиндр додея; 3—цилиндр вывода доильного аппарата из-под коровы; 4—вакуум-провод; 5—кран; 6—скоба; 7—пневмодатчик; 8—зажим; 9—молокопровод;

10—технологический вакуум-провод; 11—калибровочное отверстие;
12—поплавок; 13— клапан; 14— головка; 15—пульсатор;
16 — доильный аппарат

В некоторых странах достигнута полная автоматизация процесса доения. Главная операция при этом — автоматическое надевание доильных стаканов. Для выполнения этой операции разработаны несколько конструкций роботов. В одной из них механическая рука подводит аппарат под животное, а затем поочередно одевает стакан за стаканом. Положение сосков каждого животного находится в памяти доильного робота, а точная «наводка» стаканов обеспечивается прецизионными ультразвуковыми или оптическими датчиками. Один такой робот обслуживает до 40 животных.

Полная автоматизация процесса доения позволяет перейти к четырехразовому доению, что увеличит удой.

3. Автоматизация стационарных доильных установок

Стационарные доильные установки используют для доения коров в стойлах, летних лагерях или на пастбищах, а также на крупных фермах при беспривязном содержании животных. Эти установки непрерывно совершенствуют, увеличивают число автоматизированных технологических операций, улучшают элементную базу, повышают надежность. Например, успешно автоматизированы учет молока, управление работой насосов, дозированная выдача концентрированных кормов, устройства открытия и закрытия доильных станков. В доильных установках используют автоматы- манипуляторы для подачи доильных автоматов под вымя, снятия доильных стаканов и вывода аппарата из-под коровы после окончания процесса доения. Разрежение в вакуум-проводе также регулируется автоматически.

Рассмотрим автоматизацию доильной установки УДА-24, укомплектованной доильными аппаратами ДА-2М (рис. 2.24.). Установка включает в себя две вакуумные системы (доильную и силовую), системы сбора молока, промывки аппаратуры и автоматического контроля и управления.

Вакуумная доильная система состоит из двух вакуум-насосов 36 с предохранительными клапанами 35, работающими на общий вакуум-баллон 37, из которого через вакуумные регуляторы прямого действия 34 и вентиль ручного управления вакуум подается в молокопровод 4, подведенный к каждому станку. На молокопровод 4 уста-

новлен вакуум-регулятор 11 с воздушным фильтром 12. Кроме того, от вакуум-баллона через дифференциальный регулятор 5 подключен вакуум-провод 7, через который вакуум подается к пульсаторам всех доильных аппаратов 18.

Силовая вакуумная система имеет вакуум-насос 1, работающий на накопительный баллон 37, из которого через вакуумный 34 и дифференциальный 2 регуляторы вакуум подается в цилиндры манипуляторов, перемещающих доильные аппараты и осуществляющих открытие или закрытие дверей 21. Кроме того, от вакуум-баллона вакуум поступает в манипуляторы пункта санобработки вымени.

В систему сбора молока входит накопительный бак-воздухораспределитель 32 с фильтром 33, насос 31, молокопровод 4, подключенный к каждому доильному аппарату через клапан 9 с дистанционным управлением.

Для промывки аппаратуры после доения имеется бак 24 с моющим раствором, соединенный с доильными стаканами через вентиль ручного управления и трубопровод 14, а через другой вентиль — с молокопроводом 4. Бак-воздухораспределитель 32 имеет сток в бак моющего раствора через молочный насос.

Манипулятор доильного аппарата состоит из горизонтального 26 и вертикального 27 цилиндров, пульсатора 28, противовеса 25 и механизма 23 вывода аппарата из-под вымени. Для открывания и закрывания дверей станка используется пневмоцилиндр 22. Манипуляторы подключены к вакуум-проводу 3 через дистанционно управляемые клапаны 6 и 8.

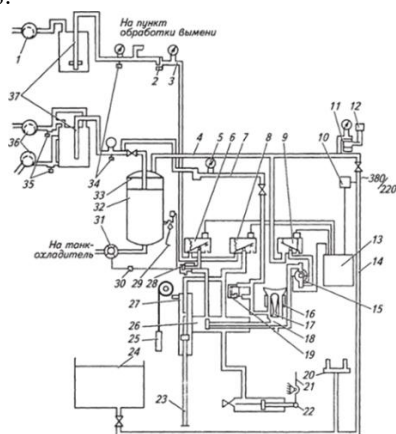


Рис. 2.24. Технологическая схема автоматизированной доильной установки УДА-24: 1-вакуум-насос; 2, 5—дифференциальные регуляторы;

3 — вакуум-провод; 4 — молокопровод; 6 — электромагнитный клапан для додаивания; 7 — вакуум-провод; 8 — электромагнитный клапан окончания доения; 9 — электромагнитный клапан; 10 — блок питания; 11 — вакуум-регулятор; 12 — воздушный фильтр; 13 — блок управления доением; 14 — циркуляционный провод; 15 — датчик-счетчик; 16 — межстенное пространство; 17 — подсосковое пространство; 18 — доильный аппарат; 19 — пульсатор доения; 20 — кронштейн для поддержания доильного аппарата во время промывки; 21 — выходная дверь доильного станка; 22 — пневмоцилиндр; 23 — механизм вывода доильного аппарата из-под вымени; 24 — бак с моющим раствором; 25 — противовес; 26 — горизонтальный цилиндр манипулятора; 27 — вертикальный цилиндр манипулятора; 28 — пульсатор манипулятора; 29 — микровыключатель; 30 — блок управления агрегатами; 31 — насос; 32 — воздухораспределитель; 33 — фильтр; 34 — вакуумные регуляторы; 35 — предохранительные клапаны; 36 — вакуум-насосы для доения; 37 — вакуум-баллоны.

В систему автоматического управления доильной установкой входят две станции 13 и 30, блок питания 10, датчик-счетчик молока 15, микровыключатель 29, электромагнитный клапан 9 для подсоединения доильных аппаратов к молокопроводу, электромагнитный клапан 6 для додаивания и электромагнитный клапан окончания доения 8.

При снятии доильного аппарата с крючка в станцию управления доением посылается сигнал, и через некоторое время, необходимое для надевания стаканов, клапан 9 подключает аппарат 18 к молокопроводу 4. Молоко, проходя через датчик-счетчик 15 и клапан 9, попадает в молокопровод и воздухоотделитель, а затем насосом откачивается на хранение. Датчик-счетчик молока посылает импульсные сигналы на станцию управления доением. Когда поток молока уменьшится до 0,4...0,5 л/мин, включится клапан 6 для додаивания, а при дальнейшем снижении до 0,2 л/мин аппарат отключится, и манипулятор выведет его из-под вымени коровы. Пульсатор 28 создаст переменный вакуум и соответствующее движение доильного аппарата горизонтальным цилиндром, что стимулирует молокоотдачу коров. Открытие выходных дверей происходит с выдержкой времени 8... 10 с после снятия доильных стаканов.

Контрольные вопросы:

1. Что обеспечивает машинное доение?
2. Какой принцип действия двухтактного доильного аппарата?

3. Для чего применяют манипуляторы МД-Ф-1?
4. Что в себя включает доильная установка УДА-24?
5. Какое устройство доильной установки УДА-24?
6. Что имеется для промывки аппаратуры доильной установки УДА-24 после доения?

Тема 2.12. Автоматизация первичной обработки молока

1. Автоматизация пастеризационных установок

Пастеризатор молока представляет собой многосекционный пластинчатый теплообменник, подогреваемый горячей водой. Горячая вода готовится в специальном контуре, включающем в себя бойлер 9 (рис. 2.25), инжектор 8 и насос 10.

В процессе пастеризации молоко проходит последовательно первую секцию 4 регенерации, молокоочиститель 5, вторую секцию 6 регенерации, секцию 7 пастеризации, выдерживатель 12, снова первую и вторую секции регенерации и секцию 14 охлаждения. Греющий агент — пар, нагревающий в бойлере воду, используемую затем в секции пастеризации. Режим пастеризации поддерживается ПИ-регулятором, управляющим потоком пара к бойлеру. При температуре пастеризации ниже установленного уровня по команде регулятора-ограничителя открывается клапан 11, возвращающий молоко по линии 13 в уравнильный бак на повторную пастеризацию. Для исключения таких режимов работы может быть использована схема пропорционального уменьшения расхода молока при снижении температуры пастеризации θ_n . Эту функцию выполняет П-регулятор, управляющий регулирующим клапаном 3 на линии молочного насоса 2.

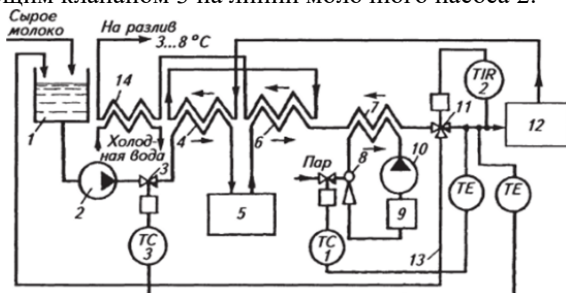


Рис. 2.25. Функциональная схема пастеризационной установки:
 1 — уравнильный бак; 2 — молочный насос; 3 — регулирующий клапан; 4, 6 — соответственно первая и вторая секции регенерации; 5 —

центробежный молоко-очиститель; 7— секция пастеризации; 8— инжектор; 9— бойлер; 10— насос горячей воды; 11— перепускной клапан; 12— выдерживатель; 13— линия возврата недопастеризованного молока; 14— секция охлаждения

Коэффициент установки пропорциональности регулятора подбирают таким образом, чтобы пропорциональная снижению температуры θ_n длительность τ нахождения молока в выдерживателе:

$$\ln \tau = 29,3 - 0,346 * \theta_n$$

Работа установки при пониженных температурах пастеризации расширяет диапазон возможных режимов эксплуатации пастеризатора и снижает скорость образования «пригара» — белковых отложений на поверхности пластин, что требует периодической разборки и очистки пастеризатора.

Для измерения общего надоя молока или надоя от технологических групп коров на серийных автоматизированных доильных установках с молокопроводом используют микропроцессорное устройство, разработанное НПП «Фемакс» (ВИЭСХ).

Устройство разработано на базе однокристалльной микроЭВМ. Его подключают к магнитному пускателю молочного насоса или непосредственно к датчику уровня в молокоприемнике. Устройство фиксирует временные характеристики работы насоса, паузу и длительность импульса включения в каждом цикле. В качестве постоянной величины вводится объем молокоприемника. Общий надой рассчитывается с учетом объема молокопровода, продолжительности пауз и импульсов и количества включений насоса. Погрешность учета составляет 0,93 %, диапазон измерений расхода молока 0...30 л/мин.

2. Автоматизация водоохладительных установок

Водоохладительные установки предназначены для охлаждения воды, используемой на молочных фермах при хранении молока в проточных и емкостных охладителях.

Основной элемент автоматизации компрессионных холодильных машин — терморегулирующий вентиль (ТРВ; рис. 2.26, а), предназначенный для понижения давления (дросселирования) и регулирования расхода фреона, поступающего в охладитель из ресивера конденсатора. Как увеличение, так и уменьшение количества фреона, поступающего в охладитель, снижает холодильную мощность установки. Переполнение охладителя приводит к тому, что не весь фреон успева-

ет испариться и часть его поступает в компрессор в жидком виде. Попадая на горячие стенки цилиндров компрессора в начале цикла всасывания, капли фреона мгновенно испаряются, а образующийся пар занимает значительную часть объема цилиндра, снижая производительность компрессора и установки в целом.

Степень заполнения испарителя фреоном характеризует температура пара на его выходе $\theta_{\text{вых}}$. Чем меньше заполнение испарителя, тем больше перегрев паров.

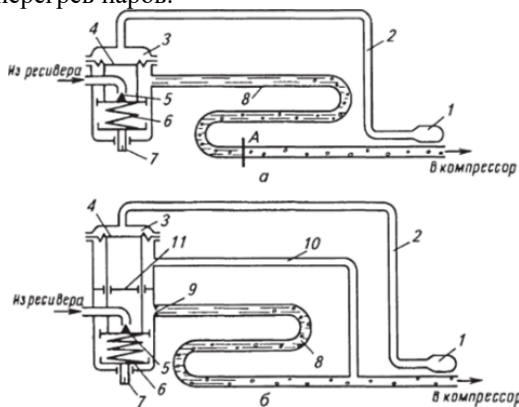


Рис. 2.26. Схема терморегулирующего вентиля с внутренним (а) и внешним (б) выравниванием: 1 — термобаллон; 2 — капилляр; 3 — надмембранная камера; 4 — мембрана; 5 — клапан; 6 — пружина; 7 — регулировочный винт; 8 — испаритель; 9 — диафрагма; 10 — уравнивательная трубка; 11 — перегородка

При увеличении $\theta_{\text{вых}}$ возрастает давление в герметичной системе, заполненной тем же фреоном или другим веществом с низкой температурой кипения и включающей в себя термобаллон 1, капилляр 2 и камеру 3 между корпусом ТРВ и мембраной 4. Перемещение мембраны вниз увеличивает проходное сечение дросселирующего клапана 5, в результате чего возрастает поступление в испаритель жидкого фреона из ресивера. Из-за снижения давления жидкий фреон оказывается перегретым, он вскипает и, постепенно испаряясь, отбирает теплоту у охлаждаемого продукта.

При уменьшении нагрузки $\theta_{\text{вых}}$ понижается, давление в герметичной системе и подача фреона уменьшаются. При этом перегрев принимает значение, соответствующее первоначальному. Анализ конструкции ТРВ и описание его работы свидетельствуют о том, что в системе

реализуется П-закон управления. При этом коэффициент пропорциональности соответствует жесткости пружины 6, а задание устанавливается путем изменения ее сжатия с помощью регулировочного винта 7.

Происходящие в системе испаритель — ТРВ процессы достаточно инерционны, поэтому при резких изменениях температурного режима подача фреона в испаритель и соответственно холодильная мощность установки колеблются, постепенно затухая.

ТРВ, работающие по схеме, показанной на рисунке 2.26, а, применяют на холодильных установках небольшой производительности, у которых потери давления по длине испарителя незначительны, а давление фреона под мембраной и в испарителе одинаковы.

В холодильных машинах большой производительности испаритель имеет значительную длину и давление на его выходе ниже, чем на входе. В результате температура перегретого пара $\theta_{\text{вых}}$ снижается, уменьшается давление в термобаллоне и клапан ТРВ прикрывается. Обеспечить требуемое открытие клапана можно только при увеличении перегрева, то есть при уменьшенном заполнении испарителя и пониженной холодильной мощности установки. Поэтому в холодильных машинах, имеющих длинные испарители, падение давления в которых более 200 кПа, применяют ТРВ с уравнивающей трубкой (рис. 2.26, б). В корпусе таких ТРВ устанавливают перегородку 11, благодаря которой под мембрану 4 подается давление не со стороны входа, а со стороны выхода испарителя — по уравнивающей трубке 10. Поскольку давление на выходе более низкое, то разность давлений на мембрану при том же значении $\theta_{\text{вых}} - \theta_{\text{час}}$ будет больше, в результате чего заполнение испарителя и производительность установки увеличатся. Дополнительно устанавливаемая на выходе ТРВ диафрагма 9 позволяет повысить давление за клапаном и увеличить его диаметр.

3. Автоматизация установки для охлаждения молока

Установка для охлаждения молока работает по замкнутому циклу. Пары фреона поступают в компрессор 1 (рис. 2.27), сжимаются и попадают в конденсатор 10. Там пары превращаются в жидкость, стекающую в ресивер 9. Из ресивера жидкий фреон поступает в испаритель 12, проходя последовательно через теплообменник 6, фильтр-осушитель 7 и терморегулирующий вентиль (ТРВ) 8. В ТРВ давление фреона падает, он оказывается перегретым относительно нового давления и потому вскипает, отбирая теплоту у воды, орошающей поверхность испарителя. Эта вода насосом 11 перекачивается в охладитель молока, после которо-

го возвращается в испаритель. Пары фреона поступают в теплообменник и затем засасываются в цилиндр компрессора.

Для охлаждения воды, омывающей трубки конденсатора, используют малогабаритную градирню 16 с вентилятором 18.

Режим работы автоматический (А) или полуавтоматический (ПА) устанавливают переключателями S1 и S2 (рис. 2.28). При подаче питающего напряжения последовательно включаются двигатели М2, М3 и М1. Двигатель М4 привода вентилятора градирни включается температурным реле SK2 при повышении температуры воды на охлаждении конденсатора до 23,5 °С. Если температура воды ниже 7 °С, то реле SK3 отключает вентилятор.

Реле 57*2 контролирует давление в смазочной системе компрессора, и если при пуске машины оно не поднимается до требуемого уровня и контакты SP2z замкнутся, то через 1,5 мин реле времени КТ отключит установку. Реле SP1 отключает установку при аварийном повышении давления фреона.

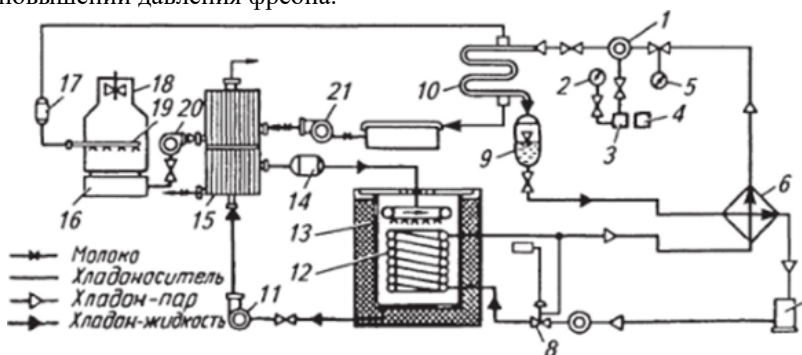


Рис. 2.27. Технологическая схема водоохлаждающей установки АВ-30: 1 — компрессор; 2, 5 — манометры; 3, 4 — реле давления и контроля смазочного материала; 6 — теплообменник; 7 — фильтр-осушитель; 8 — терморегулирующий вентиль; 9 — ресивер; 10 — конденсатор; 11, 20 — водяные насосы; 12 — испаритель; 13 — бак; 14, 17 — фильтры; 15 — охладитель молока; 16 — градирня; 18 — вентилятор; 19 — ороситель; 21 — молочный насос

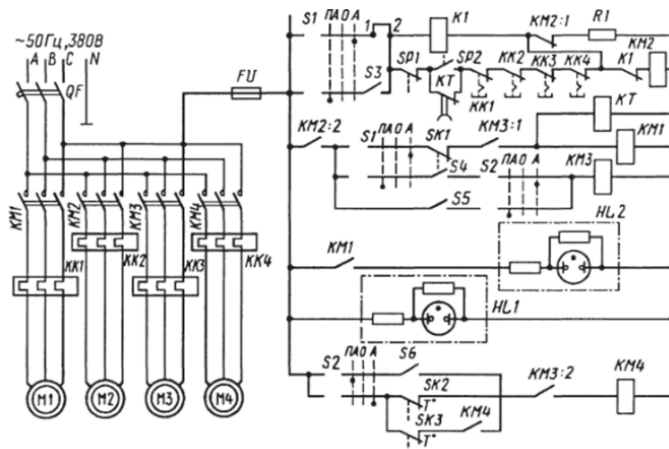


Рис. 2.28. Принципиальная электрическая схема водоохлаждающей установки АВ-30

Срабатывание любого элемента защиты в цепи катушки пускателя KM2 вводит в действие реле K1. При этом катушки реле K1 и пускателя KM2 оказываются включенными последовательно. В результате KM2 отключается, а реле K1 получает питание через резистор R1. Поэтому при последующем замыкании контактов любого из аппаратов защиты (SP1, SP2, KK1...KK4) магнитный пускатель KM2, а следовательно, и установка в целом автоматически не включаются. Обслуживающий персонал должен привести схему в исходное положение: выключить и включить вновь S1.

В полуавтоматическом режиме установкой управляют с помощью тумблеров S3...S6.

Перемычку между зажимами 1 и 2 устанавливают, если воду используют в проточных охладителях молока. Если установка работает на резервуар-охладитель, то в разрыв между зажимами включают управляющие контакты от системы управления этим резервуаром.

Контрольные вопросы:

1. Что собой представляет пастеризатор молока?
2. Какое устройство пастеризационной установки?
3. Как работает установка АВ-30?
4. Сколько режимов в установке АВ-30 и как они называются?

Раздел 3. Автоматизация птицеводства

Тема 3.1. Кормление и поение птицы

1. Технологические основы автоматизации кормления и поения птиц

Птицеводство является высокоэффективной отраслью сельскохозяйственного производства, развивающейся преимущественно на промышленной основе. Уровень автоматизации основных ТП промышленного птицеводства сравнительно высок. Птиц содержат в изолированных от внешней среды безоконных птичниках с искусственными микроклиматом и освещением. Предпочтение отдают клеточному содержанию, но применяют также и напольное содержание на глубокой подстилке.

Для кормления птиц применяют сбалансированные по содержанию питательных веществ гранулированные или рассыпные комбикорма, корма животного происхождения, минеральные добавки, витамины, премиксы и др.

Вид птиц, их возраст, способ содержания и свойства корма существенно влияют на автоматизацию кормления. При напольном содержании птиц применяют групповое кормление, режим которого устанавливают, исходя из зоотехнических требований. Для раздачи корма используют стационарные и мобильные (реже) раздатчики корма.

В промышленном птицеводстве организуют кормление из лотковых, желобковых и бункерных кормушек. При автоматизации кормления измерение количества корма базируется на измерении продолжительности его раздачи. Разумеется, это возможно только при постоянном потоке корма.

Продолжительность заполнения кормушек t связана с производительностью раздатчиков корма Q соотношением:

$$T=m/Q, \quad (3.1)$$

где m — суммарная вместимость кормушек.

Окончание процесса раздачи можно определить либо по возврату корма в бункер-дозатор, либо по заполнению последней в контуре кормораздатчика кормушки. ТП поения птиц имеет свои особенности, которые обусловлены, с одной стороны, свойствами организма птиц и, с другой, — конструкцией оборудования.

Современное оборудование для поения птиц в промышленных условиях очень разнообразно. Это желобковые проточные и непроточные, чашечные, капельные поилки и др. Важнейшая их характеристика — коэффициент использования воды, изменяющийся от 20 до 90 %. Лучшими по этому показателю являются желобковые поилки постоянного уровня и капельные автопоилки с питанием от разделительного бака с автоматическим поддержанием уровня.

Групповые чашечные и непроточные желобковые поилки применяют при содержании птиц на подстилке, насестах и в клеточных батареях горизонтального типа. Эти поилки оснащены встроенными регуляторами уровня воды прямого действия. С целью экономии воды системы поения включаются автоматически только на период светового дня.

2. Принципы автоматизации оборудования для кормления и поения птиц

Рассмотрим типовую автоматизированную линию кормления птиц. Линия включает в себя бункер 1 (рис. 3.1) сыпучих кормов, поперечный транспортер 2, продольные транспортеры с кормушками 3 и поворотные станции, при помощи которых образуется замкнутый контур кормораздаточной цепи. Для наполнения бункера 1 используют специальный загрузчик, установленный на шасси автомобиля.

Корм из бункера 1 наклонным транспортером подается в приемник горизонтального поперечного транспортера 2, который доставляет его в бункер клеточных батарей, загружая их последовательно. Когда бункер первой батареи заполнится до верха, корм перекрывает выгрузное окно поперечного транспортера и начинает перемещаться к бункеру второй батареи, затем к третьей и т. д. После наполнения последнего бункера вся линия подачи корма отключается.

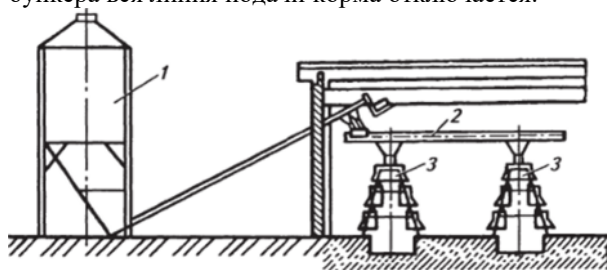


Рис. 3.1. Схема кормления птиц:

1 — бункер; 2 — поперечный транспортер; 3 — кормушки

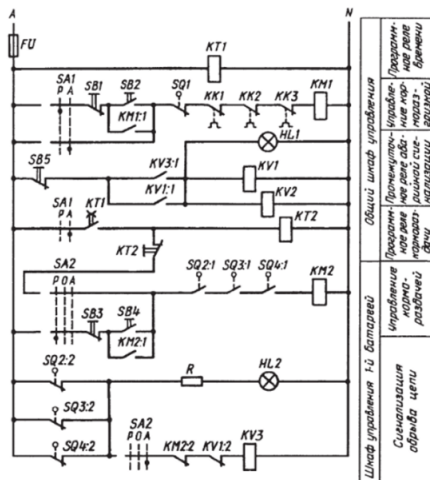


Рис. 3.2. Принципиальная электрическая схема управления линией кормления птиц

На рисунке 3.2 показана принципиальная электрическая схема управления загрузкой бункеров клеточных батарей и кормораздачей в одной из них. В зависимости от положения переключателя SA1 загрузка корма в бункера батарей может быть выполнена в автоматическом или ручном режиме. При работе в ручном режиме пуск оборудования осуществляют нажатием на кнопку SB2. Отключение всех механизмов линии загрузки кормов происходит при размыкании контактов конечного выключателя SQ1, установленного в последнем бункере.

Команды на включение транспортеров кормораздачи поступают от реле времени KT1 в моменты, определяемые технологическим регламентом. Продолжительность работы транспортеров определяется настройкой другого реле времени KT2, через замыкающие контакты которого проходят команды на автоматический пуск двигателей кормораздачи всех батарей.

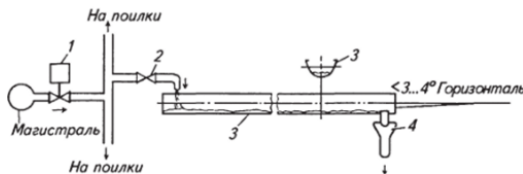


Рис. 3.3. Протечная автопоилка для птиц: 1— электроклапан; 2— кран ручного регулирования; 3— поилка; 4— трубопровод.

При возможном обрыве цепи кормораздачи на любом ярусе одной из клеточных батарей замыкаются контакты конечных выключателей SQ2: 1, SQ3:1 или SQ4 :1, обесточивается пускатель KM2 и двигатель транспортеров кормораздачи останавливается. Одновременно через контакты KV1 и KM2:2 получает питание катушка реле KV3, а через контакты KV3:1— реле KV1 и сигнальная лампа HL1, установленная в производственном зале.

В птичниках с напольным содержанием птиц раздача корма из бункера-дозатора в автокормушках производится канатно-дисковым транспортером по команде реле времени. Последняя автокормушка в контуре кормораздатчика является контрольной, поскольку установленный в ней датчик уровня корма отключает привод транспортера.

Автоматическое управление системой поения птиц с желобковыми проточными поилками заключается во включении или отключении клапана 1 (рис. 3.3) подачи воды в поилки 3 вместе с включением или отключением освещения. В устройствах УПУС-1 для этого предусмотрен специальный замыкающий контакт.

Контрольные вопросы:

1. Что применяют для кормления птиц?
2. Что в себя включает типовая автоматизированная линия кормления птиц?
3. Как работает типовая автоматизированная линия кормления птиц?
4. Как в принципиальной электрической схеме управления линией кормления птиц обозначается реле времени?
5. Из чего состоит протечная автопоилка для птиц?

Тема 3.2. Автоматизация местного обогрева

1. Технологические основы регулирования микроклимата в птичниках

Проблема управления микроклиматом в птицеводстве весьма сходна с аналогичной проблемой в животноводстве. Однако в птицеводстве имеются некоторые специфические особенности регулирования условий среды, в частности при выращивании молодняка и инкубации яиц.

Молодняк птиц, особенно в раннем возрасте, нуждается в особых условиях содержания.

Температура в зоне обитания молодняка сначала должна поддерживаться на уровне 34...35 °С и постепенно, по мере взросления птиц, снижаться до 20...22 °С. Особые требования предъявляют также к влажности воздуха. При содержании молодняка она должна быть несколько выше, чем для взрослого поголовья, а колебания ее ограничены пределами $\pm 2,5$ %. Воздушная среда птичников интенсивно загрязняется, и перерывы в вентиляции очень скоро приводят к гибели птиц, поэтому к ее надежности предъявляют особые требования.

Летом, когда обогрев не требуется, воздухообмен в птичниках регулируют в функции температуры. Рациональный режим вентиляции птичников показан на графике (рис. 3.4). На участке ОА при температуре ниже допустимой минимальной θ_{\min} воздухообмен уменьшается до L_{O_2} , исключающего кислородное голодание. На участке АВ (между минимальной и номинальной температурой) воздухообмен увеличивают до номинального L_{CO_2} . На участке ВС номинальной температуры $\Delta\theta_n$ сохраняется номинальная вентиляция. При повышении температуры сверх номинальной (участок CD) вентиляция пропорционально ей увеличивается до максимума.

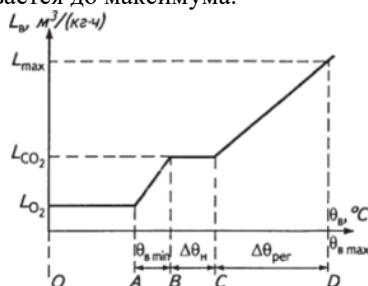


Рис. 3.4. График регулирования вентиляции в птичнике

2. Автоматизация управления вентиляцией птичников

Для регулирования воздухообмена в птичниках используют станции управления ШАП-5701 и МК-ВАУЗ, аналогичные применяемым в животноводстве. Однако для птичников комплекс «Климат-47М» поставляют с устройством управления «Климатика-1». По принципу действия это устройство сходно с МК-ВАУЗ, но его функциональные характеристики значительно шире.

Наиболее существенные отличия следующие: введено ручное управление; предусмотрена возможность установки четырех датчиков температуры, обеспечивающих выдачу информации об усредненной

температуре при переносе температурных полей; предусмотрен четырехполюсный переключатель для установок температуры; введены новые функции сигнализации «Аварийное отключение» и «Срабатывание защиты».

На рисунке 3.5 представлена принципиальная электрическая схема устройства «Климатика-1». Устройство представляет собой тиристорный регулятор с цифровой системой управления, обеспечивающей плавное изменение выходного напряжения в зависимости от температуры воздуха в помещении. Сигнал управления формируется системой регулирования, блок-схема которой показана на рисунке 3.6.

Сигнал разбаланса вырабатывается измерительным мостом, в плечи которого включены датчик Z , термопреобразователь ТП, резистор R и переключатель D измерительных преобразователей. Сигнал, усиленный в усилителе $У1$, суммируется с сигналом задания базового напряжения U_6 на входе усилителя $У2$. Сигнал U_6 определяет уровень выходного напряжения при сбалансированном измерительном мосте, т. е. при температуре, соответствующей заданной.

Нелинейный элемент $D1$ ограничивает на требуемом уровне, задаваемом резистором $R1$, минимальное значение выходного напряжения, которое соответствует минимальной частоте вращения вентиляторов.

В режиме ручного управления выходное напряжение устанавливают переменным резистором $R2$. Выходной сигнал системы регулирования подается на вход цифровой системы импульснофазового управления тиристорами (СИФУ), имеющей три канала: А, В, С соответственно числу фаз питающего напряжения (рис. 3.5).

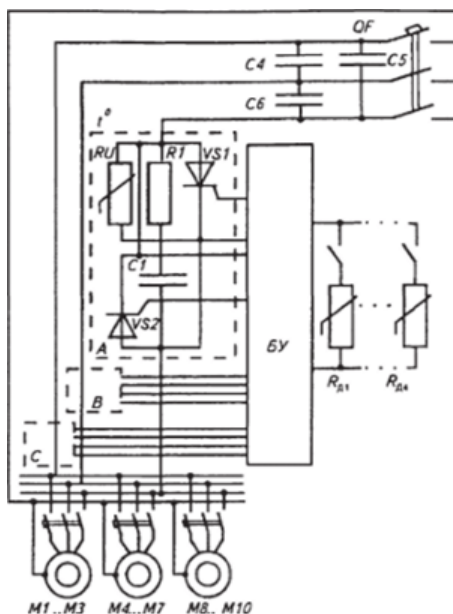


Рис. 3.5. Принципиальная схема устройства управления «Климатика-1»

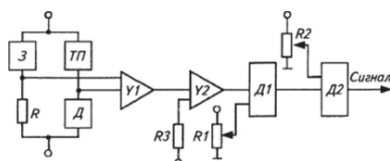


Рис. 3.6. Схема формирования сигнала управления

Смысл метода фазового управления заключается в обеспечении регулируемой задержки во времени момента включения тиристора по отношению к моменту его естественного выключения. Метод реализуется за счет организации регулируемого сдвига фаз между анодным напряжением $U_{\text{п}}$ и напряжением U_{y} , подаваемым на управляющий электрод тиристора (рис. 3.7, а). При этом управляющий сигнал U_{y} должен иметь форму импульса с крутым передним фронтом.

Основные элементы СИФУ — аналого-импульсный преобразователь, счетчики, генератор частоты заполнения импульсов и усилители-распределители импульсов. Аналого-импульсный преобразователь представляет собой генератор, вырабатывающий последовательность

импульсов, период следования которых соответствует величине сигнала управления (рис. 3.7, б). Число импульсов подсчитывается, начиная с момента, когда напряжение синхронизации проходит через нуль.

При числе импульсов, равном 80, их счет прекращается до момента, когда напряжение синхронизации снова станет равным нулю, а усилители-распределители выработают три сдвинутых по фазе (на угол 180^0) прямоугольных управляющих импульса. Каждый из этих импульсов модулируется частотой, вырабатываемой специальным генератором, и приобретает вид, показанный на рисунке 3.7, б, а затем поступает к усилителям, формирующим управляющие импульсы, которые включают соответствующие пары тиристоров в силовом блоке устройства.

В силовом блоке станции управления входят шесть тиристоров VS1... VS6 автоматический выключатель QF и защитные элементы: варисторы RV, защищающие тиристоры от перенапряжений сети; ЛС-цепи, защищающие их от коммутационных напряжений; конденсаторы С4...С6, ограничивающие скорость нарастания напряжения при подключении устройства к питающей сети. В схеме устройства предусмотрена защита от обратного чередования фаз питающей сети и бросков напряжения питания в момент включения устройства. Для включения вентиляторов в режиме малых угловых скоростей, когда выходное напряжение устройства меньше необходимого для пуска двигателя, кратковременно увеличивают сигнал управления.

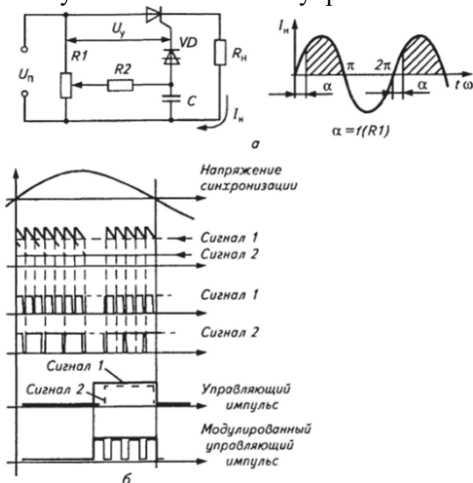


Рис. 3.7. Схема фазового управления тиристором (а) и диаграмма формирования сигнала управления тиристором (б)

3. Автоматизация управления влажностью воздуха

В птицеводстве для управления микроклиматом, в том числе и влажностью воздуха, широко применяют комплекты оборудования серии «Климат». Разработаны комплекты с централизованным (типа «Климат-2», «Климат-3») и децентрализованным (типа «Климат-4») теплоснабжением. Первые применяют на крупных птицефабриках, вторые — на небольших птицефермах. Комплект типа «Климат-4» содержит оборудование для отопления (теплогенераторы ТГ-1, ТГ-2,5 или электрокалориферы СФОА), до 20 осевых вентиляторов серии ВО, автотрансформатор АТ-10 и устройство управления МК-ВАУЗ. В комплектах типа «Климат-2» и «Климат-3» воздух обогревается водяными калориферами. Каждый комплект имеет по два приточных отопительно-вентиляционных агрегата (ПОВА), от 15 до 45 осевых вытяжных вентиляторов и станцию управления. ПОВА предназначен для подогрева, увлажнения и подачи свежего воздуха в помещение. Агрегат состоит из вентилятора с электродвигателем, разбрызгивателя, каплеуловителя, напорного бака, калориферов и регулирующего клапана.

Главный недостаток комплектов типа «Климат-4» заключается в том, что обе системы (отопительная и вентиляционная) управляют одной величиной — температурой. Вместе с тем вентиляционная система предназначена (по крайней мере в холодный период) также для удаления диоксида углерода, аммиака и излишков влаги. При уменьшении расхода воздуха, вызванном снижением температуры, в помещении может увеличиться концентрация вредных веществ и влаги. Поэтому зимой система управления должна воздействовать на температуру за счет изменения мощности отопительных устройств, а на концентрацию вредных веществ и влажности — за счет изменения количества и производительности вентиляторов.

Этот же недостаток — управление температурой воздуха за счет изменения воздухообмена — присущ и комплекту типа «Климат-2». Этот комплект может изменять влажность воздуха в помещении в результате включения увлажнительных устройств. Такое управление необходимо в ряде птицеводческих помещений, например, в помещениях для содержания цыплят при низкой относительной влажности наружного воздуха. Влажностным режимом в этом случае управляют с помощью двухпозиционного регулятора влажности СПР-104 с калиево-натриевым датчиком влажности. Комплект типа «Климат-3» оснащен трехпозиционным влагорегулятором на основе полупроводникового прибора РВТ-110 с электролитическим неподогреваемым гигростором ЭВЧ.

Принципиальная электрическая схема регулятора влажности СПР-104 изображена на рисунке 3.8.

С изменением относительной влажности воздуха изменяется сопротивление первичного преобразователя R_m , что приводит к рассогласованию измерительного моста регулятора. Сигнал рассогласования подается на вход транзисторного усилителя VT1 и далее — на фазочувствительный каскад VT2, который управляет триггером, собранным на транзисторах VT3 и VT4. Нагрузкой триггера является катушка реле KV, исполнительные контакты которой управляют увлажнительной установкой. Регулятор СПР-104 имеет следующие технические данные: диапазон регулируемой влажности 35...90 % при температуре от -5 до $+35$ °С, погрешность шкалы ± 3 %. Датчик следует подключать к регулятору экранированным проводом длиной не более 200 м.

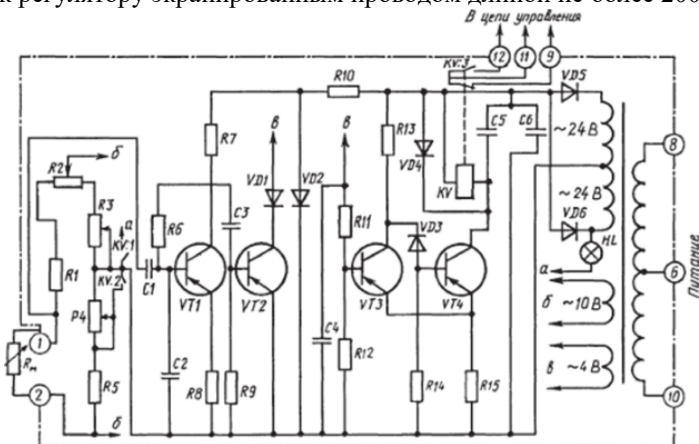


Рис. 3.8. Принципиальная электрическая схема влагурегулятора СПР-104 (клеммы обозначены арабскими цифрами)

4. Автоматизация инкубационного процесса

Инкубация яиц повсеместно осуществляется на промышленной основе и на сегодняшний день является одним из наиболее автоматизированных ТП птицеводства. Особенность инкубации заключается в том, что она требует достаточно точного поддержания микроклимата, характеризующегося тремя параметрами: температурой, влажностью и газовым составом. Кроме того, в процессе инкубации эти параметры должны изменяться.

По назначению инкубаторы делят на предварительные, выводные и комбинированные (сочетающие оба процесса).

Универсальный предварительный инкубатор ИУП-Ф-45 вмещает 48 тыс. яиц. Инкубатор состоит из трех одинаковых камер, в каждой из которых размещаются барабан с лотками, вентилятор, системы обогрева, охлаждения, увлажнения, а также аварийного охлаждения и воздухообмена.

Лотки с яйцами поворачиваются за счет поворота барабана на угол $\pm 45^{\circ}\text{C}$ от вертикального положения, выполняемого автоматически каждый час. Циркуляция воздуха внутри каждой камеры обеспечивается работой тихоходного вентилятора, а увлажнение воздуха — за счет испарения воды, подаваемой на ступицу вентилятора и разбрызгиваемой его лопастями при вращении. Охлаждение воздуха в камере достигается циркуляцией воды через радиатор, укрепленный, как и вентилятор, на задней стенке камеры. Вода на увлажнение и охлаждение воздуха подается через соленоидные клапаны, управляемые автоматически. Воздухообмен в камере обеспечивается системой заслонок, объединенных общим приводом от электромагнита, начиная с 11-го дня инкубации начинают открывать заслонки, причем открытие заслонок, увеличивается до 60 мм на 18-й день инкубации.

Обогрев воздуха в каждой камере осуществляется четырьмя электронагревателями общей мощностью 4 кВт. Требуемая точность поддержания температуры в диапазоне $36...39^{\circ}\text{C}$ очень высокая: $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$. При понижении температуры на $0,2...0,3^{\circ}\text{C}$ ниже заданной включаются электронагреватели. При повышении температуры открывается электромагнитный клапан, подающий холодную воду в радиатор охлаждения.

Для автоматической стабилизации влажности воздуха применен регулятор, а для измерения относительной влажности при неизменной температуре — электроконтактный термометр. При понижении относительной влажности регулятор открывает электромагнитный клапан подачи воды в систему увлажнения.

При температуре воздуха в камере ниже $36,5^{\circ}\text{C}$ термодатчик отключает регулятор влажности и включает аварийную сигнализацию. При температуре выше $38,3^{\circ}\text{C}$ термодатчик отключает нагреватели, включает электромагнит устройства дополнительного охлаждения, сигнальную лампу и звонок. В схеме управления оборудованием инкубатора предусмотрено отключение всех цепей управления при открывании двери и размыкании контактов микровыключателя, а также блокировка механизма поворота лотков при открытых замках барабанов и разомкнутых контактах микропереключателей.

Перед загрузкой каждая камера инкубатора должна быть предварительно прогрета до $37,8^{\circ}\text{C}$. Уставка регулятора температуры должна быть предварительно прогрета до $37,6^{\circ}\text{C}$, а регулятора влажности — до 29°C . Этот температурный режим не меняют до перекладки яиц на вывод. Температуру воздуха в камере инкубатора контролируют по шкале стрелочного индикатора.

Конструкция шкафа универсального выводного инкубатора ИУВ-Ф-15 проще, чем предварительного. В нем отсутствует устройство поворота барабана, по-другому выполнено устройство увлажнения воздуха.

В промышленном птицеводстве достаточно широко применяют инкубатор «Универсал-55», предназначенный для инкубации яиц сельскохозяйственных птиц всех видов. Он состоит из двух шкафов. Каждая выводная камера рассчитана на три или шесть инкубационных и не имеет механизма поворота лотков. В остальном устройство инкубационных и выводных камер аналогично.

На рисунке 3.9 изображена инкубационная камера с вентилятором 1, который обеспечивает выравнивание температуры по объему камеры и улучшает теплопередачу между воздухом и яйцами. Два электронагревателя 2 мощностью по 1 кВт управляют совместно в двух режимах: при полном напряжении сети и при половинном. Увлажнитель 7 имеет отдельный электромагнитный привод, а вода подается через управляемый клапан 6. Приточная 8 и вытяжная 5 заслонки воздухообмена имеют общий электромагнитный привод 4. Для поворота лотков предназначен механизм 3 с моторным электроприводом 9, имеющим два ограничительных конечных выключателя 10. Температура контролируется платиновым датчиком типа ТСП, влажность — мокрым контактным термометром.

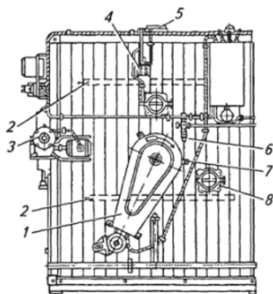


Рис. 3.9. Инкубационная камера: 1 — вентилятор; 2 — электронагреватели; 3 — механизм поворота лотков; 4 — электромагнитный привод;

5 — вытяжная заслонка; б—управляемый клапан; 7—увлажнитель;
8— приточная заслонка

Температурным режимом управляют при помощи трехпозиционного терморегулятора типа РТИ-35, поворотом лотков — при помощи реле времени, влажность регулируют контактным термометром. Автоматическое управление дублируется ручным. Каждый режим работы устройств и механизмов контролируется световой сигнализацией HL1...HL4.

Принципиальная электрическая схема управления инкубационной камерой показана на рисунке 3.10. В автоматическом режиме при снижении температуры в камере терморегулятора AL (РТИ-3) посылает сигнал на открытие тиристора VS. Электрическое напряжение, равное половине номинального, поступает на обогревательные элементы EK1 и EK2. При дальнейшем снижении температуры терморегулятор AL подает напряжение на катушку магнитного пускателя KM2, который своими контактами шунтирует тиристор и обеспечивает подачу на нагревательные элементы полного напряжения. При повышении температуры в шкафу сначала отключается KM2, а затем посылается сигнал, запирающий тиристор. Если температура превысит 38,3 вС, замкнется контакт термореле SK1 и включится реле KV1, которое отключит промежуточное реле KV2. Контакты реле KV2 отключат терморегулятор AL, включат соленоид охлаждения YA1 и сигнализацию.

При снижении влажности воздуха (на 3 %) влагорегулятор A2 включает соленоид YA2 и вода подается на диск механического распылителя M2. При этом зажигается сигнальная лампа HL5. Световая сигнализация HL4 показывает «Разогрев», HL3 — «Температура в норме», HL2 — «Охлаждение».

Внутриобменный вентилятор M1 включается магнитным пускателем KM1 непосредственно при подаче напряжения на цепи управления и отключается только при открытии дверей конечным выключателем SQ.

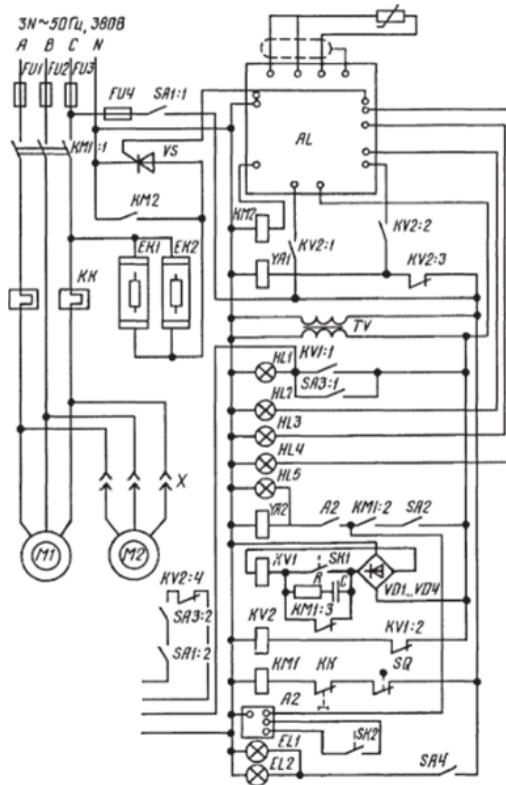


Рис. 3.10. Принципиальная электрическая схема устройства У-55 для управления инкубатором

Поворот лотков осуществляется общим механизмом на три шкафа, приводимым в движение реверсивным электроприводом. Поворотом лотков управляют при помощи реле времени, которое в сочетании с двумя конечными выключателями обеспечивает челночный поворот вала на угол $\pm 45^\circ$.

Бурное развитие микроэлектроники и процессорной техники обусловило создание новых высоконадежных управляющих устройств для управления микроклиматом в инкубационных камерах. Несомненный интерес представляет устройство БМИ-Ф-15, выполненное на базе микропроцессорного комплекта КР1820. Функциональная схема устройства представлена на рисунке 3.11.

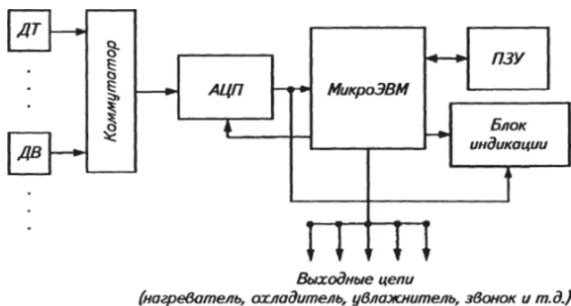


Рис. 3.11. Функциональная схема микропроцессорного устройства для инкубатора

Устройство БМИ-Ф-15 получает информацию о температурно-влажностном режиме от измерительных преобразователей температуры ДТ и относительной влажности ДВ воздуха. Соответствующие сигналы коммутируются, преобразуются в цифровой код (АЦП) и обрабатываются микроЭВМ в соответствии с информацией, хранящейся в ПЗУ. Цикл опроса датчиков длится 16 с.

При понижении температуры более чем на $0,5^{\circ}\text{C}$ нагреватель включается на весь цикл, а подача воды блокируется. Если понижение температуры не столь значительно ($0,1 \dots 0,5^{\circ}\text{C}$), то нагреватель тоже включается, но на время менее 16 с. Если температура в шкафу выше заданной, то включается охлаждение (то же на определенное время), но если превышение температуры достигло $0,5^{\circ}\text{C}$, то охлаждение включается на все время цикла. При снижении относительной влажности воздуха менее, чем на 5 %, увлажнитель в камере инкубатора включается на время не более 5 с. Ровно на 5 с увлажнитель включается, если в течение 32 мин зафиксировано снижение влажности более чем на 5 %.

Описанный алгоритм автоматически вводится в работу только спустя 5 ч с момента пуска инкубатора. В случае отключения вентилятора команды на включение нагревателей, охладителей и увлажнителей блокируются.

Контрольные вопросы:

1. Какая должна быть температура в зоне обитания молодняка?
2. Какое устройство принципиальной электрической схемы устройства «Климатика-1»?
3. Какой принцип работы схемы формирования сигнала управления?

4. Что входит в силовой блок станции управления?
5. Какой принцип работы принципиальной электрической схемы влaгорегулятора СПР-104?
6. Какое устройство инкубационной камеры?
7. Какой принцип работы принципиальной электрической схемы управления инкубационной камерой?
8. Какой принцип работы функциональной схемы микропроцессорного устройства для инкубатора?

Тема 3.3. Автоматизация освещения и облучения

1. Основные виды автоматизированной системы освещения

Наиболее экономичным вариантом является дискретное управление освещением, при котором освещенность регулируется датчиками присутствия, таймерами, фотоэлементами путем полного или частичного отключения приборов. У данного типа автоматизации есть недостаток – срок службы ламп при постоянном включении или отключении снижается.

Альтернативный вид – плавная настройка яркости, меняющаяся в зависимости от времени суток и степени естественной освещенности помещения. За счет плавного затухания без резких отключений технология несколько дороже в эксплуатации, одна она бережет лампы от перегорания и обеспечивает больший комфорт находящимся в здании людям.

2. Автоматизация освещения: основные функции

Какие основные функции могут выполнять автоматизированные системы управления освещением на производстве.

В – первых, точное поддержание искусственной освещенности в помещении на заданном уровне. Как это достигается. В систему управления вводится фотоэлемент, который находится внутри помещения, который контролирует создаваемую осветительной установкой освещенность. Функция позволяет экономить энергию за счет отсечки «излишка освещенности».

Во- вторых, учет естественной освещенности в помещении. Осуществляется тем же фотоэлементом, только с дополнительными условиями он отслеживает полную освещенность (естественную, ис-

кусственную). В определенное время года и суток, возможно использование одного естественного освещения. Таким образом экономия электроэнергии составляет 20-40%.

В – третьих, функция учета времени и дня суток. Для ее реализации автоматизированная система освещения должна быть оборудована собственными часами реального времени. В автоматизации освещения благодаря этой функции можно получить значительную экономию электроэнергии. Автоматическое отключение осветительной установки происходит в определенное время суток, а также в выходные и праздничные дни. Данная функция исключает человеческий фактор, такой как забыть отключить освещение на рабочем месте перед своим уходом.

В- четвертых, функция учета присутствия людей в помещении. Данная функция работает за счет отключения и включения светильников по сигналам таймера и датчиков в зависимости от того, есть ли люди в данном помещении. В этом случае достигается экономия 10-25%.

И еще одна из основных функций это дистанционное беспроводное управление осветительной установкой. Хотя такая функция не является автоматизированной, она часто присутствует в автоматизированных системах управления освещением благодаря тому, что ее реализация на базе электроники системы управления освещением очень проста, а сама функция добавляет значительное удобство в управлении осветительной установкой.

Методами непосредственного управления осветительной установкой является дискретное включение/отключение всех или части светильников по командам управляющих сигналов, а также ступенчатое или плавное снижение мощности освещения в зависимости от этих же сигналов.

Вообще перечень возможных функций в автоматизации освещения практически ничем не ограничен. Он должен состояться в индивидуальном порядке в зависимости от специфики конкретного объекта, потребностей коллектива и пожеланий заказчика.

3. Классификация автоматизированных систем освещения.

Существуют локальные системы управления, с применением только датчиков движения, присутствия и освещенности. Датчики в свою очередь уже имеют все необходимые устройства в одном корпусе для автоматического управления освещением по вышеуказанным факторам. В этих решениях датчики могут управлять не только освещени-

ем, но и другими нагрузками, такими как кондиционеры, вентиляторы, и другими. Их включение и выключение не должны зависеть от текущей освещенности. Например, когда человек заходит в кабинет, освещенности достаточно и свет не включается, но кондиционер должен включиться. Локальные системы, не могут в полном объеме интегрироваться в общую систему диспетчеризации здания. У них есть целый ряд недостатков:

- Ограниченное количество подключаемых светильников, управляющих устройств и необходимость прокладки отдельного кабеля управления к каждой группе светильников;
- Отсутствие функции управления освещением по времени;
- Нет возможности расширения и масштабирования системы в случае необходимости.

Централизованные системы управления освещением, это системы более высокого уровня, в которой может быть реализована полноценная автоматизация управления освещением. Система строится на основе микропроцессоров, обеспечивающих возможность практически одновременного многовариантного управления значительным (до нескольких сотен) числом светильников. Такие системы могут применяться либо только для управления освещением, либо также и для взаимодействия с другими системами зданий (например, с телефонной сетью, системами безопасности, вентиляции, отопления и солнцезащитных ограждений).

Централизованные системы выдают также управляющие сигналы на светильники по сигналам локальных датчиков.

Однако преобразование сигналов происходит в едином (центральном) узле, что предоставляет дополнительные возможности вручную управлять освещением здания. Одновременно существенно упрощается ручное изменение алгоритма работы системы.

На любом предприятии можно создать и самую простую и наиболее сложную систему автоматизированного освещения. Автоматизация и диспетчеризация освещения могут представлять собой целый комплекс систем с расширенным функционалом. Существует возможность автоматизировать диспетчерские процессы на основе беспроводных технологий.

Контрольные вопросы:

1. Какое управление освещением является наиболее экономичным вариантом?
2. Какой недостаток дискретного управления?

3. Какие основные функции могут выполнять автоматизированные системы управления освещением на производстве?
4. Недостатки локальных систем управления?
5. Что называется централизованными системами управления освещением?

Тема 3.4. Принципиальная электрическая схема облучателей и управления облучателем

1. Автоматическое управление ультрафиолетовым облучением

Дозирование ультрафиолетового излучения при стационарной установке ведется по времени ее работы при известном значении облученности на расчетной поверхности. Во избежание переоблучения животных на расчетной поверхности должны быть соблюдены оптимальные параметры облучения.

Совместное действие на объект облучения видимого и ультрафиолетового излучений вызывает эффект, превосходящий сумму эффектов от их раздельного воздействия. Осуществить комбинированное облучение сельскохозяйственных животных и птиц можно при помощи различных средств облучения. Например, облучение животных и освещение помещений можно выполнять при помощи отдельных облучательной и осветительной установок. Облучательная установка в этом случае может быть стационарной с эритемными люминесцентными лампами или подвижной с дуговыми ртутно-кварцевыми лампами. Можно применять и переносные облучатели типа ОРК или ОРКШ с лампами ДРТ-400. Наряду с облучательной установкой в помещении должна быть смонтирована и осветительная установка на базе люминесцентных ламп. Обе установки должны иметь раздельные сети питания и управления, раздельные облучатели, светильники и конструкции их крепления.

Облучение животных и освещение помещений можно выполнять при помощи осветительно-облучательной установки на базе двухламповых светильников-облучателей, в которых установлены эритемная и осветительная люминесцентные лампы. Примером такого облучателя может служить выпускаемый промышленностью облучатель ОЭСП-02 с лампами ЛБР-40 и ЛЭР-40. Такая осветительно-облучательная установка имеет малую металлоемкость. Во многих странах ее использование экономически оправдано, но затраты на

монтаж все же высоки из-за значительной протяженности электрической цепи.

Осветительно-облучательная установка может быть создана на базе эритемно-осветительных ламп (ЛЭО-15, ЛЭО-15П, ДРВ7Д 220-160), излучение которых содержит как видимое, так и ультрафиолетовое излучение с длиной волны более 280 нм. Указанные лампы обеспечивают на протяжении работы установки ультрафиолетовое облучение животных и освещение помещения. Установки отличаются низкой металлоемкостью, небольшими расходами на эксплуатацию, на монтаж облучателей и проводки. Недостатки установки обусловлены невысокой надежностью зажигания и работы газоразрядных ламп низкого давления при пониженных температурах, повышенной влажности и в условиях агрессивной окружающей среды. Дуговые ртутно-вольфрамовые лампы лишены этих недостатков, но малый срок службы и высокая стоимость препятствуют их широкому использованию в облучательных установках сельскохозяйственного назначения.

Режимы ультрафиолетового облучения животных и птиц зависят от рекомендуемых доз облучения и типа используемых облучателей. Продолжительность такого облучения может составлять: 3...5 мин для инкубационных яиц или вылупившихся цыплят и 5...6 ч для взрослых животных. В любом случае следует регистрировать полученную объектом экспозицию, и чем чувствительнее биологический объект, тем точнее должно быть дозирование ультрафиолетового облучения.

Простейший и наиболее распространенный прибор автоматического программного управления ультрафиолетовыми установками — двухпрограммное моторное реле времени 2РВМ. Подзаводка пружины его часового механизма осуществляется электрическим приводом автоматически. Диск имеет две программы, рассчитанные на 24 ч каждая. Интервалы включения и отключения нагрузки могут быть заданы с точностью + 15 мин для одной программы и ± 20 мин для другой.

Для более точного управления ультрафиолетовым облучением целесообразно использовать установку ПРУС-2. Эта установка может реализовывать любую программу изменения продолжительности ультрафиолетового облучения для различных видов животных и птиц. Основной элемент установки — часовой механизм КТ (рис. 3.12), подобный примененному в реле 2РВМ. Программа задается механически при помощи косоусеченного цилиндра. Считывается она через рычаги-копиры двумя микровыключателями SQ1 и SQ2, которые через магнитные пускатели КМ1 и КМ2 включают или отключают ультрафиолетовые лампы. Копирный механизм обеспечивает срабатывание микровыключателей с интервалом 2...5 мин.

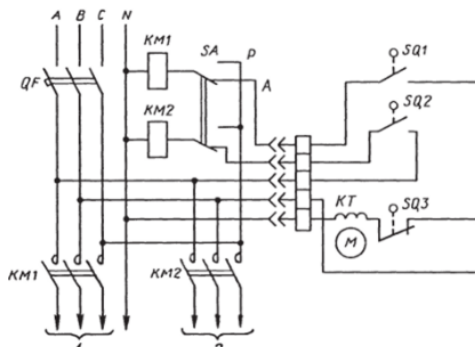


Рис. 3.12. Принципиальная электрическая схема установки ПРУС-2

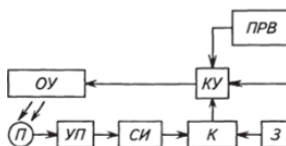


Рис. 3.13. Функциональная схема САУ дозированием ультрафиолетового облучения

Наивысшая точность дозирования ультрафиолетового излучения достигается при использовании облучательных установок в составе системы автоматического управления. Функциональная схема такой САУ показана на рисунке 3.13.

Облучательная установка ОУ включается коммутирующим устройством КУ по команде программного реле времени ПРВ. Количество облучения измеряется счетчиком излучения СИ при помощи измерительного приемника П и усилителя-преобразователя УП. Сравнивающее устройство (компаратор) постоянно сравнивает показания счетчика с сигналом задатчика З дозы облучения. При совпадении количества облучения с наперед заданной дозой компаратор подает на коммутирующее устройство команду о выключении облучательной установки.

Поскольку измерительная часть САУ определяет реально полученное объектом количество облучения, отклонение потока излучения источников от ожидаемого значения компенсируется соответствующим изменением продолжительности облучения объекта.

2. Автоматические устройства для управления режимами освещения и облучения птиц

Для управления режимом освещения (светового дня) в птичниках используют двухпрограммные устройства суточного цикла типа 2РВМ. При использовании этого устройства программа получается ступенчатой (через 15 минут), а переход на новую ступень выполняется вручную. Указанные недостатки ограничивают применение 2РВМ для управления освещением.

Специальные программные устройства типов УПУС-1 и ПРУС-1 реализуют жестко заданную программу управления режимом светового дня в автоматическом режиме с медленным (3...5 мин) изменением его продолжительности на протяжении 52 недель.

Программное устройство УПУС-1 (рис. 3.14, а) имеет часовой механизм 7, программный барабан 3 с ходовым винтом 4 и втулкой 5. Через шестерни 2 часовой механизм вращает программный барабан с частотой один оборот в сутки и одновременно через винт передвигает контактный ролик вдоль барабана на 0,75 мм в сутки.

На токопроводящую поверхность барабана наклеивают бумажную диаграмму программы управления освещением. Перекатываясь по барабану, контактный ролик попадает на бумажную наклейку, электрическая цепь разрывается и с выдержкой 15 с, задаваемой RS-цепочкой, отключается реле ХУ1, контакты которого отключают освещение с помощью магнитного пускателя КМ. Когда ролик попадает на токопроводящую поверхность, с выдержкой времени 3 с, включается реле ХУ1, подающее питание на катушку магнитного пускателя КМ включения освещения.

Программное устройство УПУС-2 оборудовано фотореле для согласования естественного освещения с программным режимом. При помощи устройства УПУС-2 можно управлять освещением в нескольких птичниках.

Программное устройство ПРУС-2 кроме управления режимом светового дня по жесткой, вырезанной на металлическом барабане программе, позволяет выполнять двухступенчатое включение и отключение освещенности, регулируемое либо изменением числа ламп, либо введением дополнительного сопротивления.

На рисунке 3.14, б приведена принципиальная электрическая схема устройства ПРУС-1 для управления освещением с имитацией рассвета и заката. Срабатывание кулачков микропереключателей КТ1 и КТ2 этого устройства несколько сдвинуто во времени. КТ1 срабаты-

вает первым и через реле KV1 включает цепь питания первой ступени освещения пускателем KM1. Через 2...5 мин срабатывают контакты микропереключателя КТ2 в цепи реле KV2, которое магнитным пускателем KM2 включает вторую ступень освещения. Отключение происходит в обратной последовательности.

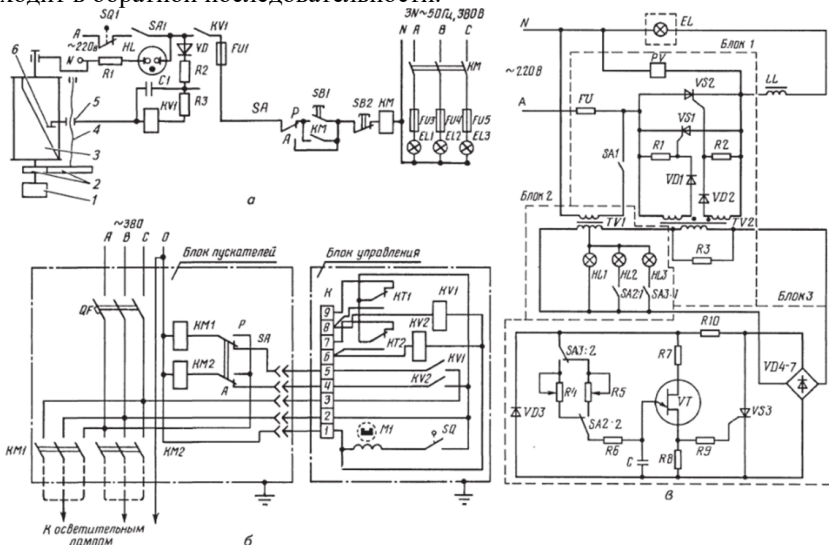


Рис. 3.14. Принципиальные электрические схемы устройств для управления освещением: а — УПУС-1; 1 — часовой механизм; 2 — зубчатая передача; 3 — программный барабан; 4 — ходовой винт; 5 — втулка; 6 — контактный ролик; б — ПРУС-1; в — ТИРОС-1

В птичниках для выращивания молодняка, особенно мясного поголовья, практикуется снижение интенсивности освещения в промежутках между кормлениями. Кроме экономии энергии, это дает положительный психологический эффект — уменьшается травмирование птиц, повышается прирост их массы.

Автоматическое устройство на бесконтактных элементах ТИРОС-1 (рис. 3.14, в) применяют для управления интенсивностью электроосвещения. Напряжение на осветительные приборы поступает из сети (А—N) через блок 1, в котором происходит его коммутация тиристорами VS1 и VS2. Блок 3 создает выдержки времени снижения интенсивности освещения, которые настраивают резисторами R4, R5 и переключателями SA2 и SA3.

Устройство ТИРОС-1 применяют дополнительно к устройствам автоматического управления продолжительностью светового дня.

Помимо перечисленных установок для управления световым режимом в птичниках получила распространение автоматизированная система «Каштан», построенная на базе микропроцессорного комплекса. Подсистема «Каштан-С» рассчитана на управление световым режимом в 50 птичниках. Контроллер подсистемы реализует две программы, которые заносят в постоянную память ПЗУ объемом 2 кБ. Оператор с клавиатуры вводит в соответствующий сектор оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) начальную информацию по каждому птичнику: номер стандартного возрастного интервала в технологическом цикле, число суток и начальное приращение (убывание) светового дня в соответствии со стандартным возрастным интервалом. Вся остальная информация для основной породы кур хранится в ПЗУ, а для других пород может быть введена в ОЗУ.

В соответствующие моменты времени микропроцессорная система через коммутатор параллельного интерфейса выдает номер контролируемого объекта, коды команды управления. По этим сигналам в модулях устройств связи с объектом вырабатываются команды включения — отключения систем освещения в птичниках.

Контрольные вопросы:

1. Какой это облучатель ОРК?
2. От чего зависят режимы ультрафиолетового облучения животных и птиц?
3. Какое устройство используют для управления режимом освещения (светового дня) в птичниках?
4. Что можно делать при помощи устройства УПУС-2?

Тема 3.5. Технологическая схема помёта-уборочного транспортера

1. Технологические схемы установок для удаления помета

Режим уборки помета зависит от способа содержания птиц. При клеточном содержании помет убирают ежедневно, при напольном — один раз в год. Ежедневную уборку помета осуществляют скребковым транспортером, который перемещается в противоположных направлениях по пометному коробу (рис. 3.15). При использовании скребковых механизмов типа МПС-1М в сочетании с транспортерами

ТСП-ЗБ производительность уборки за один ход составляет 400 кг. При этом скорость движения скребка 0,17 м/с, производительность ТСП-ЗБ — 3 т/ч.

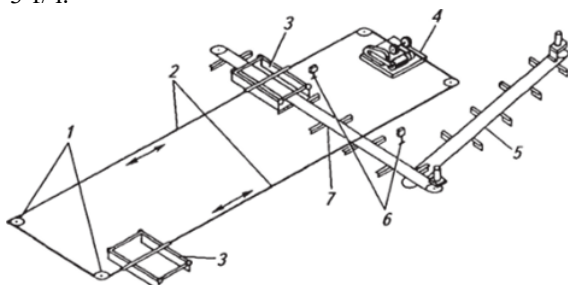


Рис. 3.15. Установка для уборки помета в птичниках: 1 — поворотные устройства; 2 — трос; 3 — скребки; 4 — приводная станция; 5 — наклонный транспортер; 6 — конечные выключатели; 7 — поперечный транспортер

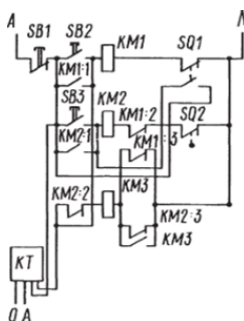


Рис. 3.16. Принципиальная электрическая схема управления установкой для уборки помета в птичниках

Для управления уборкой помета в автоматическом режиме применяют суточное программное реле, а в ручном режиме — кнопки SB1 (рис. 3.16), SB2 и SB3. Движение скребков в противоположных направлениях обеспечивают конечные выключатели SQ1 и SQ2.

2. Методика расчета частоты включения линий уборки и длительности удаления помета.

Управление пометоуборочными транспортерами может осуществляться автоматически, в соответствии с заранее разработанной программой. В качестве программного устройства целесообразно использовать моторное реле времени, электромеханический программа-

тор или микропроцессорный блок управления. Во всех случаях необходимо предварительно рассчитать частоту включений линий уборки помета, а также продолжительность работы поперечного и выгрузного транспортеров.

Частоту включений линий уборки помета определяют по формуле:

$$N = q_{\text{п}} \cdot N_{\text{п}} \cdot k_{\text{н}} / Q_{\text{у}}, \quad (3.2)$$

где $q_{\text{п}}$ — нормативное количество помета от одной птицы, кг в сутки;

$N_{\text{п}}$ — количество птиц на линии уборки;

$k_{\text{н}}$ — коэффициент неравномерности отложения помета;

$k_{\text{н}} = 1, 2 \dots 1, 3$;

$Q_{\text{у}}$ — производительность скребковых механизмов за один проход: $Q_{\text{у}} = 400$ кг.

Длительность уборки помета определяется из предположения, что скребок проходит в одну и другую сторону траншеи:

$$t_{\text{уб}} = 2 \cdot l_{\text{т}} / V_{\text{ск}}, \quad (3.3)$$

где $l_{\text{т}}$ — длина траншеи, м;

$V_{\text{ск}}$ — скорость движения скребка, м/с.

Длительность работы поперечного и выгрузного транспортеров определяются по формуле:

$$t_{\text{в}} = \frac{q_{\text{п}} \cdot N_{\text{п}} \cdot k_{\text{н}}}{n \cdot Q_{\text{тр}}}, \quad (3.4)$$

где $N_{\text{п}}$ — поголовье птиц;

$Q_{\text{тр}}$ — производительность поперечного и выгрузного транспортеров.

Контрольные вопросы:

1. Сколько раз убирают помет при клеточном содержании?
2. Сколько раз убирают помет при напольном содержании?
3. Из чего состоит установка для удаления помета в птичниках?
4. Что обеспечивает движение скребков в противоположное направление?

Тема 3.6. Схема установки для полуавтоматической сортировки яиц

1. Технология сбора яиц

Сбор яиц в птичниках обычно механизирован. Вдоль клеток, в которых находятся куры, расположены транспортеры линии сбора яиц. Яйца выкатываются из клеток по наклонной решетке и попадают на прорезиненную ленту, которой они доставляются на накопительный стол. Так как куры несутся в течение всего дня, яйца необходимо убирать в несколько приемов. Механизмы сбора яиц следует включать, когда число яиц на транспортере не превышает максимально допустимого.

При централизованном сборе яиц с многоярусных клеток вместо накопительного стола устанавливают механизм вывода яиц на один уровень. В каскадных клеточных батареях этот механизм устанавливают наклонно.

Принципиальная электрическая схема управления сбором яиц с многоярусных клеток в птичниках (рис. 3.17) предусматривает работу в ручном, наладочном и автоматическом режимах. Режим выбирают с помощью многопозиционного переключателя SA1. Тумблерные переключатели SA2...SA7 используют для дистанционного включения отдельных операций при наладочном режиме, а SA8— при ручном управлении.

При включении электродвигателя M3 поперечного транспортера магнитным пускателем KM3 срабатывает реле KV9, которое своими контактами KV9:1 и KV9.2 подготавливает включение электродвигателей M1 продольных транспортеров первого яруса и M2 привода щеток очистки лент. Аналогично на втором ярусе двигатель M4 поперечного транспортера через реле KV7 заблокирован с электроприводом M6 продольного транспортера, а через реле KV10— с электроприводом M5 очистки щеток.

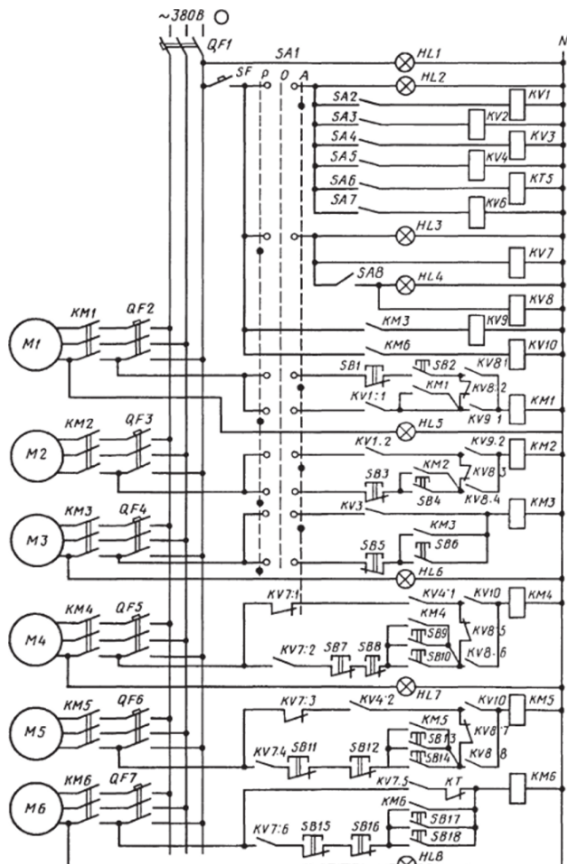


Рис. 3.17. Принципиальная электрическая схема управления сбором яиц в птичнике

2. Автоматический учет и сортировка яиц

Для контроля за продуктивностью птиц используют различные счетчики.

Автоматическое взвешивающее устройство представляет собой рычажные весы. При совпадении массы яйца с настройкой весов специальный механизм направляет его в соответствующий приемник. Яйца с внутренними повреждениями обычно сортируют вручную с помощью овоскопа. Эта операция низкопроизводительна и требует

высокого внимания оператора. Производительность сортировки может быть существенно повышена, если удаление дефектных яиц выполнять автоматически. Оператор «метит» дефектное яйцо, подсвеченное снизу и проходящее мимо него в ячейке транспортера (рис. 3.18). Для этого он использует специальный жезл, в наконечник которого вмонтирован пьезокристалл, вырабатывающий электрический сигнал при касании яйца. Сигнал воспринимается группой чувствительных элементов матрицы, укрепленной под конвейерной лентой. Размеры матрицы соответствуют расположению яиц в гнездах конвейерной ленты. Поступившая информация анализируется автоматическим устройством, в результате чего определяются точные координаты дефектного яйца в соответствии с его положением на транспортере. Эти координаты автоматически запоминаются и в дальнейшем используются для удаления дефектных яиц с помощью специального механизма. Прошедшие контроль яйца сортируют по массе и укладывают в гнезда прокладок для дальнейшего транспортирования.

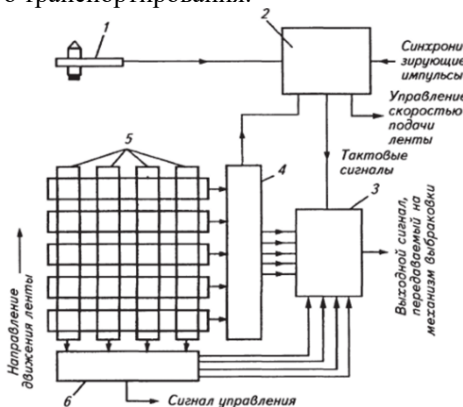


Рис. 3.18. Схема установки для полуавтоматической сортировки яиц: 1 — жезл; 2 — схема управления; 3 — регистровая память; 4 — дешифраторы поперечных рядов; 5 — матрицы; 6 — дешифраторы продольных рядов

Укладку яиц в гофротару, как наиболее трудоемкую из перечисленных операций, можно автоматизировать. Яйцесборный транспортер подает яйца на роликовый ориентатор, поворачивающий их в одну сторону. Ориентированные таким образом яйца поступают на ячеистый транспортер. После заполнения пяти его ячеек выдвигается заслонка механизма укладки яиц, которая направляет их в тару острым

концом вниз. Гофротара смещается на один шаг и вслед за этим укладывается следующий ряд. Заполненная гофротара автоматически укладывается в стопу.

Известны системы, автоматически с высокой точностью обнаруживающие такие внутренние дефекты яиц, как кровяные включения. В этих системах яйца фиксируются на движущейся ленте и просвечиваются снизу сильным световым потоком. Прошедший через яйца световой поток измеряется и подвергается оптической фильтрации с целью выделения двух узких и рядом расположенных полос частот. Разность в интенсивностях этих спектральных составляющих свидетельствует о наличии кровяных включений. Системы, действующие на этом принципе, не реагируют на разницу в цвете скорлупы.

Контрольные вопросы:

1. Как работает принципиальная электрическая схема управления сбором яиц в птичнике?
2. Как работает схема установки для полуавтоматической сортировки яиц?
3. Какое устройство установки для полуавтоматической сортировки яиц?

Раздел 4. Автоматизация кормопроизводства

Тема 4.1. Автоматизация АВМ. Технологическая схема АВМ

1. Технологические основы автоматизации процесса приготовления травяной муки

Особое место в рационе питания животных отводится витаминной травяной муке. Травяная мука — продукт механической и тепловой обработки зеленой массы, обеспечивающей сохранность 95 % питательных веществ, содержащихся в растениях. Влажность травяной муки, согласно стандарту, должна составлять 8...12%. При этом питательность 1 кг муки из бобовых трав равна 0,7...0,8 корм. ед., а усвояемость питательных веществ достигает 70 %. К сожалению, высокотемпературная сушка зеленых кормов связана с большими энергетическими затратами (расход топлива в зависимости от начальной влажности зерна составляет 120...480 кг на 1 т продукции), а качество травяной муки в определяющей степени зависит от соблюдения техно-

логического регламента. В связи с этим надежная и эффективная эксплуатация агрегатов для приготовления витаминной травяной муки возможна только в автоматическом режиме.

Для приготовления травяной муки промышленность выпускает сушильные агрегаты АВМ-0,65Р, АВМ-1,5Р, АВМ-1,5Б и другие, работающие на жидком или газообразном топливе (в обозначение добавляют соответственно букву Ж или Г).

Таблица 4.1. Технические характеристики агрегатов для приготовления травяной муки АВМ

Наименование показателя	АВМ-0,4	АВМ-0,65	АВМ-1,5
Производительность по травяной муке при влажности исходного материала 75%	0,4 т/ч	0,65 т/ч	1,5 т/ч
Установленная мощность, кВт	73	101,5	232
Максимальный расход топлива, кг/ч	200	260	450
Длина, мм	10 000	20 936	25 540
Ширина, мм	7 730	8 224	13 560
Высота, мм	7 600	8 690	11 020
Масса, кг	9 900	15 240	38 170

Размеры барабана: 9,6м x 2,8м

2. Технологическая схема АВМ-1,5

Наиболее высокой степенью автоматизации характеризуется агрегат АВМ-1,5 РЖ, технологическая схема которого показана на рисунке 4.1. Жидкое топливо подается насосом 1 и впрыскивается форсункой 2 в камеру газификации топки 3 под давлением 1,2 МПа. Сюда же поступает воздух от вентилятора 21. Смесь воздуха и топлива воспламеняется от искры, создаваемой трансформатором зажигания 20. Топочные газы, перемешиваясь с воздухом и травяной сечкой, засасываемыми вентилятором 8 циклона 7 сухой массы, образуют теплоноситель с температурой 250...300 °С при получении зернофуражной муки и до 600...900 °С при сушке травяной муки. Сушильный барабан 6 загружают через горловину при помощи конвейерных транспортеров 4 и 5. Сушильный барабан, состоящий из соединенных в одно целое трех концентрических цилиндров, вращается на роликах 18 при помощи электропривода МЗ. На внутренней части каждого цилиндра при-

варены лопасти для ворошения и перемещения высушиваемой массы в потоке теплоносителя. В циклоне 7 происходит отделение высушенной массы от потока топочных газов. Температура выбрасываемых газов контролируется датчиком 9. Высушенная масса дозатором 17 подается в дробилку 15. По пути под действием центробежных сил от нее отделяются твердые включения (камни, металлические предметы) в камнеуловителе 16.

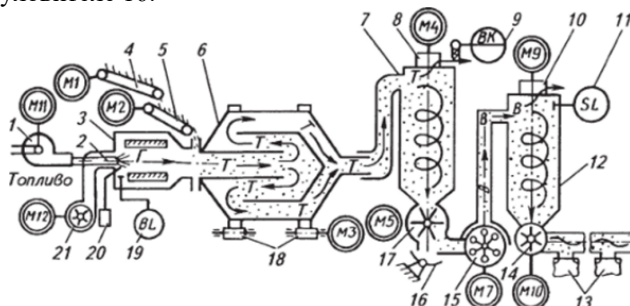


Рис. 4.1. Технологическая схема АВМ-1,5: 1—насос; 2—камера газификации; 3— топка; 4, 5 — конвейерные транспортеры; 6— сушильный барабан; 7—циклон; 8, 10— вентиляторы; 9— термодатчик; 11 — датчик уровня; 12—циклон-охладитель; 13— выгрузные люки; 14— шнек; 15 — дробилка; 16— камнеуловитель; 17—дозатор; 18—ролики; 19—фотодатчик; 20— трансформатор зажигания; 21— вентилятор

Дробилка превращает высушенную массу в муку, которая вентилятором 10 засасывается в циклон-охладитель 12. Из циклона через дозатор и шнек 14 мука направляется к выгрузным люкам 13, у которых прикреплены мешки. Наличие пламени контролирует фотодатчик 19, температуру — термодатчик 9, предельный уровень муки в циклоне-охладителе — датчик уровня 11. Пуск и останов АВМ происходит в следующем порядке.

3. Технологическая схема агрегата АВМ-0,4

Агрегат витаминной травяной муки предназначен для искусственной сушки травы (люцерна, клевер и т.п.), последующего ее дробления в муку и затаривания в мешки.

Технологическая схема агрегата АВМ-0,4 приведена на рисунке 4.2.

Предварительно измельченная до размеров 10...20 мм зеленая масса ленточно-планчатым транспортером 1 подается во вращающийся сушильный барабан 2.

Дизельное топливо насосом 9 через форсунку подают в камеру сгорания. Вентилятором большого циклона 3 зеленая масса протягивается через сушильный барабан и через дозатор 4 поступает в дробилку 5. Травяная мука вентилятором малого циклона 6 высасывается из дробилки и через дозатор 7 подается в шнек 8 — мешкователя.

Потребляемая мощность машин и частота вращения двигателей агрегата: дробилки—28 кВт, 3000 об/мин; вентилятора большого циклона — 14 кВт, 1500 об/мин; вентилятора малого циклона 4,5 кВт, 3000 об/мин; барабана—2,5 кВт, 1500 об/мин; дозатора большого циклона, транспортера шнека— 1,5 кВт (каждого), 1500 об/мин; дозатора малого циклона, насоса—0,9 кВт (каждого), 1500 об/мин.

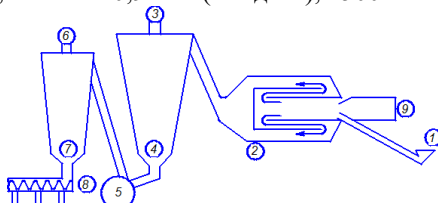


Рис. 4.2. Технологическая схема агрегата АВМ-0,4.

Двигатели дробилки, вентиляторов и насоса соединены с валами рабочих машин муфтами. Остальные через цилиндрические планетарные редукторы. Для привода вентиляторов установлены фланцевые двигатели с вертикальным расположением вала, двигатели других машин горизонтального расположения со станиной на лапах и фланцем на щите. Обмотки двигателя дробилки рассчитаны для нормальной работы по схеме Δ (треугольник). Пуск двигателя производят при соединении обмоток в Y (звезду). Диаметр ротора дробилки 400 мм, масса ротора 100 кг.

Помимо этого, необходимо определить длину и сечение линии 0,4 кВ, соединяющей агрегат с трансформаторной подстанцией мощностью 100 кВ-А.

Требования к схеме автоматического управления:

1. Управление двигателями агрегата — микропроцессором или ручное -дистанционное с блокировочными связями, необходимыми для нормального хода технологического процесса.

2. Пуск двигателя дробилки производится с переключением с Y на Δ в функции времени.

3. Схема должна предусматривать световую сигнализацию о нормальном ходе технологического процесса и звуковую при аварийных остановках.

4. Все приводы должны иметь защиту от токов короткого замыкания и тепловую. Двигатели приводов дозаторов и барабана должны иметь также максимально токовую защиту, срабатывающую при заклинивании этих механизмов.

Контрольные вопросы:

1. Что такое травяная мука?
2. Как работает технологическая схема АВМ-1,5?
3. Как работает технологическая схема агрегата АВМ-0,4?

Тема 4.2. Принципиальная схема АВМ.

1. Принципиальные электрические схемы управления механизмами подачи сырья и процессом сушки в агрегате АВМ-1,5

Переключатель SA (рис. 4.3) вначале подает звуковой сигнал НА, а затем включают реле KV1. Кнопками «Пуск» SB3...SB19 поочередно включают электродвигатели установок в последовательности, обратной технологическому потоку: двигатель M10 шнека-дозатора 14, двигатель M9 вентилятора циклона-охлаждителя 12, двигатели M7 дробилок 15, двигатели M5 дозаторов 17 циклонов сухой массы, двигатель M4 вентилятора 8, двигатель M3 сушильного барабана, двигатель M12 вентилятора 27 топки. Чтобы зажечь в топке факел, необходимо вручную открыть вентиль на баллоне со сжиженным газом и кнопкой SB21 включить двигатель M11 топливного насоса. При этом блок-контакты KM11: 2 магнитного пускателя включают трансформатор зажигания TV и реле выдержки времени KT. При зажженном газовом факеле оператор открывает кран топлива, в результате чего зажигается основной факел. После этого замыкается контакт датчика VL контроля пламени. В случае безуспешного розжига топки (нет пламени) реле KT при помощи реле KV2 отключает с выдержкой времени двигатель МП топливного насоса и трансформатор зажигания TV.

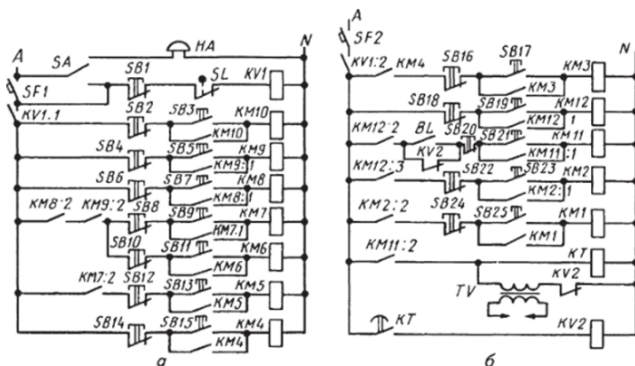


Рис. 4.3. Принципиальные электрические схемы управления механизмами подачи сырья (а) и процессом сушки (б) в агрегате АВМ-1,5

При успешном розжиге через некоторое время, когда топка прогреется, включают двигатели М2 и М1 конвейеров подачи сырой массы в топку. Для экстренного отключения всех механизмов нажимают кнопку SB1. Автоматически они отключаются датчиком предельного уровня SL травяной муки в циклоне-охладителе 12. В нормальных условиях агрегат останавливают в обратной последовательности кнопками SB24, SB22, SB20, SB16...SB2. Двигатели М12 и М4 вентиляторов топки и циклона 7 оставляют включенными до полного остывания топки, а затем отключают кнопками SB 18 и SB 14.

2. Технологическая и принципиальная схемы управления температурой топлива и теплоносителя

Процесс сушки пока автоматизирован частично и ограничивается только управлением температурой. Температуру теплоносителя на входе регулируют по температуре газов на выходе из циклона 7 изменением подачи топлива к форсунке. При увеличении температуры газов переключаются контакты датчика температуры ВК (рис. 4.4), которые включают реле KV2 и электромагнит УА вентиля 1, установленного на обратном трубопроводе. Вентиль 1 открывается и часть топлива, засасываясь насосом 2 через вентиль обратно, не попадает в форсунку 3. Интенсивность горения уменьшается, и температура снижается до минимального значения, при котором контакты термодатчика ВК возвращаются в исходное положение и при помощи реле KV1 отключают электромагнит УА через реле KV2. Теперь все топливо проходит через форсунку. Температура увеличивается. Из-за инерци-

онности термодатчика и транспортного запаздывания часто наблюдается пересушивание травяной муки, что резко снижает ее кормовые показатели. Вследствие этого необходимо создать работоспособную систему управления не только температурой, но и влажностью травяной муки на выходе.

Температура топлива, подаваемого насосом в топку, поддерживается на уровне 75°C при помощи контактного термодатчика SK, управляющего электромагнитным пускателем KM электронагревателя EK. Давление топлива перед форсункой контролируется манометром P. Схемы управления имеют световую сигнализацию о работе всех механизмов и общую аварийную звуковую сигнализацию.

Схема управления агрегатами типа АВМ, работающими на газе, выполняется аналогично, но с учетом особенностей розжига и контроля факела теплогенератора, сжигающего топливо этого вида, а также наличия устройства связи между количеством подаваемого топлива и частотой вращения регулируемого электропривода конвейера.

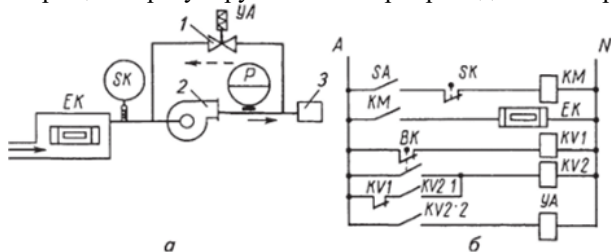


Рис. 4.4. Технологическая (а) и принципиальная (б) схемы управления температурой топлива и теплоносителя: 1 — вентиль; 2 — насос; 3 — форсунка

Контрольные вопросы:

1. Как работает принципиальная электрическая схема управления механизмами подачи сырья и процессом сушки в агрегате АВМ-1,5?
2. Как управлять температурой топлива и теплоносителя?
3. Что обозначается буквами НА на принципиальной электрической схеме управления механизмами подачи сырья в агрегате АВМ-1,5?
4. Что обозначается буквами SB на принципиальной электрической схеме управления механизмами подачи сырья и процессом сушки в агрегате АВМ-1,5?

Тема 4.3. Автоматизация процесса гранулирования. Технологическая схема ОГМ

1. Технологические основы автоматизации гранулирования и брикетирования кормов

Гранулирование травяной муки и брикетирование кормов обеспечивают большую сохранность питательных веществ в зеленых кормах искусственной сушки, а также уменьшают затраты труда и потери корма при его хранении, транспортировании и раздаче.

Гранулированию подлежит витаминная мука, брикетированию — высушенная травяная резка. Полнораціонный корм в гранулированном виде должен содержать весь комплекс питательных веществ, необходимых животным. Вырабатываются гранулы на пресс-грануляторах. Размер гранул находится в пределах 1...10мм и, так же, как и состав, зависит от вида и возрастной группы животных.

Гранулированный комбикорм в основном готовят на комбикормовых заводах, а непосредственно в хозяйствах — травяную муку.

Процесс прессования кормов состоит из трех основных операций: кондиционирования сырья, его прессования и охлаждения готовых брикетов или гранул. Кондиционирование включает операции дозирования кормов, воды, пара или связывающих веществ (мелассы, жиров) и смешивание их между собой с целью повышения прочности брикетов или гранул и равномерного распределения в них исходного сырья.

В процессе прессования в специальных матрицах исходный материал разогревается. После выхода готовых брикетов или гранул из пресса их охлаждают, чтобы привести в тепловое равновесие с окружающей средой и снять внутренние остаточные механические напряжения.

Для гранулирования кормов используют смесители-грануляторы СНГ-300 «Корм» производительностью до 100 т в сутки, грануляторы типа ОГМ производительностью 0,8...10т/ч и оборудование для производства амидно-концентратных добавок АКД (75 % комбикорма, 20 % карбамида, 5 % бентонита натрия) производительностью до 20 т в смену.

Пресс-гранулятор ОГМ-0,8 входит в комплект «Витагама-1» и состоит из шнекового дозатора, снабженного вариатором скоростей, кулачкового смесителя, прессующего устройства, охлаждающе-сортировочного устройства, электродвигателей и механизма передач. ТП гранулирования кормов на прессе-грануляторе ОГМ-0,8 происходит в такой последовательности. Травяная мука, подаваемая дозатором

в смеситель, сдабривается мелассой, водой или обрабатывается паром (рис. 4.5). Увлажненная масса поступает в прессующее устройство, где продавливается через отверстия матрицы в виде спрессованных палочек и отрезается неподвижными ножами на заданную длину. Горячие гранулы поступают в воздушный охладитель, где сушатся в потоке воздуха, выносящем из массы мелкие частицы.

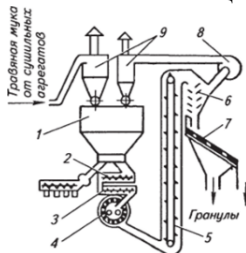


Рис. 4.5. Технологическая схема гранулирования кормов: 1—бункер для травяной муки; 2—шнековый дозатор; 3—смеситель; 4—пресс; 5—нория; 6—воздушный охладитель гранул; 7—решетчатая сортировка; 8—вентилятор; 9—циклон.

Гранулы из охладителя поступают на сортировку, через решетку которой просеивается мелкая крошка, отсасываемая вентилятором в циклон и направляемая на повторное гранулирование. Для обеспечения условий нормального хранения влажность готовых гранул должна быть не более 14,5 %.

При эксплуатации ОГМ-0,8 особенно важна регулировка зазора (0,2...0,5 мм) между прессующими вальцами и матрицей. Регулировку осуществляют рычагом эксцентриковой оси, на которой установлены прессующие вальцы. Длину гранул изменяют, перемещая ножи относительно матрицы. Регулируют также осевые зазоры подшипников валов с помощью регулировочных прокладок или стопорных гаек главного вала и осей вальцов.

Наиболее совершенное оборудование прессования кормов — ОПК-2 производительностью 2т/ч. Оборудование универсально, т. Е. позволяет гранулировать и брикетировать комбикорма и травяную муку, сечку травы и кормовые смеси. Технологическая схема прессования кормов с помощью оборудования ОПК-2 показана на рисунке 4.6.

Гранулируемый корм горизонтальным 2 и вертикальным 23 шнеками загружается в накопительный бункер 4, из которого дозатором 3 выводится в смеситель-питатель 22 пресса 20. Одновременно в корм вводится вода или пар.

Увлажненный корм непрерывно вводится в пресс 20 и продавливается в радиальные отверстия кольцевой неподвижной матрицы, формируя гранулы. Выдавливаемые гранулы обламываются и транспортируются ленточным транспортером 19 и норией 18 через камеру предварительного сортирования 14 в охладительную колонку 15, где они охлаждаются воздухом, засасываемым вентилятором 11. По мере накопления в охладительной колонке 75 гранулы перемещаются вибровыгрузателем 17 через камеру окончательного сортирования 16 на затаривание.

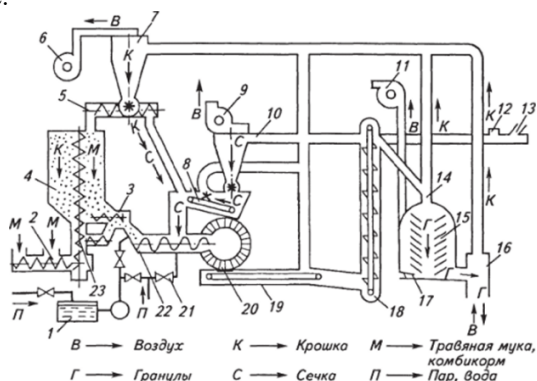


Рис. 4.6. Технологическая схема прессования кормов оборудованием ОПК-2: 1— бак; 2—горизонтальный шнек; 3— дозатор; 4— накопительный бункер; 5, 8— транспортеры; 6, 9, 11— вентиляторы; 7, 10— циклоны; 12— шлюзовой затвор; 13— заборник; 14— камера предварительного сортирования; 15—охлаждающая колонка; 16— камера окончательного сортирования; 17— вибровыгрузатель; 18— нория; 19— ленточный транспортер; 20— пресс; 21— паропровод; 22— смеситель-питатель; 23— вертикальный шнек.

Крошка и несгранулированный корм в камерах 14 и 16 отделяются от гранул воздушным потоком, создаваемым вентилятором 6, и через циклон 7 возвращаются транспортером 5 в бункер 4.

При брикетировании корма травяная сечка из сушильного агрегата засасывается вентилятором 9 через заборник 13 и накапливается в циклоне 10, а затем через шлюзовой затвор подается транспортером 8 в смеситель-питатель 22. В этом случае вода вводится в выгрузную горловину транспортера 8. Через шлюзовой затвор 12 в травяной корм можно добавлять соломенную сечку.

При брикетировании кормовых смесей комбикорм в пресс по-

дается транспортером 2, травяная сечка и соломенная сечка — транспортером 8.

Контрольные вопросы:

1. Что обеспечивает гранулирование травяной муки и брикетирование кормов?
2. Что подлежит гранулированию?
3. Из чего состоит процесс прессования кормов?
4. Что используют для гранулирования кормов?
5. Принцип работы технологической схемы прессования кормов оборудованием ОПК-2?

Тема 4.4. Принципиальная электрическая схема ОГМ

1. Управление электроприводами оборудования для прессования кормов

В электрической схеме управления оборудованием ОПК-2 предусмотрены включение и отключение 16 асинхронных электродвигателей, их защита и сигнализация о нормальных и аварийных режимах. Для облегчения пуска двигателя М15 (рис. 4.7) пресса (мощность двигателя 90 кВт) предусмотрено его переключение со схемы «звезда» на схему «треугольник». Суммарная мощность остальных пятнадцати двигателей не превышает 50 кВт. Электродвигатели подключаются к сети автоматами QF1...QF15; цепи управления защищены автоматами SF16 и SF17.

Пуск и остановку электроприводов осуществляет оператор при помощи постов SB1...SB20. Для экстренного отключения всего оборудования предназначена кнопка SB.

Режим работы выбирают при помощи переключателя SA2: в положении 1 «Смеси» работают все электродвигатели и брикетируют кормовые смеси; в положении 2 «Сечка» брикетируют травяную муку или комбикорм. Этим же переключателем схему переводят в режим наладки (на рисунке 2 цепи переключения, используемые при наладке, а также цепи сигнализации не показаны).

Переключателем SA1 устанавливают вид увлажнения при прессовании корма: положение 1 — «Вода», 2 — «Пар». Тумблером S и реле KV2 включают вторичные цепи. Переключателями SA4 и SA6 устанавливают ручной или автоматический режимы работы соответственно вибровыгрузателя 17 спрессованного корма и вентиля УАЗ, подающего воду на увлажнение корма до 17 %.

Уровень исходного сырья в бункере 4 и готового корма в охладителе 15 контролируется бесконтактными датчиками SL3...SL6 (конечные выключатели типа ББК-24), уровень воды в баке для увлажнения электродными датчиками верхнего SL1 и нижнего SL2 уровня.

Пуск и останов ОПК-2 оператор осуществляет в последовательности, показанной на временной диаграмме рисунка 4.8. Перед пуском включают все автоматы, переключателем SA выбирают заданный режим работы отдельных узлов. А затем кнопочными постами поочередно включают агрегаты. Например, при гранулировании корма ставят: SA3 — в положение 3 «Мука», SA1 — в положение 1 «Вода», SA4 и SA6 — в положение А, SA5 — в положение В, соответствующее транспортированию крошки транспортером 5 в бункер 4. Тумблером S включают реле KV2, которое запитывает остальные цепи управления и сигнализации. При этом открывается электромагнитный вентиль воды УА3. Затем кнопками SB4, SB2, SB 14, SB20, SB 16, SB8, и SB 10 последовательно включают соответственно вертикальный шнек бункера 4, шнек загрузки 2, норию 18 и транспортер брикетов 19, пресс 20, дозатор 3, вентилятор 11 охладителя. Электродвигатель M15 прессы при помощи реле выдержки времени КТ вначале магнитным пускателем KM16 включается по схеме «звезда», а затем магнитным пускателем KM 17 переключается на схему «треугольник». Блок- контактами KM 17:3 включается магнитный пускатель KM 14 электропривода обламывателя гранул. После пуска при помощи заслонки дозатора 3 и вентиля воды вручную устанавливают по амперметру А номинальную загрузку прессы 20.

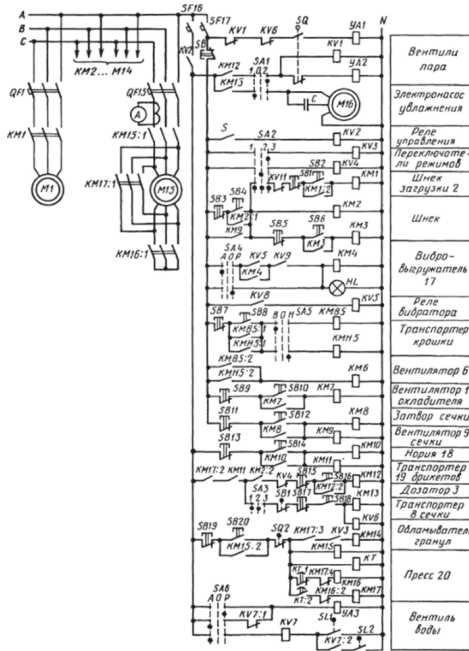


Рис. 4.7. Принципиальная электрическая схема управления оборудованием ОПК-2

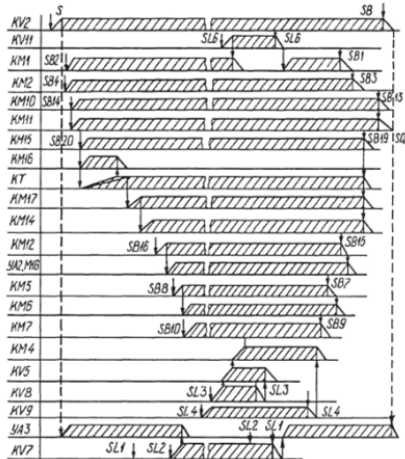


Рис. 4.8. Временная диаграмма работы оборудования ОПК-2.

Если по каким-то причинам уровень сырья в бункере 4 превышает заданное значение, то срабатывает датчик уровня SL6 и включает реле KV11, которое отключает шнек загрузки 2. При снижении уровня этот же датчик выдает импульс на повторное включение шнека 2.

При заполнении гранулами охладителя срабатывают датчики уровня гранул: вначале SL4, а затем SL3. Последний через реле KV8 и KV5 включает привод вибровыгрузателя 17. Разгрузка гранул вибратором продолжается до снижения уровня гранул, при котором датчик SL4 через реле KV9 отключает вибратор. Уровень воды на баке поддерживается при помощи электродных датчиков SL1 и SL2, реле KV7 и электромагнитного вентиля УАЗ.

Отключают оборудование после закрытия вручную заслонки дозатора 3 и вентиля увлажнителя. Кнопками SB9, SB7, SB15, SB1, SB3, SB 19, SB13 последовательно отключают соответственно вентилятор охладителя, транспортер крошки и вентилятор сортировки, дозатор, шнек загрузки, шнек бункера, пресс, норию.

При брикетировании травяной сечки или кормосмеси упомянутыми выше переключателями выбирают соответствующий режим и кнопками управления включают агрегаты в следующем порядке: шнек бункера 4, шнек загрузки 2, норья 18, пресс 20, транспортер сечки 8, затвор и вентилятор 9 сечки, затвор соломы 12, транспортер крошки, вентиляторы 6 сортировки и 11 охладителя. Электродвигатель M15 соединен с прессом через предохранительную муфту со штифтами, которые при попадании твердых предметов в пресс срезаются. При этом срабатывает конечный выключатель SQ2 и отключает электропривод прессы. Если смеситель-питатель 22 забивается сечкой, то от давления сечки срабатывает конечный выключатель SQ1 и отключает транспортер 8.

Контрольные вопросы:

1. Как работает принципиальная схема управления оборудованием ОПК-2?
2. Что обозначается буквами М на принципиальной электрической схеме управления оборудованием ОПК-2?
3. Что обозначается буквами SA на принципиальной электрической схеме управления оборудованием ОПК-2 и для чего оно нужно?
4. Что обозначается буквами QF на принципиальной электрической схеме управления оборудованием ОПК-2 и для чего оно нужно?

Тема 4.5. Технологические основы дозирования и смешивания кормов

1. Технология дозирования кормов

Под дозированием понимается процесс отмеривания или отвешивания заданного количества материала с требуемой точностью. Степень точности обусловлена зоотехническими и технологическими требованиями, а также экономически обоснованы.

Допустимые отклонения при дозировании по отношению к массе компонента для КРС, свиней и овец составляют: грубого корма, силоса, зеленой массы $\pm 10\%$, корнеклубнеплодов $\pm 15\%$; комбикорма и концентрированных кормов $\pm 5\%$, кормовых дрожжей $\pm 2,5\%$, питательных растворов и минеральных добавок $\pm 5\%$.

Различают два способа дозирования материалов – объемное и массовое. При использовании первого способа порции отмеривают, а при использовании второго – отвешивают. Иногда применяют комбинированное объемно-массовое дозирование, при котором сначала отмеривают порцию, а затем ее массу доводят до заданной на весовом устройстве.

По характеру протекания процесса дозирование может быть порционным или непрерывным. Выбор способа дозирования зависит от требуемой точности, на которую влияют физико-механические свойства материалов: объемная масса, влажность, углы естественного откоса, обрушения и другое.

2. Дозирующие устройства

Устройства, предназначенные для отмеривания или отвешивания, а также выдачи заданных доз, называют дозаторами.

Дозаторы, в зависимости от способа дозирования делят на объемные и массовые.

По назначению различают дозаторы для сыпучих, влажных, рассыпных и жидких кормов.

На практике наибольшее распространение получили, ленточные, барабанные, шнековые, тарельчатые, секторные и массовые дозаторы для дозирования концентрированных кормов и белково-витаминных добавок. Дозаторы для стебельных кормов чаще всего выполнены в виде транспортеров с отбойными битерами и служат для приема, накопления и дозированной выдачи кормов.

Ленточные дозаторы непрерывного действия могут быть как объемного, так и массового дозирования. У дозаторов объемного дозирования бункер 1 (рис. 4.9) снабжен задвижкой. Ленточный транспортер 3 установлен под бункером. При открытой задвижке корм из бункера непрерывным потоком отводится ленточным транспортером. Если под лентой установлен датчик массы 4, связанный тягой с балансиром 5, а последний, в свою очередь, с механизмом 2 управления задвижкой, то такой дозатор относится к дозаторам массового непрерывного действия.

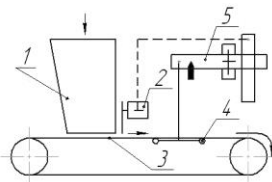


Рис. 4.9. Ленточный дозатор.

При изменении массы корма на ленте сигналы датчика передаются на механизм управления заслонкой, который, перемещая ее, обеспечивает выдачу заданной балансиrom массы корма.

Производительность ленточного транспортера можно регулировать изменением высоты слоя корма на ленте и скорости ее движения.

Производительность барабанного дозатора регулируют изменением частоты вращения барабана, длины его рабочей части и объема желобков, если образующие их лопасти сделаны подвижными.

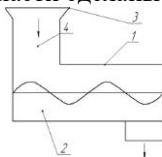


Рис. 4.10. Шнековый дозатор.

Шнековые дозаторы могут быть с одним или несколькими шнеками. Например, дозатор для корнеклубнеплодов ДС-15 из комплекта оборудования кормоцеха КЦК-5 снабжен шестью шнеками.

Шнековый дозатор состоит из корпуса с загрузочным верхним и выгрузным нижним окнами и шнека 2. Над загрузочным окном установлен приемный бункер 3 с заслонкой 4.

При необходимости шнековые дозаторы снабжают ворошилками, расположенными в приемных бункерах, и сепаратором

для извлечения металломагнитных примесей, размещенными на выходе из шнека.

Производительность шнековых дозаторов регулируют изменением частоты вращения шнеков. Для этого чаще всего применяют храповые механизмы или клиноременные передачи.

У многошнековых дозаторов производительность регулируется включением в работу одного или несколько шнеков с помощью электромагнитных муфт.

3. Теория процесса дозирования

В общем случае процесс непрерывного поточного дозирования состоит в обеспечении выдачи через отверстия непрерывным потоком с определенной скоростью некоторого количества материала. При этом контролируются и регистрируются текущие значения расхода, а также интегрируются значения по времени с целью учета количества выданного материала.

При объемном непрерывном дозировании основным показателем работы дозатора служит его объемный расход, $\text{м}^3/\text{с}$:

$$Q_v = S \cdot V, \quad (4.1)$$

где S - площадь сечения проходного отверстия, м^2 ;

V - средняя скорость истечения материала через проходное сечение, $\text{м}/\text{с}$.

Из этой формулы видно, что расход дозатора регулируют тремя способами: изменением S , V или комбинированно, то есть одновременным изменением S и V .

Изменение расхода дозаторов порционного действия может быть достигнуто или за счет увеличения выдаваемой порции, или за счет увеличения числа порций, выдаваемых за единицу времени при сохранении размера порции.

Массовый расход дозатора, $\text{кг}/\text{с}$:

$$Q_m = S \cdot V \cdot \gamma, \quad (4.2)$$

где γ - объемная масса материала, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Применимость данного типа дозатора для заданных условий работы определяется сравнением его характеристик с зоотехническими

требованиями на точность дозирования материала, представляющую собой технологический допуск, который определяется по формуле:

$$\Delta = (Q_{\max} - Q_{\min}) / Q_{\text{ср}}, \quad (4.3)$$

где Q_{\max} , Q_{\min} и $Q_{\text{ср}}$ - соответственно максимально допустимый, минимально допустимый и средний расходы дозатора, кг/с ($\text{м}^3/\text{с}$).

Для стебельных кормов рекомендуется $\Delta \leq 0,1$.

При нормальном распределении значений погрешности дозатора значение Δ может быть выражено в долях среднего квадратического отклонения O , то есть:

$$O_{\max} = t_{\beta} \cdot O \leq \Delta, \quad (4.4)$$

где O_{\max} - наибольшая погрешность;

t_{β} - показатель достоверности при доверительной вероятности β .

При непрерывном дозировании среднее значение абсолютной погрешности:

$$\delta = \sum_{i=1}^m \frac{Q_i - Q_p}{m}, \quad (4.5)$$

где Q_i - действительный расход дозатора в i -ом измерении, $\text{м}^3/\text{с}$ (кг/с);

Q_p - расчетный расход дозатора;

m - число измерений.

Относительная погрешность дозирующего устройства может быть оценена коэффициентом вариации:

$$v = \pm \frac{100\sigma}{Q}, \quad (4.6)$$

где Q - среднее значение подачи дозатора в m пробах, $\text{м}^3/\text{с}$ (кг/с).

Расчет дозаторов.

Технологический расчет дозаторов предусматривает определение производительности (расхода) дозаторов, мощности на их привод и оценку погрешности дозирования.

Производительность ленточного дозатора, кг/ч:

$$Q=b \cdot h \cdot v \cdot \gamma \cdot \phi \cdot 3600, \quad (4.7)$$

где b и h - соответственно ширина и высота слоя корма на ленте, м;

v - скорость движения ленты, м/с;

γ - объемная масса корма, кг/м³;

ϕ - коэффициент заполнения ($\phi=0,8 \dots 0,9$).

С небольшой погрешностью мощность на привод ленточного дозатора, с заключенной в желоб лентой будет равен:

$$P=(P_1+P_2)/\eta, \quad (4.8)$$

где P_1 - мощность на перемещение корма, кВт;

P_2 - мощность на преодоление трения корма о стенки желоба, кВт;

η - к.п.д. привода.

Первая составляющая мощности, кВт:

$$P_1=9,81 \cdot (m_k+m_l) \cdot f \cdot v \quad (\text{кг} \cdot \text{м}/\text{с}), \quad (4.9)$$

где m_k и m_l - соответственно масса корма и ленты, кг;

f - коэффициент трения ленты о настил.

Вторая составляющая мощности, кВт:

$$P_2 = 9,81 \cdot l \cdot b \cdot \frac{n}{2} \cdot \gamma \cdot f_6 \cdot v, \quad (4.10)$$

где l - длина бортов, м;

f_6 - коэффициент трения корма о борт желоба.

Производительность барабанного дозатора, кг/ч:

$$Q=60 \cdot F_{ж} \cdot l \cdot z \cdot n \cdot \gamma \cdot \phi, \quad (4.11)$$

где $F_{ж}$ - площадь поперечного сечения одного желобка, м²;

l - длина рабочей части желобка, м;

z - число желобков;

n - частота вращения барабана, мин⁻¹;

$\phi=0,8 \dots 0,9$.

Мощность, необходимая на привод барабанного дозатора, определяется в основном трением корма, который захватывается барабаном, о вышележащие его слои.

Сила трения, возникающая при этом, Н:

$$F_{\text{тр}} = f_b \cdot P \cdot S_b, \quad (4.12)$$

где f_b - коэффициент внутреннего трения корма;
 P - давление корма на поверхность барабана, Па;
 S_b - площадь поперечного сечения горловины бункера над барабаном, м^2 .

Мощность двигателя, необходимая для привода дозатора, кВт:

$$P = \frac{f_b \cdot F_{\text{тр}} \cdot S_b \cdot v}{100 \cdot \eta}, \quad (4.13)$$

где v - окружная скорость барабана, м/с;

η - к.п.д. передачи.

Производительность шнекового дозатора, кг/ч:

$$Q = 15 \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot S \cdot n \cdot \gamma \cdot \phi, \quad (4.14)$$

где D и d - соответственно диаметры шнека и его вала, м;

S - шаг винта шнека, м;

n - частота вращения шнека, мин^{-1} ;

$\phi = 0,8 \dots 1$.

Мощность двигателя, необходимая для привода шнека, кВт:

$$P = 10^4 \cdot Q_c \cdot L \cdot k / \eta, \quad (4.15)$$

где Q_c - секундная подача шнека, кг/с;

L - длина шнека, м;

k - коэффициент, учитывающий наклон шнека и сопротивление перемещению корма в корпусе дозатора ($k = 1,5 \dots 3$).

Контрольные вопросы:

1. Что понимают под дозированием?
2. Какие два способа дозирования материалов различают?
3. Как различают дозаторы по назначению?
4. Какое устройство ленточного дозатора?
5. Какое устройство шнекового дозатора?

Тема 4.6. Автоматизация дозирования кормосмесей

1. Способы дозирования кормов

Важным фактором повышения качества кормов и их рационального использования является автоматизация процесса дозирования. Дозирование кормов осуществляется в специальных устройствах, называемых дозаторами, которые классифицируют прежде всего по назначению: для сыпучих кормов, корнеклубнеплодов, грубых и сочных стельчатых кормов, жидких кормов, добавок и кормовых смесей.

Способ дозирования может быть массовым или объемным, порционным или непрерывным. При массовом порционном дозировании можно точно составить рецепт рациона, и поэтому его применяют в линиях по приготвлению премиксов, белково-витаминных добавок и комбикормов. Массовое непрерывное дозирование менее точное, чем объемное, и поэтому его применяют реже.

Объемное непрерывное дозирование применяют в линиях по переработке кормов, при загрузке измельчителей в кормоцехах и составлении простых и полнорационных кормовых смесей.

Объемное полнорационное дозирование применяют в линиях по производству комбикормов.

2. Функциональные схемы дозаторов для объемного и весового дозирования кормов

По конструкции различают объемные и массовые дозаторы. По характеру работы они могут быть порционного или периодического действия. Непрерывное дозирование осуществляют ленточные, барабанные, вибрационные и шнековые дозаторы. Порционные дозаторы объемного дозирования имеют тарированные емкости. Для массового дозирования в простейшем случае используют обычные весы, а в комбикормовом производстве — специальные весы-дозаторы.

Основное требование к дозаторам — соблюдение заданной точности отмеривания или взвешивания. На рисунке 4.11 показаны наиболее распространенные схемы дозаторов.

Барабанный дозатор служит для дозирования основных сыпучих компонентов комбикорма. Его ячеистый барабан составлен из шести смещенных по винтовой линии секций, размещенных на общем валу. Вал барабана приводится в действие с помощью кривошипно-кулисного механизма. Вращающийся вал привода посредством систе-

мы рычагов и тяг приводит в движение шатуны, оборудованные собачками. Собачки поочередно входят в зацепление с храповым колесом вала барабана и вращают его. Производительность дозатора можно регулировать, переставляя каретку и тем самым изменяя амплитуду колебаний шатунов, закрепленных на общем валу.

Дозаторы можно устанавливать отдельно или в системе группового привода. Отдельные дозаторы отключаются при выводе собачек из зацепления с храповым механизмом.

Тарельчатые дозаторы (рис. 4.11, е) имеют рабочий орган в виде диска 12, с которого продукт при вращении диска снимается скребком 13. Производительность дозатора регулируют, перемещая манжету 14 на выходной горловине бункера или изменяя количество сыпучего продукта.

Производительность такого дозатора зависит от частоты вращения диска и глубины погружения скребка в слой продукта.

Шнековые дозаторы (рис. 4.11, в) применяют для дозирования сыпучих продуктов в тех случаях, когда дробящее воздействие шнека на продукт можно не учитывать. Производительность этих дозаторов регулируют, изменяя частоту вращения шнека или положение заслонки подачи. Производительность шнекового дозатора определяют по формуле оценки производительности шнекового транспортера.

Вибрационные дозаторы имеют лоток, приводимый в колебательное движение от вибродвигателя, эксцентрикового колебательного механизма или другого привода (пневмопривода и др.). Для жидких кормов и добавок можно применять расходомеры с насосами.

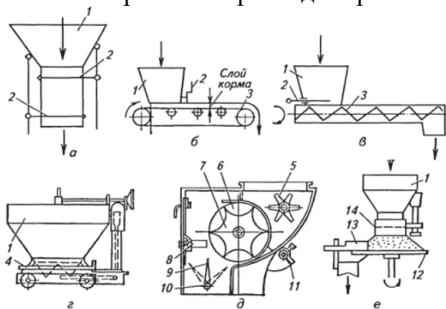


Рис. 4.11. Схемы дозаторов: а — объемного порционного; б — ленточного объемного; в — шнекового объемного; г — массового; д — барабанного объемного (ДП-1); е — тарельчатого; 1 — бункер; 2 — заслонка; 2 — транспортер-дозатор; 4 — платформа весов; 5 — побудитель подачи; 6 — секции дозатора; 7 — ячеистая катушка; 8 — магниты; 9 —

перекидной клапан; 10— ось клапана; 11— вал привода дозатора; 12 — диск; 13 — скребки; 14 — манжета.

Особенность дозирования жидких компонентов — необходимость предварительного подогрева из-за их высокой вязкости. Исходя из этого, в устройствах для ввода жидких компонентов предусмотрено два отдельных контура управления: разогревом и дозированием. Контур управления разогревом не имеет существенных особенностей связанных с характеристиками нагреваемых сред. Как правило, используют П-регулятор (иногда прямого действия), управляющий положением регулирующего клапана на линии подачи или отвода греющего теплоносителя.

Среди конструкций расходомеров вязких жидкостей следует отметить устройство для дозирования кормового жира. Поток вязкой жидкости, пройдя через фильтр и обогреваемый пневматический клапан, поступает в измерительную камеру, где находится специальный ротор, приводимый во вращение потоком жидкости. Количество прошедшей через камеру жидкости определяется частотой вращения ротора, каждый оборот которого сопровождается отсекаем определенного объема жидкости, заключенной между ротором и корпусом измерительной камеры. Частоту вращения ротора измеряют частотно-индукционным преобразователем, сигнал которого масштабируется и подается на указатель текущего расхода, интегрирующий блок, измеряющий количество прошедшего через прибор компонента комбикорма, и на задатчик дозы, с помощью которого оператор задает требуемое количество жидкости. Процесс дозирования может быть так же повторен простым нажатием кнопки «Пуск».

Для измерения расхода электропроводящей жидкости можно использовать индукционный расходомер. Основой конструкции этого прибора является отрезок трубы из немагнитного материала, помещенный в магнитное поле. При протекании в трубе электропроводящей жидкости создается ЭДС, пропорциональная средней скорости v движения потока:

$$E = B \cdot v \cdot l, \quad (4.16)$$

где B — магнитная индукция поля, Тл;

l — длина участка трубопровода, находящаяся в магнитном поле, м.

Наводимую в потоке ЭДС измеряют при помощи двух элек-

тродов, монтируемых на внутренней поверхности трубы в плоскости нейтрали магнитного поля. Расход жидкости рассчитывают с точностью до 1,5% по известным плотности, скорости движения и диаметру трубопровода на специальном вычислительном устройстве.

Один из жидких компонентов комбикорма — меласса. Установка для ее ввода в комбикорм состоит из подогревателя, насоса, индукционного расходомера, дозатора и разбрызгивателя. При работе установки поплавковый регулятор поддерживает постоянный уровень мелассы в нагревательном баке и, что особенно важно, дозирует ее пропорционально расходу комбикорма, так как валы насоса-дозатора мелассы и шнекового питателя-смесителя комбикорма имеют общий привод. При этом конструкция насоса-дозатора предусматривает возможность ручного регулирования его производительности, а автоматическая блокировка — автоматический останов при опорожнении нагревательного бака мелассы или бункера-смесителя комбикормов.

В случае переполнения нагревательного бака насос, подающий в него мелассу, останавливается и через некоторое время реверсируется. С этого момента начинается откачка мелассы, заполняющей трубопровод, назад в хранилище. Последняя операция необходима для исключения кристаллизации неподвижного продукта в трубах.

3. Технологии смешивания кормов

Смешивание кормов и их компонентов — важная составляющая операция ТП кормоприготовления. Смешивание происходит в смесителях, конструкции которых должны соответствовать виду смешиваемых продуктов. По способу действия различают смесители противоточного и параллельно-поточного смешивания в соответствии с направлением подачи ингредиентов. Наиболее распространены смесители параллельно-поточного действия. По форме рабочих органов смесители могут быть шнековыми, барабанными, лопастными и др.

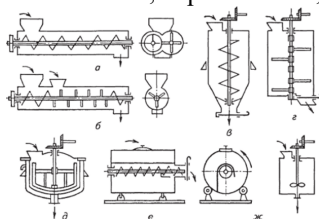


Рис. 4.12. Схемы типичных кормосмесителей: а, б — горизонтальные непрерывного действия; в — шнековый вертикальный периодического

действия; г, д — лопастные периодического действия; е — барабанный периодического действия; ж — пропеллерный для жидких смесей.

На рисунке 4.12 представлены некоторые схемы кормосмешивающих устройств. Наиболее распространен смеситель периодического действия ВШС-2, который применяют для смешивания различных кормовых компонентов, находящихся в сухом или полувлажном состоянии. Рабочий орган этого смесителя — вертикальный шнек, приводимый в движение от электродвигателя. В сложном движении под воздействием шнека продукт перемешивается до получения однородной массы.

Однородной считают смесь, в любом объеме которой содержатся все ее компоненты. Идеальной считают смесь, в любом объеме которой содержатся все ее компоненты в заданном соотношении. Получение идеальных смесей весьма сложно, поэтому в ряде случаев довольствуются только наличием всех компонентов в пробах смеси.

Двухвальный смеситель для сыпучих продуктов состоит из закрытого короба с двумя валами, на которых по винтовой линии установлены перемешивающие лопатки. Для лучшего перемешивания корма при продвижении его к окну выгрузки две лопатки ставят под углом 50° к оси вала. Третью лопатку ставят под углом 20° к оси в противоположном направлении для создания противоточного перемешивания. Производительность смесителя регулируют, изменяя угол установки лопаток.

Агрегат для приготовления заменителей молока АЗМ-0,8 состоит из смесителя-запарника, приемного бункера, шнека-питателя, лопастной мешалки, насоса-эмульгатора, бачка для жировых добавок, системы паро- и водоподводящих труб с кранами и арматурой, электродвигателей, редукторов, смонтированных на общей раме, пусковой аппаратуры и контрольно-измерительных приборов.

Смеситель-запарник выполнен в виде двухстенного бака с водяной рубашкой для охлаждения продукта. В бак наливают воду из бункера, подают шнеком мучные компоненты и смесь перемешивают. В смесь подают пар и доводят ее температуру до 90°C . Через 5...7 мин подачу пара отключают и периодически в течение часа включают мешалку. В смесь добавляют обезжиренное молоко (обрат) и пропускают охлажденную воду через водяную рубашку бака. Охлажденную до $50..60^\circ\text{C}$ смесь обогащают при помощи насоса-эмульгатора добавками растительных и животных жиров, антибиотиками и биостимуляторами. Готовый заменитель цельного молока направляют в поилки для телят.

Вместимость смесителя-запарника 800 л, продолжительность

цикла процесса приготовления заменителя цельного молока 3,5...4 ч, мощность электродвигателей шнека мешалки и насоса- эмульгатора соответственно 2,8 и 4 кВт, масса 800 кг.

4. Автоматизация смесителей кормов

Рассмотрим автоматизацию смесителей кормов на примере комплекса оборудования, включающего в себя группу массовых дозаторов разной производительности с соответствующим набором питателей и смесителей периодического действия. Питатель 2 (рис. 4.13) подает основные компоненты кормов (ячмень, кукурузу, пшеницу и др.) в центральный дозатор. Питатели 1 и 3 подают белковые компоненты (мясокостную, рыбную, травяную муку) и биологически активные вещества (микродобавки, мел, соль и т. д.) в дозаторы меньшей производительности. После открытия заслонки 4 содержимое дозаторов высыпается в смеситель 5. Комплексом массового дозирования можно управлять вручную, дистанционно и автоматически. Ручное управление в основном наладочное и осуществляется с пульта 8. Дистанционное управление осуществляется оператором с пульта 10. При этом массу каждого компонента задают вручную, после чего выбирают и включают нужный питатель. Затем, после набора дозы, включают следующий и так далее до окончания всей программы дозирования.

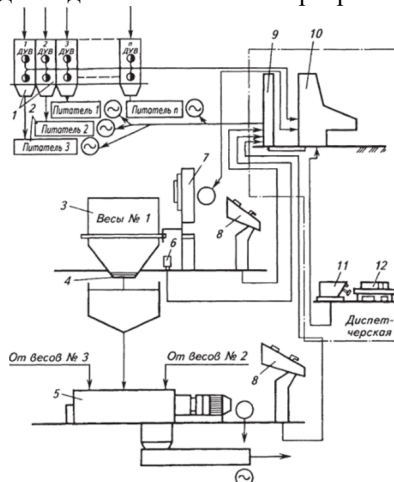


Рис. 4.13. Технологическая схема автоматизации комплекса массового дозирования и смешивания компонентов комбикормов: 1 — дозатор; 2 — питатели; 3 — весы; 4 — заслонки; 5 — смеситель; 6 — пневмопри-

вод; 7—блок управления; 8 — пульт ручного управления; 9 — блок сбора и обработки информации; 10— пульт дистанционного управления; 11 — устройство считывания программы; 12— устройство программирования

Автоматическое управление реализуется в соответствии с заложенной в специальном устройстве 11 программой. При включении дозатора в работу, согласно программе, включается на большую скорость соответствующий питатель и начинается загрузка весов 3 (масса контролируется кодирующим устройством, встроенным в головку весов). После набора 95 % заданной массы электродвигатель питателя переключается на пониженную частоту вращения (с 93 до 32 мин-1) и далее происходит точная досыпка 5 % дозы. Затем включается следующий питатель и так до окончания программы набора всех компонентов корма, после чего ковш весов опорожняется через шибер (заслонку) 4, управляемый пневмоприводом 6.

Самый сложный элемент комплекса — система управления массовым дозированием (рис. 4.14). Она включает в себя вводное устройство А, фотоэлектрический указатель 13 массы, устройство управления 6 и выходное устройство 8, объединяющее пускозащитную аппаратуру приводов питателей и смесителя.

Поясним назначение отдельных элементов системы.

Устройство 12 считывания программы (УСП) выдает в блок 1 сумматоров по проводам 0...10 код РЗ команды на набор заданной массы очередного компонента корма в виде комбинации электрических сигналов. Это же устройство вырабатывает команду на разгрузку весов для блока 4 управления.

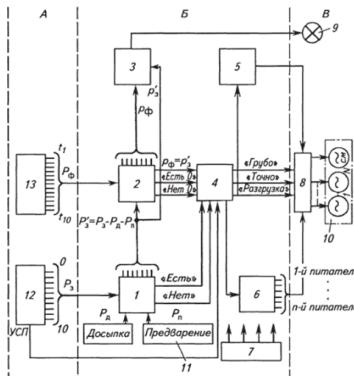


Рис. 4.14. Структурная схема управления массовым дозированием:

1 — блок сумматоров; 2—блок индикации; 3— блок контроля; 4— блок управления весами; 5—блок управления смесителем; 6 —блок выбора питателей; 7—блок питания; 8—выходное устройство; 9 — сигнальные лампы; 10— электродвигатели питателей; 11—панель управления; 12— устройство считывания программы; 13 — фотоэлектрический указатель массы

Фотоэлектрический указатель 13 массы преобразует поворот кодового диска, укрепленного на одной оси со стрелкой циферблатного указателя, в комбинацию электрических сигналов P_ϕ также в виде кода, который подается на блок 2 индикации.

Блок 1 сумматоров представляет собой электронное арифметическое устройство параллельного действия, осуществляющее операцию:

$$P'_3 = P_3 - P_d, \quad (4.17)$$

где P_d — код досыпаемой массы, задаваемый оператором с пульта. Результат операции P'_3 подается на блоки 2 индикации и 3 контроля. Блок сумматоров вырабатывает также сигналы «Грубо» и «Точно», определяемые набором тумблеров перехода каждого питателя на пониженную скорость. Тумблерами, расположенными на панели «Предварение», оператор задает поправку P_d на динамическое усилие столба компонента корма, движущегося по трубе от питателя до весов после остановки питателя. Блок 2 индикации сравнивает фактическую массу компонента — сигнал P_ϕ с заданной — сигнал P'_3 и при их равенстве выдает сигнал $P_\phi = P_3$, а также сигналы «Есть 0 шкалы» и «Нет 0 шкалы» на блок 4 управления, который формирует выходные сигналы «Грубо», «Точно», «Разгрузка», поступающие на релейную панель 8.

Блок 6 выбора питателей получает от блока 4 тактовые импульсы, обеспечивающие поочередное включение электродвигателей 10 питателей. Блок 5 управления смесителем по команде «Разгрузка» от блока управления через ту же релейную панель управляет электродвигателем смесителя. Блок 3 контроля и сигнализации служит для обнаружения сбоев в работе, индикации фактической массы и сигнализации общего состояния системы.

В усовершенствованном многокомпонентном массовом дозаторе в качестве первичных преобразователей используют силовые тензорезисторные датчики. В остальной система тензометрического дозирования аналогична рассмотренной.

Контрольные вопросы:

1. Что является важным фактором повышения качества кормов и их рационального использования?
2. Какие могут быть дозаторы по характеру работы?
3. Как различают смесители по способу действия?

Тема 4.7. Технологическая схема агрегата ОКЦ

1. Технологическая схема агрегата ОКЦ

Оборудование комбикормовых цехов (ОКЦ) предназначено для производства полнорационных рассыпных комбикормов на сельскохозяйственных предприятиях и комбикормовых заводах. В хозяйствах применяют ОКЦ трех типоразмеров производимой тельностью 15, 30 и 50 т комбикормов за смену. Оборудование сконструировано в одном или двух (ОКЦ-50) блоках: зерновом и мучном.

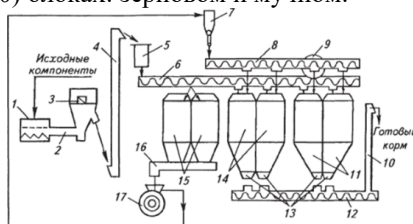


Рис. 4.15. Технологическая схема комбикормового агрегата ОКЦ-15:
1 — решетный стан; 2—загрузочная горловина; 3— смеситель; 4 — нория; 5 — магнитная колонка; 6, 8, 12— шнеки; 7—циклон; 9— щеточный барабан; 10— выгрузной шнек; 11, 14, 15—зерновые бункеры; 13 — дозаторы; 16 — дозирующий шнековый транспортер; 17— дробилка

Задача комбикормовых цехов сельскохозяйственных предприятий — максимально использовать местное сырье (фуражное зерно, травяную муку, пищевые отходы и т.д.) и белково-витаминные добавки промышленного производства.

Устройство всех ОКЦ и технология приготовления комбикормов во всех цехах аналогичны. Фуражное зерно из транспортерных средств или транспортером из зерносклада подается на решетный стан 1 (рис. 4.15), где оно очищается от крупных примесей, а затем, пройдя смеситель 3, норией 4 подается на магнитную колонку 5, в которой

очищается от металлических примесей. Далее фуражное зерно распределяется шнеком 6 по двум секциям зернового бункера 15, а затем дозирующим шнековым транспортером 16 направляется на измельчение в дробилку 17.

Зерновая дерть воздушным потоком дробилки 17 направляется по трубопроводу через циклон 7 в шнек 8, в котором установлено просеивающее устройство. На валу шнека закреплен щеточный барабан 9, а на нижней части кожуха шнека — решето. Просеивающее устройство разделяет дерть на две мучные фракции: мелкую, проходящую через решето в правую секцию бункера 11, и крупную, направляющуюся сходом с решета в левую секцию бункера 11.

Белково-витаминные добавки (БВД) загружают в смеситель 3 через загрузочную горловину 2 и тем же путем подают в бункер 11 или 14. Зерновые компоненты БД В из бункеров 11 и 14 выгружаются дозаторами 13, которые установлены в нижней части каждой секции бункера. Дозаторы 13 выдают компоненты в шнек 12 в заданной рецептурной пропорции. Шнеки 12 и 10 непрерывно смешивают компоненты и передают готовый комбикорм на склад или в транспортные средства. Оператор в соответствии с заданной рецептурой комбикорма настраивает дозаторы 13 на необходимую выдачу компонента, поворачивая специальный лимб храпового механизма привода и тем самым изменяя частоту вращения дозатора от 0,24 до 17,7 мин⁻¹.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен агрегат ОКЦ-15?
2. Для чего нужен решетный стан?
3. Что происходит с зерновой дертью?
4. Куда загружаются белково-витаминные добавки?

Тема 4.8. Принципиальная эл. схема ОКЦ

1. Принципиальная электрическая схема ОКЦ

Дистанционное управление работой оборудования осуществляют с помощью схемы, показанной на рисунке 4.16. Автоматически включателями QF5... QF9 и QF10 на схему подают напряжение. Переключатель SA1 имеет три положения: Р— «Работа», О — «Отключено», Н— «Режим наладки». Оборудование пускают в работу в следующем порядке. Устанавливают переключатель SA1 в положение

Р. Кнопкой SL24 подают предупредительный сигнал НА о начале пуска машин. Кнопками SB1, SB3, SB5 последовательно включают: магнитный пускатель KM2 электропривода М2 (2,2 кВт) нории 4 и шнека 3, пускатель KM4 электропривода М4 (1,1 кВт) решетного стана 1.

При работе включенных машин зерновой фураж загружается в бункер 15, а в случае необходимости в бункер 11 и 14.

Перед пуском дробилки кнопкой 7 включают электропривод М5 (2,2 кВт) шнека 8, а затем кнопками SB9 и SB11 включают электропривод М1 (30 кВт) дробилки 17 и электропривод М6 (0,8 кВт) дозатора 16. Загрузку дробилки контролируют по показаниям амперметра РА.

Смешивание исходных компонентов и выгрузка готового комбикорма происходят при включении кнопками SB 13 и SB 15 электропривода М7 (3 кВт) вертикального шнека 12. Электроприводами М9 и М10 (по 2,2 кВт) дозаторов 13 выгрузки компонентов в шнек 12 управляют кнопками SB7...SB20. Электроприводами МП к М12 (по 0,27 кВт) задвижек бункера и смесителя 3 управляют кнопками SB21...SB23. В крайних конечных положениях задвижек магнитные пускатели KM 11...KM 14 отключаются конечными выключателями SQ1 и SQ2. В схеме предусмотрены блокировки, исключающие возможность завалов материала при пуске и остановке машин. Все секции бункеров оборудованы датчиками нижнего SL1...SL6 и верхнего SL7...SL12 уровней. Сигнальные лампы HL1...HL6 горят при наличии материала в бункерах. При снижении его уровня в бункере до предельного значения переключается один датчик из SL1...SL6 на звуковой сигнал НА и загорается соответствующая сигнальная лампа HL11...HL16. При достижении в бункере уровня предельного верхнего значения срабатывает один из датчиков SL7...SL12, который включает звуковой сигнал НА и соответствующую сигнальную лампу HL17...HL22. Звуковой сигнал отключают тумблерами S1...S12. В экстренных случаях все машины останавливают кнопкой SB.

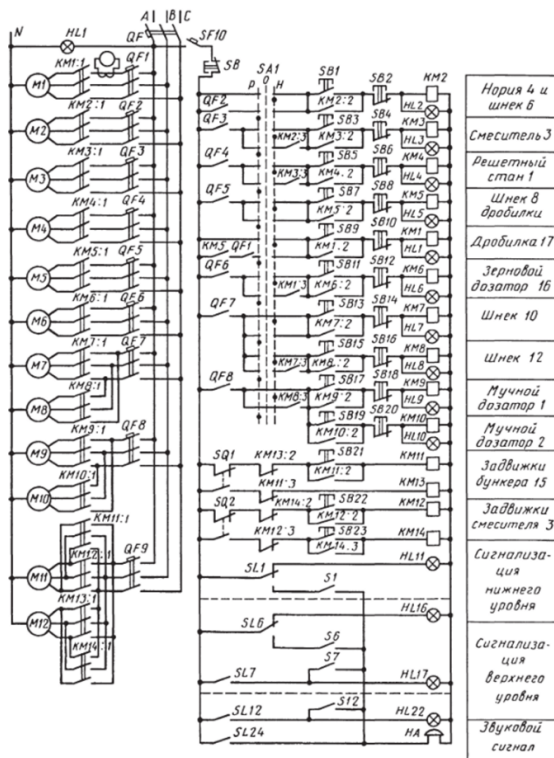


Рис. 4.16. Принципиальная электрическая схема управления электрооборудованием комбикормового цеха ОКЦ-15: 1 — решетчатый стан; 2—загрузочная горловина; 3— смеситель; 4 — нория; 5 — магнитная колонка; 6, 8, 12— шнеки; 7—циклон; 9— щеточный барабан; 10— выгрузной шнек; 11, 14, 15—зерновые бункеры; 13 — дозаторы; 16 — дозирующий шнековый транспортер; 17—дробилка.

Контрольные вопросы:

1. Что обозначает режим О на схеме?
2. Что обозначается на схеме буквой SA?
3. Что обозначается на схеме HL?
4. Какой кнопкой все машины останавливают в экстренных случаях?
5. Что обозначается на схеме М?

Тема 4.9. Анализ автоматизации бункера БВ-25

1. Автоматизация бункера БВ-25

Активное вентилирование — продувание массы зерна холодным или подогретым воздухом — наиболее эффективный прием временного хранения (консервирования) влажного зерна. Активное вентилирование, кроме консервации, предупреждает самосогревание, охлаждает и подсушивает зерновые насыпи. Круглосуточное вентилирование необходимо, если влажность зерна выше 20 %, а относительная влажность воздуха не превышает 90 %. В дождливую погоду проводят периодическое вентилирование зерна подогретым воздухом в течение 1,5 ч через 4-5 ч.

В основе сушки вентилированием лежит зависимость так называемой равновесной влажности зерна от относительной влажности воздуха. Из-за гигроскопических свойств зерно увлажняется при относительной влажности воздуха выше равновесной и подсушивается при влажности воздуха ниже равновесной. Для уменьшения относительной влажности воздуха его подогревают, на каждый 1 °С нагрева воздуха его относительная влажность снижается примерно на 5 %. Обычно воздух при сушке подогревают на 10...12 °С.

Для активного вентилирования используют бункеры БВ-12,5, БВ-25, БВ-50 вместимостью соответственно 12,5, 25 и 50 т. Вентилируемый бункер имеет цилиндрическую форму и выполняется из штампованных перфорированных секций. Внутри бункера находится воздухо-распределительная труба. Несколько бункеров объединяют в группы. Зерно с помощью норрии засыпают между внутренним и внешним цилиндрами. Чтобы обеспечивалось радиальное и вертикальное воздухо-распределение, используется поршень-заглушка, устанавливаемый лебедкой на уровне зерна. Вентилятор прогоняет воздух через калорифер и подает его в массу зерна. Разгружается бункер самотеком через люк.

Автоматизация бункеров активного вентилирования зерна предусматривает автоматическое управление загрузкой бункеров, воздухо-распределением в бункере, температурой и влажностью зерна и продуваемого воздуха (рис. 4.17).

В автоматическом режиме система воздухо-распределения работает следующим образом. При включении привода М1 норрии подается питание на привод М2 лебедки на подъем заглушки. Заглушка передвигается вверх, пока не разомкнутся контакты конечного выключателя LS (SQ1).

При загрузке бункера до уровня LS (SL1) нория M1 отключается и подается сигнал на включение привода лебедки M2, который опускает заглушку вниз, пока датчик положения LS (SQ2) не коснется зерна и, разомкнув свои контакты SQ2, не отключит привод лебедки. Влагомер MS (SM2) контролирует влажность выносимого из бункера воздуха (она связана зависимостью с влажностью зерна) и управляет переключением с режима сушки на режим консервации. Влагомер MS (SM1) контролирует влажность наружного воздуха и управляет работой калорифера, подогревающего воздух с целью его осушения. Датчик минимального уровня LS (SL2) обеспечивает включение вентилятора M3 при условии, что заглушка установлена на уровень зерна и влажность зерна выше допустимой (в режиме сушки). Датчик температуры TS (SK) включает вентилятор M3 при превышении температуры (самосогревании) зерна в режиме консервации.

Схема управления температурой и влажностью зерна в бункере активного вентилирования показана на рис. 4.18. Переключатели SA1 и SA2 могут быть установлены в два положения: С — сушка и К — консервация (для SA1); Р — ручное и А — автоматическое управление (для SA1). Сигнал на загрузку бункера подают вручную, кнопкой поста P1 запитывая пускатель KM1 норрии M1. При этом контакт KM 1.2 подает питание на пускатель KM2, который включает привод лебедки M2 на подъем заглушки до тех пор, пока не разомкнется контакт SQ1 датчика верхнего положения заглушки.

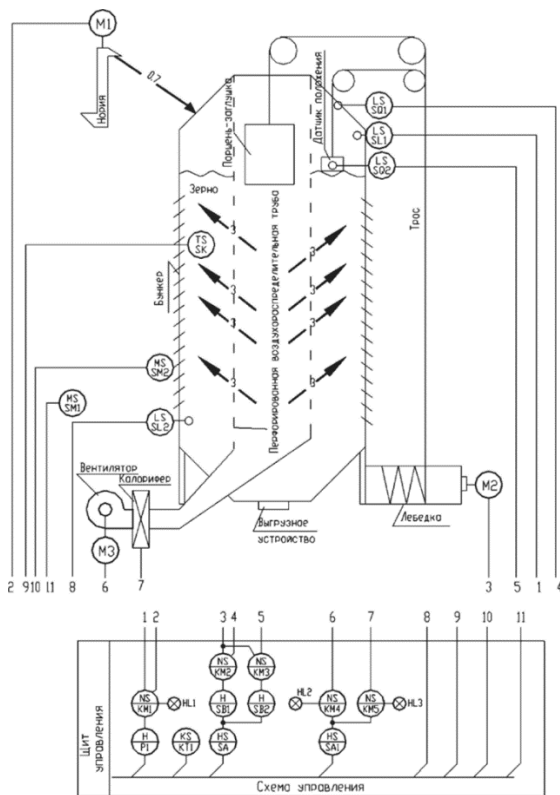


Рис. 4.17. Схема автоматизации активного вентилирования зерна

Датчики уровня SL1 и SL2 своими контактами контролируют верхний и минимальный уровень зерна в бункере. Когда зерно загружается до уровня SL2, контакты SL2 подготавливают к включению цепь питания вентилятора (пускатель KM4). Когда уровень зерна в бункере достигает максимального значения, размыкается контакт SL1, из цепи тока выводится пускатель KM1, который своими блок-контактами KM 1.4 включает реле времени KT1 и через замкнутый контакт KT1 — магнитный пускатель KM4 электропривода вентилятора (переключатели SA1 и SA2 находятся в положениях соответственно С и А). Одновременно контакт KM 1.3 включает пускатель KM3, запитывая привод лебедки па опускание заглушки, пока датчик положения не коснется зерна и контактом SQ2 не отключит пускатель KM3.

Влажность воздуха па входе в слой зерна и на выходе из пего контролируют влагомерами с контактными датчиками SM1 и SM2, которые замыкаются при повышенной относительной влажности воздуха соответственно па входе и выходе бункера. Если влажность зерна повышенная, то выносимая воздухом влага замыкает контакты SM1, в результате чего срабатывает реле KV1 и замыкается контакт KV1 в цепи питания пускателя KM4, включающего вентилятор M3. На вынос влаги требуется некоторое время. Поэтому контакт КТ1 заданное время блокирует контакт KV1. Через некоторое время, необходимое для продувания слоя зерна, контакт реле времени КТ1 размыкается.

Процесс сушки продолжается до тех пор, пока до установленного значения не снизится вынос влаги из зерна. Тогда размыкаются контакты SM1, отключается реле KV1 и лишается питания пускатель KM4 электропривода вентилятора. Одновременно размыкающиеся контакты KM4.2 включают звонок HA, сигнализирующий об окончании процесса сушки. Если при включении вентилятора влажность воздуха на выходе ниже равновесной, то выноса влаги не будет. В этом случае вентилятор отключается контактами реле времени КТ1. Электронагревательные элементы калорифера включаются только при работающем вентиляторе M3, когда высока влажность воздуха на входе в зерно. В этом случае замыкаются контакты SM2 влагомера и реле KV2 включает магнитный пускатель KM5 калорифера. Отключается калорифер автоматически в результате размыкания контактов SM2 при снижении влажности окружающего воздуха.

Чтобы задать режим консервации (хранения) зерна, переключатель SA1 ставят в положение К. В этом случае управление ведется по температуре зерна, которая контролируется датчиком температуры SK. Если температура зерна достигнет максимально допустимого значения, контакт SK замкнется и включит магнитный пускатель KM4, включая вентилятор M3. При этом, чтобы снизить (до 65 %) относительную влажность воздуха, его пропускают через электрокалорифер.

Вручную оборудованием бункера управляют кнопками постов P4, P5, предварительно установив в положение P переключатель SA2.

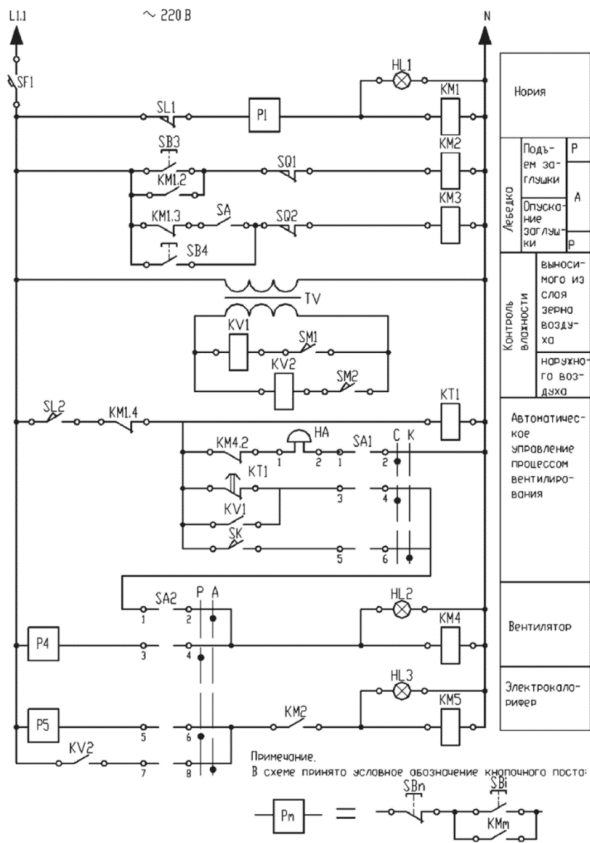


Рис. 4.18. Принципиальная электрическая схема САУ активного вентилирования зерна

Контрольные вопросы:

1. Что называется активным вентилированием?
2. Какая вместимость бункера БВ-25?
3. Что произойдет при загрузке бункера до уровня LS (SL1)?
4. До каких пор процесс сушки продолжается?
5. Что нужно сделать чтобы задать режим консервации (хранения) зерна?

Тема 4.10. Технология и автоматизация кормоприготовления

1. Технология приготовления кормов

Корма готовят к скармливанию с целью увеличения их питательности поедаемости и усвояемости животными; повышения степени безопасности недостаточно качественных компонентов корма; улучшения общей организации работ по кормообеспечению на ферме, учета и контроля кормовых ресурсов, сокращения затрат труда на задачу кормов и т. п.

Способ подготовки выбирают в зависимости от вида кормов, их состояния и качества, с учетом вида, породы и возраста животных и в соответствии с нормами технологического проектирования кормоцехов НТП АПК 1.10.16.001—02. Основные способы подготовки кормов — механические, тепловые, химические, биологические.

К механическим способам подготовки относятся: очистка (протряхивание просеивание и др.), плющение, прессование, дозирование измельчение (дробление ударом, раскалывание, истирание, или размол, плющение, а также резание - лезвием, резцом, пуансоном. При выборе способа измельчения учитывают величину создаваемых напряжений и затраты энергии. В этом отношении раскалывание, истирание или резание более выгодны так как касательные напряжения скалывания меньше нормальных напряжений. Дополнительное ограничение при выборе способа - требуемый фракционный состав массы.

Тепловые способы подготовки: запаривание, варка, сушка, выпаривание, поджаривание, пастеризация. Химические: гидролиз, обработка щелочами, раскисление силоса. Биологические: силосование, заквашивание, осолаживание, дрожжевание.

Технология подготовки стебельных кормов. Приготовление стебельных кормов предусматривает:

измельчение соломы с расщеплением вдоль волокон на частицы длиной: для КРС 10...50 мм, для его молодняка 10...20, для овец 20...30 мм;

термохимическую обработку предварительно измельченной соломы при избыточном давлении 70 кПа продолжительностью 2,0-2,5 ч;

измельчение зеленой массы, силоса (комбисилоса) с расщеплением вдоль волокон, грубостебельных культур (кукурузы и т. п.) на частицы размером: для КРС 20...50 мм, овец 30...50, свиней 10...15 мм;

измельчение сена в муку: для взрослых свиней на частицы размером до 2 мм, для поросят — до 1 мм.

В зависимости от вида корма различают два варианта технологии, которые выполняют в разных последовательностях.

I. Подготовка грубых кормов (сена, соломы и т. д.):

прием, накопление предварительно измельченных кормов — дозирование;

прием, накопление — очистка от металлопримесей и камней — измельчение — дозирование;

прием, накопление — очистка от металлопримесей и камней — измельчение — термохимическая обработка — дозирование.

II. Подготовка силоса (комбисилоса), сенажа, свекловичного жома, зеленой массы, хвойно-веточного корма и т. п.:

прием, накопление — дозирование;

прием, накопление — очистка от металлопримесей и камней — измельчение — дозирование (жом не измельчают);

прием, накопление — очистка от металлопримесей и камней — измельчение зеленой массы до пастообразного состояния — дозирование;

прием, накопление — измельчение — накопление в запарнике — дозирование веточного корма.

Технология подготовки корнеклубнеплодов. Приготовление корнеклубнеплодов предусматривает механические и тепловые операции: корнеклубнеплоды очищают (степень загрязненности должна быть не более 3 %). Расход воды для очистки 1 т корнеклубнеплодов при прямоточной системе циркуляции до 0,2 куб.м., при рециркуляции через отстойник до 0,1 куб.м. измельчение производят на частицы размерами: для свиней до 10 мм, для КРС, овец, зверей до 15 мм. Картофель после очистки измельчают и запаривают в течение 0,5 ч паром при избыточном давлении 70 кПа. Расход пара 200 кг на 1 т корма. Клубни мнут до частиц менее 5 мм.

Различают два варианта технологии:

прием, накопление — очистка от грязи (мойка или сухая) — отделение камней — измельчение — дозирование;

прием, накопление — очистка от грязи (мойка) — отделение камней — запаривание — мятие — разбавление водой — дозирование картофеля.

2. Технологические основы автоматизации приготовления концентрированных кормов

На животноводческих фермах концентрированные корма растительного происхождения, отходы пищевой промышленности, кормовые жиры, витаминные и другие добавки перед скармливанием скоту подвергаются механической и (или) тепловой обработкам.

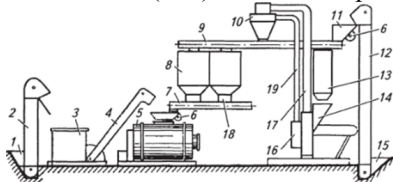


Рис. 4.19. Функциональная схема приготовления кормов:

1 — завальная яма; 2 — овощная нория; 3 — мойка-корнерезка; 4 — транспортер мойки; 5 — запарник; 6 — магнитный сепаратор; 7, 9 — шнеки; 8 — бункер для дробленого корма; 10 — циклон; 11 — ковш; 12 — зерновая нория; 13 — приемный бункер; 14 — дробилка; 15 — загрузочный ковш; 16 — вентилятор дробилки; 17 — обратный воздуховод; 18 — дозаторы; 19 — кормопровод.

В основном концентрированные корма готовят по следующим схемам:

- 1) очистка — измельчение — дрожжевание — дозирование — смешивание;
- 2) очистка — измельчение — дозирование — смешивание — брикетирование;
- 3) очистка — проращивание.

Бобовые корма после очистки замачивают. По второй и третьей схеме в основном приготавливают комбикорма.

Рабочие схемы служат для выбора технологического оборудования. Пример схемы технологического процесса: прием зерна — загрузка в бункер — выгрузка и транспортировка к очистительным устройствам — очистка от примесей — транспортировка в бункер — выгрузка и дальнейшая транспортировка — дробление — транспортировка в бункер для хранения — выгрузка — дозирование — смешивание — выдача готового корма.

На рисунке 1 показана схема приготовления кормовой смеси из зерновых и корнеплодов.

Контрольные вопросы:

1. Для чего готовят корма?
2. Что относится к механическим способам подготовки кормов?
3. Что относится к тепловым способам подготовки кормов?
4. По каким основным схемам готовят концентрированные корма?

Тема 4.11. Принципиальная электрическая схема переработки корнеплодов

1. Устройство поточной линии переработки корнеклубнеплодов

Запас корнеклубнеплодов хранится в загрузочном бункере 1. При переработке кормов в нижней части бункера открывают заслонку и корнеклубнеплоды самотеком поступают на наклонный транспортер 2, подающий их в камне-отделитель 3, с которого они попадают в мойку-корнерезку 4. Измельченные корнеклубнеплоды подаются затем в запарные чаны 5 кормоцеха или в вагонетку 6 подвесной дороги для транспортировки в другое помещение.

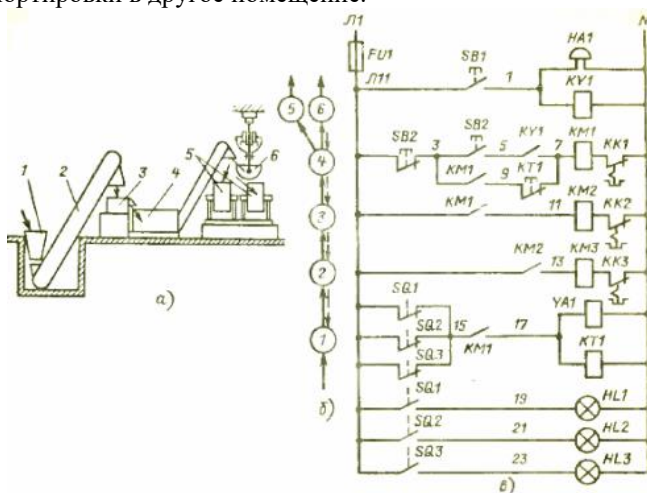


Рис. 4.20. Поточная линия переработки корнеклубнеплодов.

Эта линия является типичной поточно-транспортной системой. В такой системе для обеспечения исправной работы предусматривается блокирование механизмов, т.е. задание определенной последовательности их пуска и остановки, и, как правило, блокировка выполняется в направлении, противоположном направлению технологического потока.

Для управления такой линией используется принципиальная электрическая схема управления (схема электрическая принципиальная) (рис. 4.20, в). На ней показаны пускатели соответствующих механизмов. Для установления соответствия схемы технологическому процессу слева от схемы изображается схема технологии и блокировок (рис. 4.20, б).

2. Принцип работы электрической принципиальной схемы

В бункере имеется электромагнит закрытия заслонки YA1. Для управления механизмами 2-4 предусмотрены пускатели KM3-KM1 соответственно, для управления ими - кнопка SB2. Кнопка SB1 предназначена для подачи предупредительного сигнала, сигнальные лампы HL1-HL3 - для сигнализации рабочих состояний механизмов 5 и 6.

Для пуска линии в работу нажимают кнопку SB1 подачи предупредительного сигнала, звенит звонок HA1, срабатывает реле KY1, замыкающее свой контакт в цепи первого по пуску пускателя KM1. Затем, не отпуская кнопку SB1, нажимают кнопку SB2, включая пускатель KM1, после которого через контакты друг друга запускаются пускатели KM2 и KM3, срабатывает электромагнит YA1, открывая заслонку. Все машины включены в работу, корнеклубнеплоды перерабатываются.

Работа линии продолжается до тех пор, пока не заполнятся парные чаны 5 или кузов вагонетки 6. Об этом будут сигнализировать соответственно их конечные выключатели SQ1 - SQ3. По их сигналу размыкается цепь питания электромагнита YA1 и реле времени KT1. Электромагнит отпускает задвижку бункера 1, и она под действием возвратной пружины перекрывает поток корнеклубнеплодов на транспортер 2 и далее.

Установленное в схеме реле времени KT1 предназначено для доработки линии, т.е. после отключения бункера 1 машины еще продолжают работу в течение некоторого времени, необходимого для полной очистки машин от остатков корнеплодов. По истечении этого времени реле своим контактом отключает все механизмы. Для ручной остановки в схеме имеется размыкающий контакт кнопки SB2.

3. Однолинейная схема электроснабжения поточной линии

Всю аппаратуру управления наиболее удобно сосредоточить в щите управления. При этом схема электроснабжения машин показана на рис. 4.21.

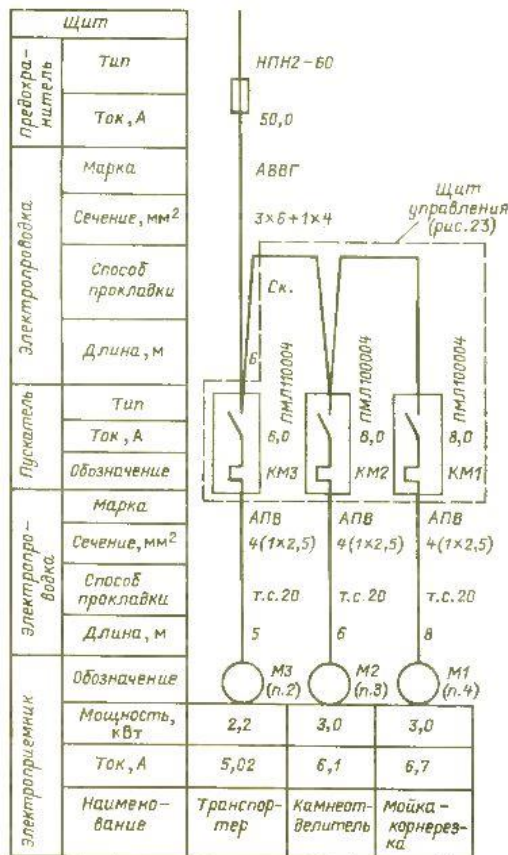


Рис. 4.21. Однолинейная схема электроснабжения поточной линии.

Предохранитель установлен в силовом щите кормоцеха. В щите устанавливаются пускатели без защитных кожухов серии ПМЛ, и на них устанавливаются электротепловые защитные реле РТЛ-1012 на ток 8 А, имеющие диапазон регулирования 5,5 - 8 А. Конкретный ток защиты устанавливается по току электродвигателя.

Пускатель КМ1 снабжается контактной приставкой ПКЛ-2204, поскольку для осуществления работы схемы требуется три вспомогательных контакта, а он имеет только один замыкающий вспомогательный контакт.

Схема электроснабжения электроприводов, как правило, дается в однолинейном изображении. На ней показываются силовые коммутационные аппараты, электропроводки и способы их прокладки.

Контрольные вопросы:

1. Какой принцип работы принципиальной схемы поточной линии переработки корнеклубнеплодов?
2. Для чего предназначено установленное в схеме реле времени КТ1?
3. Что обозначается на принципиальной схеме поточной линии переработки корнеклубнеплодов буквами SQ?
4. Что обозначается на принципиальной схеме поточной линии переработки корнеклубнеплодов буквами КМ?
5. Что обозначается на принципиальной схеме поточной линии переработки корнеклубнеплодов буквами НА?
6. Что обозначается на принципиальной схеме поточной линии переработки корнеклубнеплодов буквами НЛ?

Тема 4.12. Автоматизация кормоцехов.

1. Технология поточных линий кормоцехов.

Оборудование комбикормовых цехов (ОКЦ) предназначено для производства полнорационных рассыпных комбикормов на сельскохозяйственных предприятиях и комбикормовых заводах. В хозяйствах применяют ОКЦ трех типоразмеров производительностью 15, 30 и 50 т комбикормов за смену. Оборудование сконпоновано в одном или двух (ОКЦ-50) блоках: зерновом и мучном.

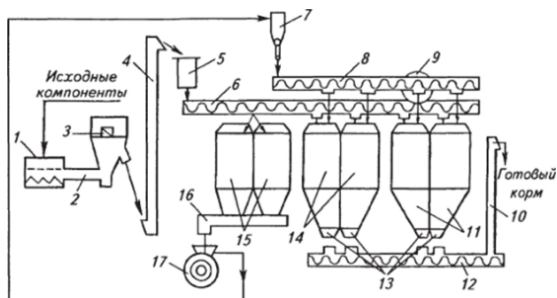


Рис. 4.22. Технологическая схема комбикормового агрегата ОКЦ-15:
 1 — решетный стан; 2 — загрузочная горловина; 3 — смеситель; 4 — нория; 5 — магнитная колонка; 6, 8, 12 — шнеки; 7 — циклон; 9 — щеточный барабан; 10 — выгрузной шнек; 11, 14, 15 — зерновые бункеры; 13 — дозаторы; 16 — дозирующий шнековый транспортер; 17 — дробилка

Задача комбикормовых цехов сельскохозяйственных предприятий — максимально использовать местное сырье (фуражное зерно, травяную муку, пищевые отходы и т.д.) и белково-витаминные добавки промышленного производства.

Устройство всех ОКЦ и технология приготовления комбикормов во всех цехах аналогичны. Фуражное зерно из транспортных средств или транспортером из зерносклада подается на решетный стан 1 (рис. 4.22), где оно очищается от крупных примесей, а затем, пройдя смеситель 3, норией 4 подается на магнитную колонку 5, в которой очищается от металлических примесей. Далее фуражное зерно распределяется шнеком 6 по двум секциям зернового бункера 15, а затем дозирующим шнековым транспортером 16 направляется на измельчение в дробилку 17.

Зерновая дерть воздушным потоком дробилки 17 направляется по трубопроводу через циклон 7 в шнек 8, в котором установлено просеивающее устройство. На валу шнека закреплен щеточный барабан 9, а на нижней части кожуха шнека — решето. Просеивающее устройство разделяет дерть на две мучные фракции: мелкую, проходящую через решето в правую секцию бункера 11, и крупную, направляющуюся сходом с решета в левую секцию бункера 11.

Белково-витаминные добавки (БВД) загружают в смеситель 3 через загрузочную горловину 2 и тем же путем подают в бункер 11 или 14. Зерновые компоненты БД В из бункеров 11 и 14 выгружаются дозаторами 13, которые установлены в нижней части каждой секции

бункера. Дозаторы 13 выдают компоненты в шнек 12 в заданной рецептурной пропорции. Шнеки 12 и 10 непрерывно смешивают компоненты и передают готовый комбикорм на склад или в транспортные средства. Оператор в соответствии с заданной рецептурой комбикорма настраивает дозаторы 13 на необходимую выдачу компонента, поворачивая специальный лимб храпового механизма привода и тем самым изменяя частоту вращения дозатора от 0,24 до 17,7 мин⁻¹.

2. Автоматическое управление оборудованием кормоцехов

Дистанционное управление работой оборудования осуществляют с помощью схемы, показанной на рисунке 4.23. Автоматически включателями QF5... QF9 и QF10 на схему подают напряжение. Переключатель SA1 имеет три положения: Р— «Работа», О — «Отключено», Н— «Режим наладки». Оборудование пускают в работу в следующем порядке. Устанавливают переключатель SA1 в положение Р. Кнопкой SL24 подают предупредительный сигнал НА о начале пуска машин. Кнопками SB1, SB3, SB5 последовательно включают: магнитный пускатель KM2 электропривода M2 (2,2 кВт) норрии 4 и шнека 3, пускатель KM4 электропривода M4 (1,1 кВт) решетного стана 1.

При работе включенных машин зерновой фураж загружается в бункер 15, а в случае необходимости в бункер 11 и 14.

Перед пуском дробилки кнопкой 7 включают электропривод M5 (2,2 кВт) шнека 8, а затем кнопками SB9 и SB11 включают электропривод M1 (30 кВт) дробилки 17 и электропривод M6 (0,8 кВт) дозатора 16. Загрузку дробилки контролируют по показаниям амперметра РА.

Смешивание исходных компонентов и выгрузка готового комбикорма происходят при включении кнопками SB 13 и SB 15 электропривода M7 (3 кВт) вертикального шнека 12. Электроприводами M9 и M10 (по 2,2 кВт) дозаторов 13 выгрузки компонентов в шнек 12 управляют кнопками SB7...SB20. Электроприводами 11 к M12 (по 0,27 кВт) задвижек бункера и смесителя 3 управляют кнопками SB21...SB23. В крайних конечных положениях задвижек магнитные пускатели KM 11...KM 14 отключаются конечными выключателями SQ1 и SQ2. В схеме предусмотрены блокировки, исключающие возможность завалов материала при пуске и остановке машин. Все секции бункеров оборудованы датчиками нижнего SL1...SL6 и верхнего SL7...SL12 уровней. Сигнальные лампы HL1...HL6 горят при наличии материала в бункерах. При снижении его уровня в бункере до предельного значения переключается один датчик из SL1...SL6 на звуко-

3. Особенности эксплуатации и технического обслуживания автоматизированного оборудования для кормопроизводства

Надежность и эффективность работы технологического оборудования кормоцехов во многом зависят от его правильного использования, хорошей организации технического обслуживания и ремонта. Техническое обслуживание и ремонт следует проводить в соответствии с разработанным положением о техническом обслуживании и ремонте машин и оборудования в животноводстве, в котором определены виды, содержание и организация работ.

Техническое обслуживание машин и оборудования выполняют при эксплуатации, хранении и транспортировке. В процессе эксплуатации проводят ежесменное (ЕТО) и периодические (ТО-1) и (ТО-2) обслуживания. При ЕТО контролируют готовность рабочих органов к работе. Его выполняют перед началом смены. Допускается выполнять часть операций ЕТО в перерывах и в конце смены.

Периодические технические обслуживания проводят для проверки технического состояния машин и оборудования и соответствия их правилам эксплуатации. Их выполняют в перерывах технологических процессов приготовления кормов: ТО-1 — один раз в месяц; ТО-2 — один-два раза в год.

Приводные цепи. При обслуживании технологического оборудования приводные цепи очищают от пыли и грязи, проверяют их натяжение. Для контроля натяжения используют следующие значения провисания цепи при межцентровом расстоянии 1 м:

Шаг цепи, мм	15,875	19,05	25,4	31,75	38	41,3
Провисание, мм	15	20	25	30	35	40

При сильном загрязнении приводные цепи промывают в керосине или дизельном топливе, просушивают в течение 30 мин, а затем выдерживают в масле при температуре около 40 °С.

Приводные клиновые ремни. При обслуживании ременных передач контролируют натяжение ремней. При этом значения стрелы прогиба клиновых ремней при межцентровом расстоянии шкивов 1 м не должно превышать 10... 15 мм при усилии нажатия ЗОН.

Шестерни, звездочки, шкивы. Техническое обслуживание этих деталей сводится к осмотру их состояния, очистке от грязи и пыли. При износе зубьев шестерен и звездочек их заменяют новыми.

Подшипники. При обслуживании проверяют крепление корпусов, состояние и качество смазки, нагрев подшипников во время работы. Температура нагрева подшипников не должна превышать

60...65 °С. Смазывают подшипники два-три раза в месяц в зависимости от продолжительности их работы в сутки. Промывают подшипники один раз в год, при этом проверяют уплотнение и масленки.

Редукторы. Очищают от пыли, грязи и остатков корма. Проверяют уровень масла и при необходимости доливают его. Проверяют износ зубьев шестерен и размер радиального зазора. Один раз в год меняют масло в картере редуктора.

Измельчитель-камнеуловитель ИКМ-5. При ЕТО проверяют (визуально) состояние и крепление заземляющего провода, очищают рабочие органы от грязи, пыли и остатков корма, проверяют и при необходимости подтягивают резьбовые соединения, крепления ножей и ножевого диска.

При ТО-1 проверяют и подтягивают крепление скребков транспортера, проверяют и регулируют натяжение цепей транспортера, зазор между скребками транспортера и кожухом. Смазывают измельчитель в соответствии с таблицей смазки. Через каждые 480...510 ч работы заменяют масло в редукторе.

Измельчитель ИКГ-30Б. При ЕТО очищают наружные и внутренние поверхности от остатков корма и загрязнений, при необходимости подтягивают гайки креплений штифтов измельчающего аппарата, проверяют и подтягивают резьбовые соединения измельчителя, при необходимости регулируют натяжение цепей приводов. Проверяют отсутствие течи масла из редуктора. Осматривают заземляющий провод.

При ТО-1 дополнительно к операциям ЕТО проверяют натяжение цепей верхнего и нижнего транспортеров питателя, при необходимости регулируют натяжение клиновых ремней. Проверяют измельчитель на холостом ходу. Подкрашивают поверхности с поврежденным покрытием, заменяют масло в редукторе (один раз в 6 мес.).

Дробилка зерна. ЕТО заключается в проверке крепления осей дробильных молотков на роторе и корпусов подшипников электродвигателя, а также натяжения передаточных устройств. Вал электродвигателя следует прокрутить вручную на 1,5...2 оборота и убедиться в отсутствии заедания. Прокрутить дробилку вхолостую и убедиться в отсутствии посторонних шумов и стуков.

При ТО-1 проверяют износ дробильных молотков и поворачивают их на неизношенную рабочую грань или заменяют на новый комплект. Проверяют износ решета, при необходимости заменяют его.

Смеситель картофеля С-7 и С-12. При ЕТО следует очистить наружные поверхности от остатков корма и грязи, проверить крепления узлов, деталей и при необходимости подтянуть его. Проверить

исправность запорной арматуры, систему управления выгрузки шнеком и задвижкой, плотность прилегания смотрового люка. Смазать подвижные соединения согласно карте смазки. Очистить и промыть паропровод. Включить смеситель, проверить показания манометра, наличие течи масла из редуктора и утечки пара из парораспределителя. Закрывать люк котла, подавать пар под давлением и простерилизовать смесительную камеру в течение 30 мин.

При ТО-1 очистить внутреннюю поверхность смесителя, лопастные мешалки и выгрузной шнек от остатков корма, проверить состояние и крепление лопастей на валах мешалки и исправность шнека, при необходимости подтянуть прижимные фланцы или заменить асбестовые уплотнители. Промыть зубчатые колеса, звездочки и шкивы в керосине и просушить. Проверить плавность и надежность зацепления полумуфта и при необходимости отрегулировать их. Проверить состояние стального троса, обводных роликов системы управления выгрузным шнеком, уровень масла в приводе механизма управления выгрузным шнеком и задвижкой, а также в корпусе редуктора. При необходимости долить масло. Проверить состояние и натяжение приводных и клиновых ремней и приводной цепи выгрузного шнека. Подкрасить поверхность смесителя с поврежденным покрытием. Заменить масло в корпусе механизма управления выгрузным шнеком и задвижкой и в редукторе (один раз в 6 мес.).

Агрегаты для сушки кормов типа АВМ. При ЕТО следует проверить состояние наружных поверхностей, крепление подшипников узлов и всех ограждений. Очистить электродвигатель и приборы электрошкафа от загрязнений. Открыть топливную аппаратуру, проверить направляющий желоб, шамотные вставки, а также наличие кокса в топке и топливной аппаратуре. Проверить уровень масла в баке гидросистемы (масло должно быть видно под сеткой фильтра) и при необходимости долить. Проверить затяжку соединений запорных устройств и герметичность гидросистемы, а также надежность закрытия дверки дробилки и прижатия решета. Очистить отборщик тяжелых частиц, а при необходимости трубу системы отвода сухой массы и барабан. Снять крышку смотрового окна и проверить состояние крыльчатки вентиляторов циклонов отвода и охлаждения муки; при необходимости очистить крыльчатку лопаткой, которая входит в комплект инструмента.

Во время работы необходимо следить за показаниями приборов; проверять, нет ли течи масла из редуктора привода барабана; контролировать постоянство рабочих параметров; следить за подачей

компонентов, нагревом подшипников и электродвигателей. Температура нагрева корпусов подшипников не должна превышать температуру окружающей среды более чем на 60 °С.

При ТО-1 (один раз в месяц). Выполнить операции ЕТО. Определить состояние электродов зажигания и при необходимости очистить их. Отрегулировать зазор между электродами, который должен быть равен 5 мм. Проверить состояние фотоголовки прибора контроля пламени, а при необходимости очистить или заменить сгоревшие фоторезисторы. Слить отстой из топливного фильтра. Проверить состояние сегментов уплотнения топки и соединительной трубы за барабаном, состояние направляющего желоба, натяжение полотна транспортера и конвейера и при необходимости отрегулировать. Проверить уровень масла в мотор-редукторах, в редукторе привода барабана и при необходимости долить масло. Проверить состояние решета и молотков дробилки, крепление скребков транспортера и конвейера, натяжение клиноременных и цепных передач, полотна транспортера и конвейера. Отрегулировать частоту вращения барабана (от максимальной до минимальной). Проверить состояние дозатора системы отвода сухой массы и системы отвода и охлаждения муки. Очистить все цепи и скребки от грязи.

Осмотреть электрошкаф и очистить от пыли установленные в нем аппараты, проверить затяжку винтов, заземление агрегата, состояние контактных соединений электроаппаратуры и проследить за тем, чтобы контакты не имели перекосов и одновременно не касались один другого. Проверить герметичность закрытия электромагнитного вентиля, состояние крыльчаток вентилятора теплогенератора, циклонов системы отвода сухой массы и системы отвода муки. Проверить битеры транспортера и конвейера-питателя зеленой массы, выгрузного шнека и винтового транспортера. Смазать узлы агрегата согласно карте смазки.

Оборудование для гранулирования типа ОГМ. ЕТО заключается в контрольном осмотре всех узлов и механизмов перед пуском в работу и уходе за роликами матрицы и другими узлами в процессе работы. Перед пуском необходимо проверить надежность крепления всех разъемных соединений, натяжение приводных ремней и цепей, уровень масла в редукторах и степень налипания переувлажненной муки на ротор и стенки смесителя. При необходимости долить масло в редукторы. Налипшую массу удалить через специальное окно в корпусе смесителя.

Проверить надежность системы подачи жидкости, уровень

муки в бункере и состояние сит сортировальной установки. При проверке системы подачи жидкости нужно снять распылитель, в случае необходимости прочистить в нем отверстие и вновь поставить на место. Затем открыть кран, включить дозатор, нажать на заслонку механизма отключения и проверить, отключен ли магнитный клапан подачи жидкости в смеситель. Магнитный клапан должен срабатывать и при остановке электродвигателя дозатора.

Если гранулируемый продукт занимает всю коническую часть бункера, а коловорот находится в наклонном положении, то необходимо вручную через люк в бункере поставить коловорот вертикально. В противном случае возможна поломка шарнира коловорота.

При работе необходимо постоянно следить за креплением всех узлов, болтовых соединений, крепящих сортировальную установку и циклоны к шлюзовым затворам. После 3...4 ч работы гранулятора смазать подшипники прессующих роликов и эксцентриковых втулок вала сортировки и проверить контакт роликов с матрицей.

При ТО-1, кроме операций ЕТО, надо переставить матрицу и ролики другой стороной, тщательно промыть ролики и фильтрующий элемент масляного насоса пресса. После 2...3 смен работы промывку роликов проводят чаще (после 5...6 смен) или меняют манжеты.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначено оборудование комбикормовых цехов?
2. Какая задача комбикормовых цехов сельскохозяйственных предприятий?
3. Принцип работы принципиальной электрической схемы управления электрооборудованием комбикормового цеха ОКЦ-15?
4. Что контролируют при обслуживании ременных передач?

Раздел 5. Автоматизация технологических процессов в полеводстве

Тема 5.1. Автоматизация зернопунктов. Технологическая схема КЗС-20

1. Технологическая схема зерноочистительного сушильного комплекса

Производственный процесс в полеводстве объединяет такие ТП, как предпосевная подготовка семян, обработка почвы, посев и уход за растениями, уборка урожая, его транспортирование и послеуборочная обработка, хранение продукции. В свою очередь все перечисленные ТП представляют собой совокупность целенаправленных операций, выполняемых мобильными и стационарными машинами и агрегатами.

Наиболее сложными ТП являются очистка и сушка зерна. Необходимость послеуборочной обработки зерна обусловлена тем, что поступающий из комбайна зерновой ворох наряду с зерном содержит до 30 % сорных и до 5 % солоmistых примесей, а влажность зерна в зависимости от климатических условий значительно отличается от допустимой (14 %) и иногда достигает 30 %.

Для послеуборочной очистки и искусственной сушки зерна на сельскохозяйственных предприятиях используют стационарные зерноочистительно-сушильные пункты. Эти пункты оснащают зерноочистительными агрегатами типа ЗАВ и очистительно-сушильными комплексами типа КЗС производительностью 10...100 т/ч и вентилируемыми бункерами вместимостью до 100т. Для очистки и сортирования зернового вороха используют воздушно-решетные и триерные машины, для сушки — зерносушилки шахтного или барабанного типа и установки активного вентилирования.

Каждый агрегат и комплекс, помимо указанных машин, содержит набор транспортеров и норий, зернопроводы и накопительные емкости, устройства для загрузки и разгрузки автотранспорта, воздушные циклоны, щиты и пункты управления машинами. Все машины согласованы по производительности и объединены в единую поточную линию, обслуживаемую одним-двумя операторами.

Объединение машин в поточную линию и их автоматизация позволили повысить производительность обработки зерна в 2...3 раза по сравнению с использованием этих же машин в разрозненном виде.

Зерноочистительные агрегаты серии ЗАВ выпускают производительностью 10, 20, 40, 50, 100 т/ч. Они предназначены для районов с относительно сухим климатом, в которых влажность зерна из комбайнов не превышает 18 %.

Зерноочистительно-сушильные комплексы (КЗР-5, КЗС-10Ш, КЗС-20Ш, КЗС-40Ш, КЗС-50, КЗС-10Б и КЗС-20Б) используют в увлажненных зонах, в которых при уборке влажность зерна превышает 18%. В зонах с влажностью зерна при уборке 18...20% комплексы оборудуют бункерами активного вентилирования БВ-12,5, БВ-25, БВ-50. В зонах с избыточной влажностью на комплексах, в марках которых указана буква Ш, устанавливают шахтные зерносушилки СЗШ-8 и СЗШ-16 производительностью 2,4 и 8 т/ч на сушке продовольственно-го зерна.

Агрегаты и комплексы поточных линий электрифицированы и автоматизированы. В агрегатах типа ЗАВ 6.. 16 электродвигателей суммарной мощностью 16...47 кВт, а в комплексах типа КЗС — 22...34 электродвигателя суммарной мощностью 65... 150 кВт. На агрегатах и комплексах установлены приборы контроля и регулирования технологических параметров: датчики уровня сыпучих материалов, температуры теплоносителя на входе в зерносушилку и выходе из нее, температуры зерна в сушилках и бункерах активного вентилирования; влагомеры для измерения относительной влажности воздуха и влажности зерна; расходомеры зерна; приборы контроля пламени в топке; различные реле; электромагнитные клапаны; конечные выключатели и т. п.

На основе этих технических средств разработаны пульты и станции автоматического управления агрегатами и комплексами послеуборочной обработки зерна, которые автоматически обеспечивают:

- последовательность пуска машин поточной линии в направлении, обратном направлению потока зерна, начиная с машины, установленной в конце линии;

- остановку всех машин, предшествующих по потоку зерна любой остановившейся машине в линии;

- возможность ручного включения и отключения любой машины при наладке без соблюдения технологических блокировок;

 - программный розжиг топки и контроль ее работы;

 - контроль температуры теплоносителя и нагрева зерна;

- защиту электрооборудования от токов короткого замыкания и перегрузок;

- работу разгрузочных устройств шахт и охладительных колонок сушилки;

световую сигнализацию о включении и отключении всех двигателей машин и механизмов, о предельных уровнях зерна в сушилках и технологических емкостях, об отклонении температуры теплоносителя от заданного значения.

Кроме световой предусмотрена аварийно-предупредительная сигнализация, которая срабатывает при аварийной остановке какой-либо машины, при переполнении технологических емкостей, а также при погасании пламени в топке.

Технологические и электрические схемы автоматизации зерно- пункта рассмотрим на примере наиболее распространенного зерноочистительно-сушильного комплекса КЗС-20Ш. Автоматизация других агрегатов и комплексов выполнена аналогично.

Комплекс КЗС-20Ш предназначен для послеуборочной обработки зерновых, зернобобовых и крупяных культур. Комплекс состоит из зерноочистительного и сушильного отделений. Зерноочистительное отделение включает в себя завальную яму 17 (рис. 5.1), автомобилеподъемник 16, загрузочную двухпоточную норию 5, машину предварительной первичной очистки 6, воздушно-решетные машины 4, триерный блок 1, централизованную аспирационную систему 3, передаточные транспортеры 2, транспортер отходов 19, комплект зернопроводов и блок бункеров: очищенного зерна 22, отходов 21, фуража 20 и резервный 18. Все машины и пульта управления смонтированы на блоке бункеров, которые одновременно являются их несущей конструкцией и емкостями для промежуточного хранения обрабатываемого зерна.

Сушильное отделение представляет собой сушилку СЗШ-16 с двумя шахтами (10 и 12), пять норий (7, 9, 11, 13, 15), охладительные колонки (8 и 14) и станцию управления. Очистительное и сушильное отделения технологически связаны между собой зернопроводами.

Технологией и электрической схемой управления предусматривается возможность работы комплекса по семи различным вариантам: параллельно или последовательно, с участием в работе всех или отдельных машин.

Зерно из кузова автомобиля с помощью автомобилеподъемника 16 выгружают в завальную яму 17, откуда загрузочной норией 5 оно транспортируется в машину предварительной очистки 6, а затем нориями 11 и 13—в шахты сушилки 10 и 12. Из сушилки высушенное зерно подается с помощью норий 9 и 15 в охладительные колонки 8 и 14 для охлаждения наружным воздухом, а затем норией 7 направляется в воздушно-решетные машины 4 для дальнейшей очистки и транспортера-

ми 2 — на триерные блоки 1 — для сортирования. Очищенные семена и отходы поступают в соответствующие секции блока бункеров. При влажности зерна до 20 % поток зерна разделяется и одновременно проходит через обе шахты. При влажности свыше 20 % весь поток проходит обе шахты последовательно. При параллельной работе шахт зерно нориями 11 и 13 равномерно и одновременно распределяется по двум шахтам. Высушенное и охлажденное зерно норией 7 подается в резервный бункер 18, откуда самотеком поступает во вторую ветвь загрузочной норией 5.

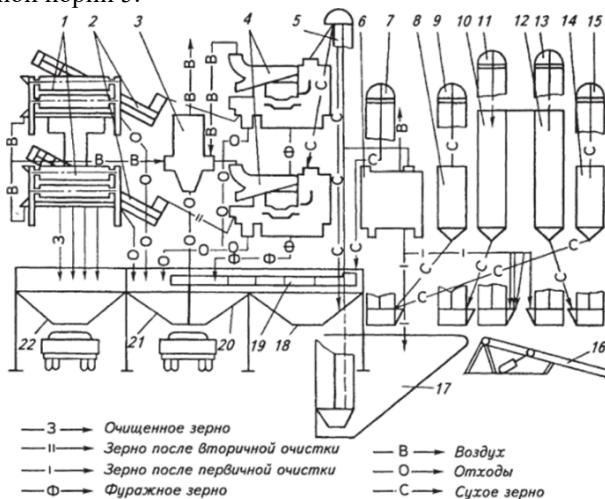


Рис. 5.1. Технологическая схема комплекса КЗС-20Ш:

1 — триерный блок; 2 — передаточные транспортеры; 3 — централизованная аспирационная система; 4 — воздушно-решетные машины; 5 — загрузочная двухпоточная нория; 6 — машина предварительной первичной очистки; 7, 9, 11, 13, 15 — нории; 8, 14 — охлаждающие колонки; 10, 12 — шахты зерносушилки; 16 — автомобилеподъемник; 17 — завальная яма; 18 — резервный бункер; 19 — транспортер отходов; 20 — бункер фуража; 21 — бункер отходов; 22 — бункер очищенного зерна

При последовательной работе шахт зерно из машины предварительной первичной очистки 6 норией 13 направляется в правую шахту 12. Просушенное зерно разгрузочной кареткой выгружается в норию 15 и перемещается в охлаждающую колонку 14. Охлажденное зерно шлюзовым затвором выгружается из колонки 14 и направляется

норией 7 в резервный бункер 18, а затем загрузочной норией 5 подается на очистку.

В воздушных каналах от зерна отделяются легкие примеси и по системе воздухопроводов выносятся в осадочную камеру централизованной аспирационной системы 3, где примеси выводятся в секцию отходов, а очищенный воздух вентилятором выбрасывается наружу. В воздушно-решетных машинах зерновая смесь делится на три фракции: очищенные семена, фуражное зерно и отходы. Очищенные семена передаточными транспортерами 2 подаются на триерные блоки 7, где они дополнительно очищаются от длинных и коротких примесей, не отделившихся в воздушно-решетных машинах.

В зависимости от назначения и степени засоренности зерна триерные блоки настраивают на параллельную или последовательную работу цилиндров. Чистые семена и фракции очистки системой зернопроводов направляются в соответствующие бункеры.

Контрольные вопросы:

1. Для каких районов предназначены зерноочистительные агрегаты серии ЗАВ?
2. В каком климате используют зерноочистительно-сушильные комплексы (КЗР-5, КЗС-10Ш, КЗС-20Ш, КЗС-40Ш, КЗС-50, КЗС-10Б и КЗС-20Б)?
3. Для чего предназначен комплекс КЗС-20Ш?
4. Как работает комплекс КЗС-20Ш?

Тема 5.2. Технологическая схема зерносушилок

1. Классификация и устройство зерносушилок

В зависимости от классификационных признаков выделяют следующие типы сушилок, применяемых для послеуборочной обработки зерна:

- по характеру использования — стационарные и передвижные;
- конструктивным признакам — шахтные, барабанные, камерные, трубные и др.;
- способу подвода тепла — конвективные и контактные (кондуктивные);
- состоянию зернового слоя — с плотным неподвижным, с плотным движущимся, с псевдооживленным, с взвешенным и с комбинированным слоем;

- характеру движения зерна при сушке — прямоточные и рециркуляционные.

Среди сушилок, применяемых в практике зерносушения промышленности, наибольшее распространение получили шахтные прямоточные зерносушилки. Такие зерносушилки, как правило, состоят из надшахтного бункера, двух шахт с коробами, двух выпускных устройств, топки, вентиляционного оборудования, норий и транспортеров для перемещения зерна.

Надшахтный бункер выполняет функции накопителя зерна. При этом зерновой слой над шахтами препятствует выбросу теплоносителя через верх шахты.

Корпус шахт выполняют из листовой стали или железобетона. Короба изготавливают в основном пятигранной формы с открытой нижней частью также из листовой стали. В некоторых сушилках короба выполнены перфорированными, что улучшает равномерность сушки.

Подводящие и отводящие короба в шахте чередуются рядами (ряд отводящих коробов — ряд подводящих коробов) или чередуются в ряду (подводящий короб — отводящий короб).

Каждая шахта зерносушилки снабжена выпускным устройством, обеспечивающим равномерность движения зерна по поперечному сечению шахты. В свою очередь это обеспечивает равномерность нагрева, сушки и охлаждения зерна. Выпускные устройства могут быть периодического и непрерывного действия. В первом случае устройство обеспечивает выпуск зерна через определенный промежуток времени, во втором — выпуск зерна осуществляется непрерывно. Некоторые зерносушилки комплектуются выпускными устройствами комбинированного действия, обеспечивающими выпуск зерна одновременно в режиме непрерывного и периодического действия. Такое устройство обеспечивает более равномерный выпуск зерна из шахты.

Для подачи в шахты теплоносителя и атмосферного воздуха применяются вентиляторы низкого ($H < 1000$ Па) и среднего ($C = 1000—3000$ Па) давления. В топках для подачи воздуха в форсунку используются вентиляторы высокого давления ($H = 10\,000—12\,000$ Па).

Зерносушилка А1 -ДСП-50 шахтного типа, с двумя контурами рециркуляции и предварительным подогревом зерна, состоит из двух сушильных шахт, теплообменника и охладительной шахты, а также надсушильных бункеров, выпускных устройств, вентиляционного оборудования, системы транспортирования зерна и очистки отработавшего теплоносителя, топки и шкафа управления.

Каждая из сушильных шахт включает четыре секции размером

3200x985 мм и высотой 1650 мм. В секциях установлены подводящие и отводящие короба, выполненные в форме клина по длине с жалюзийными боковыми стенками. Короба располагаются зигзагообразно по вертикали и чередуются между собой в каждом ряду. Под первой сушильной шахтой смонтирован теплообменник.

Охлаждающая шахта по конструкции аналогична сушильной и состоит из трех секций.

Под теплообменником и охлаждающей шахтой расположены устройства (механизмы) для выпуска зерна из шахт, состоящие из двух рам, расположенных одна над другой с регулируемым зазором (3—5 мм). Верхняя рама неподвижна, в нижней ее части установлены 16 клиновидных выпускных коробов. Нижняя рама выполнена подвижной, и в ней имеются шиберы, с помощью которых перекрываются отверстия выпускных коробов верхней рамы. При перемещении подвижной рамы от среднего положения образуются щели между выпускными коробами и шиберами, с помощью которых зерно равномерно выпускается из шахты.

Открытие затвора осуществляется с помощью электропривода и реле времени, закрытие — при помощи возвратных пружин. За каждое открытие затвора выпускается 100—300 кг зерна. Производительность выпускного устройства регулируется частотой открытий затвора, а также величиной щели, которая, в свою очередь, изменяется за счет длины тяг привода.

Отбор зерна из шахты для рециркуляции осуществляется с помощью бесприводного устройства, состоящего из поворотного клапана и сборников зерна. Количество рециркулируемого зерна зависит от величины открытия клапана.

Продувка шахт параллельная, и они снабжены двумя вентиляторами типа Ц4-76 ЮЖ. В качестве теплоносителя используется смесь атмосферного воздуха с продуктами сгорания жидкого или газообразного топлива. Воздух, смешиваясь с продуктами горения, образует газоздушную смесь температурой 250—300 °С, которая затем, смешиваясь с отработавшим воздухом охлаждающей шахты, образует теплоноситель температурой 160 °С.

Зерносушилка работает по следующей схеме. Сырое зерно из оперативного бункера 17 (рис. 5.2) поступает в норию 13, куда также направляется сухое нагретое зерно из шахты 3. Смесь зерна направляется в надсушильный бункер первой шахты 1, который одновременно является и теплообменником, а затем попадает в первую сушильную шахту 16. Из нее обрабатываемое зерно поступает в теплообменник.

обменник 14 и через выпускной механизм 9 с помощью воронки 12 подается в надсушильный бункер 2 второй шахты, после чего попадает в сушильную зону 3. Часть сухого зерна через механизм отбора 7 и сливную самотечную трубу из надсушильного бункера 2 второй шахты поступает на рециркуляцию (в первую шахту), а остальное — в охлаждающую шахту 8 и через выпускное устройство 9 в норию сухого зерна 11. Теплоноситель подается в сушильные шахты двумя вентиляторами 6 из топки 10 с подсосом атмосферного воздуха, прошедшего через охлаждающую шахту 8.

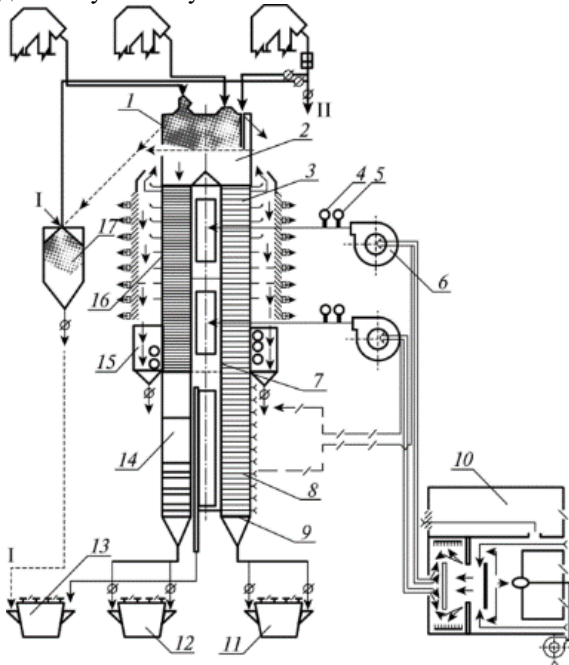


Рис. 5.2. Технологическая схема зерносушилки А1-ДСП-50: 7 — нория для сырого зерна; 2 — надсушильный бункер первой сушильной шахты; 3 — вторая сушильная шахта; 4 — ртутный термометр; 5 — термометр сопротивления; 6 — вентиляторы; 7 — механизм для отбора зерна; 8 — охлаждающая шахта; 9 — выпускное устройство; 10 — топка; 11 — нория для сухого зерна; 12 — промежуточная нория; 13 — нория для сырого зерна; 14 — теплообменник; 15 — осадочная камера; 16 — первая сушильная шахта; 17 — бункер для сырого зерна; I — сырое зерно; II — сухое зерно

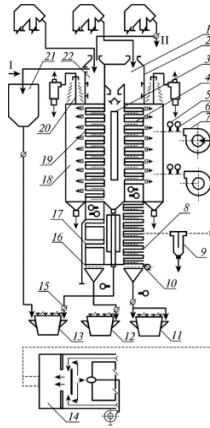


Рис. 5.3. Технологическая схема зерносушилки А1-УЗМ: 7 — бункер для избыточного количества зерна; 2 — надшахтный бункер второй сушильной шахты; 3 — ввод агента сушки в напорно-распределительную камеру; 4 — подогреватель; 5 — ртутный термометр; 6 — термометр сопротивления; 7 — вентиляторы для подачи агента сушки; 8 — охлаждающая шахта; 9 — осадочная камера; 10 — выпускной механизм непрерывного действия; 11 — нория для сухого зерна; 12 — промежуточная нория; 13 — нория для сырого зерна; 14 — топка; 15 — перекидной клапан; 16 — бесприводной выпускной механизм; 17 — теплообменник; 18 — осадочная камера; 19 — сушильная шахта; 20 — пылеотделитель; 21 — оперативный бункер; 22 — надшахтный бункер первой сушильной шахты; I — сырое зерно; II — сухое зерно

Конструкция зерносушилки позволяет очищать отработанный в шахтах теплоноситель и воздух от легких примесей в осадочных камерах, примыкающих к шахтам. В зоне сушки вентиляторы работают на нагнетание, а зона охлаждения работает на всасывание.

Оценивая технологический уровень зерносушилки А1-ДСП-50, можно отметить, что она имеет почти все недостатки, присущие шахтным сушилкам. К ним относятся возможный перегрев зерна, так как нагрев и испарение влаги осуществляются в шахтах достаточно продолжительное время, и процесс испарения влаги идет как в первом, так и во втором периоде сушки. В связи с тем, что процесс всасывания атмосферного воздуха сопровождается большим сопротивлением зернового слоя, работа сушилки на всасывание в зоне охлаждения не позволяет в достаточной мере охладить просушенное зерно. Этот недо-

статок усугубляется в том случае, когда в системе воздухопроводов имеются неплотности, через которые воздух будет всасываться вентиляторами зоны сушки.

Положительной стороной зерносушилки является то, что частичная рециркуляция сухого нагретого зерна позволяет увеличить съем влаги при необходимости более чем на 6%.

Производительность зерносушилки А1-ДСП-50 при снижении влажности зерна на 6% составляет 50 т/ч. Удельный расход условного топлива равен 11,2 кг/т, электроэнергии — 2,4 кВт•ч/т. Габаритные размеры (без норий) 10 000x7000x20 000 мм, масса 5300 кг.

Зерносушилка А1-УЗМ (рис. 5.3) является шахтной зерносушилкой с частичной рециркуляцией нагретого зерна. Эта зерносушилка является прототипом зерносушилки А1-ДСП-50, но имеет каскадный нагреватель для нагрева рециркулирующего зерна.

Зерносушилка А1-УЗМ состоит из двух вертикальных сушильных шахт, теплообменника, охлаждающей шахты, двух выпускных устройств: бесприводного и непрерывного действия, надшахтного бункера, вентиляционного оборудования, топки, работающей на жидком топливе, системы очистки отработавшего воздуха и транспортного оборудования.

Сушильная шахта состоит из отдельных секций высотой 1150 мм и размером в плане 3200x985 мм. В каждой секции размещено четыре ряда коробов. Подводящие и отводящие короба чередуются между собой в каждом ряду. Короба изготовлены переменного сечения в виде клина; их боковые стенки выполнены перфорированными.

Технологический процесс зерносушилки осуществляется в такой последовательности. Сырое зерно из склада или элеватора поступает в оперативный бункер 21, оттуда самотеком — в норию 13. Смесь зерна направляется в надшахтный бункер 22, затем в сушильную шахту 19, в теплообменник 17 и далее через бесприводной выпускной механизм 16 в промежуточную норию 12. После этой нории зерно поступает в надшахтный бункер 2 второй сушильной шахты, из которого одна часть зерна через окна в перегородке направляется в бункер 1 и далее в каскадный подогреватель 4 (см. рис. 5.3).

Из подогревателя зерно снова направляют в норию, где оно смешивается с сырым зерном из оперативного бункера. Из надшахтного бункера 2 второй сушильной шахты зерно поступает в охлаждающую шахту 8. Охлажденное зерно через выпускной механизм непрерывного действия 10 направляется в норию для сухого зерна, затем по самотечной трубе подается в склад или силосный корпус элеватора.

В случае если влажность зерна на выходе из охлаждающей

шахты выше нормы (контроль осуществляется влагомером), его поток перекрывают перекидным клапаном, установленным на сливной самотечной трубе, и по второй самотечной трубе подают в надшахтный бункер 4 первой сушильной шахты для досушивания. Режим работы выпускного механизма 10 второй сушильной шахты корректируют в зависимости от влажности зерна на выходе. Теплоноситель из топки 14 двумя вентиляторами 7 подается в напорнораспределительную камеру и подогреватель 4, где осуществляется нагрев зерна в падающем слое. Из подогревателя теплоноситель поступает в обе сушильные шахты, где пронизывает зерно в плотном малоподвижном слое. Затем он очищается в осадочных камерах 18 с инерционными пылеотделителями 20 и выбрасывается в атмосферу.

Зерно охлаждается в охладительной камере 8 атмосферным воздухом, который засасывается вентилятором для подачи агента сушки и, пройдя через осадочную камеру 9, смешивается с теплоносителем. Конструкцией сушилки предусматривается возврат недосушенного зерна на повторную сушку через оперативный бункер 21.

Температура теплоносителя на входе в напорнораспределительную камеру составляет 140—160 °С.

Температура зерна после первой сушильной шахты равна 50—53 °С. Часть этого зерна, попадая в каскадный нагреватель, нагревается за 10—15 с до температуры 60 °С. Продолжительность отлежки зерна в теплообменнике 8 составляет 6—7 мин; этот процесс продолжается в надшахтном бункере 5 в течение 9-10 мин. После каскадного нагревателя температура теплоносителя снижается до 110-130 °С, и с этой температурой он направляется в сушильные шахты. В первой сушильной шахте продолжительность сушки равна 4—5 мин, а во второй сушильной шахте зерно сушится в течение 10—12 мин. Охлаждение зерна длится в течение 10—12 мин.

Особенностью данной сушилки является возможность дистанционного контроля температуры нагрева и влажности зерна. Температура нагрева зерна контролируется после каждой сушильной шахты, а влажность зерна — на входе в охладительную шахту.

Удачным техническим решением А1-УЗМ является размещение подогревателя в самой зерносушилке, что позволяет обойтись минимумом обслуживающих норий и скомпоновать ее на небольшой площади.

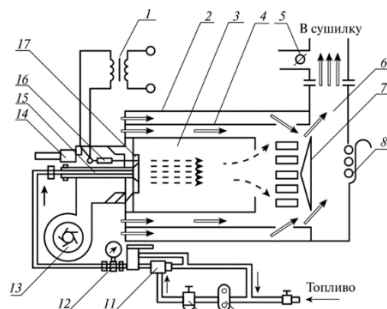


Рис. 5.4. Схема топки зерносушилки СЗШ-16: 1 — газосветный трансформатор; 2 — кожух; 3 — камера сгорания; 4 — экран; 5 — клапан впуска атмосферного воздуха; 6 — смесительная камера; 7 — отражательный экран; 8 — противозрывной клапан; 9 — топливный насос; 10 — фильтр; 11 — клапан; 12 — манометр; 13 — дутьевой вентилятор; 14 — фотоэлектрический прибор; 15 — форсунка; 16 — свеча зажигания; 17 — завихритель; --→ топливо; → топочные газы; О — воздух.

Оригинальным конструкторским решением является также использование напорно-распределительной камеры для подогрева рециркулирующего зерна с последующим смешиванием его с сырым зерном. Это в свою очередь интенсифицирует влагообмен между сырым и рециркулирующим зерном.

Производительность зерносушилки А1-УЗМ при снижении влажности зерна с 20 до 14% составляет 50 т/ч. Удельный расход условного топлива равен 11 кг/т, электроэнергии — 2,4 кВт•ч/т. Габаритные размеры (без норий и топки) 10 000х7000х20 000 мм, масса 55 000 кг.

Зерносушилка СЗШ-16 спроектирована и изготовлена для предприятий сельского хозяйства и используется в сочетании с зерноочистительными комплексами типа ЗАВ-20. Зерносушилка состоит из цилиндрической топки, работающей на жидком топливе, двух параллельно расположенных сушильных шахт с выпускными устройствами, двух выносных охлаждающих колонок, газозондуховодов, диффузоров и норий.

Топка сушилки включает (рис. 5.4) камеру сгорания, кожух, топливную аппаратуру, смесительную камеру, систему зажигания и контроля факела.

Перед смесительной камерой расположен отражательный экран, а в самой камере — противозрывной клапан. В торцевой части

топки смонтированы завихритель воздуха и форсунка. Чтобы контролировать наличие факела во время работы сушилки, в топке установлено фотоэлектрическое реле.

В каждой из двух шахт размером 2030x1000 мм и высотой 6400 мм размещено 14 рядов коробов по 8 шт. в ряду. Шахты размещены параллельно друг к другу, между шахтами расположена распределительная камера. Над каждой шахтой смонтирован надшахтный бункер, излишки зерна из которого по самотечной трубе направляются в нории сырого зерна. Под шахтами смонтированы выпускные устройства комбинированного действия. Устройство совершает как непрерывное движение с амплитудой колебания 4—20 мм, так и периодическое движение с амплитудой 135 мм через каждые 4 мин.

В состав зерносушилки входят два вентилятора типа ЦЧ-70 № 8 (по одному на каждую шахту), две нории сухого зерна и две нории сырого зерна. В качестве теплоносителя используется подогретый воздух, что значительно повышает пожаробезопасность при эксплуатации сушилки.

Зерносушилка имеет одну зону сушки и работает на всасывание, для чего топка соединена воздухопроводом с напорной камерой, а вентиляторы шахт смонтированы после шахт и работают на всасывание. Охлаждение просушенного зерна осуществляется в двух охлаждающих колонках (по одной на каждую шахту).

Охлаждающая колонка высотой 2750 мм выполнена из двух перфорированных цилиндров: внутреннего диаметром 760 мм и внешнего диаметром 1260 мм. В пространство между цилиндрами загружается зерно и продувается атмосферным воздухом при подаче его вентилятором во внутренний цилиндр.

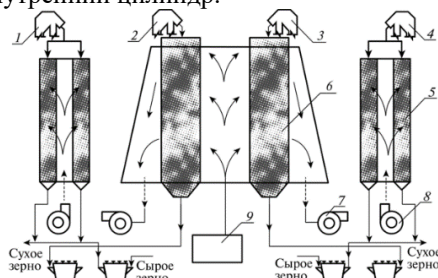


Рис. 5.5. Технологическая схема зерносушилки СЗШ-16: 1-4 — нория; 5 — охладитель; 6 — шахта сушилки; 7 — вентилятор шахты; 8 — вентилятор охладителя; 9 — топка.

Технологический процесс сушки СЗШ-16 осуществляется следующим образом. Сырое зерно поступает в норию 2 (рис. 5.5) и норию 3. Каждая из этих норий направляет сырое зерно в свою шахту 6. Зерно, двигаясь по шахте сверху вниз, продувается подогретым в топке 9 атмосферным воздухом, подаваемым вентиляторами 7. Равномерность выпуска зерна из шахт обеспечивается комбинированным выпускным устройством, смонтированным под каждой шахтой. Зерно после шахт направляется в нории 1 и 4, а затем в охлаждающие колонки 5, где оно охлаждается атмосферным воздухом, нагнетаемым вентилятором 8. Сухое и охлажденное зерно направляется на хранение.

По сравнению с зерносушилками серии ДСП зерносушилка СЗШ-16 имеет следующие недостатки:

- наличие одной зоны сушки и специального оборудования для охлаждения зерна повышает затраты на обработку зерна;
- работа вентиляторов шахт на всасывание эффективна при достаточной герметизации воздухопроводов, в противном случае вентиляторы будут засасывать вместо теплоносителя через неплотности атмосферный воздух;
- работа топки в качестве калорифера на использовании подогретого воздуха повышает затраты по топливу на 50%. Производительность сушилки при снижении влажности зерна (пшеницы) на 6% составляет 16 т/ч при удельном расходе условного топлива 12,2 кг/т и электроэнергии 3,8 кВтч/т. Габаритные размеры 10 500x11 100x12 500 мм, масса 14 000 кг.

К барабанным относятся горизонтальные цилиндрические сушилки с вращающимся или неподвижным корпусом. В первом случае вместе с барабаном вращается внутренняя насадка, обеспечивающая перемешивание материала, во втором — специальное перемешивающее устройство. По способу подвода теплоты барабанные сушилки делят на конвективные (прямого действия), контактные (непрямого действия) и комбинированные (смешанного действия).

Внутри корпуса устанавливают различные насадки и другие внутренние устройства, способствующие равномерному распределению по сечению материала и интенсивному перемешиванию его в процессе сушки. Вид насадки соответствует свойствам высушиваемого материала: винтовые распределительные; подъемно-лопастные, лопастные секторные, секторные (перевалочные); самоочищающиеся.

Барабанная зерносушилка СЗСБ-8 используется стационарно для сушки зерновых и масличных культур любой влажности и засоренности. Зерносушилки этого типа используются для сушки мелких

партий зерна, а также для сушки семян подсолнечника на маслоэкстракционных заводах.

Рабочим органом таких сушилок является барабан, внутри которого размещены насадки или продольные лопасти. Барабан имеет небольшой наклон в сторону перемещения зерна и вращается с частотой 2—6 мин⁻¹. При вращении барабана с помощью насадок и лопастей зерно с их помощью поднимается, а затем с них скатывается. В процессе падения обрабатываемый продукт обдувается теплоносителем. При вращении барабана зерно перемещается к противоположному его концу и высушивается. Эти зерносушилки, как правило, не требуют монтажа и могут быть установлены на площадках. К недостаткам можно отнести то, что они металлоемки, малопроизводительны и отличаются повышенным расходом топлива.

Зерносушилка СЗСБ-8 комплектуется топкой, загрузочной камерой, сушильным барабаном, разгрузочной камерой, охлаждающей колонкой и нориями.

Топка имеет цилиндрическую форму, выполнена из металла и работает на жидком топливе.

Загрузочная камера предназначена для ввода в барабан сушилки теплоносителя и зерна. В нижней части камеры размещен клапан для вывода излишков зерна.

Сушильный барабан состоит из шести секций, внутри барабана имеются лопасти для подъема зерна. Ввод зерна в барабан осуществляется шестью винтовыми дорожками; при помощи аналогичных дорожек производится вывод зерна. Барабан двумя бандажами опирается на ролики, посредством которых осуществляется его привод.

Разгрузочная камера предназначена для вывода отработанного теплоносителя в атмосферу и выгрузки просушенного зерна. В верхней части камеры смонтирован вентилятор для подачи теплоносителя из топки в барабан и его вывода после выполнения технологического процесса. Выгрузка зерна осуществляется шлюзовым затвором.

Зерно охлаждается в вертикальной охлаждающей колонке, состоящей из двух перфорированных цилиндров разного диаметра, вставленных один в другой. Пространство между цилиндрами заполняется зерном.

Продувка зерна осуществляется путем всасывания атмосферного воздуха через перфорацию внешнего цилиндра вентилятором, смонтированным в верхней части колонки. Выпуск зерна из колонки производится при помощи шлюзового затвора. Охлаждающая колонка имеет периодический принцип работы.

Барaban сушилки обслуживает вентилятор ЦЧ-70 № 7, а охлаждающую колонку — вентилятор ЦЧ-70 № 6. Привод барабана осуществлен электродвигателем мощностью 7,5 кВт через редуктор РМ-350.

Принцип работы сушилки заключается в следующем (рис. 5.6). Сырое зерно норией (на схеме не показана) вводится через загрузочную камеру 2 по самотеку 3 в сушильный барабан 5. Лопатки и крестовины барабана поднимают зерно вверх, затем оно сыпается вниз. Этот процесс повторяется многократно с постепенным перемещением зерна вдоль барабана. Зерно нагревается кондуктивно на лопатках, а при его падении нагревается и высушивается конвективно теплоносителем, подаваемым вентилятором 7. Зерносушилка работает на всасывание теплоносителя. После барабана 5 обрабатываемый продукт попадает в разгрузочную камеру 6, откуда шлюзовым затвором непрерывно выводится из камеры и норией 9 направляется на шнек 10, который загружает зерно в охлаждающую колонку 12. Воздух через перфорацию внешнего цилиндра поступает в зерно и через перфорацию внутреннего цилиндра вентилятором 11 выбрасывается в атмосферу. Зерно из охлаждающей колонки выпускается порциями. При достижении верхнего уровня зерна в колонке автоматически включается шлюзовой затвор 13, который выпускает зерно, при достижении минимального уровня зерна шлюзовой затвор выключается, и выпуск зерна прекращается.

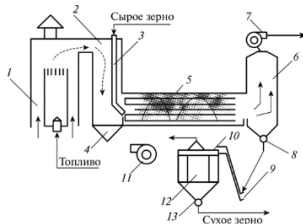


Рис. 5.6. Технологическая схема сушилки СЗСБ-8:

- 1 — топка; 2 — загрузочная камера; 3 — самотек ввода сырого зерна;
- 4 — грузовой клапан; 5 — барабан; 6 — разгрузочная камера;
- 7, 11 — вентиляторы; 8, 13 — шлюзовой затвор; 9 — нория;
- 10 — шнек; 12 — охлаждающая колонка.

Производительность сушилки при снижении влажности зерна (пшеницы) с 20 до 14% составляет 8 т/ч при расходе условного топлива 65 кг/ч. Мощность привода 31,6 кВт, габаритные размеры 10 260x7070x8300 мм, масса 9000 кг.

Зерносушилка СЗПБ-2,5 выполнена в передвижном варианте.

Она состоит из топки на жидком топливе, подводящей камеры, сушильного барабана, отводящей камеры, охладительного барабана. Отличительной особенностью сушилки является наличие двух барабанов. В одном барабане зерно высушивается, в другом — охлаждается.

Сушильный барабан диаметром 1000 и длиной 5000 мм опирается на четыре пары роликов, из которых две пары являются приводными и покрыты резиной. Барабан вращается с частотой 10 мин^{-1} .

Охладительный барабан диаметром 550 мм и длиной 2300 мм вращается с частотой скоростью 27 мин^{-1} .

Технологический процесс этой зерносушилки аналогичен процессу зерносушилки СЗСБ-8 с той лишь разницей, что охлаждение зерна после сушки осуществляется не в охладительной колонке, а в барабане. Зерно в данной сушилке после сушильного барабана шнеком подается в охладительный барабан. Выпуск сухого зерна и зерна после охлаждения осуществляется шлюзовыми затворами. Охлажденное сухое зерно шнеком транспортируется от зерносушилки на дальнейшую переработку или хранение.

Производительность сушилки при снижении влажности зерна (пшеницы) с 20 до 14% составляет 2,5 т/ч при удельном расходе условного топлива 12 кг/т и электроэнергии 3,24 кВт·ч/т. Габаритные размеры 8470x7600x2650 мм, масса 4000 кг.

Стационарная зерносушилка ДСП-32 открытого типа с производительностью 32 т/ч предназначена для снижения влажности зерна до величины, обеспечивающей длительное хранение зерна. Применяют на хлебоприемных предприятиях и устанавливают на поточных линиях приема, очистки и отгрузки зерна, а также возле элеваторов и складов. Относится к зерносушилкам шахтного типа, т.е. сушка просыпаемого через секции зерна происходит благодаря подаче потоков горячего воздуха через короба секций.

Зерносушилка ДСП-32 — это установка открытого типа с двухступенчатым режимом сушки (табл. 5.1). Конструкция сушилки состоит из двух параллельно работающих сушильных шахт из сборных металлических конструкций. Каждая шахта имеет семь секций и по высоте разделяется на три зоны. Первая зона (сушки) расположена в верхней части шахты, вторая зона — в средней, а третья (охлаждения) — в нижней части шахты. Агент сушки в камеру нагрева нагнетается двумя вентиляторами Ц4-70 № 12 для первой зоны и Ц4-70 № 10 для второй зоны. Для защиты шахт от попадания атмосферных осадков над открытыми торцами отводящих коробов устанавливаются предохранительные козырьки, изготовленные из оцинкованной стали. Под

охлаждательными камерами установлены затворы периодического действия и подсушильный бункер, с которого зерно подается на конвейер и далее на норию в склад. На малых производствах для ускорения оборота применяют мобильные зерносушилки.

Таблица 5.1. Технические характеристики сушилки зерна ДСП-32

Показатель	Значение
Производительность, т/ч	32,00
Снижение влажности, %	6,00
Количество шахт, шт.	2,00
Объем зерна в сушильной камере, м ³	53,90
Масса зерна в сушильной камере, т	26,60
Объем зерна в камере охлаждения, м ³	17,10
Масса зерна в камере охлаждения, т	12,80
Время пребывания зерна в камере, мин: сушильной	51,00
охлаждения	24,00
Часовой расход условного топлива, кг/т	14,28
Установленная мощность, кВт	125,00
Габаритные размеры, не более, м	15,96x8,42x18,73
Масса, не более, кг	39 800,00

Во время эксплуатации к сушилкам предъявляются следующие требования.

Камеры сушилок должны быть герметичными. Двери камер должны иметь рычажные, клиновые, винтовые или другие устройства, плотно закрывающие их.

Если в конвейерных сушилках по условиям эксплуатации не могут быть устроены двери или конструкция сушилки не обеспечивает зону с нулевым давлением, у входа и выхода сушилки необходимо устраивать тепловые (воздушные) завесы.

Сушильные установки должны иметь тепловую изоляцию, обеспечивающую минимальные технологические потери теплоты.

При установке сушилок на открытом воздухе теплоизоляция должна быть влагостойкой с гидроизоляционным покрытием.

В сушильных установках, в которых происходит пропаривание материала или изделий, ограждающие конструкции должны покрываться слоем гидроизоляции.

В сушилках с принудительной циркуляцией воздуха должны устанавливаться ребристые или гладкотрубные подогреватели или пластинчатые калориферы. Для лучшего обеспечения стока конденсата пластинчатые калориферы должны устанавливаться вертикально.

Для обеспечения равномерного распределения воздуха в сушильной камере должны устанавливаться направляющие экраны, решетки и другие устройства. Сушка материалов в камерных сушилках с неполными габаритами штабеля по высоте запрещается.

При сушке порошкообразных или дробленых материалов удаляемый из сушилки воздух должен очищаться путем устройства пылеосадочных камер, сухих или мокрых циклонов, мультициклонов, матерчатых фильтров. В этих сушилках должна применяться рециркуляция воздуха.

Кратность рециркуляции воздуха должна быть определена расчетным путем с учетом режима взрывоопасных паров и пыли, выделяемой при сушке, и указана в инструкции по эксплуатации.

На рабочем месте работника, обслуживающего сушильную установку, должна быть режимная карта. При эксплуатации сушилки должен осуществляться контроль над параметрами теплоносителя, регламентируемыми температурами по зонам, качеством высушиваемого материала с регистрацией показателей в оперативном журнале.

Контрольные вопросы:

1. Какие выделяют типы сушилок, применяемых для послеуборочной обработки зерна в зависимости от классификационных признаков, выделяют типы сушилок, применяемых для послеуборочной обработки зерна?
2. Как работает зерносушилка А1-ДСП-50?
3. В какой последовательности осуществляется технологический процесс зерносушилки А1-УЗМ?
4. В какой последовательности осуществляется технологический процесс сушилки СЗШ-16?
5. Какое устройство сушилки СЗСБ-8?

Тема 5.3. Автоматизация зерносушилок СЗШ-16, СЗШ8, СЗСБ

1. Автоматизация зерносушилок СЗШ-16, СЗШ8, СЗСБ-8

Сушку зерна производят в сушилках различного типа: шахтных СЗШ-8, СЗШ-16, М-819, ВТИ-5, ДСП-32; колонковых СЗК; барабанных СЗСБ; рециркулирующих РД-2х25-70, А1-УЗМ и т.д.

Широкое применение получили шахтные зерносушилки как наиболее удобные. Их производительность колеблется от 1 до 50 т/ч. Такие зерносушилки используют для сушки пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы и других культур продовольственного и семенного назначения.

Наиболее распространена такая техника зерносушения, как сушка зерна в малоподвижном гравитационном плотном слое. По этому принципу работают шахтные зерносушилки с подводщими и отводящими коробами, расположенными в шахматном порядке. В таких зерносушилках зерно движется сверху вниз, проходя последовательно много чередующихся подводщих и отводящих коробов, образующих прямоточное или перекрестное продувание движущегося потока зерна агентом сушки (рис. 5.7), который поступает с одной стороны шахты в подводящие короба, проходит слой зерна и выходит с противоположной стороны шахты через отводящие короба. Агент сушки выполняет роль как тепло-, так и влагоносителя. Температура агента сушки не должна падать ниже определенных пределов, так как с понижением температуры его относительная влажность увеличивается, а влагоемкость — уменьшается.

Короб представляет собой канал с открытой нижней стороной, через которую агент сушки входит в зерновой слой или выходит из него. Под нижней открытой стороной короба зерно располагается под углом естественного откоса. Одна из торцевых сторон каждого короба открыта, другая — заглушена. Подводящие короба открыты со стороны входа агента сушки и заглушены со стороны его выхода из шахты. Отводящие короба, наоборот, закрыты со стороны входа и открыты со стороны выхода агента сушки из шахты. Короба изготовляют из листовой стали толщиной 1,5...2 мм.

Шахтные прямоточные зерносушилки работают в режиме непрерывного действия. Зерно движется в шахте сплошной массой со скоростью, определяемой работой выпускного механизма периодического или непрерывного действия. Необходимый уровень зерна в сушилке контролируется датчиками минимального LS (2) и максимального LS (1) уровней, которые установлены в сушильных бункерах (рис. 5.7). Датчики уровня управляют работой порционного разгрузочного устройства: при достижении минимального уровня останавливается электродвигатель разгрузочных кареток М1, при достижении максимального уровня и наличии управляющего сигнала электродвигатель разгрузочных кареток включается снова.

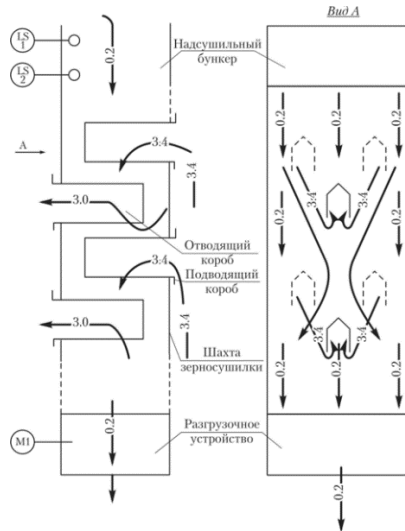


Рис. 5.7. Технологическая схема сушки зерна в шахтной зерносушилке: 0.2 — зерно; 3.4 — теплоноситель; 3.0 — отработанный теплоноситель

После сушки в сушильной шахте зерно охлаждается в охлаждающей шахте (конструкции этих шахт идентичны). Перегрузка зерна из сушильной шахты в охлаждающую колонку осуществляется с помощью транспортеров. В охлаждающей зоне зерно продувается атмосферным воздухом. Здесь, кроме охлаждения зерна, происходит дополнительное испарение из него влаги. Исполнительный механизм шлюзового затвора охлаждающей колонки управляется аналогично приводу разгрузочных кареток.

В шахтных зерносушилках (рис. 5.8) управляемыми параметрами являются температура θ и влажность ω зерна на выходе из сушилки, а управляющими — температура θ_0 теплоносителя и скорость движения v зерна через шахту сушилки. Начальные температура θ_0 и влажность ω_0 зерна на входе в сушилку с точки зрения автоматического управления являются возмущающими воздействиями.

Зерносушилки М-819, ВТИ-5, ДСП-32 имеют одну шахту, состоящую по высоте из зон: сушильной, промежуточной и охлаждающей. Сушильная и охлаждающая зоны оборудованы коробами. Надсушильный бункер оснащен скребковым транспортером, предназначенным для разравнивания зерна. Выгрузка зерна и регулирование производительности осуществляется выпускным устройством, расположенным под шахтой.

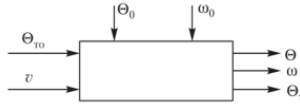


Рис. 5.8. Шахтная зерносушилка как объект управления температурой и влажностью

Барabanные сушилки бывают двух видов: стационарные — СЗСБ-8 и СЗСБ-8М и передвижные — СЗПБ-2,5.

Основным элементом барабанных сушилок (рис. 5.9) является горизонтальный или чуть наклоненный вращающийся со скоростью 2...6 об/мин цилиндрический барабан, в котором перемещается по длине и сушится зерно. Внутри барабана в зависимости от высушиваемого продукта устанавливают различного типа насадки и продольные лопасти, способствующие интенсификации процесса сушки. Основная характеристика барабанных сушилок — влагонапряжение объема барабана, т.е. количество испаренной влаги с 1 м³ объема барабана. Величина влагонапряжения зависит от типа, степени заполнения и частоты вращения барабана, теплофизических свойств и размеров зерна, а также от температуры, влажности и скорости агента сушки внутри барабана и колеблется от 6,0 до 44,0 кг исп. влаги/(м³ • ч). Расход теплоты составляет от 5230 до 12 500 кДж исп. влаги (от 1250 до 3000 ккал/кг исп. влаги), а расход электроэнергии — от 0,1 до 0,2 кВт • ч/кг исп. влаги.

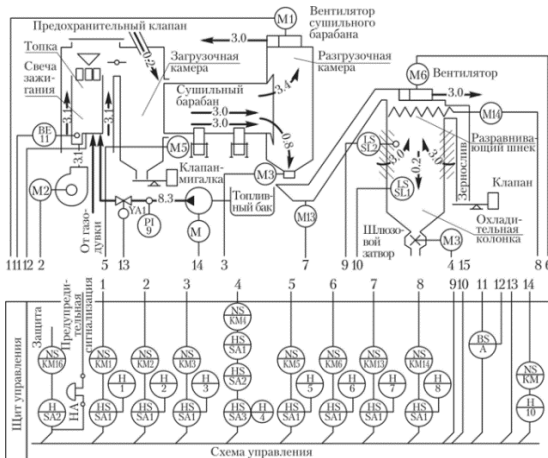


Рис. 5.9. Схема автоматизации барабанной зерносушилки СЗСБ-8

Зерносушилка СЗСБ-8 состоит из топки, загрузочной камеры, сушильного барабана, разгрузочной камеры, охладительной колонки, разгрузочной нории, вентилятора охладительной колонки, вентилятора сушильного барабана, загрузочной нории и приводного механизма.

Топка зерносушилки металлическая цилиндрической формы, работающая на жидком топливе. Она состоит из камеры сгорания, топливной системы питания, вентилятора распыливания топлива, станины, дымовой трубы и блокировочного устройства. Наличие пламени в топке фиксирует фотодатчик ВЕ, сигнал с которого поступает на устройство контроля пламени ВS. На топливопроводе контролируют давление показывающим манометром Р1.

Загрузочная камера установлена рядом с передним торцом сушильного барабана и служит для подачи агента сушки и сырого зерна в барабан сушилки. На верхней стенке камеры расположен патрубок, соединяющий камеру с трубопроводом подачи агента сушки. Дно камеры конусное и заканчивается клапаном-мигалкой, через который излишек сырого зерна можно удалять из камеры. На передней стенке камеры имеется отверстие для термометра, предназначенного для замера температуры агента сушки.

Разгрузочная камера служит для отвода отработанного агента сушки и вывода высушенного зерна. Вывод зерна из камеры производится непрерывно при помощи шлюзового затвора, установленного в конце конусного днища камеры. Привод шлюзового затвора осуществляется от электродвигателя через редуктор. Отработанный агент сушки удаляется вентилятором, расположенным над камерой.

Охладительная колонка — вертикальная, образована из двух цилиндров, основная часть которых (нижняя) перфорированная, а верхняя часть — из сплошного листа. Кольцевое пространство между цилиндрами служит емкостью для зерна, в которой происходит его охлаждение благодаря просасыванию воздуха через слой зерна. Подача воздуха для охлаждения осуществляется через отверстия наружного цилиндра.

К верхней части внутреннего цилиндра присоединен всасывающий патрубок вентилятора, который отводит отработанный воздух.

Дно колонки конусное и заканчивается шлюзовым затвором с приводом от электродвигателя. Работает он периодически. Включение осуществляется датчиком верхнего уровня зерна LS (SL2), когда зерно достигает максимального уровня, выключение — датчиком нижнего уровня LS (SL1), который расположен в верхней части охладительной колонки.

Зерно поступает через загрузочную камеру в сушильный барабан зерносушилки СЗСБ-8, где лопатки барабана и крестовины подхватывают зерно и поднимают его вверх, затем оно сыпается вниз и далее перемещается вдоль барабана. Агент сушки, проходя через барабан, омывает сыпавшееся с полок зерно и высушивает его. Зерносушилка работает под разрежением во избежание утечки агента сушки через неплотности.

Отработанный агент сушки удаляется вентилятором М1, расположенным под разгрузочной камерой сушилки. Высушенное зерно через шлюзовой затвор непрерывно отводится из разгрузочной камеры норией М13 в охлаждающую колонку. Здесь зерно перемещается сверху вниз, по пути продувается атмосферным воздухом и охлаждается. Воздух для охлаждения поступает снаружи по всей высоте perforированной части колонки, проходит через слой зерна во внутренний цилиндр и выбрасывается вентилятором в атмосферу.

В барабанных зерносушилках скорость передвижения зерна по барабану весьма неравномерна, вследствие этого за входные параметры приняты производительность сушилок q и время t пребывания зерна в сушилке. За выходной параметр влажности удобнее, оказалось, взять влагосъем в сушилке за один проход:

$$\Delta S\omega = O_0 - \omega_0, \quad (5.1)$$

где ω_0 — влажность зерна на входе и выходе сушилки (рис. 5.10).

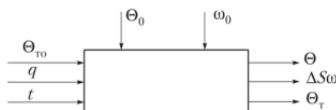


Рис. 5.10. Модель барабанной зерносушилки как объекта управления температурой и влажностью: O , O_0 , $O_{т0}$, O_r — температура зерна на выходе и на входе зерносушилки и температура теплоносителя на входе и выходе; q — производительность сушилки; t — время пребывания зерна в сушилке; $\Delta S\omega$ — влагосъем за один проход.

Контрольные вопросы:

1. Какие сушилки относятся к шахтному типу?
2. Какие сушилки относятся к барабанному типу?
3. Какой принцип работы шахтных прямоточных зерносушилок?

4. Каких видов бывают барабанные сушилки?
5. Из чего состоит зерносушилка СЗСБ-8?

Тема 5.4. Принципиальная схема зерносушилок

1. Принципиальная электрическая схема и описание работы управления зерносушилкой СЗСБ-8

Принципиальная электрическая схема управления зерносушилкой СЗСБ-8 приведена на рис. 5.11. Переключателем SA1 выбирают заданный вариант работы оборудования: работа только первой (положение 1) или второй сушилки (положение 2) или их совместная работа (положение 3).

Перед пуском сушилки включают автоматические выключатели SF1 и SF2, а затем кнопкой SB2 — пускатель KM16. Контакт KM16 запитывает силовую часть схемы. Второй контакт KM 16 через реле KV3 включает предупредительный звуковой сигнал HA, который отключают кнопкой SB21.

Пуск осуществляют вручную. Блоком P13 включают двухточную норию через пускатель KM 13. Последний замыкает свои контакты в цепи питания пускателей KM2 и KM3. Блоком P1 и P2 включают электродвигатели вентиляторов сушильного барабана M1 и топки M2. От контакта KM2 срабатывает реле времени KT1, которое через 150 с своим контактом включает трансформатор зажигания TV и электромагнитный клапан YA1 подачи топлива. При появлении пламени в топке срабатывает реле KV5, включается и становится на самоблокировку реле KV4, которое отключает реле KT1. Если в течение 15 с в топке пламя не возникает, то контакт KT1 на 165-й секунде с момента пуска шунтирует цепь фотореле и этим вызывает срабатывание реле KV5, а затем KV4. Реле KT1 расшунтирует цепь фотореле, отключает KV5, а затем контакт KV5 отключает пускатель KM2 и тем самым отключает вентилятор топки. Контакт KM2 снимает напряжение со схемы контроля пламени и включает через контакты KV1 звуковой сигнал HA. Аналогичным образом действует схема при погасании пламени в топке по любым другим причинам.

При успешном пуске топки соответствующими кнопками включают KM5 и KM6 (сушильный барабан и вентилятор охладительной колонки), а затем KM14 и KM15 (приводы разгрузки). Разгрузочным устройством охладительной колонки можно управлять вручную или автоматически по сигналам датчиков уровня SL1 и SL2.

Останавливает зерносушилку оператор вручную в обратной последовательности.

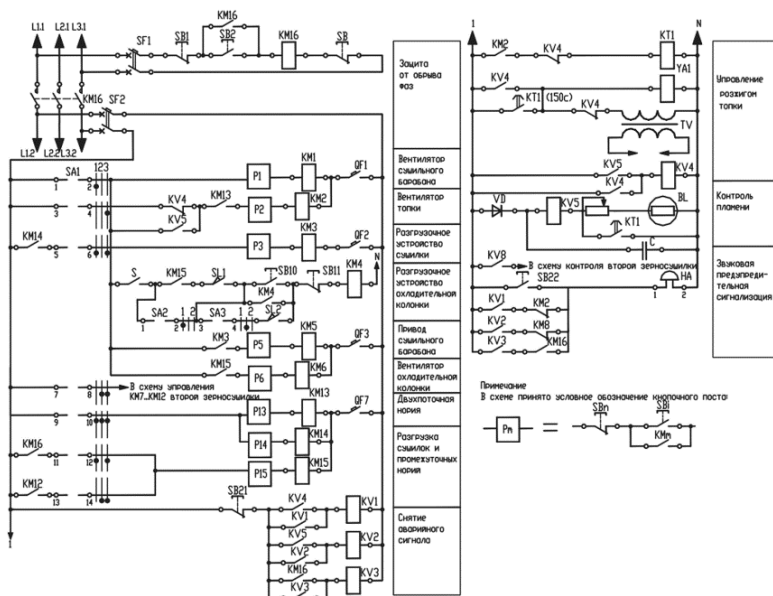


Рис. 5.11. Упрощенная принципиальная электрическая схема управления барабанной зерносушилкой СЗСБ-8

Контрольные вопросы:

1. Как работает принципиальная электрическая схема управления зерносушилкой СЗСБ-8?
2. Что обозначается буквами SF на принципиальной электрической схеме управления зерносушилкой СЗСБ-8?
3. Что обозначается буквами KM на принципиальной электрической схеме управления зерносушилкой СЗСБ-8?
4. Что обозначается буквами KT на принципиальной электрической схеме управления зерносушилкой СЗСБ-8?
5. Что обозначается буквами HA на принципиальной электрической схеме управления зерносушилкой СЗСБ-8?

Тема 5.5. Автоматизация процесса вентилирования зерна

1. Технологические основы процесса активного вентилирования зерна

Активное вентилирование заключается в продувании зерновой массы холодным или подогретым воздухом и используется для сушки семенного зерна, временного хранения (консервирования) зерна и аэрации зерна при длительном хранении. К сожалению, влажное зерно очень быстро портится при хранении. Из-за увеличенной интенсивности дыхания при повышенной влажности и температуре зерно самосогревается, поражается плесневыми грибами, микроорганизмами и быстро теряет семенные и продовольственные качества. Активное вентилирование, кроме консервирования, предупреждает самосогревание, охлаждает и подсушивает зерновые насыпи.

Круглосуточное вентилирование необходимо при влажности зерна выше 20 %. В дождливую погоду проводят периодическое вентилирование зерна подогретым воздухом в течение 1,5 ч через каждые 4...6 ч.

Активное вентилирование — разновидность конвективного способа сушки, отличающегося тем, что процесс протекает при высоких температурах и медленном обезвоживании продукта. Воздушный поток, пронизывающий толстый слой зерна, поглощает влагу до тех пор, пока не наступит гигроскопическое равновесие двух сред — зерна и воздуха. Поэтому конечная влажность зерна зависит от влажности нагнетаемого в его массу воздуха. Так, кондиционная влажность пшеницы 14% может быть получена при относительной влажности вентиляционного воздуха не более 65%.

«Мягкие» режимы сушки способствуют благоприятному протеканию биологических процессов в массе зерна, повышают энергию прорастания и ускоряют послеуборочное дозревание, что особенно важно для семенного зерна.

В основе сушки вентилированием лежит зависимость так называемой равновесной влажности зерна w от относительной влажности воздуха ϕ (рис. 5.12). Из-за гигроскопических свойств зерно увлажняется при относительной влажности воздуха выше равновесной и подсушивается при его влажности ниже равновесной. Для уменьшения относительной влажности воздуха его подогревают: на каждый градус нагрева относительная влажность воздуха снижается примерно на 5 %. При сушке воздух обычно подогревают на 10... 12 °С.

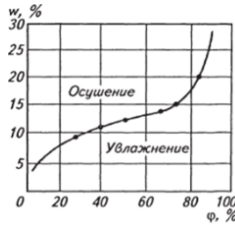


Рис. 5.12. Зависимость равновесной влажности зерна w от относительной влажности воздуха ϕ .

2. Автоматическое управление процессом активного вентилирования зерна

Для активного вентилирования зерна атмосферным воздухом используют вентилируемые бункеры типа БВ и др. Вентилируемый бункер имеет цилиндрическую форму и выполнен из штампованных перфорированных секций. Несколько бункеров объединяют в группу. Зерно засыпают между внутренним и внешним цилиндрами.

Автоматизация бункеров активного вентилирования зерна предусматривает автоматическое управление загрузкой бункеров, воздухораспределением в бункере, температурой и влажностью зерна и продуваемого воздуха. Нория загружает зерно в бункер 3 (рис. 5.13, а), в котором происходит вертикальное и радиальное воздухораспределение. В центре бункера установлена перфорированная воздухораспределительная труба 4, внутри которой от электропривода перемещается поршень-заглушка 5. Разгружается бункер самотеком через люк 6. Вентилятор 1 прогоняет воздух через электрокалорифер 2 и подает его в массу зерна.

Автоматическая система управления воздухораспределением воздействует на электропривод М (рис. 5.13, б), который устанавливает поршень-заглушку в требуемое положение следующим образом. Сигнал на перемещение поршня-заглушки подается от блок-контактов КМ1:1 при пуске загрузочной нории. Блок-контакты КМ 1:1 подают питание на катушку КМВ и двигатель М и тот передвигает поршень вверх, пока не разомкнутся контакты конечного выключателя SQ1. Окончание загрузки и отключение нории вызывает замыкание блок-контакта КМ1:2 в цепи включения катушки КМН реверсивного пускателя привода заглушки. Теперь заглушка опускается до тех пор, пока датчик 6 положения не коснется зерна и, разомкнув свои контакты SQ2, не отключит катушку КМН. При помощи кнопок SB1 и SB2 можно дистанционно управлять электроприводом и заглушкой, связанной с ним тросом.

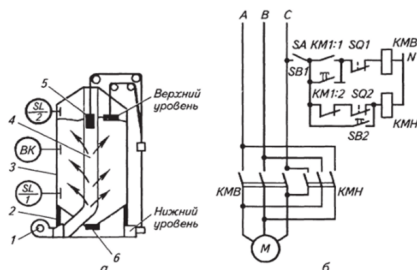


Рис. 5.13. Функциональная схема бункера активного вентилирования (а) и принципиальная электрическая схема управления поршнем-заглушкой (б): 1 — вентилятор; 2 — электрокалорифер; 3 — бункер; 4 — воздухораспределительная труба; 5 — поршень-заглушка; 6 — люк.

Для управления загрузкой, температурой и влажностью зерна предназначена схема, представленная на рисунке 5.14.

Переключатели SA1 и SA2 могут быть установлены в два положения: С — сушка, К — консервация при ручном Р и автоматическом А управлении. Датчики уровня SL1 и SL2 контролируют верхний и нижний уровень зерна в бункере. Норию загрузки пускают кнопкой SB2, в результате чего магнитный пускатель KM1 подает питание на электродвигатель M1.

Когда уровень зерна в бункере достигает максимального значения, размыкается контакт SL1, из цепи тока выводится пускатель KM1, который своими блок-контактами KM1:3 включает реле времени КТ и магнитный пускатель KM2 электропривода M2 вентилятора (переключатели SA1 и SA2 находятся в положениях соответственно С и А).

Влажность воздуха на входе в слой зерна и на выходе из него контролируют влагомерами с контактными датчиками В1 и В2, которые замыкаются при повышенной относительной влажности воздуха соответственно на входе в бункер и выходе из него. Если влажность зерна повышенная, то выносимая воздухом влага замыкает контакты В2, в результате чего срабатывает реле KV2, которое контактами К2 включает пускатель KM2 электропривода вентилятора. Процесс сушки продолжается независимо от положения контактов КТ до тех пор, пока до установленного значения не снизится количество влаги, выносимое из зерна. Тогда размыкаются контакты В2, отключается реле KV2, и лишается питания пускатель KM2 электропривода M2 вентилятора 1. Одновременно размыкающие контакты KM2:2 включают звонок НА, сигнализирующий об окончании процесса сушки.

Если при включении вентилятора М2 влажность воздуха на выходе ниже равновесной, то выноса влаги не будет. В этом случае вентилятор М2 отключается контактами реле КТ с выдержкой времени, достаточной для выноса влаги из зерна к датчику В2.

Электронагревательные элементы ЕК калорифера включаются только при работающем вентиляторе, когда влажность воздуха на входе в зерно достаточно высокая. В этом случае замыкаются контакты В1 влагомера и реле КВ1 включает магнитный пускатель КМ3 калорифера. Калорифер отключается автоматически в результате размыкания контактов В1 при снижении влажности окружающего воздуха.

Чтобы задать режим консервации (хранения) зерна, переключатель SA1 ставят в положение К. В этом случае управление ведется по температуре зерна, которая контролируется датчиком температуры SK. Когда температура зерна достигает максимально допустимого значения, замыкаются контакты SK, и магнитный пускатель КМ2 включает вентилятор. При этом для снижения (до 65 %) относительной влажности воздуха его пропускают через электрокалорифер. Вручную обслуживанием бункера управляют кнопками SB1...SB6, предварительно установив в положение Р переключатель SA2.

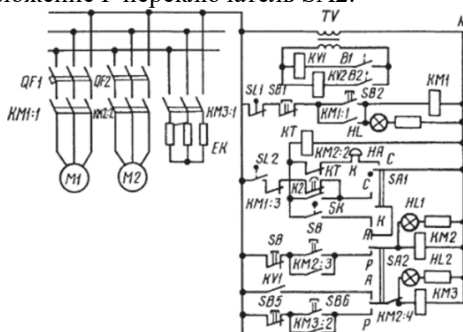


Рис. 5.14. Электрическая схема бункера активного вентилирования зерна

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается активное вентилирование?
2. Что предусматривает автоматизация бункеров активного вентилирования зерна?
3. Как работает принципиальная электрическая схема управления поршнем-заглушкой?

Тема 5.6. Автоматизация бункера БВ-25

1. Функциональная схема и техническая характеристика вентилируемого бункера БВ-25

Вентилируемый бункер БВ-25 (рис. 5.15) оборудован электрокалорифером 16 для подогрева воздуха, вентилятором 15 типа Ц4-70 № 6, двумя пробоотборниками 3, датчиком для контроля уровня семян в бункере и тремя регуляторами влажности 4 типа ВДК.

Корпус бункера состоит из вертикального цилиндра диаметром 3080 мм с конусообразным дном. Он изготавливается из штампованной перфорированной стали. В центре цилиндра установлен воздухораспределитель 12 с 750 мм, в который вмонтирован поршень 10, не позволяющий воздуху пройти в незагруженную часть бункера. Поршень перемещается по вертикали с помощью лебедки, системы тросов и блоков. Выпуск семян из бункера регулируют при помощи кольца 13, установленного в нижней части бункера, изменением ширины кольцевой щели. Воздух подается вентилятором 15 в воздухо-распределитель, радиально продувает семена и выходит через отверстия наружного цилиндра.

Электрокалорифер 16 устанавливают у всасывающего отверстия вентилятора. Он состоит из двух секций, каждая из которых связана со своим регулятором влажности. При относительной влажности от 75 до 80 % может включаться только одна из секций калориферов. Если относительная влажность воздуха выше 80 %, регуляторы подключают обе секции, и они работают одновременно. В таблице 5.2 приведена техническая характеристика вентилируемых бункеров.

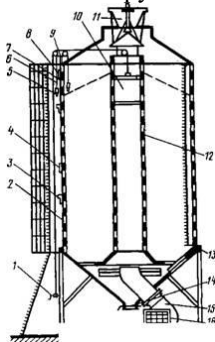


Рис. 5.15. Вентилируемый бункер БВ-25: 1 — лебедка; 2 — корпус бункера; 3 — пробоотборник; 4 — регулятор влажности; 5, 7 — грузики;

6—флажок фиксатора 8 — датчик уровня зерна; 9 — кронштейн с блоками; 10— цилиндрический поршень (клапан); 11— конусный распределитель зерна; 12 — воздухораспределитель; 13—регулирующее кольцо; 14 — заслонка 15 — вентилятор; 16 — электрокалорифер.

Технологический процесс вентилирования и сушки семян подсолнечника в бункерах заключается в следующем. После первичной очистки влажные семена подсолнечника направляют в один из бункеров. Во время заполнения бункера необходимо следить за тем, чтобы не было уплотненных зон по высоте бункера. Для этого при загрузке бункера семена из норки должны попадать на распределитель зернового потока, расположенный над центральным цилиндром.

Таблица 5.2. Техническая характеристика вентилируемого бункера

Показатели	БВ-25
Объем, м ³	35,0
Размеры, м:	
Диаметр	3,23
Высота	7,87
Ширина	4,50
Длина	4,50
Подача воздуха, м ³ /ч	11,3
Потребная мощность, кВт:	
С электроподогревом	25,5
Без электроподогрева	7,5

Сушка в вентилируемом бункере протекает медленно. Семена прежде всего подсушиваются в слое, через который входит подогретый воздух или агент сушки. В отдаленных слоях семена недосушиваются. Разнокачественность семян по влажности достигает 1,5...3,5%. Для ликвидации этого недостатка при сушке семян подсолнечника в вентилируемых бункерах используют два варианта.

При первом варианте через каждые 3,5...4,0 ч сушки (первоначальная влажность семян 9...13%) останавливают вентилятор и семена перемещают в этом же бункере выпуском их в течение 10... 15

мин из бункера и направлением в тот же бункер. Затем процесс сушки продолжается.

При втором варианте используются два бункера. В первом бункере сушат семена в течение 2,5...3,5 ч, затем перемещают в другой бункер, где сушку продолжают в течение 3...4 ч.

На интенсивность активного вентилирования семян подсолнечника в первую очередь влияет скорость продувания их воздухом.

Установлены следующие нормы расхода воздуха на 1 т семян (табл. 5.3).

Таблицы 5.3. Минимальные удельные подачи воздуха при вентилировании семян подсолнечника

Влажность Семян, %	Подача Воздуха, м ³ /ч	Высота Насыпи, м
16	30	3,0
18	40	2,5
20	60	2,0
22	80	2,0
24	120	1,5
26	160	1,5

Достоинством вентилируемых бункеров является их простота и доступность. Они не требуют больших капиталовложений, имеют большой срок службы. Применение мягких режимов сушки предотвращает травмируемость семян, что особенно важно для семян подсолнечника.

К недостаткам можно отнести большую продолжительность сушки, значительную неравномерность сушки по влажности между слоями, небольшую производительность. Поэтому вентилируемые бункера целесообразно применять для сушки небольших партий семян подсолнечника.

Контрольные вопросы:

1. Как устроен вентилируемый бункер БВ-25?
2. Как работает вентилируемый бункер БВ-25?

3. В чем заключается технологический процесс вентилирования и сушки семян подсолнечника в бункерах?
4. Что является достоинством вентилируемых бункеров?

Тема 5.7. Принципиальная электрическая схема бункера активного вентилирования зерна

1. Схема питания и защиты электропотребителей бункера активного вентилирования зерна

Схема питания и защиты электропотребителей бункера активного вентилирования зерна изображена на рисунке 5.16.

Питается система активного вентилирования зерна бункера БВ – 25 от стандартного источника питания переменного тока частотой 50 Гц на напряжение 0,4 кВ по четырехпроводной системе. В качестве вводного аппарата используется разъединитель QS типа P16–3CB2000У3, который предназначен для создания видимого разрыва в электрической цепи при обслуживании установки.

Для защиты электродвигателей от коротких замыканий мы используется автоматические выключатели QF1...QF3 типа ВА51Г25 с комбинированными расцепителями. Для защиты нагревной системы ЭК от коротких замыканий автоматический выключатель QF4 типа ВА51–31 с электромагнитными расцепителями. Для защиты цепи управления от коротких замыканий автоматический выключатель SF типа ВА51 – 10. Для дистанционного управления установки и защиты от чрезмерного снижения напряжения источника питания используют электромагнитные пускатели KM1...KM5 типа ПМЛ.

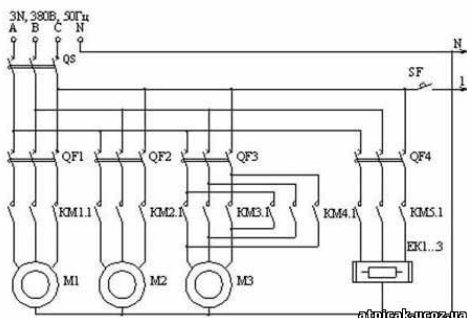


Рис. 5.16. Принципиальная электрическая схема питания и защиты электропотребителей бункера БВ – 25

2. Принципиальная электрическая схема системы автоматического контроля и работы БВ-25

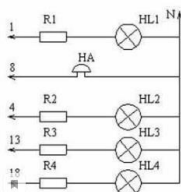


Рисунок 5.17. Принципиальная электрическая схема системы автоматического контроля и работы БВ – 25

Контрольные вопросы:

1. Как работает схема питания и защиты электропотребителей бункера активного вентилирования зерна?
2. Какими буквами обозначены электродвигатели в принципиальной электрической схеме питания и защиты электропотребителей бункера БВ – 25?
3. Какими буквами обозначены автоматические выключатели в принципиальной электрической схеме питания и защиты электропотребителей бункера БВ – 25?
4. Какими буквами обозначен разъединитель в принципиальной электрической схеме питания и защиты электропотребителей бункера БВ – 25?
5. Какими буквами обозначена световая сигнализация в принципиальной электрической схеме системы автоматического контроля и работы БВ-25?

Тема 5.8. Принципиальная электрическая схема управления загрузкой, температурной, влажности зерна

1. Принципиальная электрическая схема управления бункером БВ-25

Принципиальная электрическая схема управления бункером БВ -25 представлена на рисунке 5.18. Данная схема управления предусматривает работу установки по двух взаимосвязанных подсистемах.

Причем система загрузка зерна в бункер и движения поршня – заслонки является задающей и без ее воздействий невозможна работа

второй подсистемы управления микроклиматом в массе зерна бункера.

Так как бункер активного вентилирование зерна может выполнять две функции переработки зерна то переключателем SA2 мы выбираем их очередность. Положение SA2 "С" – сушка влажного зерна до необходимых кондиций и "К" – консервация зерна, то есть хранение зерна после его пересушивания. Переключателем SA1 мы выбираем режим работы схемы управления "Р" ручное управление установкой с постоянным оператором визуальным контролем и "А" – автоматическое управление без участия оператора. В ручном режиме управления, оператор нажимает кнопки SB1...SB2 и контролирует работу загрузочной нории и поршня-заслонки с помощью SB7...SB8. После заполнения бункера зерном он останавливает электропривод M1 загрузочной нории нажав SB1 и KM1. А с помощью кнопки SB7 поднимает вверх поршень – заслонку на уровень зерна в бункере. Процесс подготовки бункера до начала сушки зерна завершен.

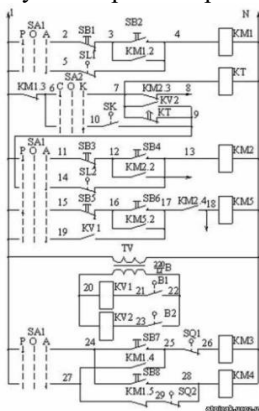


Рисунок 5.18. Принципиальная электрическая схема управления бункером активного вентилирования зерна БВ – 25.

Для начала сушки зерна оператор нажимает кнопку SB4 и зажимают через кнопку KM2 электродвигатель M2 привода центробежного вентилятора. Вентилятор продувает воздуха через зерно, а оператор следит за показаниями влагомеров В1 и В2. Если влажность воздуха, проходящего через зерно, не уменьшается (в бункер подается влажный воздух) оператор нажимает кнопку SB6 и запускает через кнопку KM5 электроннагревную систему ЭК. В массу зерна уже будет подаваться лишь влажное зерну воздуха за счет его нагрева, а оператор следит за показаниями влагомеров В1 и В2. При необходимости он

отключает нагревную систему ЭК нажав SB5. После окончания сушки зерна оператор или освобождает бункер от высушенного зерна через выгрузной нижний люк или переводят с помощью SA2 бункер в режим консервации. При этом режиме работы оператор следит за температурой зерна по показам датчика – регулятора SK, и с помощью вентилятора на нагревной системы поддерживает эту температуру в норме.

В автоматическом режиме работы установки (переключатель SA1 в "А" –автоматическое) все функции оператора берут на себя соответствующие технические средства автоматики. Когда бункер не загружен зерном на сушку или консервацию датчик SL1 верхнего уровня зерна в бункере замкнутый и пускатель KM1 запускает электродвигатель M1 привода загрузочной норрии и контактом KM1.4 пускатель KM3 поводу поршня – заслонки M2, а контактом KM1.3 делает невозможным работу схемы управления вентиляционной установки.

Идет процесс загрузки зерном бункера до установленного верхнего уровня SL1 и при его достижении датчик – реле SL1 размыкает свой контакт и отключает KM1, который в свою очередь останавливает лебедку привода поршня –заслонки и запускает в работу систему поддержания микроклимата в массе зерна (замыкается KM1.3).

В режиме сушка зерна (положение SA1–"С" – сушка) контакт KM1.3 запускает программное реле времени КТ, которое своим контактом КТ1 через замкнутый контакт датчика нижнего уровня SL2 запускает магнитный пускатель KM2, который в свою очередь запускает своими силовыми контактами электродвигатель M2 привода центробежного вентилятора и контактом KM2.4 подготавливает к работе круг управление электронагревательной секцией ЭК. Вентилятор продувает наружный воздух через зерновую массу бункера. Контакт КТ будет замкнутый 120 секунд, этого времени достаточно чтобы наружный воздух прошло зерновую массу и выйдя из бункера попало на датчик влагомер В2. Если влажность воздуха выше 65%, то влажность В2 заживит реле напряжения KM2 и через его контакт KM2 даже по выходу 120 секунд времени вентилятор будет продувать воздух через зерно пока вынос влажности зерна не станет меньше 65%. Одновременно с описанным выше процессом контроля влаги из зерна проходит контроль влажности воздуха которое вносится в зерно с помощью датчика – влагомера В1. Если наружный воздух, который подается в бункер вентилятором станет более влажным 65% то В1 заживит реле KV1, которое своим контактом KV1 подаст питание на магнитный пускатель KM5. Пускатель KM5 своими силовыми контактами KM5.1 заживлять электронагревательную систему ЭК электрокалорифера.

Наружный воздух проходя через нагревательную систему начнет подогреться и снижать относительную влажность ниже 64%. Электрокалорифер подогревает наружный воздух на 5...6 °С, что соответствует снижению влажности зерна на 25...30%. Таким образом проводится сушка зерна до тех пор, пока его влажность не станет ниже заданной 13...15%. После окончания сушки, оператор, переводит бункер в режим хранения (консервации). При этом режиме работы управления системного микроклимата проводится по двум параметрам: температуре зерна, которое контролируется датчиком – регулятором SK и его влажность наружного воздуха влагомером В1.

2. Принципиальная схема регулятора относительной влажности агента сушки в оборудовании для активного вентилирования зерна

Принципиальная схема регулятора относительной влажности агента сушки в оборудовании для активного вентилирования зерна показана на рисунке. 5.19.

Измерения влажности наружного воздуха осуществляется с помощью полупроводникового влагоустойчивого сопротивления - резистора R_r . Резистор сопротивлением $R_{ш}$ и включен в мостовую схемы электронного моста, плечами которого являются резисторы $R_1...R_4$, а также сопротивление реохорда R_p . Контакты $SQ_1—SQ_3$ трехпозиционного устройства моста, что настраиваются на заданные значения относительной влажности воздуха $\phi_1... \phi_3$, через промежуточные реле $K_1—K_3$ управляют включением магнитных пускателей $1EK_1—1EK_3$ трех секций подогрев воздуха в бункерах.

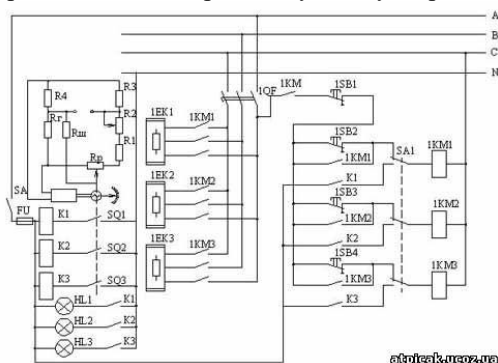


Рисунок 5.19. Принципиальная схема автоматического регулятора от-

носительной влажности агента сушки в бункере для активного вентилирования зерна

Принцип действия регулятора следующий. При повышении относительной влажности наружного воздуха до значения ϕ_1 , замыкается контакт SQ1 и срабатывает реле K1, которое своими контактами подключает к сети питания контактом 1 KM1 катушку магнитного пускателя 1 EK1 первой секции отопителей. При дальнейшем повышении относительной влажности внешней воздух до ϕ_2 замыкаются контакты SQ2 (при ϕ_3 — замыкаются SQ3), соответственно срабатывают контакты K2 и K3 и подключаются следующие секции отопителей. При этом, когда срабатывают контакты K1 и K3 загораются сигнальные лампочки HL1—HL3, которые показывают оператору количество включенных секций. При снижении влажности происходит аналогично отключение секций подогрева воздуха.

В схеме предусмотрена блокировка на включение секций при не включенных вентиляторах, что осуществляется блок-контактами 1KM, соответствующего магнитного пускателя двигателя вентилятора. Переключатель SA1 предназначен для переключения управление секциями подогрева с автоматического на ручной и наоборот. Текущее значение относительной влажности воздуха фиксируется стрелкой электронного моста. Эта информация позволяет оператору своевременно включать и отключать регулятор, поскольку он работает только на понижение влажности.

Контрольные вопросы:

1. Как работает принципиальная электрическая схема управления бункером БВ-25?
2. Какими буквами обозначается переключатель в принципиальной электрической схеме управления бункером БВ-25?
3. Как работает принципиальная схема регулятора относительной влажности агента сушки в оборудовании для активного вентилирования зерна?
4. Какими буквами обозначается нагревательный элемент в принципиальной схеме регулятора относительной влажности агента сушки в оборудовании для активного вентилирования зерна?

Тема 5.9. Автоматизация мобильных машин в полеводстве

1. Особенности автоматизации мобильных сельскохозяйственных машин

Машины и агрегаты, непрерывно перемещающиеся при выполнении технологических процессов, называются мобильными. Это автомобили, тракторы, комбайны и т. п.

Уровень автоматизации мобильных процессов отстает от уровня автоматизации стационарных процессов из-за сложности создания систем автоматики для мобильных машин. Несмотря на сложности, на тракторах и мобильных сельскохозяйственных машинах широко используют разнообразные средства автоматики, к которым относятся:

- приборы для контроля температуры, уровня топлива, охлаждающей и тормозной жидкости, давления масла и частоты вращения двигателей внутреннего сгорания; регуляторы частоты вращения и мощности, температуры охлаждающей жидкости и масла в смазочной системе двигателей внутреннего сгорания;

- автоматические защитные устройства, предохраняющие рабочие органы машин от поломок при встрече с препятствиями или ограничивающие тяговые усилия и крутящий момент на валу машины;

- автоматические устройства для отвода рабочих органов от стволов деревьев, столбов и кустов для машин, работающих в плодородстве и виноградарстве;

- тягово-цепные устройства для автоматического присоединения и отсоединения рабочих машин и тяговых;

- сигнализаторы о заполнении сборных емкостей продуктом или о забивании рабочих органов материалом (например, для бункеров, шнеков и соломотрясов комбайнов);

- автоматы для формирования тюков сена или соломы в пресс-подборщиках, вязальные аппараты жаток-сноповязалок, прессующие механизмы рулонных пресс-подборщиков и др.

Работа большинства из перечисленных устройств основана на механических или гидромеханических принципах с приводом от вала отбора мощности. Многие устройства связаны с технологическим движением рабочих органов и колес агрегата. С появлением современных полупроводниковых средств электроники и микропроцессорной техники на мобильных машинах и агрегатах стали использовать электрические средства автоматики в сочетании с гидравлическими испол-

нительными механизмами для измерения, контроля и управления. Так, разработаны и внедрены следующие САУ, предназначенные для:

- вождения тракторов при вспашке, посеве и посадке растений;
- поддержания постоянства глубины вспашки;

- ориентировки трактора и рабочих органов сеялки и культиватора при посеве и междурядной обработке пропашных культур и виноградников;

- вождения зерноуборочного комбайна по краю нескошенной хлебной массы при уборке урожая или по валкам скошенной хлебной массы при ее обмолоте;

- регулирования высоты среза хлебной массы или травы при уборке;

- соблюдения равномерности высева семян из сеялок или посадки рассады посадочной машиной;

- регулирования загрузки молотильных аппаратов и силосоуборочных агрегатов;

- выравнивания сельскохозяйственных машин и их рабочих органов, работающих на склонах.

Таким образом, мобильные машины и агрегаты оснащают средствами и системами автоматики для управления траекторией и скоростью движения, загрузкой рабочих органов и глубиной обработки почвы, шириной захвата и высотой среза, координатами положения рабочих органов и обрабатываемого материала, равномерностью высева и подачи обрабатываемого продукта в машину. При предельных значениях контролируемых параметров или возникновении аварийного режима средства автоматики предупреждают обслуживающий персонал или останавливают ТП.

2. Системы автоматического вождения тракторов

Системы автоматического вождения тракторов предназначены для облегчения работы тракториста, а в перспективе — для создания возможности одному трактористу одновременно управлять несколькими тракторами, а затем для полной замены тракториста автоматом управления движением трактора. Актуальность разработки таких систем обусловлена в первую очередь тем, что при работе на повышенных скоростях тракторист быстро устает, и его способность соблюдать все агротехнические требования ТП снижается.

При создании систем автовождения оказалось целесообразным работу трактора разбить на три этапа: выезд в поле и возвращение с

него, движение по рабочей длине гона и повороты в конце гона для заезда на новый гон. Наибольший этап по затратам и объему выполняемой работы связан с нахождением трактора на гоне, поэтому предложено несколько методов автовождения трактора при его работе: копирование предыдущего прохода; программирование траектории; дистанционное управление; управление по естественным ориентирам; управление по искусственным ориентирам.

Метод копирования может быть использован на большинстве полевых работ: пахоте, севе, культивации, уборке, т. е. тогда, когда агрегат должен проходить каждый раз один и тот же путь по равноотстоящим друг от друга траекториям. Первый гон тракторист прокладывает при ручном управлении трактором, а затем по борозде от плуга или специально организованным маркером движется копир, закрепленный впереди трактора. Этот копир выдает сигналы на изменение траектории движения трактора в соответствии с направлением борозды.

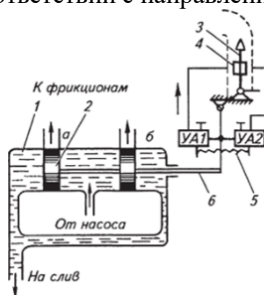


Рис. 5.20. Схема устройства для вождения трактора по копиру:
1 — золотник; 2 — поршень; 3 — копир; 4 — контакты; 5 — пружина;
6 — окно

Принцип действия системы автовождения по копиру поясняет рисунок 1. Копир 3 при движении трактора скользит по дну борозды. Если копир отклоняется, например, влево, то замыкается левый контакт 4 и срабатывает электромагнит УА1, питающийся от аккумуляторной батареи трактора. При этом рычаг 6 передвигает поршни 2 золотника 1 тоже влево, и открываются его окна а и б. Масло под давлением, создаваемым гидронасосом, поступает через окно а к левому гидроцилиндру, который отключает левый фрикцион. Вследствие этого трактор начинает поворачиваться влево до размыкания контактов 4, электромагнит УА1 отключается и поршни 2 золотника 1 пружиной 5 возвращаются в исходное положение, при котором левый и правый фрикционы трактора включены. При отклонении копира вправо сраба-

тывает электромагнит УА2 и давление масла через окно 6 действует на органы управления поворотом трактора вправо.

Метод копирования прост по принципу действия, но имеет ряд недостатков: накапливается статическая ошибка управления, вследствие чего после нескольких проходов маршрут движения сильно искривляется, а поэтому возрастают затраты энергии на непрерывные небольшие повороты трактора. Кроме того, копир при наезде на местные препятствия выскакивает из борозды, после чего трактор начинает двигаться произвольно.

При реализации метода программного автовождения траектория движения задается специальным программным устройством. Технически осуществить программное автовождение весьма сложно из-за необходимости высокой точности соблюдения траекторий движения. Например, на гоне длиной 500 м погрешность работы программных устройств на пахоте должна быть не более 0,02% (10 см отклонения) а при квадратно-гнездовой посадке 0,004 % (2 см), что практически недостижимо. Следовательно, программное вождение эффективно только в комбинации с копированием: на длине гона трактором управляют от копирующего устройства, а на поворотах — от программного.

При дистанционном управлении оператор управляет одним или несколькими агрегатами по проводным линиям или по радиосвязи. На практике было применено дублерное вождение машиной, когда тракторист кроме своего трактора управлял соседним по каналу связи. Хотя этот метод сокращает численность трактористов, но усложняет их работу из-за одновременного управления двумя тракторами.

Методы, использующие естественные и искусственные ориентиры (см. рис. 5.21), наиболее удобны при строго заданных маршрутах движения — при выезде тракторов на полевые станы и возврате, вывозке навоза с ферм, доставке кормов, обработке пропашных культур, садов и виноградников. В качестве естественных ориентиров используют рядки растений, края хлебостоя, валки скошенной массы, шпалерную проволоку на виноградниках, магнитное поле Земли и даже планеты и звезды, как при навигационном управлении самолетами и кораблями. Искусственные ориентиры создают специально, прокладывая кабели на обрабатываемых полях, организуя местные радиополя и т. д.

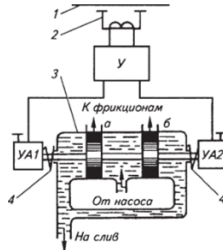


Рис. 5.21. Схема устройства для вождения трактора по проволоке:
1 — проволока; 2 — датчик; 3 — золотник; 4 — пружины

Наиболее полно опробован метод вождения по электромагнитному полю, создаваемому проводами. Для этого под почвой прокладывают провода и по ним пропускают высокочастотные токи (десятки килогерц), которые создают вокруг провода электромагнитное поле, воспринимаемое специальными датчиками, установленными на тракторах. Провода закладывают на глубину до 0,7 м вдоль гона на расстоянии двойной ширины захвата рабочей машины. На концах гона и поперек его прокладывают отдельный проводник, через который пропускают ток другой частоты. Создаваемое этим током электромагнитное поле служит сигналом для разворота трактора на угол 180° (при челночной обработке поля).

На рисунке 5.21 показан принцип автовождения трактора по проволоке. Система автоматического вождения построена так, что поддерживает определенное расстояние датчика 2 от проволоки 1. При изменении этого расстояния сигнал от датчика в зависимости от знака отклонения поступает через усилитель У на электромагниты УА1 или УА2 гидравлического золотника 3. Золотник управляет гидроцилиндрами боковых фрикционов трактора так же, как на схеме рисунка 5.20.

Из-за сложности систем управления и ряда других причин автовождение пока широко не применяют.

Контрольные вопросы:

1. Как называют машины и агрегаты, непрерывно перемещающиеся при выполнении технологических процессов?
2. Какие широко используются средства автоматики на тракторах и мобильных сельскохозяйственных машинах?
3. Для чего предназначены системы автоматического вождения тракторов?
4. Какой принцип действия системы автовождения по копиру?

Тема 5.10. Системы автоматического управления работы мобильных сельскохозяйственных агрегатов

1. Автоматическое управление глубиной вспашки

Системы автоматического управления глубиной вспашки используют при работе трактора с прицепными и навесными плугами. Эти САУ предназначены для контроля и стабилизации глубины обработки почвы. Среди многих известных методов управления глубиной до практического применения доведены силовой, высотный и комбинированный.

Силовой метод основан на пропорциональности тягового сопротивления плуга глубине вспашки. При увеличении или уменьшении тягового сопротивления специальная пружина, установленная между трактором и плугом, отжимается или разжимается и перемещает поршень управляющего золотника. Вследствие этого при помощи гидроцилиндра происходит выглубление или заглубление лемехов плуга до тех пор, пока не будет достигнуто заданное тяговое усилие. Одновременно этот метод позволяет стабилизировать нагрузку трактора и поддерживать ее в пределах экономичной работы.

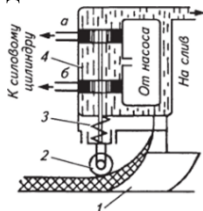


Рис. 5.22. Схема устройства для управления глубиной пахоты.

Следует отметить, что силовой метод удовлетворительно действует только на однородных почвах и при постоянной скорости движения трактора, т. е. когда тяговое усилие зависит от глубины хода лемеха.

1 — лемех; 2—опорное колесо; 3— пружина; 4— золотник

На неоднородных почвах целесообразно применять высотный способ. Перед лемехом 1 (рис. 5.22) плуга устанавливают специальное опорное колесо 2, которое служит датчиком глубины, а задающим и сравнивающим органом является пружина 3. При изменении глубины вспашки происходит открытие окон золотника 4. Через открытые окна

масло под давлением поступает в гидроцилиндр, который регулирует высоту плуга, восстанавливая глубину пахоты.

Недостаток высотного метода — стабилизация глубины пахоты только того лемеха, перед которым устанавливают опорное колесо. Применяют также комбинированный метод, объединяющий устройства силового и высотного способов управления.

2. Автоматическое управление высотой среза зеленой массы

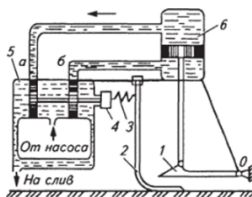


Рис. 5.23. Схема устройства для управления высотой среза:

1—режущий аппарат; 2—ползковый датчик; 3—пружина; 4—предохранительное устройство; 5—золотник; 6—гидроцилиндр.

Автоматическое управление высотой среза кормовых трав, кукурузы и другой зеленой массы на корм скоту применяют на силосоуборочных комбайнах и сенокосилках. Высота среза должна быть минимально допустимой, что повышает сбор кормовых культур с полей и лугов.

Для копирования рельефа поля используют ползковый щуп 2 (рис. 5.23), прижимаемый к поверхности поля пружиной 3.

Если высота среза соответствует заданной, то окна золотника 5 закрыты и поршень гидроцилиндра 6, а следовательно, и режущий аппарат 1, жестко соединенный с поршнем, находятся на постоянной высоте от поверхности поля. При изменении рельефа поля ползковый щуп 2 (датчик) открывает окна а и б золотника 5, и при помощи гидроцилиндра 6 восстанавливается заданная высота режущего аппарата 1. При этом окна золотника закрываются, поскольку щуп возвращается в исходное положение. Предохранительное устройство 4 предотвращает поломку золотника при наезде ползкового щупа на препятствие.

3. Автоматическое выравнивание остова зерноуборочного комбайна

При работе на склонах автоматическое выравнивание остова зерноуборочного комбайна позволяет сохранить параллельность хеде-

ра комбайна поверхности почвы и горизонтальность положения молотильного барабана и очистительных устройств. Вручную эти операции выполнять очень сложно, так как угол наклона поверхности холмистой и горной местности меняется непрерывно.

При работе комбайна без системы автоматического управления положением остова на поперечных склонах с углом уклона более 8° 0' перерабатываемая масса скапливается на наклонной стороне комбайна. Вследствие этого нарушается технологический процесс обмола зерна (увеличивается до 20...30 % невымолот, до 30 % повреждаемость зерна) и возможно забивание молотильных барабанов хлебной массой. С целью выравнивания остова комбайн оборудуют параллелограммной подвеской ходовой части 4 (рис. 5.24) и гидросистемой управления. При наклоне корпуса комбайна, например влево, грузовой маятник 3 также отклоняется влево и открывает окна а и б золотника 6. Масло под давлением поступает в окно а и действует на поршень 5 гидроцилиндра. Поскольку этот поршень жестко соединен с ходовой частью комбайна, то остов поворачивается по ходу часовой стрелки относительно точки его крепления. Когда остов занимает горизонтальное положение, поршни золотника под действием маятника перекрывают окна золотника и жестко фиксируют положение гидроцилиндра.

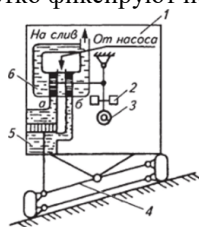


Рис. 5.24. Схема устройства для выравнивания остова комбайна:
1 — остов комбайна; 2 — демпфирующее устройство 3 — грузовой маятник; 4 — параллелограммная ходовая часть; 5 — поршень гидроцилиндра; 6 — золотник

Демпфирующие устройства 2 предназначены для исключения ложных срабатываний системы при толчках и кратковременном отклонении остова от горизонтального положения.

Контрольные вопросы:

1. Когда используют системы автоматического управления глубиной вспашки?

2. На чем основан силовой метод управления глубиной?
3. На чем применяют автоматическое управление высотой среза кормовых трав, кукурузы и другой зеленой массы на корм скоту?
4. Что позволяет автоматическое выравнивание остова зерноуборочного комбайна?

Раздел 6. Автоматизация технологических процессов в защищенном грунте

Тема 6.1. Автоматизация Т.П. в защищённом грунте

1. Виды сооружений защищенного грунта

Сооружения защищенного грунта подразделяют на парники и теплицы.

Парники — это полностью или частично заглубленные в почву каркасные сооружения со съёмным светопрозрачным покрытием, на небольшой земельной площади, обслуживаемые снаружи. Парники предназначены для выращивания рассады для открытого грунта и получения ранних овощей. Парники глубиной 40...80 см, шириной до 140 см и любой длины изготавливают из деревянных или железобетонных стен и закрывают стеклянными и пленочными рамами, а на ночь — дополнительно соломенными матами толщиной 5...6 см. Почва в парниках обогревается солнечной или электрической энергией, биотопливом, горячей водой. Наиболее совершенны парники с техническими видами обогрева, позволяющие легче управлять температурой воздуха и почвы в парниках.

Теплицы — это наиболее совершенный и технически оснащенный вид сооружений защищенного грунта. В теплицах при помощи технических средств можно выращивать растения в любое время года. В отличие от парников все виды работ по выращиванию овощей в теплице ведут внутри культивационного сооружения. Теплицы предназначены для выращивания ранних и внесезонных овощей, а также рассады для открытого и защищенного грунта.

По виду профиля поперечного сечения теплицы делят на ангарные и блочные.

Ангарные теплицы представляют собой сооружения площадью 600...3000 м² с двухскатной арочной светопрозрачной кровлей без внутренних опорных стоек. Несущими опорами для крыши в таких теплицах служат металлические или деревянные арки, закрепленные непосредственно на фундаментах или опорных стойках.

Блочные теплицы представляют собой объединение нескольких ангарных теплиц с заменой примыкающих одна к другой боковых стен опорными стойками. Стыки крыши смежных секций соединяют желобами, которые являются опорой для элементов кровли и служат для отвода дождевой воды. В целом все секции образуют единое помещение площадью от 1 до 3 га. Благодаря такой компоновке металлические конструкции блочных теплиц изготавливают на заводах, поэтому теплицы в целом являются самыми экономичными при строительстве. Оптимальная площадь блочной теплицы составляет 1 га, а тепличного комплекса, состоящего из 3...10 отдельных блоков, — 18...60 га.

Преимущества ангарных теплиц — хорошая освещенность, возможность применения почвообрабатывающих и транспортных машин. Однако из-за большой высоты и ширины ангарной теплицы площадь светопроницаемых ограждений завышена, что увеличивает теплотери.

Созданы новые экспериментальные теплицы других видов: вантовые (подвесные), воздухоопорные (надувные), с водонаполненной плоской кровлей, башенные и др.

По срокам использования теплицы делят на зимние (с круглогодичной работой) и весенние (с работой в период с февраля по октябрь). Зимние теплицы в 2...3 раза дороже весенних из-за массивных строительных конструкций и большей насыщенности теплотехническими установками. Ограждения теплиц выполняют из полимерного материала (как правило, из полиэтилена) или из листового стекла толщиной 4 мм, укладываемого внахлест по металлическим направляющим. Наиболее распространено двойное остекление.

Для уменьшения теплотерь применяют экранирование теплиц с трансформирующимися (свертывающимися — развертывающимися) экранами из полимерных материалов. Экономия теплоты за счет оборудования теплиц экранами достигает 30...40 %.

2. Технологические основы обогрева парников и теплиц

Важнейшим фактором, определяющим рост растений в теплице, является температура.

В природе существует равновесие между поступающей за счет солнечного излучения теплотой и ее потерей. В теплице это равновесие менее устойчиво, так как ограждение плохо пропускает назад длинноволновые солнечные лучи, отражаемые от внутренних элемен-

тов теплицы, вследствие чего происходит накопление теплоты. Такое явление называют парниковым эффектом. Равновесие, конечно, наступает. Однако важно, чтобы это произошло при той температуре, которая нужна растению. Следует также иметь в виду, что температура самого растения может значительно (иногда на 5... 10 °С) отличаться от температуры окружающего воздуха.

Регламентации подлежит не только температура окружающего воздуха, но и скорость ее изменения, поскольку массивные части растений прогреваются медленнее и на них в момент прогрева может конденсироваться влага.

Задача системы управления микроклиматом состоит в обеспечении условий для максимальной интенсивности фотосинтеза, которая зависит от температуры, при высоких значениях которой дыхание (процесс обратный фотосинтезу) начинает превалировать над фотосинтезом. Оптимальное значение внутренней температуры зависит от вида растения и его развития.

Внутренняя температура должна возрастать при увеличении освещенности. Нарушение этого условия зимой, когда температура в теплице может быть высокой, а освещенность недостаточной, вызывает дефицит углеводов и истощение растений.

Состав и принцип построения систем автоматического управления (САУ) температурным режимом в теплице во многом определяются способом ее обогрева.

Сооружения защищенного грунта обогревают за счет солнечного излучения, биотоплива, горячей водой или паром от котельных, отходами теплоты промышленных предприятий, а также электронагревательными установками.

Солнечный обогрев используют наряду с другими дополнительными видами обогрева. Солнечные лучи, проникая через светопрозрачные ограждения, нагревают почву, воздух и растения. Нагретые тела испускают инфракрасные тепловые излучения, которые через светопрозрачные ограждения практически обратно не проникают. Однако солнечный обогрев определяет большие суточные колебания температуры: днем она повышается, а ночью резко снижается. Солнечный обогрев в утепленном грунте широко распространен в южных районах, а также на Крайнем Севере в период полярного дня.

Биологический обогрев осуществляют за счет теплоты, выделяемой органическими материалами в процессе их разложения микроорганизмами. В качестве биотоплива используют навоз, городские отбросы и органические отходы промышленных предприятий. После

заправки защищенного грунта биотопливом температура его постепенно за одну—три недели повышается до 60...70 °С, а затем снижается до 20...30 °С и держится на этом уровне в течение двух месяцев. Биологический обогрев наиболее удобен в парниках и небольших весенних теплицах, где постепенное снижение температуры биотоплива компенсируется увеличением солнечной радиации. Однако на заправку биотопливом требуются большие затраты труда, и в то же время практически невозможно управлять температурой его разложения.

Водяной обогрев — самый распространенный вид обогрева благодаря высоким эксплуатационным и экономическим показателям. Он характеризуется простотой устройства и низкой трудоемкостью, легкостью управления и безвредностью для растений и обслуживающего персонала, доступностью и высоким процентом использования теплоты (65...70 %).

Для водяного обогрева почвы в парниках на глубине 60...65 см в песчаной подушке укладывают асбоцементные трубы диаметром 50... 100 мм, а для обогрева воздуха прокладывают под рамами металлические трубы диаметром 50 мм с уклоном 3 %. Циркуляцию горячей воды создают принудительно при помощи электронасоса.

В блочных теплицах трубы для циркуляции горячей воды укладывают как в почве, так и по ее поверхности, а также вдоль стен и под стеклянной кровлей. Зимние теплицы обогревают водой температурой 70...90 °С, а парники — 50...70 °С.

Воздушно-тепловой обогрев применяют в качестве дополнительного и особенно аварийного. При этом используют калориферные установки, которые обладают малой инерционностью, легко управляемы и быстро выравнивают температуру по всей площади теплицы. В этом случае источником теплоты является водяной, газовый или электрический калорифер, а теплоносителем — воздух теплицы, прогоняемый вентилятором через калорифер.

В некоторых теплицах воздух обогревают за счет непосредственного сжигания газа в теплице, с одновременным обогащением атмосферы углекислым газом. Несмотря на простоту этого метода отопления и высокий коэффициент использования теплоты, он не нашел широкого распространения из-за неравномерности распределения температуры и наличия в газах вредных для растений соединений.

Электрический обогрев используют в основном в парниках. Он бывает почвенный, воздушный и комбинированный. Для электрообогрева применяют трубчатые или оголенные проволочные нагревательные элементы, специальные нагревательные провода, асфальтобетонные, электродные и другие нагревательные элементы.

В качестве трубчатых нагревательных элементов используют оцинкованную проволоку диаметром 2,5...3 мм, протянутую внутри керамических или асбоцементных труб диаметром 75... 100 мм. Трубы прокладывают в слое песка на глубине не менее 200 мм от поверхности почвы на теплоизоляционной подложке из шлака и гравия.

Нагревательные элементы присоединяют к сети напряжением 380/220 В. Средняя мощность нагревательных элементов для южных зон должна составлять 150...180 Вт на 1 м² площади. Оголенные проволочные нагревательные элементы выполняют из стальной оцинкованной проволоки диаметром 3...4 мм, которую укладывают в теплоаккумулирующем слое песка петлями под обогреваемой почвой и закрепляют в натяжных планках в торцах обогреваемого участка. Для питания используют пониженное напряжение (12...50 В).

Промышленность выпускает Подогревательный оцинкованный сельскохозяйственный провод ПОСХП с полиэтиленовой изоляцией. Диаметр провода 1,1 мм, а вместе с изоляцией 3 мм. Провод ПОСХП заливают теплоаккумулирующим слоем, состоящим из цементно-песочной смеси (1 : 10), а сверху насыпают слой почвы. Провод рассчитан на напряжение 380/220 В. Асфальтобетонные нагревательные элементы выполняют в виде плит толщиной 6...7 см на все дно площади парников. В плиту закладывают зигзагом стальную оцинкованную проволоку диаметром 2...3 мм, рассчитанную на напряжение 380/220 В.

3. Основные принципы автоматизации управления обогревом сооружений защищенного грунта

Автоматизация обогрева парников как достаточно простых сооружений защищенного грунта сводится к автоматическому управлению температурой почвы и воздуха в зависимости от погодных условий, вида и возраста растений.

Управление тепловым режимом может быть ручным: переключение нагревательных элементов на разные напряжения, включение отдельных групп нагревателей ит. п. Однако автоматическое управление температурой в парниках предпочтительнее: только затраты электроэнергии по сравнению с ручным управлением сокращаются на 15...20 %.

Теплицы, как объекты управления температурным режимом, относят к наиболее сложным объектам автоматизации, а определение их характеристик сопряжено с известными трудностями, вытекающими из их особенностей.

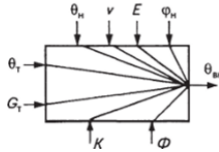


Рис. 6.1. Структурная схема теплицы, как объекта управления температурным режимом

Структурную схему теплицы, как объекта управления (ОУ) температурным режимом $\theta_{вн}$ можно представить в виде, показанном на рисунке 6.1. В соответствии с этой схемой в холодное время года основные управляющие воздействия — изменение температуры $\theta_{т}$ и расхода $G_{т}$, теплоносителя в системе обогрева теплицы, работа калориферов K , а в теплое время года — открытие вентиляционных форточек Φ .

Основные контролируемые возмущающие воздействия — это изменение наружной температуры $\theta_{н}$, скорость ветра v и уровня естественной освещенности E . На температурный режим теплицы влияют также влажность наружного воздуха $\varphi_{н}$, осадки и другие метеофакторы.

При идентификации теплицы как ОУ относительно управляющих воздействий рекомендуются методы активного эксперимента, а относительно возмущающих воздействий, более сложных в обработке, — методы пассивного эксперимента.

Каналы управления существенно нелинейны, поскольку статические и динамические характеристики ОУ зависят от начальных значений расхода и средней температуры воды в системе трубного обогрева. Эта зависимость ослабевает только при больших расходах теплоносителя, что объясняется стабилизацией коэффициента теплоотдачи воды внутренней поверхности труб при скоростях движения воды более 0,1 м/с.

Постоянная времени теплицы по каналам управляющих воздействий определяется теплоемкостями системы трубного обогрева и собственно теплицы. Первая из составляющих зависит от тепловой нагрузки системы обогрева и экспоненциально уменьшается с увеличением расхода воды, а вторая вообще может быть принята постоянной, не зависящей от ее расхода.

Запаздывание изменения температуры воздуха в теплице при изменении мощности системы трубного обогрева зависит от конструкции самой теплицы и ее системы обогрева, направления движения теплоносителя в трубах и места расположения измерительных преобразователей. Время запаздывания для различных каналов управления

неодинаково. Меньшие его значения характеризуют канал $G_T \rightarrow \theta_{вн}$, поскольку при изменении расхода теплоносителя температура наружных стенок трубных регистров меняется одновременно по всей длине, а при управлении температурой воды (канал $\theta_T \rightarrow \theta_{вн}$) в величину запаздывания входит также составляющая, определяемая скоростью движения температурного фронта по длине труб. Именно поэтому канал $G_T \rightarrow \theta_{вн}$ характеризуется меньшей инерционностью

Наличие зеленой массы растений в значительной степени определяет нестационарность теплицы, как ОУ температурным режимом. За время от высадки рассады до начала сбора урожая из-за увеличения зеленой массы постоянная времени объекта возрастает в 1,1...1,3 раза, коэффициент передачи уменьшается в 1,5 раза, а запаздывание, зависящее от скорости распределения воздушных потоков, увеличивается на 300...400 с.

САУ температурой в блочных и ангарных теплицах имеют свои особенности и потому рассмотрены отдельно.

Системы управления температурным режимом в блочных теплицах для холодного и теплого времени года не одинаковы. В холодное время года управление температурным режимом может быть обеспечено за счет изменения температуры θ_T (качество) или расхода G_T (количество) теплоносителя. Типовым для блочных теплиц является качественный принцип управления.

Температуру теплоносителя изменяют с помощью трехходового смесительного клапана (ТСК), сконструированного таким образом, что при перемещении h (рис. 6.2) плунжера расходы G_1 горячей и G_2 охлажденной воды изменяются в равных долях, но с разным знаком. Поэтому суммарный расход воды G_T через клапан от положения плунжера не зависит, изменяется ее температура θ_T .

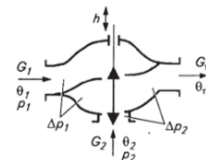


Рис. 6.2. Трехходовой смесительный клапан

Типовой вариант выполнения САУ $\theta_{вн}$ — одноконтурная система регулирования по отклонению параметра.

Горячая вода из тепловой сети поступает во входной горизонтальный патрубок трехходового смесительного клапана 2 (рис. 6.3). Одновременно насос 3 подает во входной вертикальный патрубок

определенное количество охлажденной воды, прошедшей по трубам 1 системы обогрева теплицы. Образующаяся в результате смешивания потоков вода с температурой θ_r поступает в систему обогрева. Температура в средней точке теплицы (первичный преобразователь ТЕ1) поддерживается ПИ-регулятором ТС2, управляющим положением плунжера ТСК.

В ночные часы, когда фотосинтеза нет, температура в теплице должна быть понижена на 4...6 °С. Это обеспечивается по команде реле времени КТ4, которое настраивают таким образом, чтобы к восходу солнца следующего дня теплица была разогрета.

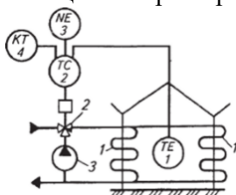


Рис. 6.3. Функциональная схема САУ температурой в многопролетной теплице в режиме обогрева: 1 — система трубного обогрева; 2 — трехходовой смесительный клапан; 3 — насос

В дневные часы температура воздуха в теплице автоматически корректируется в зависимости от уровня естественной освещенности, измеряемой преобразователем НЕ3. Этот преобразователь представляет собой конструкцию, объединяющую фотодиод и усилитель, смонтированные в один корпус, накрытый рассеивателем света шарообразной формы.

Описанная схема не обеспечивает требуемого качества стабилизации температуры вследствие неудовлетворительных характеристик объекта по каналу¹ регулирующего воздействия ($\theta_r \rightarrow \theta_{вн}$), а также невозможности учета параметров клапана из-за изменения давления в его входных патрубках. При этом одновременно с увеличением (уменьшением) температуры воды в системе обогрева уменьшается (увеличивается) ее расход.

Следует учитывать и взаимное влияние САУ отдельных теплиц блока через общий источник теплоснабжения — тепловой пункт. В состав теплового пункта входят: коллектор 1 (рис. 6.4) прямой воды (КПВ), горячая вода из которого поступает во входные горизонтальные патрубки всех ТСК; коллектор 2 обратной воды (КОВ), в который поступает охлажденная вода, прошедшая системы обогрева теплиц; коллектор 3 подпочвенного обогрева (КПО), используемый для пита-

ния систем подпочвенного обогрева. При этом в КПО подается только часть полного количества охлажденной воды, нагнетаемого насосами 4 во входные вертикальные патрубки ТСК. Из КПО вода сливается в КОВ через перемычку 5, связывающую эти коллекторы. Из-за ограниченной мощности источника теплоснабжения увеличение потребления горячей воды одной из теплиц блока приводит к падению давления в КПВ и уменьшению температуры воздуха в других теплицах, питаемых от того же источника.

В теплое время года управление температурным режимом в теплице может быть обеспечено за счет изменения степени открытия форточек или за счет действия системы испарительного охлаждения. Требуемая степень открытия форточек обеспечивается работой самостоятельной одноконтурной САУ, действующей по отклонению температуры в средней точке теплицы (рис. 6.5).

Независимость действия обоих систем управления температурным режимом возможна благодаря тому, что задание регулятору температуры в режиме вентиляции устанавливается на 2...4 °С выше, чем регулятору, действующему в режиме обогрева.

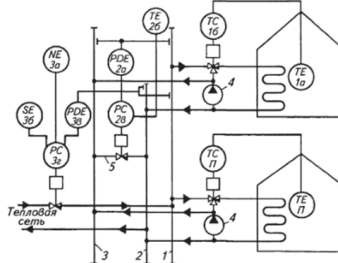


Рис. 6.4. Функциональная схема автоматизации теплового пункта блока многопролетных теплиц: 1 — коллектор прямой воды; 2 — коллектор обратной воды; 3 — коллектор подпочвенного обогрева; 4 — насос; 5 — перемычка

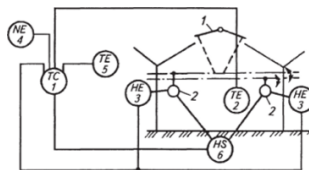


Рис. 6.5. Функциональная схема САУ температурой в многопролетной теплице в режиме вентиляции: 1 — форточка; 2 — исполнительный механизм привода форточек.

Регулятор температуры ТС1 Действует по П-закону, поддерживая заданное соотношение между температурой в теплице (преобразователь ТЕ2) и степенью открытия форточек 1 (преобразователь НЕ3). Задание регулятору автоматически корректируется в зависимости от уровня естественной освещенности (преобразователь НЕ4), а предельная степень открытия форточек устанавливается автоматически в зависимости от текущего значения наружной температуры, контролируемой измерительным преобразователем ТЕ5.

В зависимости от направления и силы ветра регулирующее воздействие с помощью переключателя HS6 может быть приложено к одному из двух рядов форточек или к обоим одновременно. При понижении наружной температуры до заданного уровня команда на открытие форточек блокируется.

В современных САУ вентиляцией теплиц предусмотрена защита, действующая на закрытие форточек при увеличении скорости ветра до аварийного высокого уровня. При этом соответствующая команда выдается спустя 60 с после того, как чашечный анемометр зафиксировал аварийную ситуацию. Спустя 2500 с (время хода ИМ) должен поступить сигнал, подтверждающий закрытие форточек. Запрет на открытие форточек снимается только через 300 с после того, как скорость ветра понизится до нормального уровня.

4. Автоматическое управление температурой в парнике с почвенно-воздушным обогревом.

Самый распространенный способ автоматического управления температурой в парниках основан на периодическом включении и отключении нагревательных элементов при помощи магнитных пускателей. Электрическая схема управления режимом работы нагревательных элементов для одной группы, состоящей из четырех парников, показана на рисунке 6.6. Нагревательные элементы переводят с одного напряжения питания на другое (220 или 380 В) переключателями SA1 и SA2. Ручной режим задают, ставя тумблер SA3 в положение Р, автоматический — в положение А; отключенному состоянию нагревателей соответствует положение О. Для автоматического управления тепловым режимом в воздушном пространстве одного из четырех—шести последовательно соединенных парников устанавливают датчик температуры ВК.

В парниках только с почвенным обогревом на группу парников ставят один датчик температуры почвы. Его углубляют в почву парника на глубину около 0,1 м. Переключателем SA1 включают нагревательные элементы для обогрева воздуха, а переключателем

SA2— элементы обогрева почвы. При низкой температуре регулятор температуры в автоматическом режиме работы контактами SK включает магнитный пускатель КМ одновременно с подачей напряжения 380/220 В. По мере повышения температуры до заданной контакты SK размыкаются, и пускатель КМ отключает нагревательные элементы.

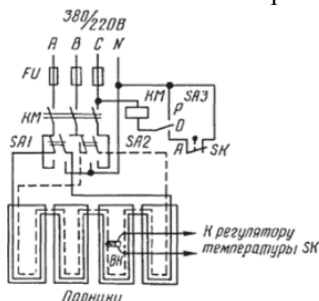


Рис. 6.6. Принципиальная электрическая схема управления температурой в парниках с почвенно-воздушным электрообогревом

Широко распространено комплектное оборудование КП-1, предназначенное для автоматического управления температурой воздуха и почвы в парниках с почвенным и воздушным электрообогревом. Это оборудование можно применять и в пленочных теплицах площадью до 0,5 га. Электрообогрев осуществляется от шести параллельно соединенных рядов стального неизолированного провода диаметром 6 мм, уложенного на глубине не менее 0,25 м в парнике с расстоянием между проводами 0,25 м. Для обогрева воздуха нагревательные провода монтируют на внутренних боковых стенках парника.

Датчики устанавливают в одном из парников, расположенных в центре каждого участка: в почве на глубине 0,1 м — датчик температуры почвы, а на боковой стенке парника — датчик температуры воздуха.

Электрообогревательные элементы подключают к понижающему трансформатору типа ТМОБ-63. Для питания четырех таких трансформаторов устанавливают электрическую подстанцию мощностью не менее 250 кВт • А. Понижающие трансформаторы в режиме начального обогрева парника включают по схеме «звезда — звезда», а в режиме длительного обогрева — по схеме «звезда — треугольник». Трехфазное линейное напряжение на вторичной стороне можно устанавливать переключением ответвлений трансформатора: в первом режиме 125, 103 и 85 В, а во втором — 70, 60 и 49 В.

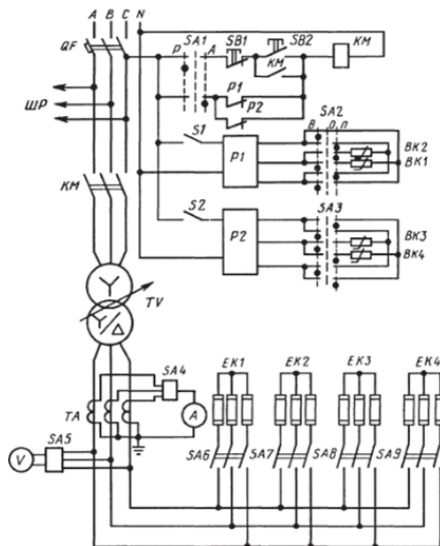


Рис. 6.7. Принципиальная электрическая схема комплекта оборудования типа КП-1

Принципиальная электрическая схема комплекта оборудования с одним понижающим трансформатором изображена на рисунке 6.7. Оборудование может работать в ручном режиме при установке универсального переключателя SA1 в положение Р или в автоматическом — при установке SA1 в положение А. Ручное включение и отключение трансформатора и электронагревателей EK1...EK4 осуществляют дистанционно при помощи кнопок «Пуск» (SB2) и «Стоп» (SB1), предварительно включив соответственно рубильники SA6...SA9 обогрева почвы и воздуха, а также автомат QF.

Автоматическое управление осуществляется при помощи логометров P1 и P2, выполняющих одновременно функции регулятора и измерительного прибора для визуального контроля фактической температуры почвы и воздуха в парниках. В измерительные цепи логометров включены по мостовой схеме термометры сопротивления типа TCM, служащие датчиками температуры почвы BK2, BK4 и воздуха BK1, BK3.

Мостовая схема уравнивается при заданной температуре. Если фактическая температура ниже заданной, то замыкаются контакты P1 или P2 и включаются магнитным пускателем KM трансформатор

ТА и электронагревательные элементы. При повышении температуры до заданной размыкаются контакты Р1 и Р2, а магнитный пускатель КМ отключает электропитание. Переключателями SA1, SA2 и рубильниками SA6, SA9 включают обогрев почвы или воздуха. К штепсельному разъему ШР подключают электрифицированные механизмы для обработки почвы и ухода за растениями. Силу тока и значение напряжения во всех фазах контролируют с помощью амперметра и вольтметра с переключателями SA4 и SA5. Точность регулирования температуры составляет 1,5 °С.

Контрольные вопросы:

1. Что называется парником и для чего он предназначен?
2. Что называется теплицей и для чего она предназначена?
3. Каким важнейшим фактором является определяющим рост растений в теплице?
4. Как работает функциональная схема автоматизации теплового пункта блока многопролетных теплиц?
5. Как работает принципиальная электрическая схема управления температурой в парниках с почвенно-воздушным электрообогревом?
6. Как работает принципиальная электрическая схема комплекта оборудования типа КП-1?

Тема 6.2. Автоматизация микроклимата в ангарных теплицах

1. Общие сведения

Автоматическое управление температурным режимом в ангарных теплицах осуществляется устройствами регулирования температуры и количества греющего теплоносителя, а также устройствами управления открытием и закрытием форточек вентиляции. В ангарных теплицах в основном используют комбинированный обогрев: водяной (почвы и воздуха) и воздушно-тепловой (воздуха). От калориферов подогретый воздух подается по воздуховодам и распределяется вентиляционной системой по всей теплице. Благодаря малой инерционности калориферов можно с высокой точностью управлять температурой воздуха.

Вентиляция теплицы осуществляется через форточки, распо-

ложенные в боковых стенах и на кровле. Увлажнение воздуха происходит при распылении воды через форсунки, закрепленные в подвешенных в теплице водопроводах на расстоянии примерно 3 м одна от другой. Для сбора и отвода воды, образующейся на конструкциях теплицы при распылении и конденсации влаги, устроены специальные желоба, по которым вода стекает в канализацию. Вода на увлажнение воздуха и полив почвы поступает из водоподогревателя под постоянным давлением, создаваемым насосной станцией. Полив осуществляется дождевальной установкой или через шланги. Температура используемой воды составляет 16...25 °С.

В хозяйствах применяют различные комплекты оборудования для управления микроклиматом ангарных теплиц. В качестве примера рассмотрим принцип работы комплекта УТ-12. Он размещен в отдельных шкафах и включает в себя следующие САУ:

температурой воздуха в теплицах, бытовых помещениях и коридоре;

температурой почвы; температурой поливной воды; поливом почвы и увлажнением воздуха; концентрацией растворов минеральных удобрений; подачей диоксида углерода (углекислого газа) и облучением растений.

Комплект рассчитан на управление указанными параметрами в 12 отделениях теплицы, а также температурой в специальном коридоре и бытовых помещениях. Он обеспечивает требуемую температуру воздуха, почвы и поливной воды с точностью до $\pm 1,5$ °С в диапазоне 0...40°С и концентрацию растворов минеральных удобрений с точностью до $\pm 0,005$ МПа в диапазоне от 0,01 до 0,2 МПа осмотического давления. Кроме того, комплект УТ-12 используют для измерения и регистрации параметров микроклимата.

2. Схема размещения оборудования УТ-12 в теплице и последовательность его работы

САУ температурой работает по многопозиционному закону регулирования и воздействует на 16 исполнительных механизмов, охватывающих 12 отделений тепличного блока, соединительный коридор, бытовое помещение и две системы почвенного обогрева.

Температурой воздуха в теплице управляют при помощи двух групп водяных калориферов КВ1 и КВН (рис. 6.8), коньковой (верхней) ВФ и боковой БФ систем форточек. Греющая вода из котельной подается в теплицу через клапан отопления КО, а теплая вода для полива —

через клапаны КП1 и КП2. Открытие и закрытие верхней и боковой форточной вентиляции осуществляется при помощи исполнительных механизмов верхней левой МБЛ и правой МБП систем вентиляции.

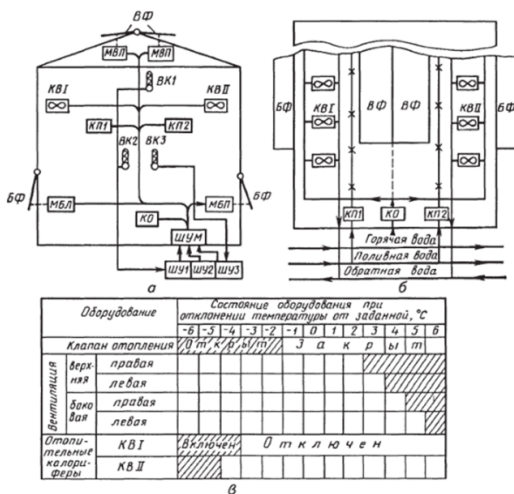


Рис. 6.8. Схема размещения оборудования УТ-12 в теплице (а — вид с торца; б — вид сверху) и последовательность его работы (в).

Контрольные вопросы:

1. Чем осуществляется автоматическое управление температурным режимом в ангарных теплицах?
2. Что в себя включает система автоматического управления шкафа комплекта УТ-12?
3. При помощи чего управляют температурой воздуха в теплице?
4. Как происходит увлажнение воздуха?

Тема 6.3. Принципиальные электрические схемы управления температурой воздуха.

1. Принципиальные электрические схемы управления температурой воздуха.

Последовательность работы и состояние оборудования управления температурой в теплице зависят от знака отклонения температу-

ры от заданной. Электрическая схема управления температурой воздуха приведена на рисунке 6.9. Блок дешифрации БД1 генерирует импульсы с периодом 15 с. Кольцевой счетчик БД2 и 16-позиционный переключатель поочередно через каждые 4 мин подключают датчики температуры ВК1...ВК6 и задатчики R21...R216 к измерительному мосту. Сигнал разбаланса с измерительного моста усиливается фазочувствительным усилителем У и поступает на пороговые элементы Д1...Д14, собранные по схеме двухпозиционного селектора уровня напряжений.

С помощью переменных резисторов R1...R6; R8...R13 настраивают порог срабатывания каждого из элементов Д1...Д6, Д8...Д13 с шагом в Г в диапазоне отклонений температуры —6...+6° от заданной. Элементы Д7 и Д14 срабатывают соответственно при коротком замыкании и обрыве в цепях датчиков температуры.

Элементы Д15...Д28 служат усилителями мощности. Их нагрузкой являются катушки реле КВ1...КВ6, КВ8...КВ13 и лампы НЛ1 и НЛ2, сигнализирующие соответственно о коротком замыкании и обрыве в цепях управления.

Напряжение 24 В подается в шкафы управления исполнительными механизмами через замыкающие контакты КВ7. При этом блок БД1, включающий реле КВ7 через каждые 15 с, обеспечивает выдержку времени срабатывания данного реле. Эта выдержка необходима для исключения передачи ложного сигнала к исполнительным механизмам, возникающего из-за переходных процессов в переключателях датчиков.

Пороговые элементы срабатывают и через реле КВ1...КВ13 включают соответствующие исполнительные механизмы в зависимости от отклонения температуры воздуха от заданной: правая (левая) верхняя коньковая вентиляция включается при повышении температуры в теплице на 2...3е, а правая (левая) боковая стенная вентиляция на 4...5°.

При отклонении температуры от заданной на —Г клапан отопления К0 открывается «шагами» (один «шаг» за один цикл опроса): на —3 °С — включается первая отопительная группа калориферов КВ1; на —4°С — вторая КВII. При отклонении температуры от заданной на ± 6 °С срабатывают пороговые элементы Д6 или Д13, которые через реле КВ6 или КВ13 включают аварийную звуковую (НА) и световую (НЛ4 или НЛ5) сигнализации.

Сигнальные лампы НЛ3 и НЛ6 показывают знак отклонения температуры (соответственно ниже или выше заданной).

Значение отклонения температуры определяется по высвечен-

ной цифре в неоновой лампе. Например, при отклонении на $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ включается реле KV1 и загорается цифра 1 неоновой лампы HL7, на $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ срабатывает реле KV2 и своим контактом KV2 подключает в схему цифру 2 ит. д. (рис. 6.10). Сигнальная лампа HL (см. рис. 6.9) показывает в цифрах номер подключенного отделения теплицы.

Резисторами R31...R316 устанавливают заданное значение температуры в 16 объектах, резистором RK корректируют измерительный мост, а резистором R4 изменяют чувствительность (коэффициент усиления) усилителя У.

Блоком БО вместе с 12 датчиками освещенности Д1...Д12 автоматически корректируется заданное значение температуры в зависимости от освещенности в теплице. При освещенности более 10 клк срабатывает реле KVC, контакты которого включают сигнальную лампу HLC «Светло» и резистор Rс, вызывающий температурную надбавку установки до $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. При снижении освещенности до 5...10 клк срабатывает реле KVп, которое включает сигнальную лампу HLU «Пасмурно» и резистор Rп, соответствующий температурной надбавке около $2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. При низкой освещенности, например в ночное время, срабатывает реле КУТ, которое включает сигнальную лампу НЦ и выдает своим контактом КУТ задание на управление температурой, соответствующей темному периоду суток. Перевод схемы с автоматического управления на ручное и обратно выполняют в соответствующем шкафу местного управления.

При необходимости экстренного закрытия форточек или изменения их положения одновременно во всех 12 отделениях используют кнопку SB3. Полностью форточки закрывают также и автоматически по команде от анемометра BR при достижении скорости ветра предельно допустимого значения. Положение форточек, текущее значение температуры наружного воздуха и температуры в теплицах контролируют приборы. Кроме этого, температура в теплицах регистрируется 12-канальным автоматическим мостом.

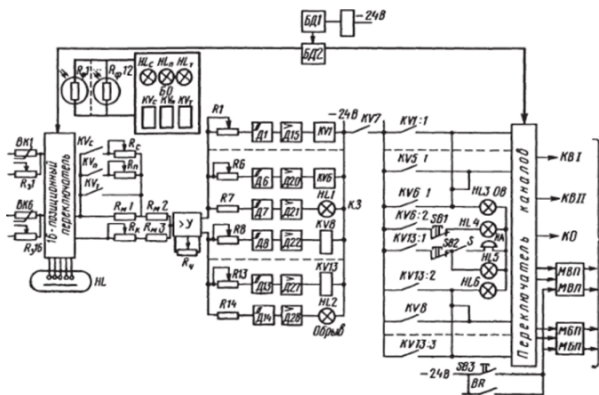


Рис. 6.9. Принципиальная электрическая схема управления температурой воздуха в ангарных теплицах

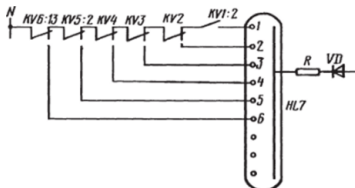


Рис. 6.10. Принципиальная электрическая схема включения цифровой сигнальной лампы

Контрольные вопросы:

1. От чего зависит последовательность работы и состояние оборудования управления температурой в теплице?
2. Что настраивают с помощью переменных резисторов R1...R6; R8...R13 в принципиальной электрической схеме управления температурой воздуха в ангарных теплицах?
3. Для чего служат элементы Д15...Д28 в принципиальной электрической схеме управления температурой воздуха в ангарных теплицах?
4. что показывают сигнальные лампы HL3 и HL6 в принципиальной электрической схеме управления температурой воздуха в ангарных теплицах?
5. Какую используют кнопку при необходимости экстренного закрытия форточек или изменения их положения одновременно во всех 12 отделениях?

Тема 6.4. Автоматизация полива и подкормки растения

1. Технологические основы автоматизации полива и подкормки растений

Задача системы управления поливом — поддержание влажности почвы в определенных пределах. В некоторых случаях одну и ту же систему используют для полива почвы и увлажнения воздуха. С точки зрения эффективности наилучшими системами полива являются струйные и капельные. В то же время наибольшее распространение получили стационарные дождевальные системы, использующие распылители дефлекторного типа, к которым вода подается через специальный вентиль. В связи с ограниченной мощностью источника водоснабжения одновременный полив всех теплиц блока невозможен, и поэтому автомат должен действовать по определенной программе. Эта программа запускается по команде оператора или от измерительных преобразователей влажности воздуха.

С технологической точки зрения требуемое количество воды нужно подавать в несколько приемов. Заданную кратность полива также устанавливает оператор.

В некоторых конструкциях автоматов полива при поступлении информации о понижении относительной влажности воздуха в одной из теплиц блока программа полива прерывается, и система переключается на увлажнение воздуха в той теплице, из которой поступил сигнал. По окончании цикла увлажнения автомат возвращается к выполнению прерываемой программы полива.

Команда на повторное увлажнение воздуха в теплице может выполняться как через заданный интервал времени, так и через интервал, зависящий от уровня освещенности (чем выше освещенность, тем меньше интервал). Программа полива (увлажнения) должна автоматически прерываться при уменьшении расхода воды на полив, при аварийном повышении температуры поливной воды, а также при снижении уровня естественной освещенности (обычно до 2 лк).

Главный недостаток рассмотренных технологий заключается в ручном задании норм полива.

Возможный вариант нормированного полива — использование вычислительного устройства, реализующего алгоритм расчета нормы полива в зависимости от ряда факторов: продолжительности предполивного периода и теплоты от солнечного излучения, поступившей в теплицу, влажности почвы на момент начала полива; плот-

ности посадки растений и средней плотности листовой поверхности; влажности окружающего воздуха и т. д.

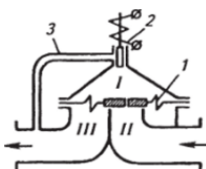


Рис. 6.11. Технологическая схема мембранного вентиля с электромагнитным приводом: 1—мембрана; 2—электромагнит; 3 — канал сброса воды из надмембранной полости

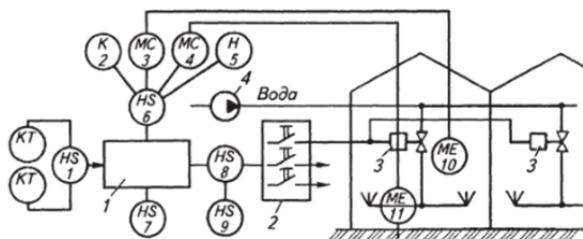


Рис. 6.12. Функциональная схема САУ влажностью воздуха: 1 — обесгающее устройство; 2— переключатель набора программы полива; 3— мембранный вентиль; 4 — насос поливной воды

В овощеводстве в сооружениях защищенного грунта минеральные удобрения, как правило, вносят в растворенном виде вместе с поливной водой. Концентрированный раствор минеральных удобрений приготавливают в накопительном баке, а затем наносы-дозаторы перекачивают его в магистраль поливной воды. Количество концентрированного раствора минеральных удобрений определяется положением специального клапана.

Систему подкормки растений минеральными удобрениями вводят в работу вручную или автоматически одновременно с включением системы полива, но только в том случае, если заданная кратность полива больше единицы. Этим гарантируется промывка системы полива после окончания подкормки.

Одна из основных характеристик растворов минеральных удобрений — показатель кислотности рН, характеризующий протекающие кислотно-щелочной реакции в гидропонной теплице. Теоретиче-

ски рН может изменяться в диапазоне 0...14. При рН < 7 реакцию считают кислой, при рН > 7 щелочной.

Характер реакции питательного раствора оказывает сложное и разностороннее влияние на рост и развитие растений. При этом в разные периоды роста растений требуется различное значение рН. При рН < 4 рост большинства растений затормаживается из-за снижения усвоения растением катионов минеральных веществ из почвы. При рН > 8 рост растений также резко снижается из-за того, что многие минеральные вещества осаждаются на поверхности корней и затрудняют дыхание и питание растений.

Для каждого вида растения существует свое оптимальное значение рН, которое для большинства находится в пределах 5...7 рН. В процессе роста растений рН тепличной почвы изменяется, поэтому значением рН питательного раствора необходимо управлять.

Интенсивность фотосинтеза зависит от концентрации диоксида углерода. В ночные часы концентрация CO_2 возрастает до 0,05 %, а в дневные часы падает до 0,01 %. В случае увеличения концентрации CO_2 в атмосфере теплицы с 0,03 до 0,15 % скорость фотосинтеза возрастает на 10...20 %. Очевидно, что требуемая по агротехническим нормам концентрация CO_2 может быть достигнута только в результате применения специальных систем подкормки, т. е. за счет искусственной подачи CO_2 в теплицу. Расчетная подача CO_2 зависит от объема теплицы и в среднем составляет 50...70 кг/ч на 1 га.

2. Автоматизация управления поливом, подкормкой и досвечиванием растений

Принципиальная электрическая схема автомата полива представлена на рисунке 6.13. Программу полива 12 теплиц набирают тумблерами SA2...SA24, программу увлажнения — тумблерами SA1...SA23 (на рисунке не показаны). Поскольку системы полива и увлажнения действуют раздельно, а схемы управления ими аналогичны, то достаточно рассмотреть только схему автоматического управления поливом.

Продолжительность полива одной теплицы (2...4 мин) устанавливают переключателями SA1, а кратность полива (1...5)—тумблерами SA25...SA29. При помощи реле KV1...KV12 и тумблеров SA2...SA24 включают соответствующие группы электромагнитных вентилях полива YA1...YA12 через промежуточные реле, расположенные в местных шкафах управления. Вентили могут быть включены

вручную при помощи тумблера SA30 и переключателя SA31. Последовательность работы элементов схемы показана на рисунке 6.14.

Систему полива включают кнопкой SB (см. рис. 6.13) или по цепи а через реле KV14 в заданное время суток. При этом включаются реле KV18 и KV19 (см. также рис. 6.14). Последнее своими контактами подает от блока питания БП напряжение в схему автомата, а все триггеры элементов Д1...Д13 приходят в исходное положение, и срабатывают реле KV1 и KV13. Вслед за этим срабатывает реле KV20nm в включенном тумблере SA25 «Кратность полива 1». Контакты реле KV20 включены параллельно контактам реле KV19 и обеспечивают подключение блока БП к автомату при отпускании кнопки SB.

Одновременно с нажатием кнопки SB и подачей напряжения на схему от блока БДЗ срабатывает реле К VIZ, которое включает основной насос полива НП через промежуточное реле. Если пуск насоса не произошел, то контакты реле давления воды SP1 остались замкнутыми. В этом случае на элемент Д через контакты KV21 поступает сигнал «1», который через 1 мин при помощи кольцевого счетчика БДЗ отключает реле KV23 и подключает реле KV24. Реле KV24 подает команду на включение резервного насоса полива НП. Если в течение следующей минуты давление в системе полива не возрастет, то реле KV24 отключается, а реле KV25 включит звуковой сигнал НА и сигнальную лампу HL «Авария».

Насосы-дозаторы НД используют для подачи растворов минеральных удобрений. С включением насоса НП включается полив первой теплицы. Через контакты KV1 и включенный переключатель SA2 подается сигнал «1» (—24В) на вход элемента Д10 а с выхода элемента Д11 сигнал «1» поступает на элементы Д1 и Д12. На вход элемента Д1 подаются также сигналы с периодом 1 с от генератора импульсов БД1. Период следования этих сигналов увеличивается с помощью триггеров, выполненных на элементах Д2...Д7. В зависимости от положения переключателя SA1 «Время полива» на элемент Д12 поступают сигналы «1» с периодом 0,5, 1, 2, 4, 8 или 16 мин, которые затем через элементы Д12 и Д13 поступают на блок дешифрации БД2 (кольцевой счетчик). Кольцевой счетчик вызывает поочередное срабатывание реле KV1...KV12, которые обеспечивают последовательный полив 12 теплиц с интервалом, равным выбранному времени полива.

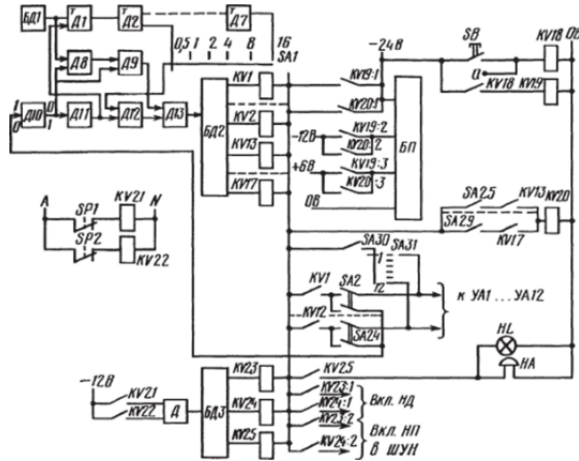


Рис. 6.13. Принципиальная электрическая схема автомата полива УТ-12

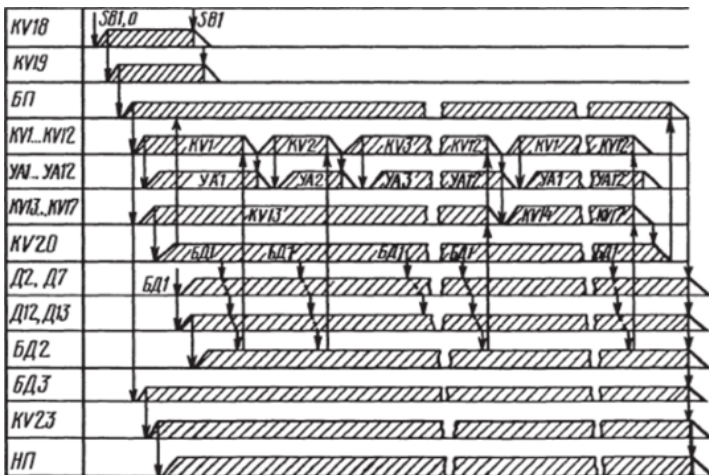


Рис. 6.14. Временная диаграмма работы элементов схемы автомата полива УТ-12

Если полив какого-то участка не предусмотрен, то соответствующий тумблер из SA2...SA24 не включен. В этом случае при срабатывании соответствующего реле из KV1...KV12 на вход элемента Д10 «НЕ» поступает сигнал «0», а с его выхода сигнал «1» поступает на входы Д8, Д9, реализующие логическую функцию «И». Так как на

вход элемента Д8 поступают также импульсы с периодом 2 с от блока БД1, то через элементы Д9 на вход Д13, а затем на дешифратор БД2 сигнал «1» приходит через 2 с. Этот импульс вызывает переключение дешифратора БД2, и продолжительность прохода неполиваемого участка сокращается до 2 с.

После срабатывания реле KV12, обеспечивающего полив последнего, двенадцатого участка, отключается реле KV13 и включается реле KV14. Это обеспечивает запуск нового цикла полива тех же участков в той же последовательности.

Процесс повторяется до тех пор, пока не реализуется заданная тумблерами SA25...SA29 кратность полива. После этого реле KV20 отключается, прекращая подачу напряжения питания на схему автомата полива. Работа автомата полива прекращается.

Система автоматического управления концентрацией растворов минеральных удобрений (рис. 6.15) позволяет измерять концентрацию растворов с точностью до $\pm 10\%$ и управлять ею. Концентрированный раствор минеральных удобрений готовят в специальном бассейне Б, откуда насосам и-дозаторами НД его подают через регулирующий клапан КР1 в поливную воду. Насосы НД включаются от реле KV22...KV24 аналогично включению поливных насосов (см. рис. 6.13, 6.14).

Концентрацию удобрений в поливной воде измеряют датчиком ДКУ кондуктометрического типа (по электропроводности раствора), в который встроен терморезистор, предназначенный для компенсации температурной погрешности. Датчик устанавливают в трубопровод за участком смещения концентрированного раствора и поливной воды. Его присоединяют через анализатор удобрений АУ к регулирующему прибору РП, который настраивают на двухпозиционное управление исполнительным механизмом ИМ1 при помощи реле KV1 «Концентрация больше», и KV2 «Концентрация меньше». Например, если концентрация минеральных удобрений больше заданной, то срабатывает реле KV1, которое включает исполнительный механизм на уменьшение пропуска клапаном КР1 концентрированного раствора. При этом загорается сигнальная лампа НЛ1. Если концентрация удобрений меньше заданной, то срабатывает реле KV2 и исполнительный механизм открывает регулирующий клапан КР1. При достижении концентрации заданного значения реле KV1 или KV2 отключает исполнительный механизм. Для улучшения качества двухпозиционного регулирования используют импульсный прерыватель, состоящий из реле KV3 и блока БД генератора импульсов с периодом 20 с.

Значение рН определяют методами физико-химического ана-

лиза. Из экспрессивных методов наиболее подходит электрометрический метод измерения рН, принцип действия которого основан на определении потенциалов на электродах, помещенных в исследуемый раствор. Такой электродный датчик измеряет концентрацию водородных ионов рН в растворе и выдает сигнал в виде гальванического напряжения. Датчик измеряет рН с точностью до 0,1. Для растений допускается отклонение до $\pm 0,2$ рН, а иногда и до $\pm (0,3...0,5)$ рН от оптимальных.

Схема управления значением рН раствора минеральных удобрений показана на рисунке 6.15.

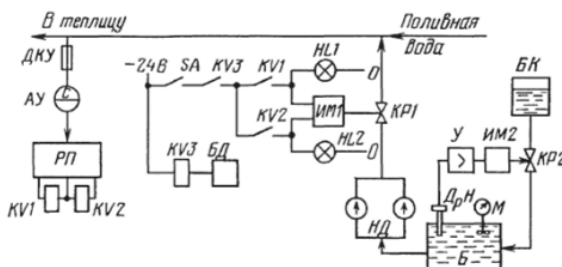


Рис. 6.15. Принципиальная электрическая схема управления концентрацией растворов минеральных удобрений

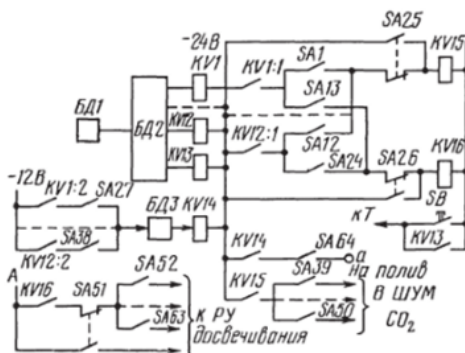


Рис. 6.16. Принципиальная электрическая схема управления подкормкой диоксидом углерода, досвечиванием растений и включением полива в заданное время

При отклонении рН раствора от заданного значения на выходе датчика ДрН изменяется гальваническое напряжение, которое усиливается усилителем У с большим входным сопротивлением. С усилите-

ля сигнал поступает на исполнительный механизм ИМ2, который изменяет степень открытия регулирующего клапана КР2. Это приводит к изменению подачи из блока БК специального раствора, корректирующего значение рН раствора удобрений в бассейне Б. Мешалка М с электроприводом обеспечивает выравнивание концентрации минеральных удобрений и значений рН по всему объему раствора.

Для подкормки растений диоксидом углерода можно сжигать природный газ в специальных генераторах или подавать в теплицу дымовые газы из тепличных котельных, реже из специальных газовых баллонов, содержащих CO_2 . Широко применяемые генераторы Г-4,5 производят в час $4,5 \text{ м}^3 \text{ CO}_2$, который направляют в теплицу при отсутствии там рабочих и при закрытых форточках.

Схема управления содержанием CO_2 работает по заданной временной программе с 24-часовым циклом. На вход 12-позиционного кольцевого счетчика БД2 (рис. 6.16) от блока генератора БД1 поступают импульсы с периодом 2 ч. Эти импульсы поочередно включают реле КV15. Реле КV15 управляет газогенераторами CO_2 в теплицах через промежуточные реле.

После отключения реле КV12, завершающего управление подачей CO_2 в последнюю теплицу, срабатывает реле КV13. Контакты реле КV13 подают нулевой потенциал ко всем триггерам блока БД7, возвращающего их в исходное состояние. Затем вновь подключается реле КV1, и начинается новый суточный цикл.

Триггеры можно перевести в исходное состояние, нажав кнопку SB «Установка времени 12 ч». Номера теплиц, в которые необходимо подавать CO_2 , набирают тумблерами SA39...SA50, а длительность подачи CO_2 устанавливают тумблерами SA1...SA12, причем первый включенный тумблер определяет начало подкормки, а последующий — окончание. При помощи тумблера SA25 вручную управляют содержанием CO_2 без ограничения по времени.

Досвечиванием управляют при помощи реле КV16 в рассадных теплицах.

В теплице устанавливают светильники двух типов: ОТ-400Е и ОТ-400И с ртутной лампой ДРЛФ мощностью 400 Вт. Лампа, подвешенная на высоте 1,5 м, равномерно освещает площадь до 4 м^2 .

Схема автоматического управления досвечиванием работает аналогично схеме управления содержанием CO_2 . Контакты реле КV16 подключают фазу Л через тумблеры SA52...SA63 «Участок досвечивания» к распределительным щиткам РУ управления досвечиванием. Длительность досвечивания определяют в часах. Она равна двойному числу

одновременно включенных тумблеров SA13...SA24 «Досвечивание», а начало и конец досвечивания определяются первым и последним из включенных тумблеров. Для ручного управления досвечиванием предусмотрены тумблеры на распределительных щитках управления РУ.

Реле KV1...KV12n KV14 совместно с блоком дешифрации БДЗ и тумблерами SA64; SA2...SA38 осуществляют «Включение полива в заданное время» через реле KV18 (см. рис. 6.16). Номер участка, который необходимо полить, выставляют тумблерами SA27...SA38 (см. рис. 6.16). Блок БДЗ обеспечивает выдержку времени во включенном состоянии до 5 с, после которой реле KV14 обесточивается и сигнал «Пуск» в цепь а управления автоматом полива не поступает.

Контрольные вопросы:

1. Из чего состоит принципиальная электрическая схема автомата полива УТ-12?
2. Из чего состоит Принципиальная электрическая схема управления концентрацией растворов минеральных удобрений?
3. Из чего состоит принципиальная электрическая схема управления подкормкой диоксидом углерода, досвечиванием растений и включением полива в заданное время?

Раздел 7. Автоматизация хранилищ сельскохозяйственной продукции

Тема 7.1. Автоматизация овощехранилищ

1. Технологические основы хранения сельскохозяйственной продукции

Организация правильного хранения картофеля и овощей — важнейшая задача производящих и перерабатывающих предприятий, поскольку нарушения технологии процесса оборачиваются большими потерями продукции.

Картофель и овощи хранят в специально оборудованных помещениях, полузаглубленных в грунт. Картофель содержат в контейнерах или закромах, расположенных вдоль стен по обе стороны от центрального прохода.

Сохранность продукции зависит главным образом от температурного режима, влажности и газового состава воздуха в хранилище.

Для каждого вида продукции существует своя оптимальная температура хранения: для картофеля 2...5 °С, для корнеплодов 0,5... 1 °С, для лука 0...3 °С. При этом относительная влажность воздуха в картофеле- и овощехранилище должна находиться в пределах 80...95 %, а в лукохранилище — не более 60...70 %. Этот температурно-влажностный режим поддерживает система активной вентиляции, позволяющая, кроме того, удалять с поверхности клубней влагу, а также продукты дыхания клубней, ведущие к развитию болезнетворных микроорганизмов.

Применение активного вентилирования позволяет снизить потери при хранении с 10...20 до 5 % массы хранимого продукта. Система активного вентилирования образована группой вентиляционных установок, каждая из которых подает воздух под бурт картофеля через систему магистральных и боковых каналов меньшего сечения. В закромах над боковыми каналами устанавливаются напольные распределители воздуха (решетки). Для перераспределения воздушных потоков в системе воздуховодов (при неодинаковой высоте засыпки или наличии пустых закровов) установлены специальные задвижки-шиберы.

Весь цикл хранения картофеля делят на три периода, различающихся сутью физиологических процессов, происходящих в продукте: лечебный, охлаждения, хранения.

Лечебный период предназначен для быстрого заживления механических повреждений клубней. Скорость заживления зависит как от физиологических факторов (срока уборки, сорта), так и от условий хранения: температуры, влажности, скорости движения воздуха. Данный период длится 10... 15 дней. В это время продукция вентилируется 4...6 раз в сутки по 10...30 мин рециркуляционным воздухом.

Период охлаждения служит для снижения температуры продукта до необходимой (из условия наибольшей сохранности). Для картофеля температуру снижают до 2...6 °С. При этой температуре исключается преждевременное прорастание клубней, но содержание сахара в них не увеличивается. В период охлаждения продукт вентилируется наружным воздухом, когда его температура ниже температуры продукта на 2...3 °С. При более низких наружных температурах продукт охлаждается смесью наружного и внутреннего воздуха. Период длится 10...40 дней при 15...30-минутном вентилировании 4...6 раз в сутки.

Период хранения предназначен для поддержания необходимой температуры и воздухообмена в массе продукта. Вентиляция в этот период включается по заданной программе, а также при повышении температуры продукта и продолжается до момента снижения этого параметра до нормы. Температура вентиляционного воздуха регулиру-

ется автоматически за счет изменения количества теплого внутреннего воздуха, подмешиваемого к холодному наружному. Во избежание примерзания смесительный клапан оборудуют электроподогревателем, включаемым перед пуском вентилятора.

При снижении температуры в верхней зоне хранилища автоматически включаются рециркуляционно-отопительные агрегаты, предупреждая запотевание верхнего слоя продукта. Система защиты от подмораживания продукта выключает вентиляционную установку при поступлении в магистральный канал воздуха с опасно низкой температурой.

2. Характеристика овощехранилища как объекта управления микроклиматом

Активное вентилирование позволяет поддерживать в хранилищах оптимальный температурно-влажностный режим. Одновременно оно обеспечивает удаление с поверхности овощей влаги, а из их массы — продуктов дыхания, ведущих к развитию болезнетворных микроорганизмов.

Воздух в массу хранимого продукта подают при помощи приточных вентиляционных систем, оборудованных центробежными или осевыми вентиляторами. Режим работы вентиляционной системы зависит от температуры наружного воздуха, вида и массы хранимого продукта. Для снижения температуры хранимого продукта наружный воздух нагнетается вентилятором через приточную шахту по вентиляционному каналу в массу продукта. При недопустимо низких и высоких температурах наружного воздуха вентилятор прогоняет через продукт внутренний (рециркуляционный) воздух, а приточная камера в это время закрыта клапаном.

Процессы управления микроклиматом овощехранилищ рассмотрим на примере хранения картофеля. В технологическом процессе хранения картофеля можно выделить три периода: лечебный, охлаждения и хранения.

Лечебный период необходим для быстрого заживления механических повреждений картофеля. С этой целью в межклубневом пространстве насыпи необходимо поддерживать температуру на уровне 14...18°C и высокую относительную влажность воздуха (более 90 %) с минимальным воздухообменом.

При температуре картофеля выше 18 °C должна включаться система активного вентилирования и подавать воздух температурой на

3...4°C ниже температуры массы хранимого продукта. Если в закрое хранилища заложен больной картофель (пораженный фитофторой, нематодой и т. п.), то лечебный период проводится при температуре 8...10°C с последующим охлаждением до 1...2 °С.

При закладке мокрого картофеля его немедленно подсушивают усиленным активным вентилированием при относительной влажности воздуха не более 80 %.

Период охлаждения наступает после двухнедельного лечебного периода, температуру хранимого картофеля постепенно снижают до 2...4°C. Для этого клубни картофеля вентилируют наружным воздухом или смесью его с внутренним воздухом в те периоды суток, когда температура наружного воздуха не менее чем на 4...5 °С ниже температуры насыпи картофеля. Охлаждают клубни медленно: на 0,5...0,6 °С в сутки при максимальной влажности воздуха до 100 %. Период охлаждения длится 20-25 суток.

Период хранения (основной) начинается при температуре картофеля в насыпи 3...4°C. Вентиляционные установки включаются при температуре в насыпи 4°C и более. Зимой продукт активно вентилируют смесью наружного и внутреннего воздуха, а при сильных морозах — только рециркуляционным воздухом. В остальные времена года насыпь вентилируют наружным воздухом, который забирают в наиболее холодное время суток, или воздухом, охлажденным в специальных холодильных установках.

Во всех случаях относительная влажность воздуха должна быть максимальной, но без образования конденсата на картофеле. При пониженной влажности вентиляционного воздуха возникают большие потери массы клубней, и они теряют свой товарный вид. Аналогичные агротехнические требования предъявляют и к САУ микроклиматом других овощехранилищ.

В режимах «Лечение» и «Охлаждение» температура массы хранимой продукции всегда выше заданной, а продолжительность работы системы активного вентилирования зависит от настройки программных реле и температуры наружного воздуха, а также от массы хранимой продукции. При разработке и выборе систем автоматики необходимо знать передаточные функции массы хранимой продукции и верхней зоны в основном режиме «Хранение».

Передаточная функция массы хранимой продукции. Эту функцию можно определить аналитически из уравнения динамики теплообмена массы хранимой продукции и вентилируемого воздуха.

Теплообмен в насыпи штучной СХП представляет собой

сложное физическое явление. Температура на поверхности продукта определяется не только интенсивностью отвода теплоты с поверхности, но и ее отводом из внутреннего пространства клубня, которое обуславливается в результате биохимических процессов внутри продукта.

Интенсивность изменения температуры в массе продукции зависит от скорости прохождения приточного воздуха, толщины слоя h насыпи клубней, скажности слоя μ , а также от начальных значений температур клубней θ_k и воздуха θ_v .

Опыт показывает, что температура подаваемого воздуха и насыпи клубней неодинакова по высоте слоя. Быстро охлаждаются слои клубней на входе воздуха и в 4...5 раз медленнее на выходе четырехметрового слоя насыпи картофеля. Наиболее высокая температура массы хранимого продукта наблюдается на глубине 0,4...0,6 м от поверхности насыпи.

Установлено, что при подаче воздуха $L \leq 50 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 т насыпи клубней передаточную функцию можно выразить так:

$$W(p) = k / (T_p + 1), \quad (7.1)$$

а при $L \geq 50 \text{ м}^3/(\text{т} \cdot \text{ч})$:

$$W(p) = k / (T_{p2} + T_{1p} + 1). \quad (7.2)$$

С ростом подачи воздуха от 50 до 250 $\text{м}^3/(\text{т} \cdot \text{ч})$ значение коэффициента усиления k снижается от 0,03 до 0,008. Коэффициент усиления k показывает, на сколько градусов снижается температура насыпи клубней за 1 ч при подаче 1 м^3 воздуха на 1 т клубней. Постоянные времени T также зависят от подачи воздуха: при $L \leq 50 \text{ м}^3/(\text{ч} \cdot \text{т})$ $T = 7 \dots 8 \text{ ч}$; при $L \geq 50 \dots 250 \text{ м}^3/(\text{т} \cdot \text{ч})$ $T_1 = 8 \dots 6 \text{ ч}$, $T_2 = 2 \dots 1,6 \text{ ч}$.

При отключенной вентиляции температура массы хранимого продукта повышается за счет теплоты самосогревания. Передаточная функция массы продукта при самосогревании без отвода теплоты:

$$W(p) = k_c / p, \quad (7.3)$$

где k_c — коэффициент усиления, показывающий, на сколько градусов повышается температура массы продукта за 1 ч самосогревания без отвода теплоты: для корнеклубнеплодов $k_c = 0,14$, для капусты $k_c = 0,13$.

Передаточная функция верхней зоны овощехранилища. Эта функция выражается тремя составляющими (по числу параллельно действующих возмущений), а именно, для типового овощехранилища вместимостью 1000 т можно принять следующие значения коэффициентов: $k_1 = 0,3$; $k_2 = 0,5$; $T_1 = 2,3$ ч и $T_2 = 0,12$ ч.

Передаточная функция смесительной камеры. Во всех овощехранилищах с автоматическим управлением микроклиматом используется смесительная камера с регулируемым клапаном, передаточная функция которой определяется как для усилительного звена, т.е. $W(p) = k$.

Контрольные вопросы:

1. От чего главным образом зависит сохранность продукции?
2. Что позволяет применение активного вентилирования?
3. На какие три периода делят весь цикл хранения картофеля?
4. Для чего предназначен лечебный период хранения картофеля?
5. Для чего служит период охлаждения?
6. Для чего предназначен период хранения?

Тема 7.2. Системы автоматизации микроклимата овощехранилища типа ОРТХ

1. Системы автоматизации микроклимата в картофелехранилище

В отечественной и зарубежной практике автоматизации картофелехранилищ используют САУ только температурными режимами. Автоматическое регулирование влажности не находит широкого применения из-за отсутствия долговечных и чувствительных датчиков влажности, надежно работающих при относительной влажности воздуха свыше 90 %. В случае необходимости влажностью управляют вручную, включая вытяжные вентиляторы.

Для управления микроклиматом в картофелехранилище наибольшее распространение получили две типовые системы: оборудование типа ОРТХ и «Среда». Оборудование регулирования температуры (ОРТХ) обеспечивает поддержание технологически обоснованных температурных режимов приточного воздуха, массы хранимой продукции и воздуха верхней зоны в хранилищах вместимостью до 1000 т с числом вентиляционных камер не более двух.

Оборудование типа ОРТХ состоит из следующих основных

частей (рис. 7.1): радиального вентилятора 1, приточной 2 и вытяжной шахт, смесительного клапана 3, регулирующего соотношение смешиваемого воздуха (наружного и внутреннего), и рециркуляционно-отопительного агрегата 4.

Для управления технологическим оборудованием активной вентиляции и отопления используют шкаф автоматики ШАУ-АВ, в котором собрана регулирующая, программная, пусковая и измерительная аппаратура, в том числе пять терморегуляторов (рис. 7.2).

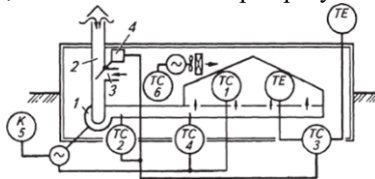


Рис. 7.1. Функциональная схема управления микроклиматом в овощехранилище: 1—радиальный вентилятор; 2— приточная шахта; 3— смесительный клапан; 4 — рециркуляционно-отопительный агрегат

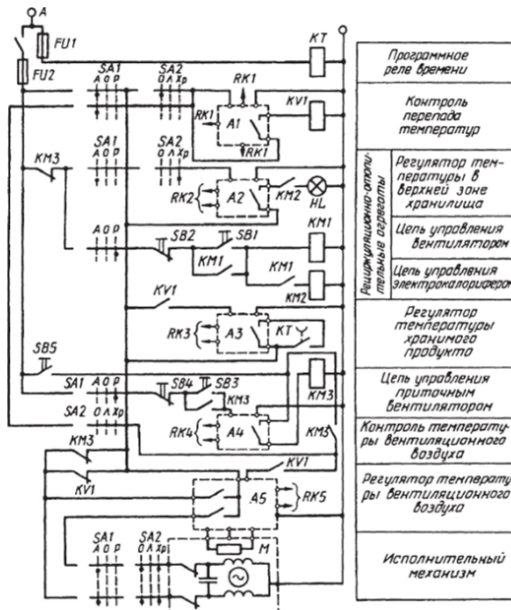


Рис. 7.2. Принципиальная электрическая схема управления микроклиматом в овощехранилище

Регулятор ТС1 (см. рис. 7.1) контролирует температуру внутри массы продукта и включает вентилятор при ее повышении. При расходе воздуха 100...300 м³/ч на 1 т хранимого продукта постоянная времени объекта управления достигает 7...8 ч. Регулятор ТС2 стабилизирует температуру воздуха в магистральном канале посредством перестановки смесительного устройства и изменения таким образом соотношения количеств наружного и рециркуляционного воздуха. При отключении вентилятора или уменьшении разности температур наружного воздуха и хранимого продукта смесительное устройство автоматически закрывается.

Регулятор ТС3 контролирует разность температур наружного воздуха и хранимого продукта и в случае достаточного ее значения (снаружи значительно холоднее) дает разрешение на открытие смесительного устройства. Регулятор ТС4 контролирует температуру в магистральном канале и при ее аварийном понижении отключает вентилятор. Реле времени К5 управляет работой вентилятора по заданной программе независимо от текущего значения температуры хранимого продукта. Регулятор ТС6 контролирует температуру воздуха в надзакромном пространстве и управляет работой рециркуляционно-отопительного агрегата.

Регулятор ТС2 работает по непрерывному принципу (П-регулятор), все остальные регуляторы действуют по двухпозиционному закону.

Кроме того, внутри шкафа размещен обогреватель, управляемый камерным терморегулятором, промежуточные реле и другая аппаратура. На дверце шкафа находятся логометр с переключателем точек измерения, переключатели и сигнальная аппаратура. Датчики ТЕ температуры массы хранимого продукта размещают на глубине 0,5...0,7 м от уровня насыпи, укрепляя их на металлическом тросе при укладке продукта. В массе продукта устанавливают три-четыре датчика. Датчики ТЕ температуры наружного воздуха устанавливают не ближе 0,5 м от стены хранилища и защищают от прямых солнечных лучей. Установка ШАУ-АВ работает в ручном и автоматическом режимах. В ручном режиме переключатель SA1 «Приточный вентилятор» устанавливают в положение Р. Приточным вентилятором и отопительными агрегатами управляют с лицевой панели шкафа ШАУ-АВ, а смесительным устройством — «по месту». Находящийся постоянно в работе регулятор А4 отключает вентилятор в случае понижения температуры приточного воздуха до опасного уровня.

Ручное управление следует использовать только для наладочных и аварийных работ.

В автоматическом режиме переключатель SA1 устанавливают в положение А.

Лечебный период. Переключатель режимов хранения SA2— в положение «Л», приточный вентилятор (магнитный пускатель KM3) включается — отключается первой программой реле времени КТ (через контакты регулятора А4). При понижении температуры вентиляционного воздуха А4 отключает вентилятор. Рециркуляционно-отопительные агрегаты и обогреватель смесительного устройства закрыт, им управляют кнопками «по месту».

Период охлаждения. Переключатель режимов SA2 находится в положении 0. В работе принимают участие терморегуляторы А1, А3, А4 и А5. При наличии достаточной разности температур наружного и внутреннего воздуха (2...3 °С) терморегулятор А1 включает реле KV1, через контакты которого напряжение питания подается на А3. Регулятор А3 при повышении температуры в массе продукта включает магнитный пускатель KM3 вентилятора (если этому не препятствует А4). Подача наружного воздуха в хранилище продолжается до тех пор, пока температура в массе продукта не понизится до уровня размыкания контактов А3 или пока не уменьшится до заданного уровня разность температур, контролируемая А1. При срабатывании KM3 включается П-регулятор А5, регулирующий температуру приточного воздуха за счет перестановки смесительного устройства исполнительным механизмом М. В этом случае блокировка, действующая на закрытие клапана при неработающем вентиляторе (контакты KM3) или малой разности температур наружного и внутреннего воздуха (контакты KVT), автоматически снимается. При неработающем вентиляторе или повышении наружной температуры смесительное устройство автоматически закрывается.

Таким образом, благодаря работе А для скорейшего охлаждения продукта используются даже кратковременные снижения наружной температуры. Если наружная температура стабильно высока — вентиляция работает периодически по команде реле КТ при закрытом смесительном устройстве, в режиме полной рециркуляции.

Период хранения. Переключатель SA2 в положении Хр. В период хранения приточный вентилятор включается 4...6 раз в сутки по команде реле времени, а также при срабатывании терморегулятора А3. Одновременно с включением вентилятора через контакты KM3 вводится в работу терморегулятор А1, и в дальнейшем автоматика действует так же, как и в режиме охлаждения.

Если температура в массе продукта превысила заданную, то

контакты АЗ шунтируют контакты КТ, и работа вентилятора продолжается до снижения температуры продукта до нормы и размыкания контактов АЗ. При отключении вентилятора смесительное устройство автоматически закрывается (контакты КМЗ).

При температуре в надзакромном пространстве ниже нормы терморегулятор А2 включает рециркуляционно-отопительные агрегаты (пускатели КМ1, КМ2), при температуре выше нормы агрегаты отключаются.

Обогреватель смесительного устройства вводится в работу также по команде реле КТ, но только при снижении наружной температуры до —10...—15 °С.

При эксплуатации хранилищ в южных районах нашей страны желательно включать в состав оборудования холодильную машину. Тогда в случае повышения температуры в массе продукта выше нормы в момент, когда наружная температура высока, одновременно с включением приточного вентилятора включается и холодильная машина. В этом случае температура воздуха, поступающего по магистральному клапану, регулируется терморегулятором, входящим в комплект холодильной машины.

Система управления «Среда-1» более совершенна, чем ШАУ-АВ. Она способна автоматически пропорционально регулировать температуру воздуха, направляемого в массу хранимого продукта, двухпозиционно регулировать температуру хранимого продукта и воздуха в верхней зоне хранилища, а также выполнять ряд технических измерений, сигнализацию отклонений температуры от заданной в отдельных секциях хранилища ит. д. «Среда-1» может управлять технологическим процессом в восьми секциях хранилища вместимостью до 5000 т. В каждой секции овощехранилища установлены: два рециркуляционно-отопительных агрегата, приточный вентилятор, смесительное устройство с приводом от ИМ и обогревателем, несколько датчиков температуры воздуха в верхней зоне и в магистральном канале, а также датчики температуры в массе хранимого продукта.

Функциональная схема системы «Среда-1» показана на рисунке 7.3. В каждой из восьми секций хранилища устанавливаются четыре измерительных преобразователя 1: для двухпозиционного регулирования температуры в массе хранимого продукта, надзакромном пространстве и два в магистральном канале (для пропорционального регулирования температуры воздуха за счет смешивания холодного наружного и теплого рециркуляционного воздушных потоков). Блоки измерения и задания 2 формируют 32 аналоговых сигнала, пропорцио-

нальных текущему значению регулируемого параметра. Эти сигналы через блоки переключателей (коммутаторов) 3 в установленной последовательности подаются на вход двухпозиционного 4 или пропорционального 5 регулятора. Также в синхронной последовательности, задаваемой электронным блоком 6, через блоки управления 7 переключаются цепи регуляторов.

Регулятор 9 разности температур наружного (преобразователь 10) и внутреннего (преобразователь 11) воздуха в случае повышения наружной температуры до заданного уровня переключает систему на вентиляцию продукта внутренним (рециркуляционным) воздухом. Логометр 12, получающий питание, как и все другие элементы схемы, от блока 14, через переключатель позволяет проконтролировать температуру в 39 точках по объему хранимого продукта.

Алгоритм функционирования системы «Среда-1» аналогичен алгоритму схемы ШАУ-АВ.

К передовым устройствам автоматического контроля и управления процессом хранения сельскохозяйственной продукции относится компьютерная система КСУ-91. Система состоит из блоков сбора и передачи информации (БСПИ) и блоков управления электроприводами (БУЭ), термоподвесок облегченной конструкции со встроенными первичными измерительными преобразователями (ПИП), монитора, клавиатуры со встроенными микропроцессором и программой управления, записанной в ПЗУ. Система обеспечивает контроль температуры в диапазоне от -10 до $+40$ °С с абсолютной погрешностью $0,5$ °С.

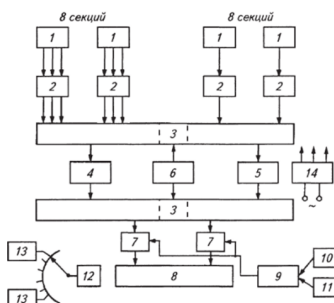


Рис. 7.3. Блок-схема системы «Среда-1» для управления микроклиматом в хранилище: 1, 13 — измерительные преобразователи; 2 — блоки управления и задания; 3 — блоки переключателей; 4 — двухпозиционный регулятор; 5 — пропорциональный регулятор; 6 — блок синхронизации; 7 — блоки управления; 8 — исполнительный механизм; 9 — регулятор разности температур; 10, 11 — измерительные преобразова-

тели температур наружного и внутреннего воздуха; 12 — логометр;
14 — блок питания.

Контрольные вопросы:

1. Что обеспечивает оборудование регулирования температуры (ОРТХ)?
2. Из каких основных частей состоит оборудование типа ОРТХ?
3. Какой шкаф используют для управления технологическим оборудованием активной вентиляции и отопления?
4. Какая система относится к передовым устройствам автоматического контроля и управления процессом хранения сельскохозяйственной продукции?
5. Из чего состоит компьютерная система КСУ-91?

Тема 7.3. Автоматизация фруктохранилищ

1. Технологические основы автоматизации фруктохранилищ

Конструкции фрукто- и овощехранилищ имеют много общего. Особенность технологического процесса хранения фруктов — необходимость охлаждения продукта и точного поддержания относительной влажности воздуха. Поэтому в схему автоматизации оборудования фруктохранилища включены системы управления воздухоохлаждательными установками и подачей пара на увлажнение воздуха в камерах.

В помещениях для хранения фруктов (фруктохранилищах) концентрация диоксида углерода поддерживается на уровне, существенно более высоком, чем в атмосферном воздухе, достигая 1 % и более. При этом содержание кислорода уменьшается, а азота увеличивается. Данные обстоятельства улучшают условия хранения фруктов. Содержание CO_2 регулируют, пропуская циркуляционный воздух через известковое молоко или сжигая газ при контролируемой подаче воздуха. Получаемая таким образом газовая смесь, обогащенная азотом, охлаждается и подается в хранилище. Рекомендуемая температура хранения — менее 5 °С, но не ниже температуры промерзания плодов — должна поддерживаться с высокой точностью. Большое значение имеет также контроль влажности газовой смеси, от которой зависит потеря влаги хранимыми плодами и контроль содержания газа этилена, выделяемого плодами.

Для фруктохранилищ вместимостью 1000...3000 т разработан комплект электрооборудования, который обеспечивает автоматическое управление работой конденсаторного и испарительного оборудования, управление работой и защиту компрессоров холодильных машин от аварийных режимов и сигнализацию о нормальных и ненормальных режимах работы оборудования. Один комплект может автоматически управлять двумя—четырьмя камерами.

2. Система автоматического управления микроклиматом во фруктохранилищах

Система автоматического управления микроклиматом предназначена для поддержания в камерах заданных значений температуры, влажности воздуха, циклического его перемешивания в камерах; включения и отключения установок приточной и вытяжной вентиляции, аммиачных и водяных насосов; оттаивания воздухоохладителей, а также для контроля за температурой и влажностью воздуха в камерах и температурой в отдельных точках холодильной установки.

Принципиальная электрическая схема управления микроклиматом во фруктохранилищах показана на рисунке 7.4. Напряжение на схему автоматического управления подают кнопкой SB6. В случае экстренной необходимости все агрегаты можно отключить одновременно одной из кнопок SB1...SB5, расположенных в определенных местах фруктохранилища. При помощи кнопок SB7, SB8 управляют аварийным вентилятором M1 (1,5 кВт).

Схему управления температурой и относительной влажностью воздуха первой камеры фруктохранилища включает автомат SF1.

Переключателем SA1 выбирают режим работы системы: 1 — ручной (при наладке), 2 — автоматическая работа, 0 — отключено управление.

В автоматическом режиме при повышении температуры в камере срабатывает терморегулятор P, который включает реле KV1. Реле KV1 своими контактами KV1: 1, KV1:2 и KV1:3 включает соответственно электромагнитный аммиачный вентиль YA1, магнитный пускатель KM3 электроприводов M2 и M3 (по 2,2 кВт) вентиляторов воздухоохладительных установок и электропривод одного из аммиачных насосов M4 и M5 (по 5,5 кВт) подачи аммиака как холодоносителя в воздухоохладительные камеры. Когда температура в камере достигает заданного значения, контакты терморегулятора размыкаются, и электродвигатели M2...M5 и электромагнитный вентиль YA1 отключаются.

Режим работы аммиачных насосов выбирают переключателем SA3 : 1 — оба насоса отключены, 2 — рабочий насос M4 (M5 в резерве), 3 — ручное управление (при наладке), 4 — рабочий насос M5 (M4 в резерве).

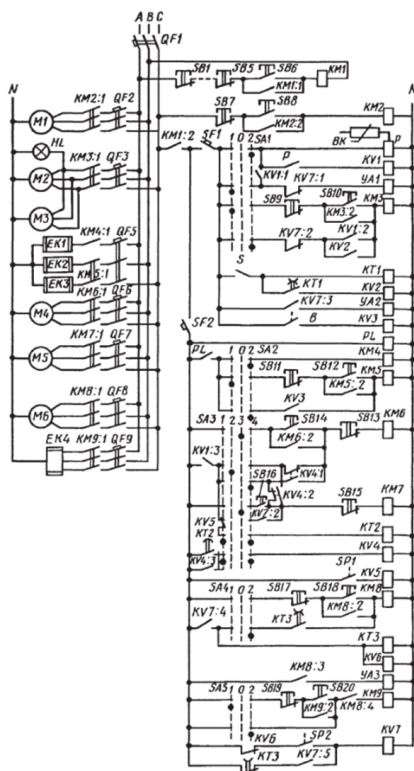


Рис. 7.4. Принципиальная электрическая схема управления микроклиматом фруктохранилищ

При успешном пуске рабочего насоса срабатывает датчик давления SP1, который включает реле KV5. Реле KV5 одним своим контактом подает напряжение на включение компрессоров холодильной установки, а другим — отключает реле выдержки времени KT2, предназначенной для включения резервного насоса. При неуспешном пуске или при резком падении давления аммиака в системе рабочего насоса

датчик SP1 размыкает сеть реле KV5, которое включает реле КТ2. Последнее своим контактом КТ2 через 10 с включает реле KV4, которое подключает резервный насос.

Относительную влажность воздуха в камере фруктохранилища регулируют при помощи влагорегулятора В. При понижении влажности воздуха контакты В включают реле KV3, которое дополнительно к электроподогревателю воды УЛ1 с помощью магнитного пускателя KM5 подключает секции ЕК2 и ЕК3 электропарообразователя.

Для обеспечения более равномерного распределения температуры и влажности воздуха внутри камер предусмотрено циклическое перемешивание воздуха при помощи вентиляторов воздухоохладителей. Цепь управления вентиляторов первой камеры включают тумблером 5. Режим управления работой вентилятора (длительность и время включения и отключения) настраивают при помощи программного реле АТ1, которое через реле KV2 и магнитный пускатель KM3 управляет работой электродвигателей М2 и М3 вентиляторов.

Системой автоматики предусмотрено управление процессом удаления льда («снеговой шубы»), который постепенно накапливается на поверхности воздухоохладителей. Режим системы удаления льда выбирают переключателями SA4 и 5,4 5:1 — наладка, О — отключено, 2 — автоматическая работа. Наличие «снеговой шубы» на внешней поверхности воздухоохладителя обнаруживает реле давления SP2, которое воспринимает разность давлений до воздухоохладителя и после него. При увеличении этой разности из-за закрытия воздухопроводов «снеговой шубой» замыкаются контакты SP2, включается реле KV7. Реле KV7 контактами KV7: 2 отключает магнитный пускатель KM3 вентиляторов воздухоохладителей, а контактами KV7:1 — аммиачный электромагнитный вентиль УА1. Одновременно реле KV7 контактами KV7:3 включает электромагнитный вентиль УА2 воды оттаивания, а контактами KV7:4 — реле выдержки времени КТ3 и реле KV6. Реле KV6 отключает реле KV7. Через выдержку времени, равную 3 мин (достаточно для стока аммиака из воздухоохладителя), магнитный пускатель KM8 своими контактами включает электромагнитный вентиль УА3 стока воды, электропривод М6 (4 кВт) насоса воды оттаивания и через магнитный пускатель KM9 электронагреватель ЕК4 (15 кВт) воды для оттаивания. Через 27 мин контактом КТ3 выключаются электропривод М6 насоса воды оттаивания и электронагреватель ЕК4 и закрывается электромагнитный вентиль УА3 стока воды. Процесс оттаивания прекращается, а еще через 3 мин выключается реле KV7. Выдержка в течение последних 3 мин обеспечивает сток воды с возду-

хоохладителя и предупреждает включение электромагнитного аммиачного вентиля и воздухоохладителя сразу же после окончания оттаивания. Реле KV7 отключает через магнитный пускатель KM8 электродвигатель M6 насоса, электромагнитные вентили UA2 и UA3 и нагреватель EK4 воды оттаивания. Это же реле KV7 размыкающими контактами KV7:1 и KV7:2 вновь вводит в автоматический режим цепи управления аммиачным вентилем UA1 и электроприводами M2 и M3 вентиляторов воздухоохладителя.

Кроме устройств управления микроклиматом в камерах, в комплект входят автоматические системы регулирования и контроля уровня и температуры аммиака, системы управления компрессорно-конденсаторной группой, вентиляцией, воздушной завесой, включаемой при открытии камер, и рассольными насосами, а также приборы контроля, сигнализации и защиты электрооборудования.

Контрольные вопросы:

1. Какая особенность технологического процесса хранения фруктов?
2. Для чего предназначена система автоматического управления микроклиматом?
3. Как работает принципиальная электрическая схема управления микроклиматом фруктохранилищ?
4. Что предусмотрено для обеспечения более равномерного распределения температуры и влажности воздуха внутри камер?

Раздел 8. Автоматизация энерго- и водоснабжения сельского хозяйства

Тема 8.1. Автоматизация электроснабжения сельских потребителей

1. Средства автоматизации учета и контроля сельскохозяйственной продукции

Контроль и учет сельскохозяйственной продукции позволяют своевременно выявить и устранить все недостатки производства. Поступающую в хранилище и отпускаемую из него продукцию обязательно учитывают и регистрируют в специальной ведомости или передают данные для компьютерной обработки. Продукцию взвешивают

на железнодорожных или автомобильных весах, устанавливаемых непосредственно при въезде на территорию хранилища.

Качество хранения сельскохозяйственной продукции контролируют визуально на местах или по отобраным образцам химическими методами в лабораториях. Результаты анализов фиксируют в специальных журналах и сообщают агротехническим службам сельскохозяйственных предприятий.

При помощи технических средств автоматически контролируют микроклимат в хранилищах, температуру и влажность хранимого продукта, очищают его и сортируют перед закладкой на хранение, перед поступлением к потребителю.

В современных зернохранилищах семенное зерно хранят в мешках или в закромах вместимостью 100...5000 т, а фуражное зерно — россыпью массой от 500 до 10 000 т. На таких крупных зернохранилищах, как элеваторы, предусмотрено наличие электромеханизированных установок загрузки и разгрузки зерна, активного вентилирования и аэрации зерна. Зерно и зернопродукты закладывают на хранение предварительно очищенными, просушенными и охлажденными до 10 °С и ниже (до температур, при которых все жизненные функции живых компонентов зерновой массы затормаживаются).

Для успешного хранения зерна в складах необходимо периодически контролировать влажность и температуру зерновой массы. Влажность контролируют в лабораторных условиях, проверяя пробы семян, взятых из отдельных мест хранилища, а температуру — по показаниям датчиков температуры, заложенных в отдельные места хранимой зерновой массы.

Для семенного зерна нельзя допускать снижение температур до —20 °С и ниже, так как из-за наличия свободной влаги и ее замерзания нарушается целостность семян и снижается их всхожесть.

По показаниям датчиков температуры обнаруживают очаги самосогревания зерновой продукции и гнили в зернохранилищах. Самосогревание влажной зерновой массы возникает вследствие протекающих в ней биохимических процессов и плохой теплопроводности. При этом температура в самосогреваемом участке насыпи может достичь 55...65 °С, что приведет к потере посевных, технологических, пищевых и фуражных качеств зерновых продуктов. Самосогревание возникает в неventилируемых местах, в которых находится зерно повышенной влажности, особенно свежесобранное, с большой физиологической активностью.

Процесс самосогревания зерновых продуктов и гниения кар-

тофеля и овощей сопровождается не только повышением температуры, но и увеличенным выделением влаги. Вследствие этого очаги самосогревания и гниения можно обнаружить не только датчиками температуры, но и по увеличению показаний датчиков относительной влажности воздуха, закладываемых в массу хранимой продукции.

2. Автоматизация сортирования сельскохозяйственной продукции

Важной операцией при закладке картофеля на хранение является его сортировка по размерам, отделение комков земли, камней, а также клубней, пораженных гнилью и фитофторозом. Необходимость сортировки посадочного картофеля вызвана тем, что в процессе хранения приблизительно 15...20 % клубней семенного картофеля поражаются различными гнилями, основную часть из которых составляет сухая гниль.

Затраты ручного труда на отделение загнивших клубней перед посадкой составляют 20...30 % общих трудозатрат на производство картофеля, а посадка несортированного картофеля приводит к недобору 15...20 % урожая.

Для сортировки картофеля разработаны оптические, радиоизотопные и температурные методы обнаружения загнивших клубней и клубней, пораженных фитофторозом, а также комков почвы и камней.

Рассмотрим принцип работы оптической установки для автоматической сортировки клубней картофеля, использующей специальную характеристику коэффициентов отражения клубней. Спектральные характеристики коэффициентов отражения здоровых и больных клубней, как и комков почвы и камней, имеют большие различия на определенных длинах волн λ .

Установка для автоматической сортировки клубней картофеля работает следующим образом. Клубни картофеля 4 (рис. 8.1) из бункера-питателя 3 поступают на роликовый транспортер, который поштучно их выстраивает и, вращая, перемещает в зону оптического осмотра. Отраженный от клубня оптический поток инфракрасных излучений проходит через объектив 6 и анализатор изображения 7 на делитель излучения 8. С делителя излучений оптический поток, разделяемый на два канала, поступает через конденсаторы 9 и фильтры 10 к фотоприемникам 11. Анализатор изображения позволяет поочередно осматривать (сканировать) поверхность клубня.

От фотоприемников сигналы, пропорциональные коэффици-

ентам отражения оптического потока от поверхности клубня на двух длинах волн (0,95 и 1,25 мкм), поступают на электронный блок обработки 12. Электронный блок 12 определяет разность между этими сигналами посредством вычитания. В результате на выходе блока 12 появляется сигнал, который передается на исполнительный механизм 13 только от поврежденного клубня или комков почвы и камней. В этом случае электромеханический исполнительный механизм 13 поворачивает заслонку 14 и направляет гнилой клубень или инородные тела в емкость 15 для отходов.

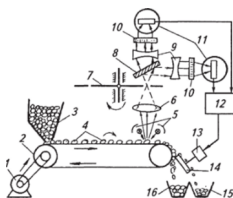


Рис. 8.1. Схема установки для автоматической сортировки клубней картофеля: 1 — электропривод; 2 — транспортер; 3 — бункер-питатель; 4 — клубни картофеля; 5 — оптические излучатели; 6 — объектив; 7 — анализатор изображения; 8 — делитель излучения; 9 — конденсаторы; 10 — оптические фильтры; 11 — фотоприемники; 12 — блок обработки информации; 13 — исполнительный механизм; 14 — заслонка; 15, 16 — емкости соответственно для отходов и здоровых клубней

При осмотре здорового клубня разность сигналов от обоих фотоэлементов положительная, исполнительный механизм 13 не срабатывает, а клубень свободно падает в емкость 16. Время передачи клубней из зоны осмотра в емкость согласуется со временем прохождения его мимо заслонки 14. Производительность современной установки составляет 6 клубней в секунду, или около 2 т/ч, погрешность работы 5... 10 % в зависимости от загрязненности поверхности, а на мокрых клубнях доходит до 30 %.

Плоды томатов сортируют по размерам и зрелости, а также отделяют плоды, поврежденные болезнями. По размерам плоды томатов сортируют на механических калибровочных машинах. При разделении по зрелости и отделении больных плодов измеряют упругость и жесткость кожицы плодов или их оптические отражательные свойства.

На рисунке 8.2, а показан принцип разделения плодов на три фракции по зрелости, а точнее по цвету их поверхности. Плод 1 в свободном падении пролетает через центр фотометрической камеры 3, где

он облучается осветителями 2 видимого излучения. Отраженные от плода излучения, многократно преломляясь на внутренней, окрашенной в белый цвет поверхности камеры, попадают на светочувствительные фотоэлементы 4.

При отсутствии плода потоки видимого излучения от источников, направленные навстречу друг другу, создают незначительную освещенность в камере.

При пересечении плодом светового потока фотоэлементы 4 воспринимают отраженный поток определенного спектра, зависящего от зрелости (цвета) плода 1. Сигналы фотоэлементов суммируются и в виде результирующего сигнала подаются на усилительно-преобразовательное устройство 5, которое при помощи исполнительного механизма 6 с заслонкой 7 разделяет плоды на три фракции: I (зеленые), II (белые) и III (красные).

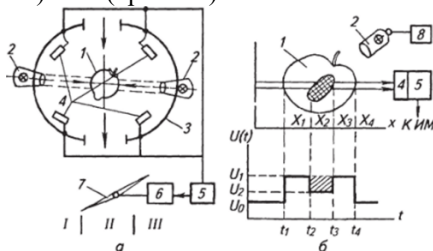


Рис. 8.2. Схема автоматической сортировки томатов (а) и яблок (б): 1 — плод; 2—осветители; 3 — фотометрическая камера; 4— фотоэлементы; 5 — усилительно-преобразовательное устройство; 6— исполнительный механизм; 7—заслонка; 8— привод сканирующего устройства

Для сортировки плодов яблок, имеющих поврежденную поверхность от механических ударов или пятна на коже от болезней, используют сканирующие устройства (рис. 8.2, б). В сканирующей системе видимое излучение от осветителя 2, управляемого при помощи электропривода, поэлементно освещает поверхность плода. Отраженный луч воспринимается фотоэлементом 4 и направляется в усилительно-преобразовательное устройство 5. Значение выходного сигнала $U(t)$ фотоэлемента зависит от состояния поверхности плода и изменяется во времени по форме, показанной на нижней части рисунка 8.2, б.

Усилительно-преобразовательное устройство 5 вычисляет площадь повреждения:

$$S_n = \sum n \cdot (t_3 - t_2), \quad (8.1)$$

где n — число строк сканирования поврежденного участка поверхности плода (заштрихованная часть на рисунке); t_1 и t_2 — время пересечения сканирующим лучом границ соответственно поврежденного и неповрежденного участков.

Для сортировки объектов по размеру с выхода устройства 5 к исполнительному механизму ИМ сортирующей установки подают сигнал, пропорциональный площади S_M медианного сечения объекта:

$$S_M = k \cdot \sum m \cdot (t_4 - t_1), \quad (8.2)$$

где k — коэффициент пропорциональности; t_1 и t_4 — время пересечения сканирующим лучом профиля плода; t — число строк сканирования поверхности объекта.

Для автоматической сортировки листьев табака на три товарных сорта предложено использовать их отражательные свойства и цветовые характеристики в стандартной калориметрической системе RGB. Последний показатель тесно связан с характеристикой сортности листьев: к первому сорту относят желтые листья с содержанием темной зелени до 20 % площади листа, ко второму — с содержанием темной зелени до 50 %, к третьему сорту — свыше 50 %. Сортирующее устройство определяет процент темной зелени на площади листьев табака, в зависимости от которого разделяет листья на три сорта.

Принцип действия сортирующего устройства показан на рисунке 8.3. Листья табака 4 поступают на транспортер 2 из подающего устройства 3. Транспортер при помощи электропривода 1 переносит листья в зону сканирования. Оптический поток осветителя 5, отражаясь от листа, проходит через объектив 6, отверстие сканирующего диска 7 и конденсатор 8 на светорасщепляющую оптику 9 с дихроическими зеркалами.

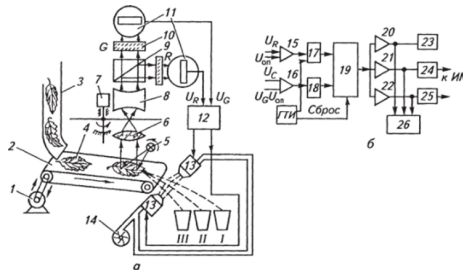


Рис. 8.3. Схема распознающего устройства (а) и электронного блока (б) автоматической сортировки листьев табака на три товарных сорта:

1 — электропривод транспортера; 2 — транспортер; 3 — подающее устройство листьев табака; 4 — лист табака; 5 — осветитель; 6 — объектив; 7 — сканирующий диск с электроприводом; 8 — конденсатор; 9 — светорасщепляющая оптика с дихроическими зеркалами; 10 — корректирующий фильтр; 11 — фотоэлементы; 12 — электронный блок анализа; 13 — пневматические исполнительные механизмы; 14 — компрессор; 15, 16 — усилители-компараторы; 17, 18 — логические элементы И; 19 — вычислительное устройство; 20, 21, 22 — компараторы; 23, 24, 25 — реле исполнительных механизмов; 26 — блок индикации; I — III — емкости для приема листьев табака соответствующего сорта; ГТИ — генератор тактовых импульсов

В оптике 9 поток отраженного излучения разделяется на два канала, в которых при помощи фильтров 10 выделяются участки спектров G и R. Оптические сигналы, пропорциональные площадям участков G и R, воспринимаются фотоэлементами 11 и передаются в виде напряжений U_R и U_G на электронный блок анализа 12. В электронном блоке напряжения $U_{он}$ определяют границу разделения между цветовыми характеристиками R и G. Вычислительное устройство 19 совместно с логическими элементами И 17, 18 определяет значение темно-зеленой площади S_G и желтой площади S_R листа и вычисляет процент темно-зеленой площади:

$$K = \frac{S_G}{S_G + S_R} \cdot 100\%. \quad (8.3)$$

Генератор тактовых импульсов ГТИ включает в работу логические элементы только при попадании листа табака в поле объектива и сбрасывает результаты вычисления при его уходе.

Выходной сигнал с вычислительного устройства поступает на компараторы 20, 21 и 22, которые разделяют его на три канала в соответствии с определенным сортом листа. С компараторов сигналы проходят на индикатор 26, определяющий количество листьев по сортам, и на реле 23, 24 и 25. Листья первого сорта свободно направляются в емкость I, листья второго и третьего сортов при помощи реле 24, 25 и пневматических механизмов 13 — в емкости II и III. Питание пневматических механизмов осуществляется от воздушного компрессора 14. Устройство обеспечивает погрешность сортировки 4,5 % и производительность до 10 листьев в секунду или 65 кг/ч.

Электрические, оптические, тепловые и акустические свойства сельскохозяйственной продукции используют также при создании но-

вых приборов контроля зрелости арбузов, посевных качеств семян, содержания жира и белка в молоке, свежести яиц, упитанности животных и т. п.

3. Наладка и техническое обслуживание автоматизированного электрооборудования хранилищ сельскохозяйственной продукции

Все электрооборудование, поставляемое в овоще- и фруктохранилища, предварительно осматривают, проверяют на соответствие документации и испытывают. Первоначальная наладка новой аппаратуры и оборудования сводится к проверке соответствия его параметров технологическим условиям работы. Эти параметры в процессе эксплуатации периодически подстраивают к технологическому процессу выполняемых работ данной установки.

В схемах управления работой электроустановок чаще всего используют релейно-контактную аппаратуру, имеющую высокую износостойкость и надежность. Для нормальной эксплуатации электрооборудования и аппаратуры важно правильно наладить их рабочий процесс.

Проверку начинают с внешнего осмотра силовых и оперативных цепей, обращая внимание на надежность контактных соединений. Обычно цепи проверяют в такой последовательности. Проверяют первичные цепи, внешние соединения, силовые цепи управления, цепи в пределах шкафа, пульта, ящика и пр. При этом применяют метод прозвонивания цепей или метод непосредственного включения. После проверки всех цепей начинают их наладку также по отдельным цепям. При наладке регулируют аппаратуру каждой цепи, а затем уже приступают к наладке работы схемы.

Обслуживающий персонал должен систематически тщательно осматривать электрооборудование и электропроводку, проверять показатели стационарных и контрольных аппаратов и приборов, а также проводить специальные проверки и испытания с применением специализированной переносной аппаратуры. Все полученные данные и выполненные мероприятия записывают в журнал, и эти данные служат для анализа причин возникающих неполадок, для обобщения и разработки мероприятий по предотвращению и устранению таких неполадок.

Под техническим обслуживанием подразумевают комплекс работ для поддержания исправности и работоспособности оборудования при использовании его по назначению, а также при хранении и

транспортировании. Эти работы бывают регламентированные и нерегламентированные.

Электродвигатели. При техническом обслуживании выполняют следующие работы:

очищают корпус от пыли и грязи, удаляют следы масла; продувают обмотки машин сжатым воздухом (под давлением не выше 0,2 МПа) или пылесосом, чтобы удалить пыль и загрязнение с обмоток;

проверяют затяжку болтов и гаек крепления машин к рабочему месту (фундаменту, балке, стенке), крепление подшипниковых щитов и выводных коробок; ослабленные болты и гайки необходимо подтянуть;

проверяют плотность посадки шкива, полумуфта, звездочек; подтягивают ослабленную цепь, ременную передачу;

проверяют надежность зануления (заземления) корпуса машин, пускового устройства, распределительного щита, шкафа, панели, ящика; ослабленные контакты разбирают, зачищают контактные поверхности до металлического блеска, смазывают техническим вазелином, собирают и затягивают;

снимают крышку коробки выводов, предварительно отвернув болты или гайки ее крепления; внешним осмотром проверяют состояние контактных соединений; подтягивают ослабевшие контакты, окислившиеся, подгоревшие или потемневшие контакты разбирают, зачищают контактные поверхности до металлического блеска; собирают и затягивают болты;

проверяют целостность изоляции выводных концов обмоток и подводных проводов; изоляция не должна иметь механических повреждений, трещин, обуглившихся участков; поврежденные участки следует исправить, заизолировать (в зависимости от марки провода или изоляции применяют хлопчатобумажную или полихлорвиниловую ленту);

снимают защитную оболочку (кожу) машины, крышки; внешним осмотром определяют состояние щеток, щеточного механизма, контактных колец, коллектора, изношенные или выкрошенные щетки заменяют новыми, потемневшие места контактной поверхности колец или коллектора зачищают и полируют стеклянной бумагой (шкуркой); пылесосом или сжатым воздухом продувают щеточный механизм, обмотки, полюса;

проверяют отсутствие заедания в подшипниках или задевание ротора (якоря) за статор (полюс), поворачивая вал электродвигателя вручную;

включают электродвигатель и убеждаются в отсутствии по-

сторонних шумов, вибрации; при их наличии выявляют причину и принимают меры к устранению;

проверяют степень нагрева оболочек, корпуса, подшипниковых щитов;

устанавливают повседневный надзор за выполнением правил эксплуатации и инструкций завода-изготовителя, а также контроль за нагрузкой, температурой подшипников, обмоток, корпуса и соблюдение правил техники безопасности.

Трансформаторы. При техническом обслуживании выполняют следующие работы:

очищают кожух от пыли сжатым воздухом или пылесосом; следы масла и копоти удаляют обтирочным материалом, смоченным в керосине или бензине;

проверяют надежность зануления (заземления) оболочки (кожуха) трансформатора, его вторичной обмотки, сердечника; ослабевшие контакты разбирают, зачищают контактные поверхности до металлического блеска, смазывают техническим вазелином, собирают и затягивают болты; у трансформаторов, оборудованных емкостным фильтром для защиты от радиопомех, проверяют состояние и надежность заземления конденсаторов; поврежденные конденсаторы надо заменить;

проверяют состояние доски зажимов осмотром; она не должна иметь трещин, сколов, обгораний; поверхность доски протирают сухим, неворсистым материалом для обтирки;

проверяют контактные соединения у первичной и вторичной обмоток; окислившиеся или подгоревшие и даже потемневшие контактные соединения разбирают, контактные поверхности зачищают до металлического блеска, затем собирают и затягивают болты;

внешним осмотром проверяют состояние изоляции подводящих проводов и кабелей — изоляция должна быть без механических повреждений, отслоений, обуглившихся участков; незначительные повреждения изоляции устраняют, накладывая дополнительную изоляцию хлопчатобумажной или полихлорвиниловой ленты; провода, кабели с большими повреждениями изоляции заменяют новыми;

проверяют работу механизма регулирования силы тока, поворачивая рукоятку регулятора от одного крайнего положения в другое — рукоятка должна вращаться плавно, без заеданий, а сила тока изменяться в соответствии с положением рукоятки и указателем тока; при затрудненном вращении рукоятки снимают кожух трансформатора, проверяют затяжку болтов, протирают и смазывают солидолом ход-

вой винт механизма; в некоторых случаях у сварочных трансформаторов имеется отдельный регулятор тока — реактивная катушка, ее также осматривают и проверяют как и трансформатор;

включают трансформатор в сеть и проверяют его работу; при этом гудение трансформатора не должно быть громким. При вращении рукоятки регулятора тока сила тока должна изменяться в соответствии с положением рукоятки регулятора и техническим паспортом трансформатора.

Осветительные установки. В процессе эксплуатации проводят следующие операции ТО:

проверяют освещенность в контрольных точках хранилища (не реже одного раза в год); перед проверкой освещенности необходимо очистить от пыли и загрязнения все светильники и лампы;

проверяют исправность автоматов осветительных установок один раз в 3 мес. в дневное время при снятом напряжении, а также стационарное оборудование и электропроводку основного и аварийного освещения; не реже одного раза в год проверяют соответствие токов расцепителей и плавких вставок расчетным значениям;

испытание и измерение сопротивления изоляции проводов, кабелей и заземляющих устройств проводят не реже одного раза в 3 года. Испытание изоляции понижающих трансформаторов следует проводить ежегодно; также ежегодно следует измерять нагрузку и напряжение в отдельных точках электрической осветительной сети.

Теплоэлектронагреватели (ТЭНы). В процессе эксплуатации периодически проверяют состояние защитных кожухов, подводящих проводов, аппаратуры, заземления. В самих нагревателях проверяют: состояние зажимов, надежность контакта у подводящих проводов, изоляции как проводов, так и самих стержней; изоляцию и сопротивление заземления как внешним осмотром, так и мегомметром. Сопротивление должно быть не более 0,1 Ом. При таком сопротивлении заземляющий контакт разбирают, зачищают, смазывают и вновь собирают.

Электрокалориферные установки. Проверяют температуру воздуха на выходе калорифера (она должна быть не более 50 °С), температуру воздуха в обогреваемом помещении (если она ниже заданной, проверяют состояние регуляторов температуры и нагревателей). Калорифер очищают от загрязнений, предварительно снимая боковые стенки, проверяют наличие заземления и его сопротивление.

Контрольные вопросы:

1. Что является важной операцией при закладке картофеля на хранение?
2. Каким образом работает установка для автоматической сортировки клубней картофеля?
3. Какой принцип действия сортирующего устройства?
4. Какие работы выполняют при техническом обслуживании электродвигателей?
5. Какие работы выполняют при техническом обслуживании трансформаторов?
6. Какие операции технического обслуживания проводят в процессе эксплуатации осветительных установок?
7. Какие операции технического обслуживания проводят в процессе эксплуатации теплоэлектронагревателей?
8. Какие операции технического обслуживания проводят в процессе эксплуатации электрохлориферных установок?

Тема 8.2. Автоматизация электроустановок для подогрева воды, воздуха и получения пара

1. Основы автоматизации теплоснабжения

До 20 % добываемого в стране топлива потребляется котельными, производящими 60 % используемой тепловой энергии.

Среднее сельскохозяйственное предприятие имеет от 10 до 20 котлов или теплогенераторов и расходует в год 8... 10 тыс. т условного топлива. В целом же по стране работает приблизительно 700 тыс. единиц этого оборудования, которое обслуживает более 1,5 млн человек. Естественно, надежная и экономичная эксплуатация оборудования систем теплоснабжения невозможна без его автоматизации, причем экономический эффект от автоматизации возрастает с увеличением мощности котельной.

Рассмотрим основные положения технологии производства тепловой энергии с точки зрения автоматизации управления этим процессом.

В сельскохозяйственном производстве используют твердое, жидкое и газообразное топливо. Твердое и жидкое топливо состоит из

углерода С, водорода Н, кислорода О, азота N, органической серы S_{op} , колчеданной серы S_k , золы А влаги W. Газообразное топливо (природный газ) на 94 % состоит из метана CH_4 и небольшого количества других углеводородов, оксида углерода и водорода.

Основная техническая характеристика топлива — это теплота сгорания Q_H характеризующая количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании 1 кг или 1 м³ топлива. Теплота сгорания зависит от вида и количества топлива (каменный уголь 12...36 МДж/кг, природный газ 35 МДж/м³). К другим характеристикам относятся влажность, зольность и содержание летучих веществ — газообразных горючих продуктов, выделяющихся при сгорании топлива.

Топочные устройства должны обладать максимально возможной экономичностью, высокой производительностью и надежностью. Топливо в топке может сгорать на колосниковой решетке (слоевые топки) и во взвешенном состоянии в воздушном потоке (камерные топки).

Автоматизация подачи топлива в камеру сгорания котла существенно влияет на производительность процесса получения горячей воды и пара.

Слоевые топки с неподвижным слоем топлива на колосниковой решетке обслуживают вручную. Перемещение топлива по колосниковой решетке частично механизировано. В одной из таких конструкций топливо по колосниковой решетке перемещается планкой 1 (рис. 8.4, а), совершающей возвратно-поступательные движения от фронта котла к задней стенке топки, и обратно. При этом на прямом ходе планка перемещает топливо к задней стенке, при обратном подрезает слой шлака, обеспечивая доступ воздуха в топку. Управление такой планкой автоматизировано.

Слоевые топки, в которых топливо перемещается вместе с решеткой, (рис. 8.4, б) механизированы полностью. Колосниковое полотно, выполненное в виде бесконечной ленты, перемещается со скоростью 2...30 м/ч. Топливо из загрузочной воронки само ссыпается на движущуюся решетку, причем толщину слоя на ней устанавливают с помощью регулируемого шибера. Специальная форма свода топки способствует быстрому нагреву и воспламенению поступившего топлива.

Более совершенна загрузка топлива с помощью пневмомеханических забрасывателей (рис. 8.5, а), использующих энергию вращения ротора ($n = 410...760 \text{ мин}^{-1}$) и сжатого воздуха. Топливо из бункера извлекается питателем 7, совершающим возвратно-поступательные движения, и распределяется роторным метателем по полотну колосниковой решетки. Транспортирование мелкого угля и угольной пыли осуществ-

ляется потоком воздуха. Дальность полета крупных кусков топлива значительна (4,5 м и более), поэтому решетки в топках с такими забрасывателями перемещаются от задней стенки к фронту. Основная часть воздуха, необходимого для горения, подается под решетку через систему коробов. Оставшаяся часть воздуха подается непосредственно в топку. Управление механической топкой автоматизировано.



Рис. 8.4. Типы топок: а — слоевая полумеханическая: 1—планка; 2—колосники; б— слоевая механическая: 1 — уголь; 2—шибер; 3—топка; 4—решетка; 5—воздушные короба; в — камерная: 1—факел; 2—экран

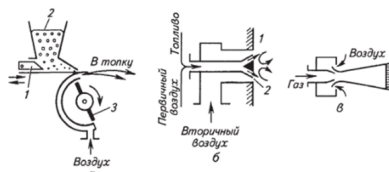


Рис. 8.5. Типы топливоподающих устройств: а — пневмомеханический забрасыватель: 1—питатель; 2—уголь; 3—роторный метатель; б — пылеугольная горелка: 1 — топка; 2 — форсунка; в — инжекторная горелка

Камерные топки (см. рис. 8.4, в) для сжигания твердого топлива в воздушном потоке требуют его размола до пылевидного состояния (20...25 мкм). Несмотря на большой расход энергии на помол (до 30 кВт · т/ч), такие топки отличаются большой экономичностью, надежностью и подготовленностью к автоматизации (мощность топki изменяется в зависимости от количества угольной пыли, подаваемой шнековым питателем).

Важнейший элемент камерной топки — горелка (рис. 8.5, б), обеспечивающая транспортирование пыли и ее перемешивание с воздухом.

Транспортирование жидкого топлива в топку обеспечивается форсункой. Вязкое топливо (мазут) должно быть предварительно подогрето до 70...100 °С. Существуют также форсунки, которые распы-

ляют топливо за счет центробежных сил, образующихся при вращении стакана, внутрь которого подается топливо (ротационные форсунки).

Газовое топливо подается в топку через горелку. Инжекторная горелка (рис. 8.5, в) сама подсасывает нужное для сжигания газа количество воздуха. В мощных современных газовых и газомазутных горелках воздух подается специальным вентилятором. Производительность горелки регулируется поворотной заслонкой на подводящем газопроводе.

Важная характеристика топки — мощность, которая пропорциональна расходу топлива.

В сельскохозяйственных отопительных и отопительно-производственных котельных применяют котлы двух типов: паровые и водогрейные. Первые из них работают по принципу естественной циркуляции рабочего тела (воды), а вторые — по принципу принудительной циркуляции, создаваемой специальным насосом.

В паровых котлах с естественной циркуляцией для перемещения рабочего тела используют гравитационный напор, возникающий за счет разности плотностей воды и паровой смеси. Основной элемент котла — барабан 3 (рис. 8.6, а), в который насосом 6 подается вода. По необогреваемым опускным трубам 1 вода поступает в коллектор, а оттуда в экранные трубы 2, служащие стенками топочной камеры изнутри и обогреваемые теплотой сгорания топлива Q . Образующаяся в экранных трубах 2 пароводяная смесь вытесняется в барабан 3 водой из опускных труб (естественная циркуляция), где происходит ее разделение на пар и воду. Вода снова опускается в коллектор, а пар поступает в пароперегреватель 4 и оттуда к потребителю.

Часть теплоты выходящих из котла газообразных продуктов сгорания (дымовых газов) идет на нагрев воды в экономайзере 5 и воздуха в воздухоподогревателе 7.

На предприятиях сельскохозяйственного теплоснабжения широко применяют двухбарабанные котлы ДЕ (ДКВР), многие из которых не оборудованы паронагревателем и вырабатывают насыщенный пар при давлении 1,4 МПа. Котлы этого типа недостаточно экономичны, что объясняется отсутствием развитых хвостовых поверхностей нагрева, а также неэффективностью ручного регулирования процесса горения в режиме переменных нагрузок. Автоматизация позволяет значительно уменьшить влияние последней составляющей, особенно при работе котла на жидком или газообразном топливе.

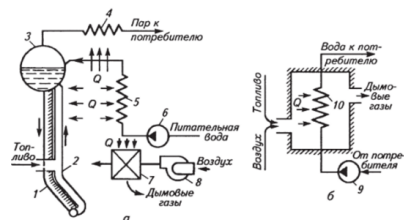


Рис. 8.6. Принципиальные схемы парового (а) и водогрейного (б) котлов: 1 — опускные трубы; 2—подъемные (экранные) трубы; 3 — барабан; 4— пароперегреватель; 5 — водяной экономайзер; 6 — питательный насос; 7— воздухоподогреватель; 8 — дутьевой вентилятор; 9— сетевой насос; 10— поверхности нагрева.

В общем случае схемы автоматизации котла в значительной степени зависят от вида сжигаемого топлива.

Водогрейные котлы (рис. 8.6, б) используют для нагрева воды, циркулирующей в тепловой сети. Наиболее распространены чугунные стационарные котлы, набираемые из отдельных литых секций, соединяемых между собой при помощи ниппелей и стяжек. Котлы этого типа, как правило, работают на твердом топливе, имеют слоевую топку и характеризуются низким уровнем автоматизации.

Более совершенны конструкции водотрубных котлов типа ПТВМ, КВ-ГМ, КВ-ТС, имеющих современную компоновку, большую единичную мощность и высокую степень автоматизации. Все они (кроме КВ-ТС) работают на жидком и газообразном топливе с КПД до 90 %.

Экономическая эффективность процесса выработки тепловой энергии в значительной мере зависит от конструкции вспомогательных поверхностей нагрева котлов, позволяющих в максимальной степени использовать теплоту сгорания топлива. К этим поверхностям нагрева относятся водяной экономайзер (рис. 8.7, а), предназначенный для подогрева питательной воды теплотой выходящих дымовых газов, и воздухоподогреватель (рис. 8.7, б), предназначенный для нагрева воздуха, используемого в топке котла для сжигания топлива (нагрев воздуха на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ эквивалентен снижению температуры выходящих газов на $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$).

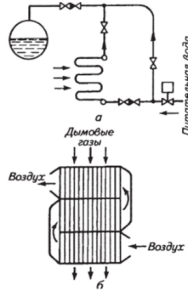


Рис. 8.7. Вспомогательные поверхности нагрева котла: а — водяной экономайзер; б — воздухоподогреватель.

Экономичность работы котельного агрегата оценивают по КПД η_k (рис. 8.8, а), равному отношению количеств теплоты q_2 и q_3 используемых на выработку и перегрев пара, к общему количеству теплоты Σq , выделившейся при полном сгорании топлива.

Из косвенных методов оценки экономичности самый распространенный — метод анализа состава дымовых газов, покидающих топку.

Как видно из рисунка 8.8, а, минимум потерь соответствует определенному коэффициенту избытка воздуха в топке α_T . Этот коэффициент можно оценить по содержанию кислорода в выпускных дымовых газах:

$$\alpha_T = \frac{21}{(21 - O_2)}, \quad (8.4)$$

где 21 — содержание кислорода в атмосферном воздухе, %; O_2 — содержание кислорода в дымовых газах, %.

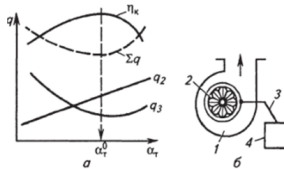


Рис. 8.8. График зависимости КПД котла от коэффициента избытка воздуха в топке (а) и схема устройства для регулирования подачи дутьевого вентилятора (б): 1 — дутьевой вентилятор; 2 — направляющий аппарат; 3 — кинематическая связь; 4 — исполнительный механизм.

Управление экономичностью процесса сжигания топлива происходит за счет изменения количества воздуха, подаваемого в топку. Это управление обеспечивается работой регулятора экономичности, воздействующего на производительность вентилятора 8 (см. рис. 8.6, а).

Основной способ управления экономичностью работы котла — изменение количества воздуха, подаваемого в топку вентилятором а).

Дутьевой вентилятор радиального типа имеет большую подачу (4...8 тыс. м³/ч), поэтому вопрос экономичного регулирования его производительности очень важен.

Из трех известных способов регулирования подачи (дросселированием потока на нагнетании, на всасывании и изменении частоты вращения) самый экономичный — третий. Однако на практике обычно применяют второй — с помощью направляющего аппарата (многоосных поворотных заслонок), имеющего привод от электродвигателя (рис. 8.8, б).

Большинство топок отечественных котельных агрегатов работают под небольшим разрежением, создаваемым работой дымососа. Подача дымососа должна соответствовать объему дымовых газов, поскольку повышение разрежения приводит к увеличению присосов наружного воздуха в топку и газоходы, а также к росту объема дымовых газов и снижению КПД котла. Недопустимо и повышение давления в котле более атмосферного, поскольку это приведет к «выбиванию» продуктов сгорания в помещение котельной.

Необходимое (29...30 Па) разрежение в верхней части топки поддерживают, регулируя подачу дымососа с помощью направляющего аппарата аналогичной конструкции, но больших размеров, поскольку подача дымососа значительно больше, чем у вентилятора.

Управление подачей обеих установок автоматизировано.

Принципиальная схема ТП производства пара в паровом котле с естественной циркуляцией показана на рисунке 8.9. Топливо G_T и воздух G_B поступают в топку котла. Продукты сгорания отдают теплоту воде, циркулирующей по контуру: барабан котла — опускные трубы — подъемные трубы — барабан котла. Пароводяная смесь в барабане котла разделяется на пар и воду. Пар под давлением p_6 подается в пароперегреватель ПП, где его температура повышается до $\theta_{п}$, а вода из барабана котла вновь опускается в нижний коллектор. Температуру перегрева пара регулируют, изменяя количество воды $G_{впр}$, впрыскиваемой в пароохладитель ПО. Необходимый для сгорания топлива воздух G_B нагнетается в топку котла дутьевым вентилятором ДВ через воздухоподогреватель ВП, в котором его температура повышается за счет теплоты выходящих дымовых газов.

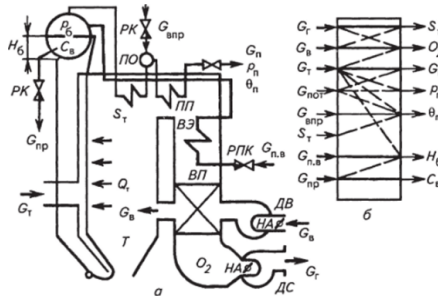


Рис. 8.9. Технологический процесс производства пара в котле (а) и схема связей между основными управляющими воздействиями и регулируемыми параметрами (б): Т— топка; ПП— пароперегреватель; ВЭ— водяной экономайзер; ВП— воздухоподогреватель; ДС — дымосос; ДВ — дутьевой вентилятор; ПО — пароохладитель; РК — регулирующий клапан; РПК — регулирующий питательный клапан; НА — направляющий аппарат; $G_{п}$, $G_{п.в}$, $G_{т}$, $G_{г}$, $G_{пр}$, $G_{впр}$ — соответственно количество пара, питательной воды, топлива, дымовых газов, продувочной воды и впрыскиваемой в пароохладитель воды; $t_{п}$ — температура пара; $S_{т}$ — разрежение в топке; O_2 — содержание кислорода в уходящих дымовых газах; $H_б$ — уровень воды в барабане котла; $C_в$ — солесодержание воды в барабане котла.

Движение дымовых газов создается дымососом ДС таким образом, чтобы в верхней части топки было небольшое разрежение $S_{т}$ исключающее «выбивание» дымовых газов в помещение котельной.

Питательная вода подается в барабан котла через водяной экономайзер ВЭ, где ее температура повышается за счет теплоты дымовых газов. Количество подаваемой воды $G_{п.в}$ должно обеспечить стабилизацию уровня воды $H_б$ в барабане котла. В процессе выработки пара солесодержание воды $C_в$ в барабане котла постоянно растет. Для поддержания этого параметра на допустимом уровне непрерывно выводят часть воды $S_{пр}$ из нижней части барабана.

Основные регулируемые параметры котла — $G_{п}$, $p_{п}$ и $\theta_{п}$, причем первый параметр может изменяться в соответствии с потребностью, а $p_{п}$ и $\theta_{п}$ должны быть стабилизированы. Стабильно высокой должна быть и экономичность работы котла, оцениваемая по содержанию O_2 в дымовых газах. Вспомогательные регулируемые параметры: уровень воды в барабане $H_б$, ее солесодержание $C_в$ и разрежение в топке $S_{т}$.

Перечисленные параметры изменяются в результате регулирующих воздействий, а также под действием внешних и внутренних воз-

мушающих воздействий, носящих детерминированный и случайный характер. При этом выходная регулируемая величина одного участка является входной по отношению к другому. Так, давление в барабане котла p_6 — выходная величина по отношению к подаче топлива G_T и входная для участка регулирования уровня воды в барабане котла.

Таким образом, котел — сложная динамическая система с несколькими входными и выходными величинами. Котельная установка может работать как в установившемся, так и в неустойчивом режиме.

Водогрейные котлы оборудуют регуляторами процесса сжигания топлива, а паровые — еще и регулятором питания котла водой. Автоматическое управление процессом сжигания топлива объединяет в себе три взаимосвязанные системы: управления тепловой нагрузкой (мощностью) котла; управления экономичностью процесса сжигания топлива; стабилизации разрежения в топке.

В общем случае управление тепловой нагрузкой сводится к стабилизации нагрузки котла. Тепловая нагрузка, или мощность, котла в установившемся режиме пропорциональна его производительности G_n (при постоянных параметрах пара). Следует отметить, что

при постоянном давлении пара у потребителей паропроизводительность котла пропорциональна давлению пара в барабане p_6 .

Процесс выработки пара может быть представлен в виде схемы, изображенной на рисунке 6. Регулируемый параметр — давление пара в барабане p_6 , а регулирующее воздействие — изменение подачи в топку топлива G_T и воздуха G_B , в результате чего изменяются количество выделяемой в топке теплоты Q_T и давление в барабане p_6 . Основные внешние возмущения при регулировании p_6 — изменения потребления пара G_n и подачи питательной воды $G_{п.в}$. Оба этих возмущения не связаны с работой топки и воздействуют только на режим работы котла.

Стабилизация разрежения в топке обеспечивает постоянство небольшого (20...30 Па) разрежения в верхней части топки, исключаяющего «выбивание» газов в помещение котельной. Кроме того, разрежение способствует устойчивому горению и косвенно характеризует материальный баланс между нагнетаемым в топку воздухом G_B и выходящими дымовыми газами G_r . Регулятор разрежения воздействует на направляющий аппарат дымососа, а если дымосос работает на группу котлов, то на поворотную заслонку в газоходе за водяным экономайзером.

Топка котла, как объект управления разрежением, обладает незначительной инерцией. Кроме того, величина разрежения постоян-

но пульсирует с амплитудой 10... 15 Па и частотой в несколько герц. Для компенсации этих недостатков применяют электрическое или пневматическое сглаживающее устройство (демпфер).

Сложность задачи автоматизации процесса питания котла водой определяется жесткими требованиями к уровню H_6 ($\pm 70... 100$ мм), которые объясняются опасностью заброса воды в пароперегреватель или оголения и пережога экранных труб. Особенность барабана котла, как объекта регулирования, состоит в том, что он заполнен двухфазной средой (пароводяной смесью), параметры которой существенно зависят от давления.

Схемы автоматических регуляторов питания (РПТ) котла водой различны; самая простая — это одноимпульсный регулятор, действующий по отклонению уровня в барабане H_6 . В более сложной схеме используется двухимпульсный регулятор, действующий по отклонению уровня в барабане H_6 в сочетании с автоматической компенсацией изменения потребления пара $G_{п.}$. Это уже комбинированная САР, учитывающая и отклонение регулируемой величины, и возмущающее воздействие.

Автоматизация вспомогательного оборудования котельных установок предусматривает: управление работой редуцированных и редуциционно-охладительных установок, а также деаэрационных установок и регулирование температуры воды, поступающей в тепловую сеть. Помимо этого, автоматизации подлежат система подпитки водой тепловой сети, водоподогреватели и водоподготовительные установки.

Отопление и горячее водоснабжение коттеджей, индивидуальных зданий и сооружений может осуществляться от автоматизированной котельной установки АКУ-70. Установка разработана на базе отечественного чугунного котла КЧМ-2М, автоматизированных горелок Junior (Финляндия), долговечного циркуляционного насоса UPS (Германия) и современной автоматики «Саутер» (Швейцария).

Установка АКУ-70 состоит из двух блоков: блока котла и блока горячего водоснабжения, объединенных единой системой автоматики. Блок котла включает в себя водогрейный котел, автоматизированную горелку, датчики защиты котла от перекипания и замерзания. Блок горячего водоснабжения имеет скоростной теплообменник, циркуляционный насос, запорно-регулирующую аппаратуру, устройства автоматики с датчиками температуры теплоносителя горячей воды и температуры наружного воздуха.

Установка работает на жидком, твердом и газообразном топливе, обеспечивает теплопроизводительность до 70 кВт и температуру горячей

воды до 45 °С при расходе 500 кг/ч. При этом максимальная масса установки не превышает 1050 кг, а потребляемая мощность 500 Вт.

Для нагрева холодной воды до 85 °С в системе горячего водоснабжения коттеджей, индивидуальных домов как при наличии центральной системы холодного водоснабжения, так и при ее отсутствии предназначены электроводонагреватели открытого типа «ТАВИА-ЭВАВ». Электроводонагреватели должны располагаться выше точки потребления горячей воды. Корпус электроводонагревателя, как и ТЭНы, не подвержен коррозии, так как выполнен из высококачественной нержавеющей стали марки 12Н8Т10Т.

Электронный пульт управления автоматически поддерживает заданную температуру воды. Датчик уровня жидкости предотвращает нежелательную работу ТЭНов «всухую», автоматически отключив электропитание водонагревателя. Автоматическое подпитывающее устройство избавляет от необходимости доливать воду в емкость водонагревателя вручную.

Электроводонагреватели «ТАВИА-ЭВАВ» могут быть укомплектованы дополнительным оборудованием — насосами, КИПиА, запорно-регулирующей арматурой, пластиковыми трубами и т. п.

2. Автоматика системы безопасной эксплуатации котельных

Автоматика безопасности, объединяющая технологические защиты и блокировки механизмов котла, обеспечивает заданную последовательность операций при растопке котла и его автоматическое отключение при отклонении технологических параметров

за допустимые пределы, т. е. при возникновении аварийной ситуации.

Защита вступает в действие тогда, когда возможности автоматического или дистанционного управления по предотвращению аварийных отклонений параметра исчерпаны и ТП должен быть изменен или приостановлен. Объем аварийных защит определяется требованиями СНиП и зависит от типа котла и вида сжигаемого топлива.

Паровые котлы на твердом топливе (слоевое сжигание) отключаются с остановкой тягодутьевых установок и механизмов, подающих топливо в топку:

при понижении давления воздуха под колосниковой решеткой; повышении давления в топке;

повышении или понижении уровня воды в барабане котла.

Паровые котлы на жидком или газообразном топливе автоматически отключаются с прекращением подачи газа:

при повышении или понижении давления газа перед горелками;
повышении давления в топке;
повышении или понижении уровня воды в барабане; понижении давления воздуха перед горелками;
повышении давления пара; погасании факела горелок.

Водогрейные котлы на твердом топливе автоматически отключаются с остановкой тягодутьевых установок и механизмов, подающих топливо в топку:

при повышении температуры воды за котлом;
повышении или понижении давления воды за котлом;
уменьшении расхода воды через котел;
увеличении давления в топке.

Водогрейные котлы на газообразном топливе. Эти котлы автоматически отключаются с прекращением подачи газа: при повышении температуры воды за котлом; повышении давления воздуха перед горелками; повышении или понижении давления газа; повышении давления в топке; уменьшении расхода воды через котел; погасании факела в топке.

Все названные типы котлов также автоматически отключаются при исчезновении напряжения питания в цепях защиты. Электрические схемы технологических защит и сигнализации котлов унифицированы.

Типовая схема защиты парового котла совмещает режимы автоматического розжига запальника и горелок с контролем параметров работы парового котла на газообразном топливе. При работе котла на мазуте горелки розжигают вручную. Вид топлива выбирают с помощью переключателя, который устанавливают в положение Г (газ) и М (мазут).

Предпусковые операции — заполнение котла водой, продувка газопровода, включение дымососа и дутьевого вентилятора — выполняют вручную. После выхода котла «На режим» включаются на работу автоматические регуляторы.

На газопроводе и мазутопроводе к котлу установлены клапаны - отсекатели, управляемые соленоидами. При срабатывании любой из защит или исчезновении питающего напряжения в схеме защит соленоиды клапанов отключаются, и подача топлива к котлу прекращается.

Отключение котла — серьезное нарушение технологического регламента, поэтому его причины должны быть установлены, проанализированы и устранены. Схема автоматизации котла предусматривает определение первопричины отключения котла. При срабатывании лю-

бой из защит, например, от повышения (понижения) давления газа обесточивается реле аварийного останова.

Растопка котла — наиболее сложная и опасная операция в связи с возможностью образования в топке при неработающей горелке взрывоопасной газозвоздушной смеси. Для контроля пламени газовых горелок применяют устройства, использующие ионизированный или фотоэлектрический метод контроля пламени.

Аварийное отклонение параметров, вызвавшее останов котла, приводит в действие систему автоматических блокировок.

Автоматические блокировки обеспечивают требуемую последовательность включения и отключения оборудования при пуске, остановке котла и разного рода технологических переключениях.

Блокировки бывают:

запретно-разрешающие, препятствующие нарушению последовательности операций по обслуживанию установки;

аварийные, отключающие агрегат или его отдельные элементы при возникновении аварии в каком-либо звене;

замещения, включающие резервное оборудование вместо действующего.

Схема блокировки вращающихся механизмов котла предусматривает автоматический останов всех следующих по технологической цепочке механизмов и запрет на включение механизма, если предшествующий по технологической цепочке механизм не работает.

Автоматическая сигнализация обеспечивает автоматическую подачу световых и звуковых сигналов в случае останова котла защитой при повышении или понижении давления жидкого топлива или воды в питательных магистралях, а также при других нарушениях в работе основного и вспомогательного оборудования котельной.

Контрольные вопросы:

1. Какое используют топливо в сельскохозяйственном производстве и из чего они состоят?

2. Что называется основной технической характеристикой топлива?

3. Какой важнейший элемент камерной топки?

4. Из чего состоит установка АКУ-70?

5. Когда паровые котлы на твердом топливе (слоевое сжигание) отключаются с остановкой тягодутьевых установок и механизмов, подающих топливо в топку?

6. Когда паровые котлы на жидком или газообразном топливе автоматически отключаются с прекращением подачи газа?

Тема 8.3. Автоматизация оборудования водонагревательных котлов

1. Автоматизация оборудования водонагревательных котлов

Электронагревательные установки широко применяют в сельскохозяйственном производстве благодаря их следующим преимуществам: постоянной готовности к действию и исключению использования огневых котельных со специальными помещениями для котлов и хранилищ топлива, транспортировки топлива и золы; возможности полной автоматизации процессов нагрева; улучшению санитарно-гигиенических условий обслуживающего персонала; облегчению в распределении теплоты по большим территориям; уменьшению себестоимости тепловой энергии и пожарной опасности.

Для подогрева воды используют установки как прямого нагрева за счет пропускания тока через воду, так и косвенного нагрева при помощи тепловых электронагревательных элементов (ТЭНов), а также установок индукционного и диэлектрического нагрева. Преимущества прямого электродного нагрева заключаются в простоте устройства, большой скорости нагрева и высоком КПД.

В сельском хозяйстве для подогрева воды при поении животных и для технологических нужд используют электроводонагреватели низкого давления — термосы типа УАП (ВЭТ) с резервуаром вместимостью 50...1000л, проточные электроводонагреватели типа ЭПВ производительностью 600 л тепловой воды в час и др. Для получения горячей воды и пара применяют электродные котлы типов: КЭВ (котел электродный водогрейный), КЭВЗ (с замкнутым контуром) мощностью 10...6000 кВт, ЭПЗ (электродный прямоточный с замкнутым контуром), КЭПР (котел электродный паровой регулируемый) мощностью 160, 250, 2500 и 5000 кВт и выше.

Для подогрева воздуха в животноводческих помещениях до 5 °С используют стационарные электрокалориферные установки типа СФОА мощностью 5...100 кВт.

Динамические свойства практически всех водогрейных электроустановок описываются передаточной функцией апериодического звена второго порядка. Автоматическое управление электроводонагревателями осуществляется по температуре, а электропаровыми котлами — еще и по давлению пара.

Рассмотрим схемы управления на примерах автоматизации элементных и электродных водогрейных и паровых установок, так как

они не имеют принципиальных отличий от установок других типов. Перед включением в сеть элементные водонагреватели обязательно следует заполнить водой, так как в противном случае перегорят нагревательные элементы. Электродные водонагреватели не имеют этой особенности. На рисунке 8.10 приведено устройство водонагревателя типа УАП, выпускаемого вместо водонагревателя ВЭТ, и электрическая схема управления им. Водонагреватель предназначен для нагрева воды до 90 °С и выполнен в виде стального резервуара 1 с патрубком 4 для горячей воды. Резервуар теплоизолирован стекловатой 2 и закрыт внешним кожухом. Благодаря теплоизоляции температура воды снижается очень медленно. В подводящем трубопроводе установлены обратный клапан 6 и запорный вентиль 7. Водоподогреватель подключают к водопроводу с избыточным давлением не менее 50 кПа, под действием которого горячая вода вытесняется через патрубок 4. Автоматическое управление элементными нагревателями 5 (ТЭНы) осуществляется при помощи контактного термометра 3, контакты SK которого при высокой температуре воды шунтируют обмотку магнитного пускателя КМ, а последний — электронагреватели ЕК. Повторное включение электронагревателя происходит при снижении температуры воды на 5 °С. Диод VD применен для облегчения работы контактов SK. ТЭНы более мощных водонагревателей типа УАП устанавливают в двух зонах резервуара: в нижней и верхней. Каждой группой ТЭНов управляет свой термодатчик.

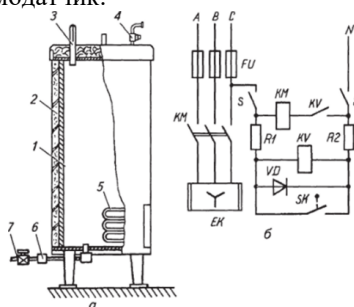


Рис. 8.10. Устройство водонагревателя типа УАП (а) и принципиальная электрическая схема управления им (б): 1 — стальной резервуар; 2 — стекловата; 3 — контактный термометр; 4 — патрубок для горячей воды; 5 — элементные нагреватели; 6 — обратный клапан; 7 — запорный вентиль

На рисунке 8.11 приведены устройство и схема управления проточного водонагревателя ЭПВ-2А. Проточные водонагреватели обеспечивают

горячей водой сразу после включения. Они имеют плохую теплоизоляцию и малую вместимость, следовательно, не способны сохранять теплоту воды. Вода через водонагреватель должна проходить непрерывным потоком.

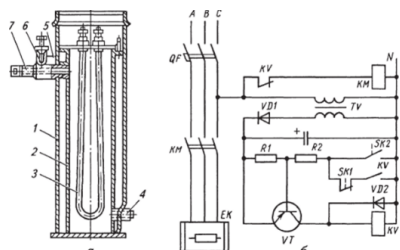


Рис. 8.11. Устройство проточного водонагревателя ЭПВ-2А (а) и принципиальная электрическая схема управления им (б): 1, 2— цилиндрические стенки; 3— группа ТЭНов; 4— штуцер подачи холодной воды; 5 — штуцер крепления термодатчика; 6— предохранительный клапан; 7— штуцер отвода горячей воды

Холодная вода подается через штуцер 4, а горячая уходит через штуцер 7 с предохранительным клапаном 6. Контактный термодатчик установлен в штуцере 5. В корпусе водонагревателя, состоящем из двух металлических цилиндрических стенок 1 и 2, закреплена группа ТЭНов 3 мощностью 12 кВт, подключенных к трехфазной сети.

Схема управления осуществляет двухпозиционное релейное регулирование температуры воды при помощи контактов SK1 и SK2 термодатчиков. При повышении температуры воды до заданного верхнего значения замыкаются контакты SK2, открывается триод VT и включается реле XV, которое своими контактами при помощи магнитного пускателя KM отключает электронагреватель EK.

Схемой автоматизации водонагревателя ВЭП-600 (рис. 8.12) предусматривается поддержание заданной температуры воды в автопоилках коровника, рассчитанного на 200 животных. Водонагреватель состоит из проточного нагревательного бака 1 с предохранительным клапаном 2, термометром 3, термодатчиком SK1 и нагревательного блока 7. Циркуляцию воды обеспечивает насос 6, который направляет теплую воду (~ 20°C) из бака 1 к автопоилкам. Неиспользованная в автопоилках вода возвращается в бак 1. Ее температура контролируется термодатчиком SK2, устанавливаемым в самой холодной зоне системы поения. Электрооборудование изолировано от водопроводов изоляционными вставками-трубками 5. Поток воды перекрывают запорными вентилями 4.

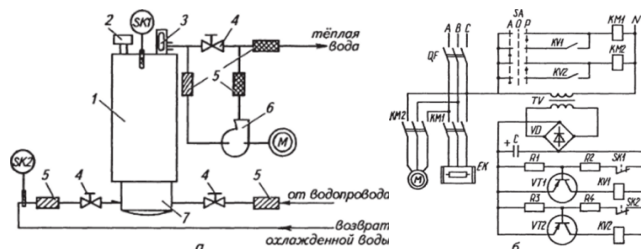


Рис. 8.12. Технологическая схема электронагревателя ВЭП-600 (а) и принципиальная электрическая схема управления им (б): 1—проточный нагревательный бак; 2—предохранительный клапан; 3—термометр; 4—запорный вентиль; 5—изоляционная вставка трубы; 6—насос; 7—нагревательный бак

Схема управления работает аналогично схеме управления водонагревателя ЭПВ-2А. При малой температуре контакты SK1 и SK2 термодатчиков замкнуты, реле KV1, KV2 и магнитные пускатели KM1, KM2 включены. При повышении температуры воды в баке размыкается контакт SK1, триод VT1 закрывается, реле KV1 отключается и своим контактом отключает магнитный пускатель KM1 электронагревателя KM2 насоса и термореле SK2. При снижении температуры возвратной воды контакты SK2 замыкаются, триод VT2 открывается, срабатывает реле KV2 и включает магнитный пускатель KM2 электронасоса. Благодаря этому охлажденная вода в автопилках заменяется на теплую из бака. Для ручного включения и отключения установки ВЭП переводят переключатель SA соответственно в положение P и 0.

Автоматическое управление электродными водогрейными и паровыми котлами осуществляется по температуре, давлению и уровню воды в котле. Электродный нагрев воды для получения пара обеспечивает простоту конструкции котла и регулирование мощности в большом диапазоне (от 10 до 100 %). К недостаткам следует отнести зависимость мощности от температуры и засоленности воды, а также отложение солей на электродах. Эти котлы используют в системах горячего водоснабжения в центральных и местных электростанциях. Для уменьшения накипеобразования воду предварительно смягчают или одну и ту же воду используют как теплоноситель между котлом и теплообменным аппаратом.

Электродный водогрейный котел КЭВ-3 имеет номинальную мощность от 25 до 1000 кВт. Корпус 1 (рис. 8.13, а) котла имеет цилиндрическую форму с двойными стенками, между которыми распо-

ложена теплоизоляция 2 из стекловолокна. Подвод и отвод воды происходит через нижний 8 и верхний 7 патрубки. В верхней патрубке установлены электроконтактные термометры 5 и 6. Корпус закрывается крышкой 3, на которой закреплен кожух, закрывающий электрические выводы электронагревателей.

Трехфазные электронагревательные электроды выполнены из трех пар стальных коаксиальных труб. Между трубами выставлены три подвижных изоляционных стеклотекстолитовых цилиндра. Изменяя при помощи маховика 4 их положение, регулируют мощность котла. Котел может работать в режиме нагрева воды или в режиме отопления.

В режиме нагрева воды реле KVI (рис. 8.13, б) тумблером S подключают к цепи датчика SK1 температуры воды, в режиме отопления — к цепи датчика SK2 температуры воздуха в помещении. Контакты термодатчика SK3 замыкаются при достижении температуры воды максимально допустимого значения. Автоматическое А или ручное Р управление устанавливают переключателем SA.

Схема управления в автоматическом режиме работает следующим образом. Электродный нагреватель включается магнитным пускателем при повороте переключателя в положение А. Нагрев воды в котле продолжается до заданной температуры, при которой контакты термодатчика SK1 включают слаботочное реле KV1, а реле KV1 включает реле KV3, отключающее магнитный пускатель электронагревателя EK. Повторное включение происходит при помощи реле KV1, KV3 и пускателя KM при размыкании контактов SK1 вследствие снижения температуры воды. Затем цикл повторяется. При недопустимом повышении температуры замыкаются контакты SK3 и реле KV2, KV4 аварийно отключают электронагреватель. После этого отключенный котел может включить только обслуживающий персонал. Сигнальные лампы HL1, HL2 и HL3 загораются соответственно при включении, нормальном и аварийном отключениях котла.

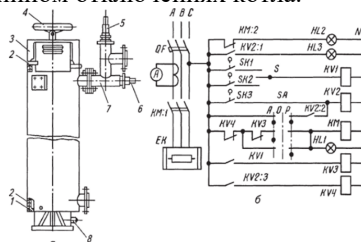


Рис. 8.13. Устройство котла КЭВ-3 (а) и принципиальная электрическая схема управления им (б): 1 — корпус котла; 2 — теплоизоляция;

3— крышка; 4 — маховик; 5, 6 — электроконтактные термометры; 7— верхний патрубок; 8— нижний патрубок.

Саморегулируемый электродный паровой котел типа ЭКП работает следующим образом. Электроды 7, выполненные в виде пакета плоских пластин (рис. 8.14), размещены в центральной камере 3. Центральная камера в нижней части корпуса 2 и через вентиль 5 в верхней части свободно соединена с внешней камерой 6. Вентиль 5 открывается и закрывается при помощи регулятора давления Упрямого действия. Уровень воды в камере поддерживается поплавковым регулятором 7 прямого действия.

Если потребление пара меньше его производства, то повышается давление, под действием которого регулятор давления 4 закрывает вентиль 5. Вследствие этого вода из центральной камеры вытесняется во внешнюю, электроды оголяются, и уменьшается паропроизводительность котла. Этот принцип обеспечивает автоматическое поддержание давления не только при изменении разбора пара, но и при изменении электрической проводимости воды.

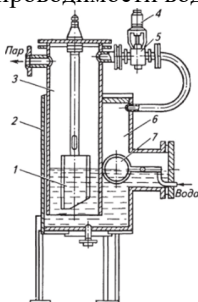


Рис. 8.14. Устройство саморегулируемого электродного парового котла: 1— электроды; 2—корпус; 3 — центральная камера; 4—регулятор давления; 5 — вентиль; 6—внешняя камера; 7—поплавковый регулятор

Контрольные вопросы:

1. Как расшифровывается тип котла КЭВ?
2. Как расшифровывается тип котла КЭВЗ?
3. Как расшифровывается тип котла ЭПЗ?
4. Как расшифровывается тип котла КЭПР?
5. Как работает принципиальная электрическая схема управления водонагревателя типа УАП?

6. Как работает принципиальная электрическая схема управления проточного водонагревателя ЭПВ-2А?

7. Как работает принципиальная электрическая схема управления электронагревателя ВЭП-600?

8. Как работает принципиальная электрическая схема управления котла КЭВ-3?

Тема 8.4. Автоматизация электрокалориферных установок

1. Автоматизация электрокалориферных установок

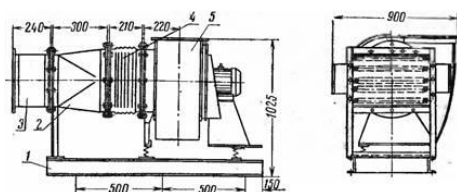


Рис. 8.15. Электрокалориферная установка СФОА-25/0,5:
1 — рама; 2 — переходный патрубок; 3 — электрокалорифер; 4 — мягкая вставка; 5 — электровентилятор.

Электрокалориферные отопительно-вентиляционные установки широко используют для общего обогрева животноводческих помещений. Преимущество их состоит в том, что в одном агрегате совмещаются функции отопления и вентиляции. Они имеют простую регулировку теплового потока и количества подаваемого воздуха.

В качестве побудителей движения воздуха используют осевые и центробежные вентиляторы, сочлененные с калорифером переходными вставками и конфузуром. Для равномерного обдувания нагревательных элементов калорифер размещают перед входом в вентилятор. Нагревательные элементы выполняют из нихромовой или фехральной проволоки, которую наматывают на изолирующее основание из огнеупорных материалов или свивают в спирали и крепят на изоляторах. В мощных калориферах нагревательные элементы выполняют из ленты, которая изгибается в виде зигзага длинной стороной сечения по направлению движения воздуха. Однако наиболее надежны и безопасны трубчатые нагревательные элементы, широко применяемые в электрокалориферах.

Трубчатые нагревательные элементы электрокалориферов изготавливают с гладкой и оребренной наружной поверхностью. Напри-

мер, алюминиевые диски-ребра, насаженные на трубчатый нагреватель, значительно улучшают отвод тепла и условия его работы. Еще более эффективно оребрение, выполненное методом накатки алюминиевого корпуса нагревателя и др.

Скорость движения воздуха через калорифер находится в пределах 10... 15 м/с и выбирается из условия обеспечения допустимой температуры на поверхности нагревательных элементов (до 200°С) и отсутствия возгонки органической пыли.

Для отопления животноводческих помещений используют стационарные и передвижные электрокалориферные установки.

Для систем вентиляции и электроотопления животноводческих помещений при температуре нагрева воздуха не выше 50°С Широко применяют стационарные электрокалориферные установки типа СФОА с тепловой мощностью 15, 25, 40, 60 и 100 кВт. Общий вид электрокалориферной установки СФОА-25 показан на рисунке 8.15. Калорифер представляет собой сварную каркасную теплоизолированную конструкцию, внутри которой установлены оребренные трубчатые электронагреватели, объединенные в две или три самостоятельные секции, при включении и отключении которых можно получить три ступени мощности — 100, 67 и 33,3%.

Электрическая схема установки СФОА-25 приведена на рисунке 8.16. Установку включают под напряжение со щита управления автоматическим выключателем F1 и пускателем K1. Пакетный выключатель S3 позволяет отключать отдельно секции и этим регулировать мощность нагрева. Включение нагревателей можно производить вручную или автоматически. Автоматическое регулирование осуществляется по температуре помещения, которая контролируется термореле E1 и E2, установленными в помещении. При температуре выше установленной контакты E1 и E2 замыкаются и отключают катушки пускателей K1 и K2, которые, в свою очередь, отключают нагреватели.

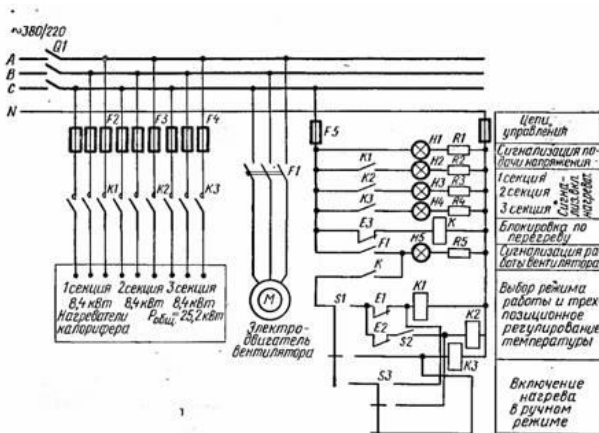


Рис. 8.16. Принципиальная электрическая схема электрокалориферной установки СФОА-25/0,5: Q1 — рубильник; F1 — автоматический выключатель; M — электродвигатель вентилятора; F2...F5 — предохранители; K1 ... K3 — пускатели магнитные; H1...H5 — лампы сигнальные; S1, S2 — переключатели универсальные; E1- терморегулятор; E2, E3 — датчики температуры; R1... R5 — резисторы

Для защиты нагревателей от перегрева на выходе установлен электроконтактный манометрический термометр E3, который при температуре воздуха 50°C замыкает свой контакт и подает питание на реле K. Реле срабатывает и отключает нагреватели. Повторное включение нагревателей возможно лишь при снятии напряжения с цепей управления и устранении причины перегрева. Включение нагревателей возможно лишь после включения вентилятора автоматом F1, блок-контакты которого включены в цепь реле K1. При отключении автоматического выключателя двигателя вентилятора выключаются также и нагревательные элементы калорифера.

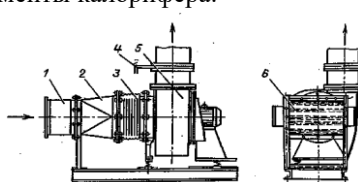


Рис. 8.17. Электрокалориферная установка типа СФОЦ: 1 - электрокалорифер; 2 - диффузор; 3 - мягкая вставка; 4 - заслонка-шибер; 5 -

центробежный вентилятор (стрелками показано направление движения воздуха); 6 - оребренные трубчатые электронагреватели (ТЭНы).

Таблица 8.1. Паспортные данные электрокалориферной установки типа СФОЦ

Показатель	Мощность, кВт
	40
Установленная мощность, кВт	47,2
Производительность по воздуху, м ³ /ч	3500
Перепад температур входящего и выходящего воздуха, °С	50
Напряжения электросети, В	380

Таблица 8.2. Технические данные двигателя

Тип двигателя	P _n	n _{min} ⁻¹	η%	cosφ	K ₃
4A80B4CY1	1,5	1000	76	0,72	0,7

Таблица 8.3. Пускозащитная аппаратура

Тип двигателя	Автоматический выключатель	Магнитный пускатель	Рубильник	Предохранители
4A80B4CY1	AE2036P	-	-	-
ТЭНы	-	ПАЕ-311У3	-	-
Установка	-	-	РБ-31	ПРС

Принципиальные электрические схемы – это документы, разрабатываемые на основе функциональных схем автоматизации, определяющие полный состав электрических элементов и связей между ними, а также дающие детальное представление о принципах работы схемы.

Автоматическое управление работой установки осуществляется по температуре в помещении (температурные реле SK2, SK3). Термореле SK1 типа TP – 200 служит для защиты нагревателей от перегрева. При включении установки в сеть работают все три секции нагревателей. При повышении температуры воздуха в помещении выше установленной отключается одна секция (температурное реле SK2 и электромагнитный пускатель KM1); при дальнейшем повышении

температуры отключается вторая секция (SK3 и KM2). Отключение последней секции (при размыкании SK1).

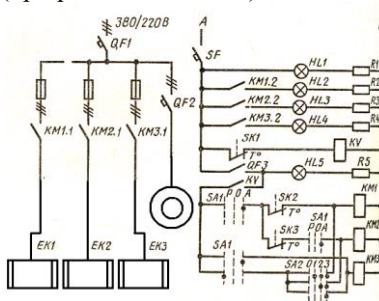


Рис. 8.18 - Принципиальная электрическая схема электрокалориферной установки типа СФОЦ со ступенчатым регулированием мощности

Происходит, если температура оребрения нагревателей превысит 180°C . При снижении температуры воздуха ниже заданной секции включаются в обратном порядке. Вручную числом включенных секций управляют при помощи переключателя SA2. Включение нагревателей возможно лишь при работающем вентиляторе (после замыкания блок-контакта QF2 автоматического выключателя двигателя вентилятора M)

Контрольные вопросы:

1. Для чего используют электрокалориферные отопительно-вентиляционные установки?
2. Из чего состоит электрокалориферная установка СФОА-25/0,5?
3. Как работает принципиальная электрическая схема электрокалориферной установки СФОА-25/0,5?
4. Из чего состоит электрокалориферная установка типа СФОЦ?
5. Как работает принципиальная электрическая схема электрокалориферной установки типа СФОЦ со ступенчатым регулированием мощности?

Тема 8.5. Автоматизация холодильных установок. Технологическая схема

1. Типы холодильных установок, основные принципы получения искусственного холода

Холод применяют в технологиях многих процессов переработки сельскохозяйственной продукции. Благодаря холодильникам значительно сокращаются потери при хранении продукции. Охлажденные продукты можно транспортировать на большие расстояния.

Молоко, предназначенное для переработки или реализации, как правило, предварительно охлаждают. Перед отправкой на предприятие молочной промышленности молоко допускается хранить не более 20 ч при температуре не выше 10 °С.

В сельском хозяйстве мясо охлаждают в основном на фермах и птицефабриках. При этом используют следующие способы охлаждения: в воздухе, холодной воде, в воде с тающим льдом и орошением холодной водой. Подмораживание мяса птицы производят либо холодным воздухом, либо погружением в холодный рассол. Воздушное подмораживание осуществляют при температуре воздуха в холодильных камерах от —23 до —25 °С и скорости движения воздуха 3...4 м/с. Для подмораживания погружением в рассол применяют растворы хлористого кальция или пропиленгликоля с температурой от —10 °С и ниже.

Мясо, предназначенное для длительного хранения, замораживают теми же способами, что и подмораживание. Замораживание воздухом осуществляют при температуре охлаждаемого воздуха от —30 до -40 °С, при замораживании в рассоле температура раствора равна —25...—28 °С.

Яйца хранят в холодильниках при температуре —1...—2 °С и относительной влажности 85...88 %. После охлаждения до 2...3 °С их помещают в камеру хранения.

Фрукты и овощи охлаждают в стационарных хранилищах. Плодоовощную продукцию хранят в холодильных камерах с охлаждающими батареями, в которых циркулирует холодный агент или рассол.

В системах с воздушным охлаждением сначала охлаждается воздух, который затем вентиляторами нагнетается в камеры хранения. В смешанных системах продукты охлаждаются холодным воздухом и от батареи.

В сельском хозяйстве холод получают как безмашинным спо-

собом (ледники, льдосоленое охлаждение), так и при помощи специальных холодильных машин. При машинном охлаждении теплота от охлаждаемой среды отводится во внешнее окружающее пространство при помощи низкокипящих холодильных агентов (фреон или аммиак).

В сельском хозяйстве широко применяют паровые компрессоры и абсорбционные холодильные машины.

Простейший способ получения температуры рабочего тела ниже температуры окружающей среды заключается в том, что это рабочее тело (холодильный агент) сжимают в компрессоре, затем охлаждают до температуры окружающей среды и после этого подвергают адиабатическому расширению. При этом рабочее тело совершает работу за счет своей внутренней энергии, и температура его уменьшается по сравнению с температурой окружающей среды. Таким образом, рабочее тело становится источником получения холода.

В качестве холодильных агентов в принципе можно применять любой пар или газ. В первых холодильных машинах с механическим приводом в качестве холодильного агента применяли воздух, но уже с конца XIX в. он был заменен аммиаком и углекислотой, поскольку воздушная холодильная машина менее экономична и более громоздка, чем паровая, из-за большого расхода воздуха, обусловленного его малой теплоемкостью.

В современных холодильных установках рабочим телом являются пары жидкостей, которые при давлениях, близких к атмосферному, кипят при низких температурах. Примерами таких холодильных агентов могут служить аммиак NH_3 , сернистый ангидрид SO_2 , диоксид углерода CO_2 и фреоны — фторохлоропроизводные углеводороды типа $\text{C}_m\text{H}_x\text{F}_y\text{Cl}_z$. Температура кипения аммиака при атмосферном давлении составляет $33,5^\circ\text{C}$, «Фреона-12» -30°C , «Фреона-22» -42°C .

В качестве холодильных агентов широко применяют фреоны — галоидные производные насыщенных углеводородов (C_mH_n), полученные путем замены атомов водорода атомами хлора и фтора. В технике из-за большого разнообразия фреонов и относительно сложного их наименования установлена условная числовая система обозначения, согласно которой каждое такое соединение в зависимости от химической формулы имеет свое число. Первые цифры в этом числе условно обозначают углеводород, производным которого является данный фреон: метан — 1, этан — 11, пропан — 21. Если в соединении присутствуют незамещенные атомы водорода, то их число прибавляют к этим цифрам. Далее к полученной сумме или к первоначальному числу (если все атомы водорода в соединении замещены) дописывают в виде

следующего знака цифру, выражающую число атомов фтора. Так получают обозначения: R11 вместо монофтортрихлорметана CFCl_2 , R12 вместо дифтордихлорметана CF_2Cl_2 и т. д.

В холодильных установках в качестве холодильного агента обычно используют R12, а в перспективе будут широко применять R22 и R142. Преимущества фреонов — относительная безвредность, химическая инертность, негорючесть и взрывобезопасность; недостатки — низкая вязкость, способствующая утечке, и возможность растворяться в масле.

На рисунке 8.18 показана принципиальная схема парокompрессорной холодильной установки и ее идеальный цикл в Ts-диаграмме. В компрессоре 1 сжимается влажный пар холодильного агента, в результате чего (участок a—b) получается сухой насыщенный или перегретый пар. Обычно степень перегрева не превышает 130...140 °С, чтобы не усложнять эксплуатацию компрессора из-за повышенных механических напряжений и не применять масла специальных сортов. Из компрессора перегретый пар с параметрами p_2 и θ_2 поступает в охладитель (конденсатор 2). В конденсаторе при постоянном давлении перегретый пар отдает охлаждающей воде теплоту перегрева (процесс b—c) и его температура становится равной температуре насыщения θ_{n2} . Отдавая в дальнейшем теплоту парообразования (процесс c—d), насыщенный пар превращается в кипящую жидкость (точка d). Эта жидкость поступает к дроссельному вентилю 3, пройдя через который она превращается в насыщенный пар небольшой степени сухости ($x_5 = 0,1 \dots 0,2$).

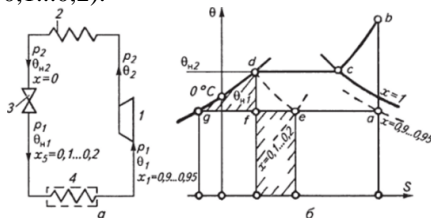


Рис. 8.18. Принципиальная схема парокompрессорной холодильной установки и ее теоретический цикл в Ts-диаграмме: 1 — компрессор; 2 — охлаждаемое помещение; 3 — дроссельный вентиль; 4 — конденсатор

Известно, что энтальпия рабочего тела до и после дросселирования одинакова, а давление и температура понижаются. На Ts-диаграмме изображена штриховая линия постоянной энтальпии d—e, точка e которой характеризует состояние пара после дросселирования.

Далее влажный пар поступает в охлаждаемую емкость, называемую рефрижератором 4. Здесь при неизменных давлении и температуре пар расширяется (процесс $e—a$), отнимая определенное количество теплоты. Степень сухости пара при этом увеличивается ($x_1 = 0,9...0,95$). Пар с параметрами состояния, характеризуемыми точкой 1, засасывается в компрессор, и работа установки повторяется.

На практике пар после дроссельного вентиля поступает не в рефрижератор, а в испаритель, где отнимает теплоту у рассола, который, в свою очередь, отнимает теплоту от рефрижератора. Это объясняется тем, что в большинстве случаев холодильная установка обслуживает ряд потребителей холода, и тогда незамерзающий рассол служит промежуточным хладоносителем, непрерывно циркулируя между испарителем, где он охлаждается, и специальными воздухоохладителями в рефрижераторах. В качестве рассолов применяют водные растворы хлорида натрия и хлорида кальция, имеющие достаточно низкие температуры замерзания. Растворы пригодны для использования лишь при температурах, превышающих те, при которых они замерзают как однородная смесь, образуя соленый лед (так называемая криогидратная точка). Криогидратной точке для раствора NaCl с массовой концентрацией 22,4 % соответствует температура $-21,2$ °C, а для раствора CaCl_2 с концентрацией 29,9 — температура -55 °C.

Показателем энергетической эффективности холодильных установок служит холодильный коэффициент e , представляющий собой отношение удельной холодопроизводительности к затраченной энергии.

Действительный цикл парокomppressorной холодильной установки отличается от теоретического тем, что из-за наличия внутренних потерь на трение сжатие в компрессоре происходит не по адиабате, а по политропе. В результате уменьшается затрата энергии в компрессоре и снижается холодильный коэффициент.

Для получения низких температур ($-40...70$ °C), требуемых в некоторых технологических процессах, одноступенчатые парокomppressorные установки оказываются или неэкономичными, или совершенно непригодными из-за снижения КПД компрессора, обусловленного высокими температурами рабочего тела в конце процесса сжатия. В таких случаях применяют или специальные холодильные циклы, или в большинстве случаев двухступенчатое или многоступенчатое сжатие. Например, двухступенчатым сжатием аммиачных паров получают температуры до -50 °C, а трехступенчатым — до -70 °C.

Основное преимущество абсорбционных холодильных уста-

новок по сравнению с компрессорными — использование для выработки холода не электрической, а тепловой энергии низкого и среднего потенциалов. Последнюю можно получить от водяного пара, отбираемого, например, из турбины на теплоэлектроцентралях.

Абсорбцией называется явление поглощения пара жидким веществом (абсорбентом). При этом температура пара может быть ниже температуры абсорбента, поглощающего пар. Для процесса абсорбции необходимо, чтобы концентрация абсорбируемого пара была равна или больше равновесной концентрации этого пара над абсорбентом. Естественно, что в абсорбционных холодильных установках жидкие абсорбенты должны с достаточной скоростью поглощать холодильный агент, и при одинаковых давлениях температура их кипения должна быть значительно выше температуры кипения холодильного агента.

Наиболее распространены водно-аммиачные абсорбционные установки, в которых аммиак служит холодильным агентом, а вода — абсорбентом. Аммиак хорошо растворим в воде. Например, при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ в одном объеме воды растворяется до 1148 объемов парообразного аммиака, и при этом выделяется теплота около 1220 кДж/кг .

Холод в абсорбционной установке вырабатывается по схеме, изображенной на рисунке 8.19. На этой схеме нанесены примерные значения параметров рабочего тела в установке без учета потерь давления в трубопроводах и потерь температурного напора в конденсаторе.

В генераторе 1 происходит выпаривание насыщенного аммиачного раствора при подогреве его водяным паром. В результате этого отгоняется легкокипящий компонент — аммиачный пар с незначительной примесью паров воды. Если поддерживать температуру раствора около $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, то давление насыщения паров аммиака составит примерно $0,88\text{ МПа}$. Чтобы содержание NH_3 в растворе не уменьшилось, с помощью перекачивающего насоса 10 из абсорбера в генератор непрерывно подается крепкий концентрированный аммиачный раствор. Насыщенный аммиачный пар ($x = 1$), получаемый в генераторе, направляется в конденсатор 2, где аммиак превращается в жидкость ($x = 0$). После дросселя 3 аммиак поступает в испаритель 4, при этом давление его снижается до $0,3\text{ МПа}$ ($t_{\text{н}} = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$) и степень сухости становится равной примерно $0,2...0,3$. В испарителе аммиачный раствор выпаривается за счет теплоты, подводимой рассолом из охлаждаемой емкости 7. При этом температура рассола понижается от -5 до $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$. С помощью насоса 5 он обратно перегоняется в емкость 7, где вновь нагревается до $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, отбирая теплоту от помещения и поддерживая в нем постоянную температуру, примерно $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Выпаренный в испа-

рителе аммиак со степенью сухости $x = 1$ поступает в абсорбер 8, где поглощается слабым раствором, подаваемым через перепускной вентиль 6 из генератора. Поскольку абсорбция — экзотермическая реакция, то для обеспечения непрерывности процесса теплообмена абсорбция отводит охлаждающей водой. Полученный в абсорбере крепкий аммиачный раствор насос 10 перекачивает в генератор.

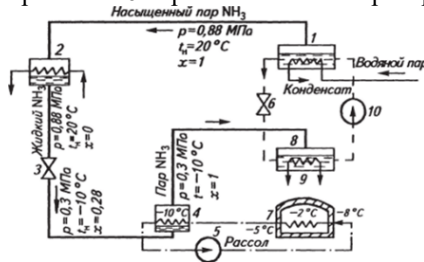


Рис. 8.19. Схема абсорбционной холодильной установки:

- 1—генератор; 2— конденсатор; 3 — дроссельный вентиль; 4— испаритель; 5—насос; 6—перепускной вентиль; 7— охлаждаемая емкость; 8 — абсорбер; 9—змеевик; 10— насос.

Таким образом, в рассмотренной установке имеются два аппарата (генератор и испаритель), где теплота подводится к рабочему телу извне, и два аппарата (конденсатор и абсорбер), в которых теплота отводится от рабочего тела. Сравнивая принципиальные схемы парокompрессорной и абсорбционной установок, можно отметить, что генератор в абсорбционной установке заменяет нагнетательную, а абсорбер — всасывающую части поршневого компрессора. Сжатие холодильного агента происходит без затраты механической энергии, если не считать небольших расходов на перекачивание крепкого раствора из абсорбера в генератор.

В практических расчетах в качестве энергетического показателя абсорбционной установки также принимают холодильный коэффициент ϵ , представляющий собой отношение количества теплоты q_2 воспринимаемого рабочим телом в испарителе к количеству теплоты q_1 , затрачиваемому в генераторе. Подсчитанный таким образом холодильный коэффициент всегда меньше холодильного коэффициента парокompрессорной установки. Однако сравнительная оценка энергетической эффективности рассмотренных способов получения холода в результате непосредственного сопоставления способов только холодильных коэффициентов абсорбционной и парокompрессорной установок неправильна, так как она определяется не только количеством,

но и видом затраченной энергии. Два метода получения холода следует сравнивать по значению приведенного холодильного коэффициента, представляющему собой отношение холодопроизводительности q_2 к расходу теплоты топлива q_1 , т. е. $\varepsilon_{пр} = q_2/q_1$. Оказывается, что при температурах испарения от -15 до -20 °С (используемых основной массой потребителей) $\varepsilon_{пр}$ абсорбционных установок выше, чем пароконпрессорных, вследствие чего в ряде случаев абсорбционные установки выгоднее не только при снабжении их паром, отбираемым из турбин, но и при снабжении их паром непосредственно из паровых котлов.

2. Современные холодильные установки

В сельском хозяйстве холодильные машины применяют для охлаждения молока и мяса на фермах и птицефабриках, фруктов и овощей в хранилищах (как с непосредственным, так и с рассольным охлаждением).

Холодильные установки, используемые на молочных фермах, оборудованы аккумулятором, так называемым танком, предназначенным для аккумуляции холода в промежутках между дойками. В основном эти установки работают в автоматическом режиме. Для охлаждения молока на фермах применяют холодильные установки МХУ-8С, ТОМ-2А, КСА-500, СМ-1200, УВ-10, АВ-30 и др. На крупных фермах используют холодильные установки АВ-22, АУ-45 с рассольным охлаждением.

Холодильная машина МХУ-8С обеспечивает охлаждение молока за 2ч с учетом аккумуляции холода (намораживание льда на пластинах испарителя). Длительность аккумуляции холода 5 ч. Таким образом, длительность всего цикла охлаждения составляет 7 ч. Количество намороженного льда на панелях испарителя $450 \text{ кг} \pm 50 \text{ кг}$. Холодильная мощность установки 9,3 кВт.

Схема холодильной установки МХУ-8С изображена на рисунке 8.20. Циркулирующий в испарителе 13 холодильный агент отбирает теплоту от воды в баке 2. Образовавшийся при кипении холодильного агента пар проходит через теплообменник 10, где он дополнительно нагревается жидким холодильным агентом, который поступает из ресивера 8 и имеет более высокое давление и температуру, чем пары после испарителя 13. Пары холодильного агента отсасываются поршневым двухцилиндровым компрессором ФВ-6. Сжатые в компрессоре пары холодильного агента (при этом их температура повышается до $70...80$ °С) нагнетаются в конденсатор 7, наружная поверхность кото-

рого обдувается окружающим воздухом с помощью вентилятора. Жидкий холодильный агент поступает в ресивер 8, а затем в фильтр-осушитель 9, где он освобождается от влаги и загрязнений. В теплообменнике 10 холодильный агент, отдавая теплоту парам, дополнительно охлаждается. Протекая далее через терморегулирующий вентиль 12, холодильный агент дросселируется. При этом понижается как его давление, так и температура. Из терморегулирующего вентиля 12 холодильный агент поступает в испаритель 13 и цикл повторяется. Холодная вода из бака-аккумулятора 2 насосом 14 подается в охладитель молока 7.

Степень охлаждения устанавливают терморегулирующим вентилем 12.

Для регулирования толщины льда на пластинах испарителя в установке предусмотрено реле температуры 4. Реле давления 5 служит для защиты от чрезмерного повышения давления в конденсаторе.

Танк-охладитель молока ТОМ-2А холодильной мощностью 13,9 кВт предназначен для охлаждения и хранения молока на фермах. Им оборудуют молочно-товарные фермы на 200, 400 и 600 голов. Танк-охладитель молока СМ-1200 конструктивно мало отличается от охладителя ТОМ-2А. Для охлаждения молока используют также установки КС А-2А, КСА-500 (входит в комплект доильной установки «Импульс») и МК-2000Л-2А (на 2000 л молока). Средняя холодильная мощность установки КСА-500 составляет 8,8...9 кВт, МК-2000— 13,4 кВт на 1000 л молока.

На некоторых фермах применяют охладительно-пастеризационные установки ОПФ-1 и ОПУ-3М производительностью соответственно 1000 и 3000 л/ч. В этих установках происходит очистка, тонкослойная пастеризация и охлаждение молока при полной автоматизации процесса.

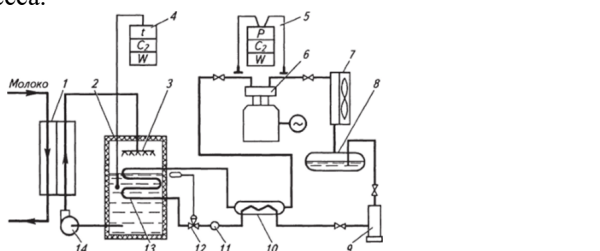


Рис. 8.20. Схема холодильной установки МХУ-8С: 1 — охладитель молока; 2—бак для охлаждения воды; 3— коллектор; 4— реле температуры; 5—реле давления; 6—компрессор; 7—конденсатор с воздуш-

ным охлаждением; 8— ресивер; 9— фильтр-осушитель; 10 — теплообменник; 11 — смотровое устройство; 12— терморегулирующий вентиль; 13 — испаритель; 14— насос

Представляют интерес автоматические холодильные машины типа ФАК мощностью 0,814...1,745 кВт. Они работают с различными по размерам испарительными батареями в диапазоне температур от -30°C до $+5^{\circ}\text{C}$ при температуре окружающего воздуха до 40°C . Агрегат ФАК-0,7 АВ отличается тем, что его конденсатор охлаждается водой.

Более крупные холодильные камеры оборудованы холодильными агрегатами ИФ-49 с водяным и ИФ-56 с воздушным охлаждением. Холодильная мощность обеих машин в стандартном режиме составляет 3,5 кВт.

В овоще- и фруктохранилищах используют хладоновые холодильные машины ХМ-22-ФВ-22/1, ХМ-22-ФВ-22/11, ХМ-22-ФУ-45/1 и другие, работающие на холодильных агентах R12 и R22. Эти машины бывают двух модификаций: 1 — с частотой вращения коленчатого вала компрессора 24 мин^{-1} и 11 — с частотой вращения 16 мин^{-1} . Их используют как с непосредственным батарейным, так и рассольным охлаждением. Холодильные машины работают при температуре кипения холодильного агента от -45 до $+5^{\circ}\text{C}$ и температуре охлаждающей воды от 1 до 30°C .

Схема холодильной машины ХМ-ФВ-20 показана на рисунке 8.21. После компрессора 9 пары холодильного агента поступают в конденсатор 12, где они охлаждаются и конденсируются. После дополнительного охлаждения в теплообменнике 14 через фильтр-осушитель 16, соленоидный вентиль 18 и терморегулирующий вентиль 19 они поступают в испаритель 7. Из испарителя 7 пары холодильного агента отсасываются компрессором 9. По пути от испарителя 7 до компрессора 9 пары подогреваются в теплообменнике 14 за счет теплоты жидкого холодильного агента, поступающего из конденсатора 12.

Для охлаждения сельскохозяйственной продукции применяют также аммиачные холодильные машины ХМ-АВ-22/1-11, ХМ-АУ-45/1-1, ХМ-АУУ-90/1-11. Их используют для охлаждения молока, мяса, фруктов и овощей.

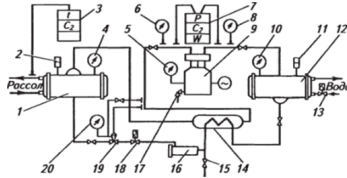


Рис. 8.21. Схема холодильной машины типа XM-ФВ-20:

1—испаритель; 2, 11 — предохранительные клапаны; 3— реле температуры; 4, 6, 20— мановакуумметры; 5, 8, 10— манометры; 7— реле давления; 9— компрессор; 12— конденсатор; 13, 18—соленоидные вентили; 14 — теплообменник; 15 — вентиль для заправки холодильным агентом; 16—фильтр-осушитель; 17—вентиль для слива масла; 19— терморегулирующий вентиль

При водном охлаждении конденсатора используют как прямую, так и обратную систему подачи воды. В первом случае охлаждающая вода сбрасывается в канализацию, во втором — она проходит через градирню, где охлаждается в результате теплообмена с воздухом, после чего вновь подается в систему охлаждения конденсатора

Контрольные вопросы:

1. Что делают с молоком, которое предназначенное для переработки или реализации?
2. В чем заключается простейший способ получения температуры рабочего тела ниже температуры окружающей среды?
3. Что является рабочим телом в современных холодильных установках?
4. Какой принцип работы схемы абсорбционной холодильной установки?
5. Что обеспечивает холодильная машина МХУ-8С?
6. Какое назначение танка-охладителя молока ТОМ-2А холодильной мощностью 13,9 кВт?
7. Какой принцип работы схемы холодильной установки МХУ-8С?

Тема 8.6. Принципиальная электрическая схема холодильной установки

1. Автоматическое управление водоохлаждающей установкой

Поскольку схемы автоматизации холодильных установок аналогичны, то рассмотрим их на примере автоматизации наиболее распространенной водоохлаждающей установки типа УВ-10, технологическая и электрическая схемы которой показаны на рисунке 8.22.

Установка УВ-10 состоит из компрессора 4 с электроприводом М1, воздушного конденсатора 2 с приводом вентилятора М2, ресивера 1, теплообменника 7, оросительного змеевикового испарителя 12, размещенного в бане 9, холодоносителя с оросителем 10, центробежного насоса 13 для перекачки холодоносителя, фильтров 5, 6, 11 и вентилялей.

Установка работает по двум замкнутым контурам: по холодильному агенту и по хладоносителю (воде). Первый контур работает следующим образом. Компрессор 4 отсасывает пары холодильного агента из испарителя 12, сжимает их и нагнетает в конденсатор 2, где холодильный агент охлаждается и конденсируется за счет теплообмена с воздухом, прогоняемым вентилятором М2. Жидкий холодильный агент скапливается в ресивере 1, а затем проходит через вентиль 3, фильтр-осушитель 6 и теплообменник 7. В теплообменнике 7 агент дополнительно охлаждается за счет регенеративного теплообмена с парами холодильного агента, идущего из испарителя.

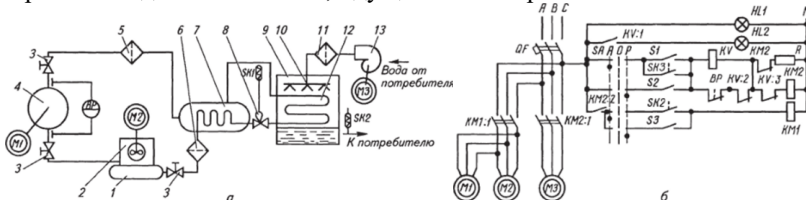


Рис. 8.22. Технологическая схема водоохлаждающей установки (а) и принципиальная электрическая схема управления ею (б).

Охлажденный холодильный агент 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 его в конденсатор. В конденсаторе теплота отводится в окружающую среду при помощи вентилятора.

Циркуляция холодоносителя осуществляется насосом 13 через очистительный фильтр 11. Холодоноситель в распыленном 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 испарителя 12 на 15...20 °С выше температуры кипения холодильного агента. Для поддержания этой разности температур предназначен терморегулирующий вентиль 8 с датчиком температуры SK1 прямого действия.

Температура холодоносителя контролируется датчиком температуры SK2, который при 3 °С включает электропривод компрессора M1 и вентилятора M2 и отключает его при 0,5 °С при помощи магнитного пускателя KM1 (рис. 8.22, б). Электропривод M2 вентилятора включается одновременно с компрессором. Защита от повышения давления нагнетания выше 1,5 МПа и от понижения давления всасывания ниже 0,04 МПа осуществляется датчиком разности давления ВР, который размыкает свои контакты и отключает магнитным пускателем KM2 электропривод M3 компрессора.

Схема управления работает в ручном и автоматическом режимах. В ручном режиме переключатель SA ставят в положение А и включают 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 KM2 и включает насос, а затем блок-контактами KM2 :2— магнитный пускатель KM1 и электропривод компрессора и вентилятора. Магнитный пускатель KM1 автоматически включается и отключается от датчика температуры SK2, а магнитный пускатель KM2 — от датчика SK3.

Защита установки работает следующим образом. При размыкании контактов датчика разности давления ВР, а также контактов тепловых реле магнитных пускателей KM1 и KM2 (они включаются последовательно с контактами ВР) реле KV расшунтируется и срабатывает. Оно своими контактами включает сигнальную лампу HL2, отключает магнитный пускатель KM2 насоса, а затем блок-контактами KM2 отключает магнитный пускатель KM1. После этого схему в исходное состояние можно привести только вручную путем отключения и включения тумблера S1.

2. Автоматическое управление холодильной установкой МХУ-8С

На рисунке 8.23 показана электрическая схема холодильной установки МХУ-8С с холодопроизводительностью 33,5 МДж/ч.

Установка может работать в трех режимах: автоматическом, ручном и в режиме намораживания льда.

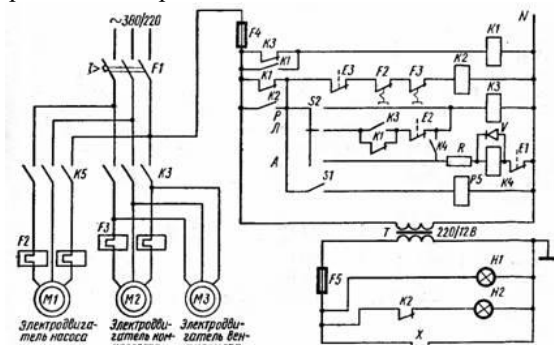


Рис. 8.23. Принципиальная электрическая схема холодильной установки МХУ-8С

В автоматическом режиме переключатель S2 ставят в положение «Л». Промежуточное реле K1 получает питание и замыкающими контактами включает магнитный пускатель электродвигателей компрессора и вентилятора K3.

Если температура хладагента снизится до 2°C , размыкаются контакты термодатчика E1, лишая питания реле K4 и магнитный пускатель K3, который отключает холодильную установку. Когда температура повысится до $2,5^{\circ}\text{C}$, контакт датчика E1 замыкается, и установка опять включается. В дальнейшем этот цикл повторяется.

В ручном режиме переключатель S2 ставят в положение «Р», срабатывает пускатель K3 и включает в работу двигатели компрессора и вентилятора.

Электродвигатель насоса во всех случаях включают вручную тумблером S1.

Отключают установку, ставя переключатель в положение «О».

В режиме намораживания льда переключатель S2 ставят в положение «Л», и установка включается в работу. При достаточном намораживании льда температура паров фреона во всасывающем трубопроводе понизится и термореле E2, настроенное на заданную темпе-

ратуру, разомкнет свои контакты и отключит холодильную установку. Повторное включение установки возможно лишь при повышении температуры и отключении, а затем включении вводного автомата F1.

Установка отключается также, если значения давления или нагнетания выходят из заданных пределов настройки реле давления E3.

Контрольные вопросы:

1. Из чего состоит установка УВ-10?
2. Принцип работы принципиальной электрической схемы управления установкой УВ-10?
3. Принцип работы принципиальной электрической схемы холодильной установки МХУ-8С?
4. Что обозначается буквой М в принципиальной электрической схеме управления установкой УВ-10?
5. Что обозначается буквами QF в принципиальной электрической схеме управления установкой УВ-10?
6. Что обозначается буквой К в принципиальной электрической схеме холодильной установки МХУ-8С?
7. Что обозначается буквой F1 в принципиальной электрической схеме холодильной установки МХУ-8С?

Раздел 9. Автоматизация установок электрического облучения и обогрева

Тема 9.1. Автоматизация установок для облучения растений в защищенном грунте

1. Технологические основы облучения растений в парниках и теплицах

Искусственное облучение в сооружениях защищенного грунта применяют при выращивании рассады и в селекционных целях. При этом решаются следующие задачи: выгонка ранней рассады овощей весной; продление светового дня при выращивании овощей с использованием солнечного излучения; выращивание зеленых кормовых трав для животных; выгонка овощных растений для получения большой зеленой массы в стебле (луковичные); выращивание овощей при полном отсутствии солнечного излучения; выращивание цветочных культур и управление сроками их цветения в осенне-зимне-весенний период года.

В научных целях широко применяют специальные сооружения и устройства для проведения исследований в области селекции, физиологии, генетики, при испытаниях сортов растений в экстремальных условиях микроклимата и т. д. Эти устройства позволяют в несколько раз ускорить экспериментальные работы в области растениеводства, особенно в селекции, и значительно сократить сроки внедрения результатов. На рисунке 9.1 представлены спектральные характеристики источников излучения, применяемых в теплицах. Из спектральных характеристик видно, что даже для конструктивно идентичных облучательных установок, выполненных на базе, например, люминесцентных ламп, при одинаковой их удельной мощности и прочих равных условиях только вследствие их различной единичной мощности и спектрального состава волн разность уровней фитооблученности растений может достигать 50...80 %. Влияние многих других факторов, например расстояния от источников излучения до растений, может привести к увеличению разности уровней фитооблученности в 3 раза и более при одинаковой удельной мощности. Это означает, что расход электрической энергии для обеспечения заданных условий облучения растений в действующих и проектируемых установках может во столько же раз превосходить минимально необходимый.

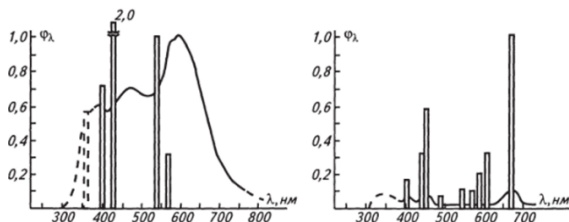


Рис. 9.1. Спектральная плотность излучения:
а — лампы ЛФ-40-2; б — лампы ДРФ-1000

При сравнительной оценке и окончательном выборе типа источника излучения недостаточно знать его КПД полного излучения и фитоотдачу. Следует также учитывать полезный срок службы, стоимость источника, эксплуатационные расходы и другие показатели.

Большое внимание необходимо уделять эксплуатационным характеристикам источника, имея в виду специфические условия работы его в теплицах: высокую влажность и температуру, возможные значительные отклонения напряжения от номинального значения, возможность попадания влаги на колбы при поливе растений и вероятность поражения электрическим током обслуживающего персонала.

Для создания требуемых уровней облучения растений требуется значительная мощность источников: 400 Вт/м^2 и более. Такими мощностями осветительные установки не обладают.

Применяемые конструкции облучательных установок разнообразны по исполнению и типу используемых источников излучения. Принципиально в облучательных установках можно использовать любой из типов источников, излучение которого находится в пределах 300...750 мм. Однако эффективность источников излучения различная. Кроме того, их эксплуатационные свойства применительно к специфическим условиям рабочей среды в теплицах могут по-разному влиять на надежность работы.

Используемые в овощеводстве облучательные установки по конструктивным признакам можно разделить на стационарные, передвижные и мобильные. Стационарные установки применяют, как правило, с газоразрядными источниками излучения сравнительно большой единичной мощности. Такие установки требуют наименьших затрат на обслуживание, и поэтому технический персонал предпочтение отдает им. Однако такие установки требуют очень больших установленных мощностей, чем при использовании передвижных установок. Стационарные установки, выполненные на базе специальных газоразрядных ламп низкого давления, более эффективны, но при этом вместо одной лампы, например мощностью 1000 Вт, следует устанавливать 20..30 ламп низкого давления, что затрудняет эксплуатацию установок.

Передвижные установки позволяют при прочих равных условиях не менее чем в два раза уменьшить установленную мощность для облучения растений на одинаковой площади при том же расходе электроэнергии, потому что одна установка поочередно может работать на двух и более участках, облучая растения в разные периоды суток. Конструкции таких установок несколько сложнее стационарных, поскольку требуют устройства для передвижения их с одного участка на другой. В передвижных облучательных установках можно применять газоразрядные лампы как низкого, так и высокого давления. При использовании этих установок удастся значительно улучшить условия облучения за счет более равномерного распределения излучения по поверхности растений. Наряду с установками, движущимися возвратно-поступательно, разработаны установки, перемещающиеся по окружности (карусельные) и потребляющие энергию повышенной частоты. Повышение частоты приводит к облегчению балластных устройств для газоразрядных ламп низкого и высокого давления, а также к увеличению эффективной отдачи источников оптимального излучения.

Назначение облучательных установок и особенности их работы в теплицах определяют ряд специальных требований к их конструкциям:

спектральный состав энергии излучения должен быть благоприятным для осуществления процесса фотосинтеза и не содержать излучений, подавляющих развитие растений;

облученность должна равномерно распределяться по поверхности растений и быть достаточной для протекания основных процессов в растениях;

установка не должна перегревать растения и препятствовать уходу за ними;

устройство и эксплуатация облучательной установки должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к электрическим устройствам, работающим в особо опасных помещениях (из-за вероятности поражения электрическим током обслуживающего персонала).

2. Агротехнические нормы облучения рассады растений

Для роста, развития и урожайности тепличных культур решающее значение имеют интенсивность и спектральный состав света, а также продолжительность светового дня. Солнечное излучение является, как известно, основным источником энергии для растений, а оптимизация фотосинтеза путем регулирования микроклимата — важнейшей задачей в тепличном овощеводстве. Чем больше будет количество поступающей солнечной энергии, тем относительно выше должны быть температура воздуха и концентрация в нем CO_2 , но до определенного уровня. С повышением температуры расход ассимилятов на дыхание может превысить их приход от фотосинтеза. По этой причине, например, наблюдается опадение завязей томата при ранних посадках, коротком дне и повышенной ночной температуре.

Для жизнедеятельности растений особенно необходимы фотосинтетически активное излучение — часть оптического излучения с длиной волн 380...710 нм, обеспечивающая фотосинтез растений. Физиологически активное излучение (300...800 нм) содержит также длинные ультрафиолетовые и короткие инфракрасные лучи. Они способствуют процессам роста и развития растений: фотосинтезу, передвижению веществ в растениях, фотопериодической реакции, движению пластид.

Спектральный состав света существенно влияет на рост и развитие растений. Красное (720...620 нм) и оранжевое (620...595 нм) из-

лучения — основной вид энергии для фотосинтеза: оно задерживает переход к цветению. Синие и фиолетовые лучи (490...380 нм) участвуют в фотосинтезе, стимулируют образование белков, морфогенез и переход к цветению растений короткого дня, замедляя развитие растений длинного дня. Длинные ультрафиолетовые лучи (315...380 нм) задерживают вытягивание стебля, повышают содержание некоторых витаминов, а средние ультрафиолетовые (280...315 нм) повышают холодостойкость растений, способствуют процессу их закаливания. Желтые (595... 565 нм) и зеленые (565...490 нм) лучи минимально физиологически активны.

Требовательность к освещенности тепличных культур различна. У одной и той же культуры она может изменяться в зависимости от способа выращивания (посев семян, рассадный способ или способы, основанные на использовании запаса пластических материалов, — выгонку, доращивание и др.; табл. 9.1).

Слабая освещенность может вызвать вытягивание и последующее искривление стебля растения, что вызывает полегание рассады, высаженной в поле. При густом стеблестое вследствие высокой концентрации ростовых веществ происходит быстрый рост стебля. При запаздывании с расстановкой рассады стебель вытягивается. После расстановки освещение стебля улучшается, ростовые вещества разлагаются и вытягивание прекращается. Если освещать стебель с одной стороны, то верхушка растения наклоняется в ту же сторону вследствие распада ростовых веществ на освещаемой стороне.

Таблица 9.1. Агротехническая группировка овощных культур по требовательности к свету с учетом выращивания в защищенном грунте

Группа	Культура, способ выращивания	Минимальная освещенность, тыс. лк	Минимальная продолжительность освещения, ч/сут
1	Все культуры при выращивании их посевным и рассадным методом	5...6	8...10
2	Все овощные культуры при выращивании их методом доращивания, выгонки (кроме растений 3-й группы); вешенка	0,5...2	5...6
3	Шампиньон Салатный цикорий, ревень, отбеленная спаржа при выгонке Салат ромэн, лук-порей, цветная капуста (при средней массе 1 растения 0,8... 1 кг), брюссельская капуста при доращивании	Без света	

Недостаточная освещенность приводит к снижению урожая и задержке его формирования, уменьшению содержания сахаров и витаминов, ухудшению товарных качеств.

Для рационального использования естественного света в теплицах подбирают оптимальные площади питания, способы формирования растений, применяют шпалерный способ культуры. Световые условия в культивационных сооружениях меняются в зависимости от периода года, конструкции сооружения, погодных условий и особенностей фитоценоза. Поступающее количество световой энергии летом примерно в 10 раз больше, чем зимой, тогда как продолжительность солнечного излучения увеличивается только в 2...3 раза. В связи с этим становится ясно, что понятие «солнечный день» зимой и летом неоднородное: зимой в теплицу поступает 240 Дж/см² в сутки, летом 2400 Дж/см². В разных почвенно-климатических зонах, в периоды недостаточной освещенности, применяют методы выращивания, основанные на использовании растениями запаса пластических веществ, или применяют электродосвечивание.

На интенсивность освещения влияют погодные условия. При сплошной облачности к поверхности земли поступает не более 20 % световой энергии. Изменяется и спектральный состав солнечного излучения: утром, вечером и зимой (преобладают красные и инфракрасные лучи), летом (ультрафиолетовые и синие). В ясные солнечные дни летом доля рассеянного света менее 20 %, а зимой может быть 75 % и более.

Очень большое значение имеет светопроницаемость и чистота кровли. Принято считать, что увеличение освещенности теплицы на 1 % означает повышение урожайности тоже на 1 %. Загрязнение стекла может снизить урожайность на 50 % и более.

Снег и конденсационная вода также приводят к значительным потерям света. В зимний период особенно сильно снижает освещенность наледь на кровле теплицы, для ликвидации которой включают обогрев шатра.

Светопроницаемость стекла или полимерного покрытия кровли имеет первостепенное значение в световом режиме теплицы. Освещенность снижается затеняющим действием конструктивных элементов и отопительных труб. Белая окраска труб и элементов конструкции теплиц улучшает освещенность в теплице. Однако солнечного излучения иногда может оказаться в избытке, вследствие чего слишком повысится температура. Тогда в качестве крайней меры стекла покрывают меловой суспензией. Это примерно на 50 % ослабляет освещенность без изменения спектрального состава. В теплицах, имеющих

систему дождевания кровли, можно быстро создать затенение и также быстро его устранить при изменении погоды. При слишком длительном затенении можно получить отрицательный эффект.

Территория СНГ по естественной освещенности разделена на восемь световых зон, исходя из притока фотосинтетически активного излучения за декабрь и январь в теплицы. Для каждой зоны разработаны основные технологические сроки и севообороты для выращивания овощных культур в теплицах.

В северных и центральных районах естественная освещенность в зимние месяцы недостаточная и возникает необходимость применения искусственного дополнительного облучения. Различают два способа применения электрического света при выращивании растений: в качестве дополнительного к естественному (электродосвечивание) и в качестве единственного источника света (электросветокультура). Каждый из этих способов может быть применен при выращивании рассады и взрослых растений.

Наиболее экономически эффективным является досвечивание рассады, поскольку в этом случае процесс продолжается короткий период (25...40 дней) и облучению подвергается большое количество растений (25... 100), размещенных на единице площади. Электродосвечивание рассады позволяет ускорить получение продукции на 20...25 дней и повысить урожай на 20...25 %. Окупаемость дополнительных затрат на электрооборудование составляет один-два года. Затраты электроэнергии в третьей световой зоне на растение огурца составляют примерно 5 кВт • ч, а на одно растение томата — 8 кВт • ч.

При появлении первых всходов пленку с рассады снимают и включают систему электродосвечивания, которая активизирует рост и развитие растений. Рациональное использование мощности системы облучения достигается перемещением ламп и дифференциацией режима досвечивания в зависимости от возраста рассады. В фазе семян и начале роста пикированной рассады, когда растения занимают небольшую площадь, следует устанавливать высокую удельную мощность, размещая все облучатели в два ряда только над грядой с рассадой. Перед расстановкой рассады по всей площади секции облучатели рассредоточивают, т. е. их размещают не в два, а в четыре ряда, при этом удельная мощность снижается. Параметры размещения облучателей даны в таблице 9.2.

Таблица 9.2. Высота потеки и расстояние между облучателями ОТ-400 в зависимости от уровня освещенности

Освещенность, лк	Удельная мощность, Вт/м ²	Облучаемая площадь, м ²	Высота подвески, м	Расстояние между облучателями при квадратном размещении, м
1000	33	12,25	2	3,50
1500	51	7,83	1,60	2,80
2000	69	5,76	1,36	2,40
3000	105	3,80	1,25	1,95
4000	156	2,56	1,10	1,60
5000	193	2,07	1	1,44
6000	230	1,74	0,90	1,32
8000	350	1,74	0,86	1,07

Интенсивность электродосвечивания после расстановки рассады целесообразно снижать, так как необходимо подготовить растения к переходу от облучения в рассадном отделении к полному отсутствию такового после высадки в теплицу. Установлено, что рассада томата, выращенная при повышенном уровне досвечивания, будучи высажена в условия слабой освещенности, формирует растения, у которых плохо завязываются плоды на первых кистях. Рекомендуемый режим досвечивания рассады указан в таблице 3.

Таблица 9.3. Режим электродосвечивания при выращивании рассады огурца и томата

Фаза развития растений	Продолжительность досвечивания рассады			
	огурец		томат	
	количество часов в день	дней	количество часов в день	дней
Всходы	24	2...3	24	2...3
Сеянцы	—	—	16	10...12
Рассада:				
до расстановки	16	10...12	16	10...15
после расстановки	14	10...12	14	20...25

Для поздних весенних сроков посева и осенних культур электродосвечивание рассады не применяют.

Выращивание растений только при искусственном освещении не экономично. Однако этот способ используют при выращивании овощных культур в районах Заполярья в специальных теплицах, обо-

рудованных облучателями, устройствами для создания оптимального микроклимата и автоматикой.

Известно, что при полном искусственном освещении продолжительность выращивания огурца после высадки рассады составляет 60...70 дней, томата — 70... 100 дней, длительность облучения в сутки — соответственно 12...14 ч (для огурца) и 14...16 ч (для томата), удельная мощность ламп — соответственно 600...700 и 800...900 Вт/м².

3. Автоматизация облучательных установок

В качестве источников искусственного облучения чаще всего используют ртутные ДРЛФ-400Е, ДРЛФ-400И и ксеноновые ДКСТЛ лампы, спектр излучения которых близок к солнечному. Отечественная промышленность серийно выпускает тепличные облучатели ОТ-400 и ОТА-520 с лампами ДРЛФ-400. В комплект последних входят также три люминесцентные лампы мощностью до 40 Вт каждая.

Системы досвечивания включаются от фотореле или реле времени. При этом суммарную продолжительность светового дня устанавливают 14... 18 ч. Особенность управления этими системами — строгая последовательность (поочередность) включения отдельных групп ламп, позволяющая избежать ударных нагрузок на источник электроснабжения.

Ксеноновые лампы ДКСТЛ мощностью 10 кВт используют в комплектных системах СОРТ-1-10. Эти системы включает оператор, а розжиг лампы обеспечивает специальное устройство (рис. 9.2.). Это устройство содержит зарядный трансформатор Т1, разрядник, батарею конденсаторов С1, С2 и трансформатор Т2, в течение 5...15 с вырабатывающий импульсы напряжением 25 кВ в моменты пробоя воздушного промежутка разрядника. Эксплуатация такого устройства требует выполнения ряда условий, в том числе защиты растений от мощного инфракрасного излучения лампы, минимального удаления ламп от щита управления и др.

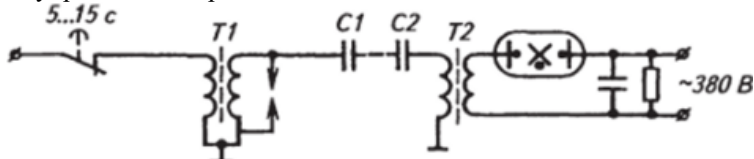


Рис. 9.2. Схема устройства для розжига ксеноновых ламп.

Контрольные вопросы:

1. Какое применяют облучение при выращивании рассады и в селекционных целях?
2. Какая требуется значительная мощность источников для создания требуемых уровней облучения растений?
3. Какое назначение красного и оранжевого излучения?
4. Какое назначение синих и фиолетовых лучей?
5. Какое назначение длинных и средних ультрафиолетовых лучей?
6. Какие лампы чаще всего используют в качестве источников искусственного облучения?
7. Какое устройство устройства для розжига ксеноновых ламп?

Тема 9.2. Автоматизация ультрафиолетового облучения

1. Биологические основы ультрафиолетового облучения в животноводстве и птицеводстве

Ультрафиолетовое излучение существенно влияет на жизнедеятельность живых организмов. Биологическое действие ультрафиолетового излучения на организм сельскохозяйственных животных проявляется через фотохимические реакции в кожных покровах, слизистых оболочках и органах зрения, а также через воздействие озона, оксидов азота и аэроионов, возникающих при ультрафиолетовом облучении.

Под воздействием ультрафиолетового излучения в коже животных образуется витамин D, активно участвующий в регулировании обмена веществ. При недостатке витамина D нарушается минеральный, белковый и углеводно-жировой обмен, вследствие чего возникают такие заболевания, как ацидоз, осмеомалиция, рахит и др. При этом задерживаются рост и развитие молодняка, учащаются заболевания, снижается продуктивность взрослых животных и птицы.

Кроме витамина D, в коже образуются и другие биологически активные вещества, которые током крови распространяются по всему организму и оказывают благотворное влияние на большинство протекающих в нем процессов. Под влиянием ультрафиолетового излучения улучшается усвояемость кормов, увеличивается продуктивность, уси-

ливается воспроизводительная функция, приплод появляется на свет более жизнеспособным и устойчивым к заболеваниям.

Поздней осенью и зимой в северных районах нашей страны количество естественного ультрафиолетового излучения, достигающего поверхности земли, сокращается в десятки раз по сравнению с весенне-летним периодом. Естественное ультрафиолетовое излучение в помещениях вовсе отсутствует, поэтому животные и птицы, содержащиеся в них, испытывают острую ультрафиолетовую недостаточность.

Существуют различные способы восполнения недостатка витамина D у животных и птиц: добавление в кормовой рацион витаминных подкормок — способ широко распространенный, но весьма дорогостоящий; ультрафиолетовое облучение кормов с целью обогащения их витамином D; ультрафиолетовое облучение непосредственно животных и птиц. Экономическая целесообразность и эффективность искусственного ультрафиолетового облучения животных и птиц доказана многочисленными исследованиями и подтверждена практическим опытом сельскохозяйственных предприятий.

Ультрафиолетовое облучение цыплят, утят, индеек и кур заменяет кормовые источники витамина D и часто оказывается эффективней благодаря лучшей сохраняемости птиц, увеличению на 10..15% яичной продуктивности кур-несушек, повышению на 4..11% приростов массы цыплят-бройлеров и мясных утят. Облучение яиц перед инкубацией повышает выводимость на 5..10%. Известно множество примеров эффективного использования ультрафиолетового излучения в овце-, кролико-, звероводстве и т. д.

Ультрафиолетовое облучение сельскохозяйственных животных нужно проводить на фоне удовлетворительных условий содержания и кормления при неукоснительном соблюдении рекомендуемых доз (табл. 9.4).

Таблица 9.4. Рекомендуемые суточные дозы ультрафиолетового облучения сельскохозяйственных животных и птицы

Вид и возраст животных, птицы	Доза облучения- мэр • ч/м ²
Телята до 6 мес	120...140
Телята старше 6 мес	160...180
Телки, нетели	180...210
Коровы, быки	270...290
Поросята-сосуны	20...25
Поросята-отъемыши	60...80

Продолжение таблицы 9.4

Поросята на откорме и свиноматки	80...90
Овцематки	245...260
Ягнята с трехдневного возраста до отбивки	220...240
Цыплята:	
содержание на полу	15...20
в клетках с решетчатыми передними стенками (с учетом зате- няющего действия клеток)	20...25
в клетках со штампованными передними стенками	40...50
Куры-несушки, при содержании на полу	20...25
Куры-несушки, при содержании в клетках (с учетом зате- няющего действия решетчатых стенок клеток)	40...50

Доза облучения — это рекомендованное на основании биологических исследований количество облучения, воздействие которого на объект вызывает требуемый эффект. Количество эритемного облучения $A_э$ равно произведению эритемной облученности $E_э$ на продолжительность облучения t .

$$A_э = E_э \cdot t. \quad (9.1)$$

Как видно из этой формулы, одну и ту же дозу облучения можно получить при множестве сочетаний облученности с продолжительностью облучения. При облучении живых организмов с целью повышения их продуктивности более предпочтительно сочетать малую облученность с большой продолжительностью времени облучения, не превышающей, однако, продолжительности светового дня.

Контрольные вопросы:

1. Как проявляется биологическое действие ультрафиолетового излучения на организм сельскохозяйственных животных?
2. Что происходит под влиянием ультрафиолетового излучения?
3. Какие существуют способы восполнения недостатка витамина D у животных и птиц?
4. Что называется дозой облучения?

Тема 9.3. Принципиальная электрическая схема ультрафиолетового облучения

1. Автоматическое управление ультрафиолетовым облучением

Дозирование ультрафиолетового излучения при стационарной установке ведется по времени ее работы при известном значении облученности на расчетной поверхности. Во избежание переоблучения животных на расчетной поверхности должны быть соблюдены оптимальные параметры облучения.

Совместное действие на объект облучения видимого и ультрафиолетового излучений вызывает эффект, превосходящий сумму эффектов от их раздельного воздействия. Осуществить комбинированное облучение сельскохозяйственных животных и птиц можно при помощи различных средств облучения. Например, облучение животных и освещение помещений можно выполнять при помощи отдельных облучательной и осветительной установок. Облучательная установка в этом случае может быть стационарной с эритемными люминесцентными лампами или подвижной с дуговыми ртутно-кварцевыми лампами. Можно применять и переносные облучатели типа ОРК или ОРКШ с лампами ДРТ-400. Наряду с облучательной установкой в помещении должна быть смонтирована и осветительная установка на базе люминесцентных ламп. Обе установки должны иметь раздельные сети питания и управления, раздельные облучатели, светильники и конструкции их крепления.

Облучение животных и освещение помещений можно выполнять при помощи осветительно-облучательной установки на базе двухламповых светильников-облучателей, в которых установлены эритемная и осветительная люминесцентные лампы. Примером такого облучателя может служить выпускаемый промышленностью облучатель ОЭСП-02 с лампами ЛБР-40 и ЛЭР-40. Такая осветительно-облучательная установка имеет малую металлоемкость. Во многих странах ее использование экономически оправдано, но затраты на монтаж все же высоки из-за значительной протяженности электрической цепи.

Осветительно-облучательная установка может быть создана на базе эритемно-осветительных ламп (ЛЭО-15, ЛЭО-15П, ДРВ7Д 220-160), излучение которых содержит как видимое, так и ультрафиолетовое излучение с длиной волны более 280 нм. Указанные лампы обес-

печивают на протяжении работы установки ультрафиолетовое облучение животных и освещение помещения. Установки отличаются низкой металлоемкостью, небольшими расходами на эксплуатацию, на монтаж облучателей и проводки. Недостатки установки обусловлены невысокой надежностью зажигания и работы газоразрядных ламп низкого давления при пониженных температурах, повышенной влажности и в условиях агрессивной окружающей среды. Дуговые ртутно-вольфрамовые лампы лишены этих недостатков, но малый срок службы и высокая стоимость препятствуют их широкому использованию в облучательных установках сельскохозяйственного назначения.

Режимы ультрафиолетового облучения животных и птиц зависят от рекомендуемых доз облучения и типа используемых облучателей. Продолжительность такого облучения может составлять 3..5 мин для инкубационных яиц или вылупившихся цыплят и 5..6 ч для взрослых животных. В любом случае следует регистрировать полученную объектом экспозицию, и чем чувствительнее биологический объект, тем точнее должно быть дозирование ультрафиолетового облучения.

Простейший и наиболее распространенный прибор автоматического программного управления ультрафиолетовыми установками — двухпрограммное моторное реле времени 2РВМ. Подзаводка пружины его часового механизма осуществляется электрическим приводом автоматически. Диск имеет две программы, рассчитанные на 24 ч каждая. Интервалы включения и отключения нагрузки могут быть заданы с точностью + 15 мин для одной программы и ± 20 мин для другой.

Для более точного управления ультрафиолетовым облучением целесообразно использовать установку ПРУС-2. Эта установка может реализовывать любую программу изменения продолжительности ультрафиолетового облучения для различных видов животных и птиц. Основной элемент установки — часовой механизм КТ (рис. 9.3), подобный примененному в реле 2РВМ. Программа задается механически при помощи косоусеченного цилиндра. Считывается она через рычаги-копиры двумя микровыключателями SQ1 и SQ2, которые через магнитные пускатели КМ1 и КМ2 включают или отключают ультрафиолетовые лампы. Копирный механизм обеспечивает срабатывание микровыключателей с интервалом 2...5 мин.

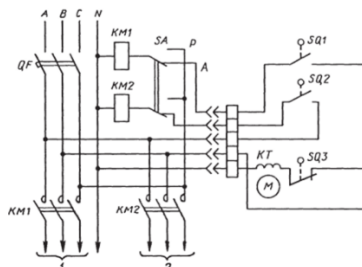


Рис. 9.3. Принципиальная электрическая схема установки ПРУС-2

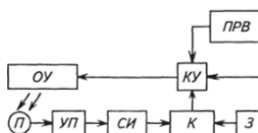


Рис. 9.4. Функциональная схема САУ дозированием ультрафиолетового облучения

Наивысшая точность дозирования ультрафиолетового излучения достигается при использовании облучательных установок в составе системы автоматического управления. Функциональная схема такой САУ показана на рисунке 9.4.

Облучательная установка ОУ включается коммутирующим устройством КУ по команде программного реле времени ПРВ. Количество облучения измеряется счетчиком излучения СИ при помощи измерительного приемника П и усилителя-преобразователя УП. Сравнивающее устройство (компаратор) постоянно сравнивает показания счетчика с сигналом задатчика З дозы облучения. При совпадении количества облучения с наперед заданной дозой компаратор подает на коммутирующее устройство команду о выключении облучательной установки.

Поскольку измерительная часть САУ определяет реально полученное объектом количество облучения, отклонение потока излучения источников от ожидаемого значения компенсируется соответствующим изменением продолжительности облучения объекта.

Контрольные вопросы:

1. Какие облучательные установки могут быть?
2. При помощи чего можно выполнит облучение животных и освещение помещений?

3. От чего зависят режимы ультрафиолетового облучения животных и птиц?

4. Какой принцип работы принципиальной электрической схемы установки ПРУС-2?

5. Какой принцип работы функциональной схемы САУ дозированием ультрафиолетового облучения?

Тема 9.4. Автоматизация инфракрасного обогрева

1. Технологические основы инфракрасного обогрева

Инфракрасное излучение используют в сельскохозяйственном производстве для обогрева молодняка животных и птицы, сушки овощей и фруктов, для предпосевной обработки семенного материала зерновых и овощных культур, дезинсекции и во многих других технологических процессах.

Инфракрасное излучение так же, как и видимое, и ультрафиолетовое позволяет передавать энергию при отсутствии непосредственного контакта между источником и приемником.

Передача энергии имеет ряд преимуществ перед конвекцией или теплопроводностью. Поток инфракрасного излучения имеет направленное распространение и может быть сконцентрирован на приемнике излучения. Применяя различные типы источников и формы отражателей инфракрасного излучения, можно создавать локализованное облучение или обеспечивать требуемую равномерность распределения облучения по облучаемой поверхности.

Инфракрасное излучение многими веществами поглощается избирательно. Воздухом инфракрасное излучение почти не поглощается, а коэффициент его поглощения водой весьма высок.

Электрические источники инфракрасного излучения обладают высоким коэффициентом полезного действия, малыми инерционностью, металлоемкостью и массой при значительных единичных мощностях, легко поддаются регулированию и управлению при помощи средств автоматизации.

На большей части территории России холодный осенне-зимний период, длящийся 5...8 мес, характеризуется пониженными температурами и является наиболее трудным для содержания сельскохозяйственных животных.

Молодняк животных и птиц в первые дни после рождения имеет весьма несовершенный механизм терморегулирования. Низкая

температура, высокая влажность воздуха отрицательно сказываются на развитии и росте молодняка, ведут к нарушению обмена веществ, простудным заболеваниям, расстройству пищеварения и к гибели животных. Требуемый тепловой режим в животноводческих помещениях может быть обеспечен системой общего обогрева или комбинированной системой общего и локального обогрева.

Система обогрева, предназначенная для поддержания необходимых температур во всем животноводческом помещении, требует значительных затрат энергии. Поэтому целесообразна комбинированная система, при которой температура воздуха повышается лишь в ограниченной зоне содержания молодняка животных. Для обеспечения локального обогрева используют электрообогреваемые полы, электронагревательные коврики, маты, панели и другие нагревательные установки. В сельском хозяйстве широко применяют обогрев молодняка источниками инфракрасного излучения.

Поток инфракрасного излучения, достигая тела животного, частично отражается, но остальная его часть поглощается кожей и подкожной тканью, создавая тепловой эффект. В облучаемых участках кожи количество крови увеличивается в 10...15 раз, через 1...2 мин появляется тепловая эритема.

Поглощение инфракрасного излучения живым организмом — достаточно сложный биологический процесс, в котором участвует весь организм животного. Действуя на нервную систему организма через тепловые рецепторы кожи, излучение улучшает функции желез, кровеносных органов и кровоснабжение тканей тела. Однако длительное непрерывное термическое разрежение и чрезмерная эритема кожи оказывают отрицательное воздействие на организм животного. Прерывистый же режим облучения, чередование воздействия высоких и низких температур подвергают нервную и сосудистую системы своеобразному тренингу, способствующему закаливанию организма.

Таким образом, инфракрасное излучение в отличие от других средств местного обогрева не только оказывает на животных согревающее действие, но и усиливает биологические процессы в их организме, а следовательно, улучшает состояние, развитие, прирост массы и сохранность животных. Наиболее благоприятные условия для содержания молодняка животных позволяет создавать сочетание безынерционных инфракрасных облучательных установок с аккумулирующими теплоту обогреваемыми полами, электронагревательными ковриками, матами, панелями, препятствующими потерям теплоты через пол.

Помимо благотворного влияния на организм животных и

птиц, известны другие положительные эффекты от воздействия инфракрасного излучения на сельскохозяйственные объекты. Например, дозированное воздействие инфракрасного излучения на семена положительно влияет на их посевные качества. При облучении семян яровой пшеницы температура их поверхности за 10...30 с повышается до 25...45 °С, что не только не снижает качество зерна, но и увеличивает урожай. В установке для инфракрасного облучения семян последние перемещаются по лотку под лампами накаливания. За 40...60 с пребывания семян в машине они нагреваются до 48...55 °С. Обработкой зерна в установке достигают несколько целей: зерно подсушивается, подвергается дезинсекции, проходит предпосевную обработку, повышающую всхожесть, качество растений и урожай. Дезинсекцирующее действие инфракрасного излучения основано на его селективном воздействии на живые организмы, в зависимости от содержания в них влаги. Типовая установка для инфракрасной обработки семян характеризуется мощностью 16 кВт, производительностью 500 кг/л и удельным расходом электроэнергии 25...40 кВт • ч/т.

Для дезинсекции мешкотары создан передвижной дезинсектор. Дезинсектор состоит из двух плоских вертикальных инфракрасных излучателей, между которыми бесконечной цепью с крюками перемещаются мешки. В течение 70 с ткань нагревается до 100 °С и находящиеся на ней насекомые гибнут. Мощность установки 12,6 кВт, производительность 600 мешков за час, удельный расход энергии 1 кВт • ч на пять мешков.

Большинство зрелых плодов, овощей и ягод отличается от незрелых своей окраской, поврежденные плоды — окраской и формой. На данных признаках основан принцип действия фотосортировальных машин. В этих машинах сортировка плодов осуществляется по результатам анализа соотношения инфракрасных потоков пропускания, поглощения и отражения. Например, машина для сортировки томатов определяет степень их зрелости на основании сопоставления коэффициентов отражения от их поверхности излучений с длинами волн 55, 640 и 660 нм. Машина разделяет томаты на пять фракций в момент движения их через фотометрическое устройство со скоростью 0,12 м/с. По команде электронного устройства толкатели сбрасывают плоды в одну из пяти приемных емкостей.

Инфракрасное излучение применяют также при пастеризации молока. Инфракрасная пастеризация обладает существенными преимуществами перед традиционными способами в теплообменных аппаратах. При воздействии инфракрасного излучения за 3...4 с уничто-

жается 99,8—99,9 % бактерий, после чего молоко может храниться при температуре 5 °С в течение 8...10 сут. При этом отмечается сохранение естественного вкуса, быстрота обработки и сокращение удельных затрат на пастеризацию в 1,5...2 раза.

При ремонте сельскохозяйственной техники и электродвигателей одним из перспективных направлений в использовании инфракрасного излучения считают сушку лакокрасочных покрытий. Для сушки обмоток статоров электродвигателей без их демонтажа с фундамента целесообразно использовать инфракрасные лампы, имеющие малые размеры при относительно большой единичной мощности.

2. Автоматическое управление инфракрасным обогревом

В облучательных установках используют инфракрасные облучатели ССПО1-250, ОРИ-1, ОРИ-2, ОВИ-1, размещаемые над станками с животными. Облучатели укрепляют при помощи подвесок на трубах или тросах, предназначенных для прокладки проводов электрической сети установки.

Электробрудер БП-1 применяют для обогрева 500...600 цыплят при содержании их на полу. Брудер представляет собой конструкцию в виде полой шестигранной усеченной металлической пирамиды — корпуса 7 (рис. 9.5, а) с упорами 4 для крепления брудера к потолку помещения. Под зонтом брудера смонтированы четыре «темных» излучателя 3 — ТЭНы мощностью 250 Вт каждый. Принципиальная электрическая схема брудера БП-1 показана на рисунке 9.5, б. Излучатели R1...R4 собраны в мостовую схему, в измерительную диагональ которой включена сигнальная лампа HL2, зажигающаяся при перегорании одного из ТЭНов.

Температура под зонтом брудера поддерживается на заданном уровне с точностью 2...3 °С с помощью температурного реле, выполненного на базе сильфона с легковоспламеняющейся жидкостью. При повышении температуры жидкость в сильфоне испаряется, объем сильфона увеличивается, и последний, воздействуя на микровыключатель SQ1, выключает излучатели. При снижении температуры происходит обратный процесс, в результате которого излучатели включаются. Под зонтом брудера установлена лампа освещения HL1, которая во время установки температурного режима может включаться переключателем S параллельно ТЭНам и использоваться как лампа сигнализации включения и отключения инфракрасных излучателей.

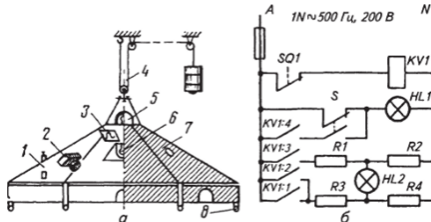


Рис. 9.5. Устройство (а) и принципиальная электрическая схема (б) брудера БП-1: 1 — контрольный термометр; 2 — терморегулятор; 3 — ИК-излучатель; 4 — тросовая подвеска с противовесом; 5 — сигнальная лампа перегорания ТЭНов; 6 — лампа освещения; 7 — корпус; 8 — упоры

Автоматизированные установки ИКУФ-1 и «Луч» предназначены для одновременного инфракрасного обогрева и ультрафиолетового облучения молодняка сельскохозяйственных животных. В состав одной установки входят 40 облучателей и пульт управления. Каждый облучатель содержит две инфракрасные 1 (рис. 9.6) и одну эритемную 2 лампы (или эритемно-осветительную лампу) с пускорегулирующим устройством 3. Облучатель установки ИКУФ-1 М сходен по конструкции с облучателем ИКУФ-1, но имеет герметичное исполнение и не содержит переключателей для управления инфракрасными и ультрафиолетовыми лампами.

Облучательная установка «Луч» (рис. 9.7) имеет две эритемные лампы 1 и инфракрасную лампу 2. Они могут быть установлены под различными углами к вертикали для получения требуемого распределения инфракрасной облученности по облучаемой поверхности.

Мощность каждого облучателя автоматизированных установок составляет 520 Вт. Принципиальная электрическая схема установки «Луч» показана на рисунке 9.8.

Силовая часть схемы (рис. 9.8, а) содержит рубильник S1 включения установки, автоматические выключатели QF1, QF3 и магнитные пускатели KM1, KM3 для включения инфракрасных ламп двух групп облучателей, автоматические выключатели QF2, QF4 и магнитные пускатели KM2, KM4 для включения автотрансформаторов T1, T2 для питания эритемных ламп двух групп облучателей. В ручном режиме работы группы облучателей управляются вручную кнопками SB1...SB6, в автоматическом — двухпрограммным реле времени КТ1 (рис. 9.8, б). Одна программа используется для управления инфракрасными источниками, другая — ультрафиолетовыми. При помощи автоматических выключателей любая группа источников инфракрасного или ультрафиолетового излучения может быть исключена.

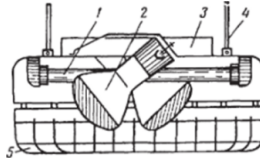


Рис. 9.6. Конструкция облучательной установки ИКУФ-1:
1 — ИК-лампа; 2 — эритемная лампа; 3 — кожух ПРА с переключателями; 4 — подвеска; 5 — защитная решетка

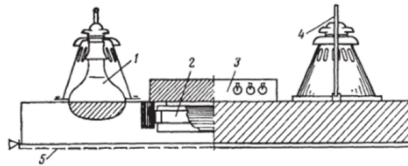


Рис. 9.7. Конструкция облучателя установки «Луч»:
1 — эритемная лампа; 2 — ИК-лампа; 3 — кожух ПРА; 4 — подвеска; 5 — защитная решетка

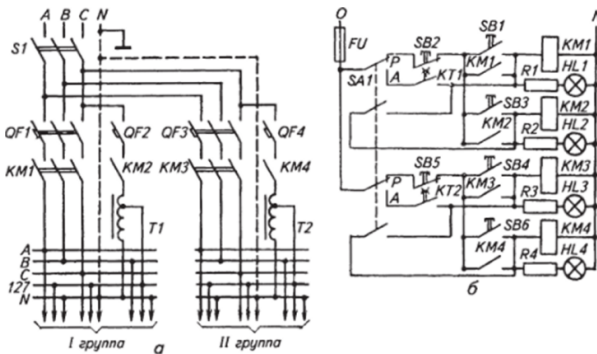


Рис. 9.8. Силовая схема (а) и схема управления (б) облучательной установкой

Кроме перечисленной аппаратуры схема управления установкой «Луч» содержит регулятор для изменения напряжения питания инфракрасных источников напряжения.

Шкафы управления всех установок уплотнены с целью защиты аппаратуры от пыли и влаги.

3. Особенности эксплуатации облучательных установок

Несоблюдение правил эксплуатации облучательных установок снижает эффективность их работы, создает опасность поражения электрическим током людей и животных. Тепловые явления, возникающие при аварийных режимах в электрических установках, могут вызвать опасный разрыв отдельных ее частей и привести к пожару или взрыву.

При приемке облучательных установок в эксплуатацию проверяют: фактическую облученность, обеспечиваемую установкой; соответствие проектной документации марок проводов, площади их поперечного сечения и способа прокладки, а также типов (марок) защитных элементов; схемы соединения проводов и распределение нагрузок по фазам; надежность крепления изолирующих опор, аппаратуры, деталей, конструкций; соответствие нормам сопротивления изоляции проводки.

Основная задача эксплуатации облучательных установок — обеспечить эффективность их работы, содержать в исправности все элементы установок. Для обеспечения заданного уровня облучения необходимо следить за напряжением в сети и состоянием облучателей. При слишком больших отклонениях или колебаниях напряжения необходимо выяснить причину этого и устранить ее. Важное значение имеет своевременная чистка облучателей, так как из-за пыли их КПД и, следовательно, излучение могут снизиться в 1,5...2 раза и более. Частота чисток облучательных приборов зависит от условий окружающей среды: в помещениях с большим содержанием пыли, копоти — четыре раза в месяц; в помещениях с малой загрязненностью — два раза в месяц.

Состояние изоляции следует проверять не реже одного раза в два года, а для помещений с тяжелыми условиями среды — не реже одного раза в год. Сопротивление изоляции проводов измеряют на участке между двумя смежными предохранителями или за последним предохранителем при включенных выключателях, вынутых плавких вставках и вывернутых лампах. Значение сопротивления изоляции должно быть не менее 0,5 МОм.

Для работы облучательных установок составляют график-расписание режима облучения. При отклонении напряжения сети более чем на 5 % в режим облучения должны быть внесены соответствующие поправки для обеспечения заданной дозы облучения. Облученность, создаваемую источниками ультрафиолетового излучения, нужно периодически проверять уфиметром. По мере старения ламп

нужно соответственно увеличивать длительность облучения. При снижении облученности в результате старения ламп более чем на 30 % их следует заменить новыми. Возвратно-поступательное движение облучателей в установках для ультрафиолетового облучения должно происходить автоматически. При остановке облучателей напряжение должно автоматически отключаться.

Лица, обслуживающие облучательные установки, должны иметь квалификацию по технике безопасности не ниже III группы и периодически в Установленном порядке проходить проверку соответствующих знаний. При работе с действующими источниками ультрафиолетового излучения (особенно типа ДРТ и ДБ) персоналу необходимо надевать очки из дымчатого или толстого бесцветного стекла и избегать облучения незащищенных частей тела. Помещения, в которых работают источники ультрафиолетового излучения, следует проветривать для удаления озона и оксидов азота.

Особое внимание с точки зрения обеспечения безопасности персонала необходимо обращать на работу облучательных установок в теплице. Все теплицы относятся к категории особо опасных помещений. Во время ухода за растениями персонал может касаться элементов конструкций облучательных установок, расположенных в непосредственной близости, что при неудовлетворительном состоянии изоляции может привести к поражению электрическим током. Существует и другая опасность: при поливе растений случайные брызги воды могут приводить к разрушению раскаленных до высокой температуры колб ламп ДРЛ и им подобных. Эксплуатация в теплицах облучательных установок, содержащих несколько тысяч газоразрядных ламп, требует достаточных знаний и опыта.

Контрольные вопросы:

1. Для чего используют инфракрасное излучение?
2. Чем обладают электрические источники инфракрасного излучения?
3. Для чего предназначена система обогрева?
4. Из чего состоит дезинсектор?
5. Для чего применяют электробрюдер БП-1?
6. Из чего устроен брудер БП-1?
7. Какой принцип работы принципиальной электрической схемы брудера БП-1?

Раздел 10. Автоматизация ремонта сельскохозяйственной техники

Тема 10.1. Автоматизация технологических процессов мойки, разборки и сборки агрегатов

1. Технологические основы диагностики сельскохозяйственной техники

Автоматизация и механизация ремонтных работ способствуют улучшению качества, снижению себестоимости и сокращению сроков ремонта тракторов, автомобилей и другой сельскохозяйственной техники. Например, только от применения механизированного инструмента при ремонте производительность труда повышается в 2...5 раз.

В связи с насыщением сельского хозяйства техникой усложняются задачи по повышению качества обслуживания и сокращению сроков ремонта машин и агрегатов. Решение этих задач обеспечивается широкой автоматизацией производственных процессов.

Технологические процессы ремонта сельскохозяйственной техники характеризуются большим разнообразием применяемого оборудования. При этом особое значение приобретает автоматизация диагностики, с помощью которой определяют годность агрегата, причину выхода машины из строя, необходимость и объем ремонта.

Сельскохозяйственные предприятия, ремонтные мастерские и специализированные фирмы технического сервиса непрерывно развивают свою ремонтную базу, оснащают ее все более современным оборудованием и приборами, а при капитальном ремонте сельскохозяйственной техники переходят на поточные линии. Следует отметить, что суммарные затраты на поддержание тракторов и другой сельскохозяйственной техники в работоспособном состоянии за срок эксплуатации в 2...3 раза превышает первоначальную стоимость этих машин. В то же время, не имея приборов для диагностики техники и высококвалифицированных кадров, механизаторы до 30...40 % машин направляют в ремонт преждевременно. Следовательно, с целью сокращения затрат на обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники необходимо широко использовать средства диагностики.

Обычно применяемая техническая диагностика позволяет изучать и устанавливать признаки неисправностей составных частей машин, разрабатывать методы и средства определения технического состояния объектов диагностирования.

Внедрение технической диагностики дает огромный технико-экономический эффект и является основным звеном планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники. Оно позволяет на 10... 15 % повысить межремонтный ресурс сельскохозяйственных машин, устранить необоснованную разборку агрегатов, ускорить ремонт, снизить до 30 % трудоемкость обслуживания и ремонта, повысить мощность, экономичность и надежность техники. Благодаря своевременной диагностике и обслуживанию на 20% сокращается число ремонтов и на 20...30 % потребность в запасных частях. Постоянно совершенствуются методы и технические средства диагностики, разрабатываются электронные приборы и автоматические системы технической диагностики сельскохозяйственной техники.

Диагностирование состоит из трех основных этапов: получение информации о техническом состоянии объекта; обработка и анализ полученной информации: выявление причины неисправности и принятие решения о ее устранении. На основе проведенной диагностики устанавливают и устраняют причины неисправностей и отказов, проверяют готовность машин и приводят их в работоспособное состояние.

Для систем технической диагностики необходим большой перечень первичных измерительных преобразователей с целью обнаружения и регистрации многочисленных скрытых дефектов контролируемых изделий. Теоретически все неисправности можно установить методом диагностики, но практически для их определения пока отсутствуют многие первичные измерительные преобразователи. Разработка малоинерционных электрических первичных преобразователей и применение микропроцессорной техники позволяет использовать в диагностике положения теории вероятности, что значительно повысит точность определения причины неисправности.

При субъективном методе диагностирования обслуживающий персонал выявляет неисправности по внешнему осмотру, ощупыванию, прослушиванию, остукиванию деталей ит. д. Однако оценка технического состояния часто получается неточной и не соответствует требованиям, предъявляемым к технической диагностике. Только опытный мастер-диагност может правильно оценить состояние отдельных частей машины.

Приборный метод диагностирования бывает прямым и косвенным. При прямом диагностировании измеряют параметры деталей и по их отклонению от норм делают заключение о техническом состоянии. Измерения выполняют при помощи специальных приборов:

микро- и миллиметров, нутромеров, щупов, масштабной линейки, рулетки, штангельциркуля, угломеров, зубомеров, калибраторов, тахометров и т. п. Широко используют также приборы измерения температуры, усилий, давления, крутящих моментов, расхода жидкостей и газов, ускорений и вибраций, состава отработавших газов, жидкостей и других величин.

При косвенном диагностировании техническое состояние деталей и узлов оценивают по косвенным параметрам, например, зазор сопряжения поршень — зеркало цилиндра двигателя определяют по количеству газов, прорывающихся в картер.

Для прямых методов диагностирования требуются простые измерительные приборы, но трудоемкость процесса высокая и требуется разработка агрегатов. Косвенные методы характеризуются большой информативностью, не требуют разборки агрегатов, но при этом возникает потребность в сложных и дорогих приборах.

Для оценки технического состояния сельскохозяйственной техники создано много диагностических приборов и установок, при помощи которых удается не только контролировать, но и повышать качество машин. Имеющееся на сельскохозяйственных машинах контрольно-измерительное оборудование позволяет трактористу-машинисту постоянно контролировать параметры технического состояния основных агрегатов при их эксплуатации. По мере совершенствования сельскохозяйственной техники удельный вес диагностики будет возрастать, трудоемкость ее выполнения уменьшаться, а сами машины будут более приспособлены к диагностированию.

Для диагностирования рекомендуется укомплектовывать машинно-тракторный парк стационарными стендами (20 %), передвижными установками (30 %) и комплектами переносного оборудования (50 %).

В процессе диагностирования используют большой набор технических средств. В сельскохозяйственном производстве широко применяют безразборную диагностику и прогнозирование остаточного ресурса сборочных единиц при помощи контрольно-измерительных приборов (КИП). Ими измеряют крутящий момент и мощность двигателя, силу тяги и тормозные усилия на колесах, подачу и давление масляных насосов, давление в смазочной системе, загрязненность фильтров гидросистемы, давление впрыска, качество распыления топлива форсунками, давление сжатия в цилиндрах двигателя и момент подачи в них топлива.

Наиболее распространены следующие методы приборного диагностирования состояния рабочих органов и машин: по структурным

параметрам; по изменениям параметров рабочего процесса; спектрофотометрический; акустические.

Диагностирование по структурным параметрам сводится к определению состояния деталей по степени износа их геометрических размеров, зазору сопряженных деталей, ходу рычагов, а также по изменению герметичности рабочих объемов (камер сгорания, плунжерных пар золотников, цилиндров управления и т. п.). Этот способ иногда требует разборки агрегатов, механизмов и характеризуется невысокой точностью диагностики работоспособности машин в целом.

Диагностирование по изменениям параметров рабочего процесса эффективно при обследовании двигателей внутреннего сгорания. К этим параметрам относятся температура нагрева масла в смазочной системе и отработавших газов и воздуха в коллекторе, амплитуды пульсаций давления топлива в топливной аппаратуре, результаты анализа содержания отработавших газов. Метод диагностики по изменениям параметров рабочего процесса характеризуется малой трудоемкостью, но имеет низкую точность.

Рассмотренные методы выполняются при постоянном участии оператора-диагноста. В автоматических системах функция оператора сводится к включению системы в начале проверки и отключению ее в конце диагностики. Автоматические системы диагностики используют спектрофотометрические и виброакустические методы контроля с набором электронных приборов.

Спектрофотометрический метод диагностирования основан на определении содержания продуктов износа в пробе масла путем измерения спектров излучения при сжигании пробы масла в электрической дуге. Спектры фотографируют, а потом расшифровывают по специальным спектрограммам или с помощью ЭВМ. Длительность анализа одной пробы на современных автоматических спектрофотометрах составляет 3...4 мин. По результатам периодических анализов строят графики интенсивности изнашивания и прогнозируют работоспособность объекта диагностики.

Спектрофотометрические методы имеют высокую погрешность диагностики ($\pm 10... 15\%$). В связи с этим спектрофотометрическое диагностирование рекомендуется в качестве предварительной экспресс-оценки технического состояния машины. Окончательно причину неисправности определяют более точными методами.

При акустических методах диагностирования регистрируют амплитуду и характер акустических сигналов (шумов и вибраций). Амплитуду и частоту шумов и вибраций измеряют по мере износа де-

талей и увеличения зазоров между сопряженными поверхностями. Задача виброакустической системы диагностики заключается в выделении сигнала, порождаемого возникшим дефектом, из многочисленных акустических помех, соответствующих нормальной работе агрегата. Для этого используют приборы спектрального анализа, позволяющие выявлять причину, частоту и мощность вибраций, возникших из-за определенных дефектов.

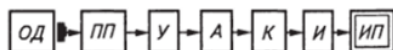


Рис. 10.1. Функциональная схема акустической системы диагностики: ОД — объект диагностики; ПП — первичный преобразователь акустических колебаний; У — усилитель; А — анализатор; К — квадратор; И — интегратор; ИП — измерительный прибор

Для осуществления акустических методов на объекте диагностики ОД устанавливают первичный преобразователь акустических колебаний ПП (рис. 10.1), с которого электрический сигнал подается на усилитель У, а затем на анализатор А. На выходе анализатора поочередно выделяются составляющие (гармоники) акустических колебаний и в виде переменного напряжения подаются в квадратор К, а затем в интегратор И и измерительный прибор ИП. Квадратор на входе дает значение мощности (квадрат напряжения), а интегратор осредняет мощность вибраций исследуемого диапазона за определенный промежуток времени. Значение мощности регистрирует измерительный прибор ИП. Метод акустической диагностики большинства узлов и агрегатов в сельскохозяйственной технике пока находится в стадии разработки.

2. Автоматизация технологических процессов мойки, разборки и сборки агрегатов

При ремонте техники значительную долю общей трудоемкости работ занимают процессы очистки и мойки. Наружные части машин и снятые агрегаты моют холодной или горячей водой. Первичную мойку сельскохозяйственных машин проводят на открытых площадках с использованием обычных шлангов и центробежных насосов, развивающих давление 0,5... 1,2 МПа.

Разобранные детали и узлы на ремонтных предприятиях моют в специальных камерах водяными растворами, предварительно подогретыми до температуры 60...80 °С. Наиболее распространенные нетоксичные моющие средства: МС-6 — для наружной очистки тракторов, автомобилей, комбайнов от маслянисто-грязевых отложений; МС-

15—для очистки трансмиссий и двигателей от масел и загустевших осадков; МС-8 — для очистки сильно загрязненных деталей.

Повысить качество моечно-очистительных работ и одновременно снизить их трудоемкость можно только с применением средств автоматики. Ремонтные предприятия оборудуют моечным конвейером с щеточными установками для обмыва и очистки, а также оборудованием для обдува вымытых машин. Мойка и обдув происходят следующим образом. Машина подъезжает к конвейеру и направляется на него по сигналу светофора, который позволяет выдерживать минимальную дистанцию между машинами. Когда корпус машины, перемещающийся по конвейеру, пересекает луч света, отключается фотореле системы автоматизации, в результате чего включаются подача теплой воды и щеточный механизм, т. е. начинается мойка движущейся машины. Приближаясь к установке обдува, машина пересекает второй луч света. При этом происходит обесточивание второго фотореле, отключение установки щеточной мойки, прекращение подачи воды и включение электровентиляторов обдува. Как только машина выходит из зоны обдува, фотореле срабатывает и электровентиляторы обдува останавливаются.

Специальные моечные камеры имеют частичную автоматизацию технологических процессов: управление температурой и уровнем моечных растворов, периодическую очистку от загрязнений, создание качающихся или вращающихся движений камеры мойки по заданной программе.

Автоматизация разборочных и сборочных процессов сопряжена с большими трудностями, исходящими из специфики выполнения работ. Поэтому разборочные и сборочные операции в условиях мастерских выполняют в основном вручную. Однако на поточных линиях широко применяют механизированные приспособления: гайковерты, винтоверты, гидравлические и пневматические молоты, прессы, дрели и т. п.

Контрольные вопросы:

1. Чему способствует автоматизация и механизация ремонтных работ?
2. Что позволяет применяемая техническая диагностика?
3. Из каких этапов состоит диагностирование?
4. Что выполняют при субъективном методе диагностирования?
5. Какой бывает приборный метод диагностирования и для чего он нужен?

6. Какие наиболее распространены методы приборного диагностирования состояния рабочих органов и машин?

Тема 10.2. Контроль загрязнённости растворов. Система автоматического управления технологических процессов мойки

1. Система автоматического регулирования температуры моющих растворов

В сельскохозяйственном ремонтном производстве применяют различные способы нагрева моющего раствора:

- за счет сжигания жидкого топлива в специальных камерах сгорания;
- пропусканием пара (газа) по змеевику, помещенному в ванну с моющим раствором;
- электрический.

Последний способ как наиболее экономичный, надежный и простой широко применяют в автоматических системах регулирования температуры жидкостей, газов. В системах, реализующих электрический способ нагрева, в качестве регулирующих элементов обычно используют ТЭНы погружного типа в сочетании с двухпозиционными регуляторами и датчиками, выполненными на базе манометрических электроконтактных термометров.

Принципиальная схема системы регулирования температуры моющего раствора приведена на рисунке 10.2.

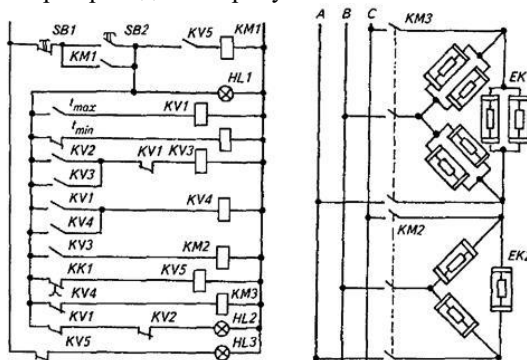


Рис. 10.2. - Принципиальная схема САУ температуры моющей жидкости

Все ТЭНы разделены на две группы:

1) ТЭНы, включаемые контактором КМ3 и работающие только в период вывода температуры моющего раствора до заданного значения (в дальнейшем на всем протяжении работы эти ТЭНы отключены);

2) ТЭНы, включаемые контактором КМ2 и работающие на первой стадии совместно с ТЭНами первой группы, а после вывода температуры моющего раствора в желаемую область включаемые периодически для поддержания температуры в требуемом диапазоне.

Мощность ТЭНов первой группы в основном определяется временем вывода температуры моющего раствора в желаемую область и количеством раствора, а второй группы — потерями теплоты в процессе мойки. В качестве датчика температуры моющего раствора используют манометрический электроконтактный термометр. В случае возникновения каких-либо неисправностей, сбоев, которые могут вызвать превышение температуры моющего раствора относительно верхнего предела зоны регулирования, в схеме предусмотрено использование термодатчика КК1, реагирующего на это превышение. При этом размыкающий контакт КК1 обесточивает обмотку реле КВ5, которое отключает нагрев и включает световую сигнализацию «Авария». Включение контактора КМ1 происходит после устранения неисправности в схеме и последующего нажатия кнопки SB2.

2. Контроль концентрации моющих средств в растворах

Качество очистки находится в прямой зависимости от концентрации моющих средств. Причины ее изменения в ТП очистки — это добавление воды для компенсации слива раствора, а также моющего средства с целью восстановления концентрации раствора (изменяющейся вследствие его осаждения на деталях, химического реагирования с загрязнениями, солями и других случайных факторов).

Концентрацию растворов обычно оценивают по их плотности или щелочности. Плотность замеряют ареометром при конкретной температуре, после чего по градуировочной зависимости определяют концентрацию растворов. Этот метод применяют только для чистых растворов, поскольку при наличии в последних (в процессе мойки) различных загрязнений контролируемая плотность растворов не будет соответствовать реальным её значениям. Щелочность достаточно точно определяют химическим анализом (методом титрования), который в производственных условиях весьма сложен и трудоемок.

В современном ремонтном производстве применяют моющие

средства, основу которых составляют щелочные электролиты. Известно, что электропроводность растворов (на основе таких мощных средств) имеет однозначную корреляцию с их концентрацией и температурой. Поэтому на практике для измерения концентрации растворов применяют метод оценки электропроводности с учетом их температурной погрешности.

Схема устройства, реализующего такой метод, изображена на рисунке 10.3.

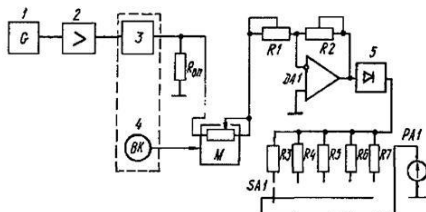


Рис. 10.3. - Схема анализатора моющих растворов:

- 1 - генератор; 2 - усилитель; 3 - электролитическая ячейка; 4 - датчик температуры; 5 - амплитудный детектор.

Прибор работает следующим образом. Сигнал с генератора импульсов 1 частотой 2,5 кГц подается на ключевой двухполярный усилитель 2, к выходу которого подключена электролитическая ячейка 3 с опорным сопротивлением $R_{оп}$. Напряжение, снижаемое с этого сопротивления, пропорционально протекающему в нем току, а, следовательно, и электропроводности раствора. Ключевой усилитель обеспечивает значительную напряженность электрического поля на электродах ячейки 3 и тем самым позволяет минимизировать влияние различных загрязнений на значение контролируемого тока. В зоне электролитической ячейки помещен датчик температуры 4, подключенный к мосту M , в одно из плеч которого подсоединен переменный резистор R . Сопротивление моста RM изменяется прямо пропорционально температуре раствора. Оно подключено к входной цепи инвертирующего операционного усилителя $DA1$ с подстроенными резисторами $R1$ и $R2$. Выходное напряжение усилителя:

$$U_{вых} = C \cdot f(N), \quad (10.1)$$

где C — коэффициент пропорциональности, определяемый параметрами устройства;

$f(N)$ — функция, зависящая только от концентрации раствора.

На выходе амплитудного детектора 5 прибором PA1 регистрируют напряжение, пропорциональное концентрации моющих средств в растворах. Переключателем SA1 изменяют число задействованных в цепи токоограничивающих резисторов R3...R7, которые учитывают процент щелочной составляющей раствора.

3. Контроль загрязненности растворов

Если такие параметры, как температура, уровень концентрации растворов, поддаются регулированию, то снижение моющей способности растворов (из-за превышения в них нормы количества загрязнений) вызывает необходимость их замены или регенерации (восстановления).

Известны технологии и оборудование для регенерации моющих растворов, которые обычно происходят в два этапа:

Первый этап (отстаивание) совершается в рабочем резервуаре как в процессе работы машины, так и при ее остановке (путем периодического удаления находящихся на поверхности раствора различных нефтепродуктов, а также осевшего на дно резервуара шлака с последующей фильтрацией раствора).

Второй этап (очистка), осуществляемый с применением коагулянтов смеси $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и FeSO_4 , позволяет восстановить свойства растворов при насыщении их мелкодисперсными загрязнениями, не поддающимися отслаиванию и фильтрации.

В связи с отсутствием простых и надежных средств контроля загрязненности растворов до сих пор о необходимости их восстановления (или замены) судят субъективно по визуальному контролю цвета раствора, а также по времени его работы.

Разработаны достаточно чувствительные, надежные и простые по конструкции оптические датчики контроля загрязненности растворов. Принцип действия такого датчика (рисунок 10.4) основан на избирательном поглощении частицами загрязнений светового излучения в видимой и инфракрасной областях спектра.

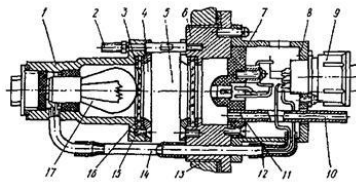


Рис. 10.4. Оптический датчик для контроля мощных растворов: 1 - блок светового излучения; 2 - шпилька; 3 - защитное стекло-линза; 4 - втулка; 5 - измерительная камера; 6 - блок светоприёмника; 7 - основание; 8 - стакан; 9 - разъём; 10 - трубка; 11 - фотозлемент; 12 - провода; 13 - корпус; 14 - защитный рукав; 15, 16 - прокладки; 17 - осветительная лампа

Датчик выполнен в виде ступенчатого цилиндрического стакана, состоящего из блока светового излучения 1 с лампой 17 и блока светоприёмника-преобразователя 6 со светочувствительным элементом 11. Блоки соединены между собой шпильками 2. Измерительная камера 5 образована рабочим объемом между блоками 1 и 6, ограниченными защитными стеклами-линзами 3. Оптическую длину камеры регулируют шпильками 2. Светочувствительный элемент 11 установлен на пластмассовом основании 7. Для дополнительного охлаждения элемента 11 служит трубка 10 и система отверстий в основании 7 и стакане 8. С целью исключения утечки раствора стекла-линзы 3 уплотнены резиновыми прокладками 15, 16 и втулкой 4. Для внутренних и внешних подсоединений электрических проводов 12 на датчике установлен электрический разъём 9. Монтажные провода между блоками заключены в защитный рукав 14. При погружении датчика в раствор измерительная камера заполняется раствором моющей среды. Оптическая характеристика датчика выбрана такой, что она не реагирует на компоненты мощного средства. При наличии загрязнений оптическая плотность раствора изменяется и датчик преобразует ее в электрический сигнал, пропорциональный концентрации загрязнений, который регистрируется индикатором.

Диапазон значений измеряемой концентрации загрязнений 0...40 г/л, а относительная погрешность измерений не превышает 8 % при температуре контролируемой среды менее 85 °С.

Система автоматического управления ТП мойки. ТП мойки заключается в подаче в камеру мойки сборочных единиц и деталей, опускании шторки, закрывающей проём для исключения разбрызгивания моющего раствора, включении насоса подачи раствора в

сопла, обеспечении относительного перемещения деталей и струй жидкости. По истечении времени мойки двигатель насоса отключается, шторка, закрывающая входной проём, поднимается, и корзина с деталями возвращается в исходное положение. Для удаления паров моющей жидкости на всём протяжении мойки работает вытяжная вентиляция.

Схема автоматизации ТП мойки показана на рисунке 10.5.

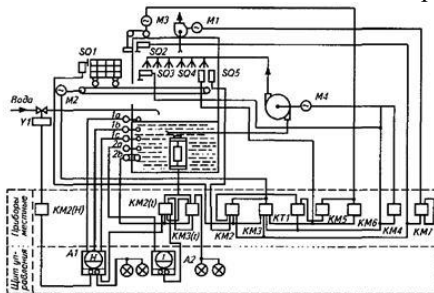


Рис. 10.5. Схема автоматизации моечной машины.

Для управления исполнительными механизмами установлены бесконтактные путевые конечные выключатели SQ1...SQ5 в комплекте с промежуточными реле KV1...KV5 (рисунок 10.6).

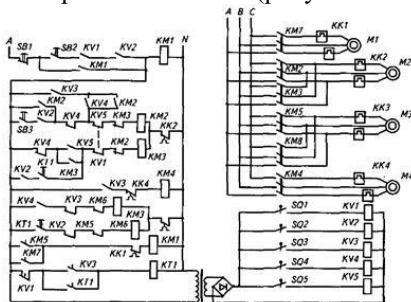


Рис. 10.6. Принципиальная схема устройства управления мойкой.

В исходном состоянии тележка находится в крайнем левом положении (включено реле KV1), шторка — в крайнем верхнем (включено реле KV2). При соблюдении этих условий и нажатии кнопки SB2 включается контактор KM1 и своим замыкающим контактом самоблокируется. При нажатии кнопки SB3 на обмотку пускателя привода каретки «Вперед» KM2 подается напряжение. При подходе каретки

ки к путевому выключателю SQ4 последний включает реле KV4, замыкающий контакт которого обесточивает катушку пускателя KM2, а замыкающий — подготавливает цепь питания катушки пускателя KM2 по цепи KV3 — KV4 — KV5 — KM3 и подает питание на катушку пускателя привода шторки KM5.

Посредством пускателя KM5 подается напряжение на обмотку другого пускателя-выключателя вентилятора KM7. Шторка, опустившись в крайнее нижнее положение, посредством выключателя SQ3 включает реле KV3, которое в свою очередь включает пускатель насоса KM1, реле времени KT1 мойки и пускатель привода каретки «Вперед». Каретка, продолжая движение вперед, воздействует на выключатель SQ4. Движение каретки продолжается до срабатывания SQ5. Реле отключает питание с обмотки реле «Вперед» и подает его на обмотку реле «Назад». Движение каретки продолжается до тех пор, пока не сработают контакты реле времени (мойки), которое обеспечит включение пускателя привода шторки «Вверх». Она воздействует на SQ3. При этом реле отключается, питание с пускателя привода насоса прекращается, а цепь питания пускателя привода каретки «Вперед» разрывается. Второй замыкающий контакт KT1 подготавливает цепь питания катушки «Назад». Если контакты реле времени KT1 срабатывают, то каретка доходит до SQ5 и возвращается назад до SQ4. Если же контакты реле KT1 замыкаются при движении каретки «Назад», то ее перемещение продолжается, так как привод ее будет получать питание при подъеме шторки в крайнее верхнее положение по цепи KV2 — KT1 — KV1 — KM2 — KV3. При этом каретка всегда возвращается в крайнее левое положение, вызывая срабатывание SQ1. Реле KV1 отключает питание с пускателя KM3, и каретка останавливается. Это же реле отключает и реле времени KT1. После замены очищенных деталей в тележке загрязненными и нажатия кнопки SB3 весь процесс подачи каретки с деталями в моечную камеру и сам процесс очистки повторяются. Вентилятор вытяжки работает постоянно. Отключают его нажатием кнопки SB1.

Контрольные вопросы:

1. Какие применяют способы нагрева моющего раствора в сельскохозяйственном ремонтном производстве?
2. Какой принцип работы принципиальной схемы САР температуры моющей жидкости?
3. Каким образом работает схема анализатора моющих растворов?

4. В какие два этапа происходят известные технологии и оборудование для регенерации моющих растворов?
5. На чем основан принцип действия оптического датчика для контроля моющих растворов?
6. В чем заключается технологический процесс мойки?
7. Какой принцип работы принципиальной схемы устройства управления мойкой?

Тема 10.3. Автоматизация процессов восстановления деталей. Общие сведения о гальваническом способе восстановления деталей

1. Сущность процесса нанесения гальванических покрытий

В авторемонтном производстве при восстановлении деталей нашли широкое применение гальванические и химические процессы. Они применяются для компенсации износа рабочих поверхностей деталей, а также при нанесении на детали противокоррозионных и защитно-декоративных покрытий.

Из гальванических процессов наиболее широко применяются хромирование и железнение, а также никелирование, цинкование и омеднение. Применяются также химические процессы; химическое никелирование, оксидирование и фосфатирование.

Гальванические покрытия получают из электролитов, в качестве которых применяют водные растворы солей тех металлов, которыми необходимо покрыть детали.

Катодом при гальваническом; осаждении металлов из электролитов является восстанавливаемая деталь анодом — металлическая пластина.

Применяют два вида анодов: растворимые и нерастворимые. Растворимые аноды изготавливают из металла, который осаждается на детали, а нерастворимые — из свинца.

При прохождении постоянного тока через электролит на катоде разряжаются положительно заряженные ионы и, следовательно, выделяются металл и водород. На аноде при этом происходят разряд отрицательно заряженных ионов и выделение кислорода. Металл анода растворяется и переходит в раствор в виде ионов металла взамен выделившихся на катоде.

Толщина гальванических покрытий на поверхности детали обычно получается неравномерной. Причиной этого является неоднородная рассеивающая способность электролитов.

Под рассеивающей способностью электролита понимают его свойство обеспечивать получение равномерных по толщине покрытий на деталях. Чем выше рассеивающая способность электролита, тем более равномерными по толщине получаются покрытия на деталях.

Рассеивающая способность электролита может быть повышена за счет изменения состава электролита. Электролиты с малой концентрацией основной соли имеют более высокую рассеивающую способность. Более равномерное по толщине покрытие может быть также получено при применении фигурных анодов, копирующих форму детали; за счет рационального размещения анодов относительно катода; постановкой дополнительных катодов и токонепроводящих экранов.

Металлические покрытия, полученные в гальванических ваннах, имеют кристаллическое строение. Однако их кристаллическая решетка в значительной степени искажена. Причинами этого являются большие внутренние напряжения и внедрение водорода, выделяющегося на катоде.

На величину внутренних напряжений и другие свойства покрытий большое влияние оказывают режим их нанесения и состав электролита. Изменяя режим электролиза и состав электролита, можно управлять качеством гальванических покрытий.

2. Технологический процесс нанесения гальванических покрытий

Процесс нанесения покрытий на детали включает в себя три группы операций — подготовку деталей к нанесению покрытия, нанесение покрытия и обработку деталей после покрытия.

Подготовка деталей к нанесению покрытия включает следующие операции:

- механическую обработку поверхностей, подлежащих наращиванию;
- очистку деталей от окислов и предварительное обезжиривание;
- монтаж деталей на подвесное приспособление;
- изоляцию поверхностей, не подлежащих покрытию;
- обезжиривание деталей с последующей промывкой в воде;
- анодную обработку (активацию).

Предварительная механическая обработка деталей имеет цель придать восстанавливаемым поверхностям правильную геометрическую форму. Производится эта обработка в соответствии с рекомендациями по механической обработке соответствующего материала.

Очистку деталей от окислов с целью «оживления» поверхности производят путем обработки шлифовальной шкуркой или мягкими кругами с полировальной пастой. Предварительное обезжиривание деталей производят путем промывки в растворителях (уайт-спирите, дихлорэтано, бензине и др.).

При монтаже деталей на подвесное приспособление необходимо обеспечить их надежный электрический контакт с токопроводящей штангой, благоприятные условия для равномерного распределения покрытия по поверхности детали и для удаления пузырьков водорода, выделяющихся при электролизе. Для защиты поверхностей, не подлежащих наращиванию, применяют: цапонлак в смеси с нитроэмалью в соотношении 1:2 (его наносят в несколько слоев при послышной сушке на воздухе); чехлы из полихлорвинилового пластика толщиной 0,3 ... 0,5 мм; различные футляры, втулки, экраны, изготовленные из неэлектропроводных кислотостойких материалов (эбонит, текстолит, винипласт и т. п.).

Окончательное обезжиривание подлежащих наращиванию поверхностей деталей производят путем электрохимической обработки в щелочных растворах следующего состава: едкий натр -10 кг/м³, сода кальцинированная — 25 кг/м³, тринатрийфосфат — 25 кг/м³, эмульгатор ОП-7 3...5 кг/м³. Режим обезжиривания: температура раствора 70...80°C; плотность тока 5... 10 А/дм; длительность процесса 1 ... 2 мин.

После обезжиривания детали промывают в горячей, а затем в холодной воде. Сплошная без разрывов пленка воды на обезжиренной поверхности свидетельствует о хорошем качестве удаления жиров. Активацию (анодную обработку) производят для удаления тончайших окисных пленок с поверхности детали и обеспечения наиболее прочного сцеплений гальванического покрытия с деталью.

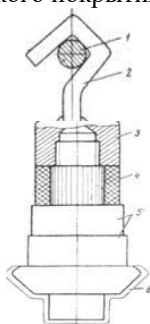


Рис. 10.7. Подвесное приспособление для хромирования шеек под подшипники на ведущей шестерне заднего моста автомобиля I A 5-

53А: 1 - Токоподводящая штанга; 2 - Крючок; 3 - Гайка; 4 - Изоляционная втулка; 5 - Хромируемые поверхности; 6 - Защитный чехол.

Эта операция непосредственно предшествует нанесению покрытия.

При хромировании анодную обработку производят в основном электролите. Детали завешивают в ванну для хромирования и для прогрева выдерживают 1 ...2 мин без тока, а затем подвергают обработке на аноде в течение 30... 45 с при анодной плотности тока 25 ... 35 А/дм. После этого, не вынимая детали из электролита, переключают их на катод и наносят покрытие.

При железнении активацию также производят путем анодной обработки деталей в специальной ванне с 30%-ным водным раствором серной кислоты в течение 2...3 мин, при температуре 18...25°C и анодной плотности тока: для стальных деталей 60...70 А/дм², для чугунных 10... 16 А/дм² и для деталей из алюминиевых сплавов 100... 120 А/дм².

По завершении активации детали, подлежащие железнению, промывают сначала в холодной, а затем в горячей воде при температуре 50 ...60°C, где их одновременно подогревают до температуры, близкой к температуре электролита для железнения. Подогретые детали загружают в ванну для железнения и после выдержки в течение 10... 20 с включают ток. Нарращивание покрытия в начале в течение 2...5 мин ведут при катодной плотности тока 1...5 А/дм², а затем постепенно (в течение 2... 10 мин) повышают плотность тока до величины, установленной режимом.

Обработка деталей после нанесения покрытия включает следующие, операции: нейтрализацию детали от остатков электролита; промывку деталей в холодной и горячей воде; демонтаж деталей с подвесного приспособления и удаление изоляции; сушку деталей; термическую обработку (при необходимости); механическую обработку деталей до требуемого размера.

Этот порядок выполнения заключительных операций сохраняется при нанесении покрытий из любых электролитов, однако конкретные процессы имеют некоторые особенности.

Так, если детали подвергаются хромированию, то их сначала промывают в ванне с дистиллированной водой (для улавливания электролита), а затем в проточной воде, после чего погружают на 0,5...1 мин в 3...5%-ный раствор кальцинированной соды (для нейтрализации остатков электролита) и окончательно промывают в теплой воде. Затем детали снимают с подвесных приспособлений, удаляют с них изо-

ляцию и сушат в сушильном шкафу при температуре 120...130°C. В некоторых случаях для снятия внутренних напряжений в хромовых покрытиях детали проходят термообработку с нагревом до 180...200°C в масляной ванне и выдержкой при этой температуре в течение 1 ... 2ч.

После железнения детали промывают в горячей воде, затем подвергают нейтрализации от остатков электролита в 10%-ном растворе каустической соды при температуре 70 ... 80 °С в течение 5 ... 10 мин, после чего снова промывают в горячей воде и демонтируют с подвесных приспособлений.

3. Хромирование деталей

Из всех гальванических процессов, применяемых в авторемонтном производстве, наиболее широкое применение получило хромирование, которое применяется для компенсации износа деталей, а также в качестве антикоррозионного и декоративного покрытия. Широкое применение хромирования объясняется высокой твердостью ($H_{ц} = 4...12$ ГПа) электролитического хрома и его большой износостойкостью, которая в 2... 3 раза превышает износостойкость закаленной стали 45. Электролитический хром имеет высокую кислотостойкость и теплоустойкость, а также прочно сцепляется почти с любыми металлами.

Наряду с достоинствами процесс хромирования имеет и недостатки, к числу которых следует отнести: сравнительно низкую производительность процесса (не более 0,03мм/ч) из-за малых значений электрохимического эквивалента (0,324 г/А·ч) и выхода металла по току (12 ... 15%); невозможность восстановления деталей с большим износом, так как хромовые покрытия толщиной более 0,3 ... 0,4 мм имеют пониженные механические свойства; относительно высокую стоимость процесса хромирования. В качестве электролита при хромировании применяется водный раствор хромового ангидрида (CrO_3) и серной кислоты. Концентрация хромового ангидрида может изменяться в электролите в пределах 150.. .400 кг/м³. Концентрация серной кислоты должна соответствовать отношению $H_2SO_4: CrO_3 = 1:100$.

В процессе хромирования на катоде происходят восстановление шестивалентного хрома (CrO_3) до трехвалентного (SpO_3), отложение металлического хрома и выделение водорода. На аноде при этом протекают окислительные процессы: окисление трехвалентного хрома до шестивалентного и выделение кислорода.

Состав электролита при эксплуатации ванны хромирования непрерывно изменяется за счет расхода хромового ангидрида на отло-

жение металлического хрома, поэтому его необходимо периодически контролировать и корректировать.

Хромовые покрытия снижают усталостную прочность деталей на 20...30%.

4. Железнение деталей

Железнением называется процесс получения твердых износостойких железных покрытий из горячих хлористых электролитов.

В качестве электролита при железнении применяют водный раствор хлористого железа ($\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), содержащий небольшое количество соляной кислоты (HCl), и некоторые другие компоненты, которые вводятся для повышения прочности сцепления покрытия с деталью (хлористый марганец $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) или для улучшения износостойкости (хлористый никель $\text{NiCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$).

Концентрация хлористого железа в электролите может изменяться в пределах 200 .. 700 кг/м^3 . Электролиты с низкой концентрацией хлористого железа (200... 220 кг/м^3) обеспечивают получение покрытий небольшой толщины (до 0,3...0,4 мм), но с высокой твердостью. Из электролитов высокой концентрации (650...700 кг/м^3 $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) могут быть получены покрытия толщиной 0,8...1 мм и более, однако с меньшей твердостью.

Содержание соляной кислоты в электролите должно быть в пределах 1,2...3 кг/м^3 . При более низком ее содержании снижается выход металла по току, и в электролите образуется гидроокись железа, которая, попадая в покрытие, ухудшает его качество. Повышение кислотности электролита не ухудшает качества покрытия, но снижает выход металла по току.

Наиболее рациональным является электролит средней концентрации, содержащий (400 + 200) кг/м^3 $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, (2 + 0,2) кг/м^3 HCl и (10 + 2) кг/м^3 $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Этот электролит стабилен в работе и почти не требует корректирования состава по содержанию основной соли, обеспечивает получение равномерных покрытий с необходимой твердостью и толщиной, имеет высокий выход металла по току и способствует повышению прочности соединения покрытий с поверхностью детали, так как содержит хлористый марганец.

Процесс нанесения покрытия при железнении производится в стальных ваннах, внутренняя поверхность которых футерована кислотостойким материалом.

Учитывая повышенную агрессивность хлористых электроли-

тов, в качестве футеровки для ванн применяют графитовые плитки, пропитанные смолой, хорошая теплопроводность материала которых позволяет производить нагрев электролита в таких ваннах через водяную рубашку.

Ванны для железнения изготавливают также из фаолита. Этот материал обладает высокой кислотостойкостью, но имеет плохую теплопроводность, поэтому нагрев электролита до требуемой температуры в этом случае производят нагревателями, помещенными в электролит.

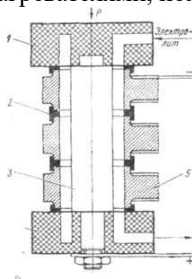


Рис. 10.8. Электролизная ячейка для железнения отверстий в нижней головке шатунов: 1 - Верхняя плита; 2 - Уплотнительные прокладки; 3 - Анод; 4 - Нижняя плита; 5 - Шатуны.

5. Электролитическое и химическое никелирование

Процесс никелирования как способ компенсации износа деталей в ряде случаев может успешно заменить хромирование, особенно при восстановлении деталей, работающих в коррозионной среде. Применяют два способа никелирования: электролитический и химический.

Электролитическое износостойкое никелирование — это процесс получения никель-фосфорных покрытий, содержащих 2 ... 3 % фосфора.

В качестве электролита при этом используют водный раствор, в состав которого входят 175 кг/м^3 сернокислого никеля, 50 кг/м^3 хлористого никеля и 50 кг/м^3 фосфорной кислоты.

Процесс проводится при растворимых никелевых анодах. Режим электролиза: плотность тока $5...40 \text{ А/дм}^2$, температура электролита $75...95^\circ\text{C}$. В зависимости от режима твердость покрытия составляет $\text{Нц} = 3,5 \dots 7,2 \text{ ГПа}$.

Процесс износостойкого электролитического никелирования имеет перед хромированием следующие преимущества: высокий выход металла по току до $90...95\%$; меньший расход электроэнергии; бо-

лее высокую скорость нанесения покрытия (0,24 мм/ч). Износостойкость покрытия достаточно высокая, но она все же уступает износостойкости электролитического хрома.

Никель-фосфорные покрытия после нагрева до 400 °С и выдержки при этой температуре в течение одного часа приобретают более высокую твердость и износостойкость и могут применяться при восстановлении деталей вместо хромирования.

Химическое никелирование. Так называется процесс получения никель-фосфорных покрытий с содержанием фосфора 3... 10% из растворов солей контактным способом без затраты электроэнергии. В состав раствора для химического никелирования входят следующие составляющие: серноокислый никель - 20 кг/м³; гипофосфит натрия - 24 кг/м³; уксуснокислый натрий - 10кг/м³. Покрытие наносят в эмалированной стальной ванне при температуре раствора 90...96°С. Скорость отложения покрытия 0,022...0,024 мм/ч. Раствор используется раз и после нанесения покрытия на детали заменяется новым. Из одного раствора можно получить покрытие толщиной 25...30 мкм. При необходимости получить покрытие большей толщины детали погружают в свежий раствор.

Твердость покрытия составляет — 3,5...4,0 ГПа. Она может быть повышена термической обработкой (нагрев до 350...400°С с выдержкой 1... 1,5 ч) до Нц = 8,0...8,5 ГПа. Покрытие имеет высокую плотность и равномерно по толщине. Химическое никелирование применяют при восстановлении деталей с небольшим износом.

6. Электролитическое натирание

Электролитическое натирание применяют при восстановлении цилиндрических поверхностей деталей, имеющих небольшой износ. Восстанавливаемую деталь, являющуюся катодом, устанавливают в патроне токарного станка или другого устройства, обеспечивающего ее вращение со скоростью 10...20м/мин. Анодом служит графитовый стержень, покрытый адсорбирующим материалом (сукно, стеклянное волокно, хлопчатобумажная ткань и др.). На анод непрерывно подается электролит, который пропитывает адсорбирующий материал. Процесс осуществляется при относительном перемещении анода и катода. В зависимости от применяемого электролита можно наносить покрытия из хрома, цинка, меди, железа и других металлов.

Электролитическое натирание цинком применяют при восстановлении посадочных поверхностей отверстий в корпусных чугунных

деталях. При этом используется электролит следующего состава: сернокислый цинк - 700 кг/м^3 ; борная кислота — 30 кг/м^3 . Процесс натирания начинают при плотности тока $30\text{...}50 \text{ А/дм}^2$, постепенно повышая ее до 200 А/дм^2 . Скорость нанесения покрытия при этом составляет $8\text{...}10 \text{ мкм/мин}$. Прочность сцепления покрытия с чугунной деталью невысокая и не превышает 20 МПа . Электролитическое натирание железом производится с применением хлористого электролита высокой концентрации (до 600 кг/м^3 хлористого железа) при плотности тока 200 А/дм . Покрытие получается с твердостью Нц — $5,8 \text{ ... } 6,0 \text{ ГПа}$.

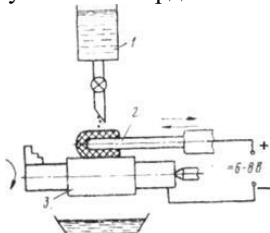


Рис. 10.9. Схема установки для нанесения покрытий электролитическим натиранием: 1 - Бак с электролитом; 2 - Анод; 3 - Деталь.

7. Защитно-декоративные покрытия

Гальванические покрытия широко применяются в авторемонтном производстве для защиты деталей от коррозии и придания им красивого внешнего вида. По роду защитного действия гальванические покрытия подразделяются на анодные и катодные.

В автомобилестроении наибольшее применение нашли многослойные катодные защитно-декоративные покрытия. Наибольшей стойкостью обладают четырехслойные покрытия, которые получают путём последовательного нанесения слоев никеля, меди, никеля и хрома.

Технологический процесс нанесения защитно-декоративных покрытий не отличается от процесса нанесения износостойких покрытий. Однако в процесс подготовки детали к покрытию и обработки ее после покрытия необходимо включить операцию полирования, которая производится войлочными кругами с пастой ГОИ.

Омеднение. Электролитическое омеднение применяют в качестве подслоя при защитно-декоративном никелировании и хромировании, а также для защиты поверхностей детали от цементации.

Наиболее часто при омеднении применяют простой и недорогой сернокислый электролит, состоящий из водного раствора медного купороса ($200\text{...}250 \text{ кг/м}^3$) и серной кислоты ($50\text{...}75 \text{ кг/м}^3$). Нанесение

покрытия производится при использовании растворимых медных анодов при режиме: плотность тока 1... 3 А/дм; температура электролита 18... 20 °С.

Никелирование. Электролитическое никелирование применяют в качестве подслоя при декоративном - хромировании. Электролитом при никелировании служит водный раствор сернокислого никеля, в который вводят различные добавки: сернокислый натрий для увеличения электропроводности, сернокислый магний для получения более светлых покрытий и хлористый натрий или калий для повышения растворимости никелевых анодов. Процесс осуществляется при комнатной температуре электролита и плотности тока 0,5...1 А/дм.

Цинкование в авторемонтном производстве применяется главным образом для защиты от коррозии мелких крепежных деталей. Наибольшее применение при цинковании нашли сернокислые электролиты, в состав которых входят: сернокислый цинк (200...250 кг/м³), сернокислый аммоний (20... 30 кг/м³) сернокислый натрий (50... 100 кг/м³) и декстрин (8 ... 12 кг/м³). Нанесение покрытий производится в специальных вращающихся барабанах или колоколах при комнатной температуре электролита и плотности тока 3...5 А/дм²

Оксидирование стальных деталей производится путем их обработки в горячих щелочных растворах, содержащих окислители. При этом на поверхности деталей образуется оксидная пленка толщиной 0,6...1,5 мкм, которая имеет высокую прочность и надежно защищает металл от коррозии. Оксидированию подвергают нормали и некоторые детали арматуры кузова.

Оксидирование производят в растворе, содержащем 700...800 кг/м³ едкого натра с добавкой в качестве окислителей 200...250 кг/м³ азотнокислого натрия и 50...70 кг/м азотистокислого натрия при температуре раствора 140... 145°С с выдержкой 40...50 мин. После такой обработки детали промывают в воде и для того, чтобы закрыть поры в покрытии, пропитывают в машинном масле при температуре 110... 115°С.

Фосфатирование — это химический процесс создания на поверхности деталей защитных пленок, состоящих из сложных солей фосфора, марганца и железа. Защитная пленка имеет толщину от 8 до 40 мкм, обладает пористостью, имеет небольшую твердость и хорошо прирабатывается.

Фосфатирование производят в 30 ... 35%-ном водном растворе препарата «Мажеф» при температуре 95... 98 °С в течение 30...50 мин. Его применяют в качестве грунта при окраске деталей кузова и для улучшения прирабатываемости деталей.

8. Организация рабочих мест и техника безопасности

Основное оборудование участка гальванических покрытий состоит из ванн для нанесения покрытий и вспомогательных ванн для обезжиривания, травления и промывки деталей. Ванны необходимо устанавливать в строгом соответствии с технологическим процессом. Учитывая, что в авторемонтном производстве применяют несколько различных процессов нанесения покрытий, в целях экономии площади рекомендуется основные ванны устанавливать у стен участка, а вспомогательные — посередине.

Если в качестве источников питания применяют выпрямители, то их следует устанавливать вблизи от ванн — потребителей тока.

Для загрузки и выгрузки деталей, а также для транспортировки от одной ванны к другой обычно применяют электротельферы.

Наиболее вредными для здоровья работающих на гальванических участках, являются электролиты. Большинство кислотных и щелочных электролитов очень токсично и отрицательно действует на дыхательные пути и кожные покровы работающих. Гальванические процессы протекают, как правило, с выделением кислорода и водорода. Выделяющиеся газы увлекают с собой мельчайшие частички электролита и таким образом насыщают воздух в помещении вредными парами.

Учитывая это, при оборудовании гальванических участков особое внимание уделяют вентиляции помещений.

На гальванических участках рекомендуется иметь общую приточно-вытяжную вентиляцию с 8... 10-кратным обменом воздуха в час. Кроме общей вентиляции, каждая ванна с вредными выделениями должна иметь двусторонний бортовой отсос воздуха. Мощность бортовых отсосов определяют исходя из объема воздуха, забираемого с 1 м² поверхности ванны в час. Для ванн хромирования этот показатель должен быть 6000 м³/ч, для железнения 4800, для никелирования 2500, для омеднения 2000, для электролитического обезжиривания 3000 м³/ч.

При работе на гальванических участках необходимо применять резиновую обувь, перчатки и фартуки. В помещении должны устанавливаться фонтанчики с водой для обмывки кожных покровов, на которые может случайно попасть электролит. Полы и стены гальванического участка должны быть покрыты керамической плиткой и ежедневно промываться.

В целях охраны окружающей среды сточные воды после промывки деталей необходимо прежде, чем спускать в канализацию, пропускать через очистные сооружения.

Контрольные вопросы:

1. Из чего получают гальванические покрытия?
2. Что понимают под рассеивающей способностью электролита?
3. Какие операции включает подготовка деталей к нанесению гальванических покрытий?
4. Что называется железнением?
5. Какие способы никелирования применяют?
6. Для чего применяют электролитическое натирание?

Тема 10.4. Электрическая схема электролитической установки. Диаграмма изменения плотности тока при железнении деталей

1. Основы восстановления изношенных деталей

Гальванический способ восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники основан на осаждении металлов путем электролиза водных растворов солей металлов или кислот. На деталь (катод) подводят отрицательный потенциал источника питания. В качестве анода используют пластину из металла, который необходимо нанести на деталь, или пластины из нерастворимого металла, например свинца. К пластинам присоединяют положительный потенциал источника питания.

Массу металла, осаждаемого на катоде, определяют по формуле Фарадея:

$$G = c \cdot I \cdot t, \quad (10.2)$$

где c — электрохимический эквивалент, $г/(А \cdot ч)$, I — сила тока электролиза, A ; t — продолжительность электролиза, $ч$.

Электрохимический эквивалент зависит от вида металла, расходуемого на покрытие, плотности тока, температуры электролита, формы кривой тока электролиза и других параметров.

Детали перед гальваническим наращиванием подвергают специальной обработке. Их шлифуют, промывают, обезжиривают, проправливают в растворах серной, фосфорной или хромовой кислот, снова промывают, а затем подвешивают в электролитических ваннах и подсоединяют к отрицательному электроду источника питания. На

места деталей, не подлежащие наращиванию металла, наносят электроизоляционные материалы.

Для получения качественного наращивания металлов используют различные методы изменения полярности и формы кривой тока электролиза:

автоматическое реверсирование тока, т. е. периодическую смену полярности напряжения на детали с отрицательной на положительную, и наоборот (длительность нахождения детали под отрицательным напряжением — на порядок больше, чем под положительным напряжением);

асимметричный ток, т. е. выпрямленный ток с различным коэффициентом выпрямления.

Процесс осаждения металла разбивается на несколько циклов. После погружения деталей в ванну и подключения электродов через определенную выдержку времени t_0 устанавливают заданные для детали плотности тока прямой (катода j_k) и обратной (анода j_a) полуволны. Через 1 мин плотность тока j_a плавно снижают до нуля. После этого за время t_3 происходит плавное увеличение плотности выпрямленного катодного тока до предельного значения $j_{кп}$. Плотность тока j_k и время t_3 выбирают и корректируют в зависимости от заданных параметров микротвердости, сцепляемости и толщины наращиваемых покрытий, а также температуры, кислотности и концентрации электролитов.

Выдержка деталей без тока продолжительностью $t_0 = 10...60$ с необходима для выравнивания температур электролита и деталей, что обеспечивает лучшую сцепляемость первого слоя покрытия с деталью.

Малая плотность тока (менее 300 А/м^2) и наличие анодного тока в периоды t_1 и t_2 обеспечивает осаждение мягкого подслоя железа с небольшими внутренними напряжениями. Применение асимметричного тока повышает производительность процесса в 2...3.5 раза, улучшает сцепление покрытия с основой и позволяет получать покрытие с заданной микротвердостью.

2. Автоматизация процессов восстановления деталей при ремонте

Частичная автоматизация процесса восстановления деталей может быть достигнута с помощью универсального источника питания, принципиальная электрическая схема которого представлена на рисунке 10.10.

Источник позволяет вести процесс наращивания металла на

однофазном асимметричном и на трехфазном выпрямленном токах с возможностью перехода с одного режима на другой без прерывания тока и с высокой точностью стабилизации и регулирования составляющих тока.

Источник выполнен в виде двух функциональных блоков: силового и управляющего. Силовой блок содержит понижающий трансформатор TV, (10 кВ • А) тиристорный блок ТБ, шунты R1 и R2 в цепях измерения тока. Блок управления имеет катодный КУ и анодный АУ усилители, регуляторы катодного РКТ и анодного РАТ токов, блоки фазоимпульсного управления катодными тиристорами VD1... КДО(БФУК) и анодным тиристором VD4 (БФУА), а также электродный коммутатор ЭК.

Изменяя положение переключателя SA1, при помощи магнитных пускателей KM1...KM3 можно получить три значения выходного напряжения на трансформаторе TV. 6, 12 и 24 В при максимально возможном токе 1200, 600 и 300 А. Амперметр PA1 измеряет значение анодного тока, амперметр PA2— значение постоянной составляющей выпрямленного катодного тока.

В качестве первичного преобразователя силы тока используют сопротивление шунта R2, через который протекают катодные и анодные составляющие тока. Напряжение сигнала с шунта R2 усиливается однополупериодными усилителями КУ и АУ, собранными на отрицательных микросхемах. Усилитель КУ одновременно инвертирует сигнал.

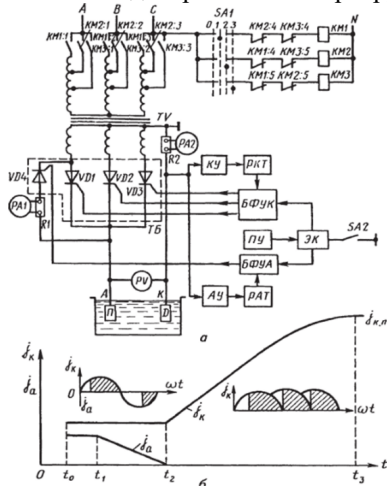


Рис. 10.10. Принципиальная электрическая схема электролитической

установки (а) и диаграмма изменения плотности тока при железнении деталей (б): ТБ — тиристорный блок; ХУ — катодный усилитель; АУ — анодный усилитель; РХТ — регулятор катодного тока; РАТ — регулятор анодного тока; БФУХ — блок фазоимпульсного управления катодными тиристорами; БФУА — блок фазоимпульсного управления анодным тиристором; ЭХ — электродный коммутатор; ПУ — программное устройство.

Блок БФУК поочередно управляет коммутацией тиристоров VD1... VD3, а БФУА — коммутацией тиристора VD4.

На блоке БФУК и БФУА подаются управляющие импульсы от электронного коммутатора ЭК с частотой 1 кГц. При отключенном переключателе SA2 работают тиристоры VD4 и VD1, которые обеспечивают асимметричную форму тока, показанную в левой части рисунка 10.10, б. При включенном SA2 работают тиристоры от VD1...VD3. Они дают пульсирующую форму выпрямленного тока, показанную в правой части рисунка 10.10, б.

Переключая первичную одну обмотку трансформатора, устанавливают заданную плотность тока ($3...6 \text{ кА/м}^2$) на восстанавливаемой детали. При помощи программного механизма ПУ в процессе гальванопокрытий автоматически изменяют угол открытия тиристоров VD1... VD4 в соответствии с временной диаграммой рисунка 10.10, б.

Чередование циклов осаждения металлов также достигается при помощи программного устройства. Оно же обеспечивает управление параметрами режимов обработки: стабилизацию температуры электролита, плотности тока, кислотности растворов, устанавливает продолжительность выдержки деталей в ванне, обеспечивает заданную толщину покрытий. Программное устройство имеет соответствующие регуляторы.

Автоматическое регулирование температуры особенно важно при хромировании, химическом никелировании и железнении. В этих процессах колебания температуры электролита не должны превышать $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Для малых ванн применяют двухпозиционные регуляторы, для больших — регуляторы пропорционально-интегрального действия, которые управляют электрическим обогревателем раствора.

Автоматическое регулирование плотности тока осуществляют посредством изменения угла открытия тиристоров VD1...VD4. Заданное значение плотности тока устанавливается программным устройством ПУ в зависимости от режима электролиза, а фактическое — измеряется и определяется по значению падения напряжения на шунтах

— резисторов R1 и R2. Фактическое значение тока доводится до заданного при помощи выпрямителей КУ и АУ, регуляторов тока РКТ и РАТ и блоков управления БФУК и БФУА тиристорами.

Автоматическое регулирование кислотности обеспечивает получение качественных осадков металла на деталях. Измеряют кислотность рН-метрами, а корректируют ее путем добавления в электролит щелочи или кислоты.

Автоматическое регулирование заданной толщины покрытия осуществляется либо при помощи счетчика энергии, либо при помощи программного реле времени.

Гальванические цеха оборудуют поточными линиями, в которых обрабатываемые детали транспортируются по определенной программе. Программой предусматривается необходимая последовательность перемещения и продолжительность выдержки деталей в ваннах при обезжиривании, промывке, протравливании, гальванопокрытии, сушке и других операциях. С этой целью гальванические поточные линии оснащают манипуляторами и автооператорами, которые перемещают детали из одной ванны в другую в соответствии с заданным технологическим процессом.

Автоматизация гальванических процессов повышает качество покрытий, снижает стоимость обработки, трудоемкость работ и расход химикатов, улучшает условия труда, ускоряет процесс ремонта.

Контрольные вопросы:

1. На чем основан гальванический способ восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники?
2. От чего зависит электрохимический эквивалент?
3. Какие используют методы изменения полярности и формы кривой тока электролиза для получения качественного наращивания металлов?
4. Какой принцип работы принципиальной электрической схемы электролитической установки?
5. Чем оборудуют гальванические цеха?

Тема 10.5. Автоматизация обкатки автотракторных двигателей. Автоматизация управления параметрами режимов обкатки

1. Общие сведения

Обкатка машин, агрегатов, узлов – это специальная технологическая операция, задача которой состоит в том, чтобы при определенных, специально установленных, минимальных во времени режимах подготовить машину, агрегат к восприятию эксплуатационных нагрузок, устранить мелкие неисправности, удалить продукты износа, интенсивно выделяющийся во время приработки трущихся пар с целью последующей надежной работы машины.

Особенность обкатки состоит в том, что она связывает ремонт эксплуатацию, являясь завершающей ремонтной операцией и начальной операцией использования изделия.

В период обкатки происходит приработка деталей, то есть интенсивное разрушение шероховатостей трущихся поверхностей в результате металлических и молекулярных связей и механического зацепления мельчайших частиц поверхностей трения.

В процессе приработки сопряжений происходит трансформация поверхностного слоя: изменяются величина и направленность микропрофиля, уменьшаются макрогеометрические отклонения формы. Увеличиваются зазоры, ослабляются натяги, изменяются микротвердость, структура поверхностного слоя. Приработка сопряжений завершается при стабилизации указанных и других характеристик.

Происходящая в процессе приработки пластическая реформация сопровождается упрочнением – повышением износостойкости поверхностей трения.

Никакими видами технологической и химико-термической обработки нельзя создать такое состояние поверхностей трения, какое обеспечивается приработкой.

В процессе приработки происходит два одновременных процесса – макро- и микроприработка, причем продолжительность первой значительно больше, чем второй. По мере приработки происходит увеличение площади прилегания и уменьшение скорости износа поверхностей трения. Исходные макро- и микрогеометрия определяют время приработки и начальный износ. Не только более грубая, но и более чистая обработка ухудшает процесс приработки. При этом независимо от первоначальной шероховатости для одного и того же нагрузочно-

скоростного режима работы устанавливается определенная шероховатость в сопряжении.

Однако продолжительность и качество приработки сопрягаемых деталей зависят от исходных значений чистоты рабочих поверхностей и микротвердостей. Приработка сопряжений с низкими исходными значениями шероховатостей деталей является наиболее продолжительной и сопровождается большой интенсивностью изнашивания, как за счет механического взаимодействия, так и за счет пластической деформации.

Приработка таких деталей с высокой исходной чистотой поверхностей менее продолжительна и протекает с меньшей интенсивностью изнашивания.

Отсюда следует вывод: значения исходных шероховатостей сопрягаемых деталей перед обкаткой агрегатов должны быть по возможности близкими к их микронеровностям после приработки.

Например, исходная оптимальная шероховатость рабочей поверхности юбки поршня перед сборкой двигателя должна находиться в пределах $R_a = 0,35 \dots 0,75$ мкм; компрессионных поршневых колец – $R_a = 0,15 \dots 0,45$ мкм; цилиндров – $R_a = 0,2 \dots 0,3$ мкм.

Общепринятым при назначении режимов обкатки агрегатов считается постепенное наращивание скоростей и удельных нагрузок на детали прирабатываемых сопряжений.

Приработка на одном нагрузочно-скоростном режиме не подготавливает сопряжение к восприятию эксплуатационных нагрузок и скоростей. Получаемая при этом микрогеометрия поверхностей трения будет соответствовать только этому режиму нагружения и при изменении его (режима) будет изменяться и микрогеометрия трущихся поверхностей деталей. Поэтому приработку сопряжений надо вести при переменном режиме, получаемом изменением нагрузки и скорости передвижения трущихся поверхностей относительно друг друга.

Начинать приработку надо с минимальных значений нагрузок и скоростей на детали агрегата, указанных в технических условиях, и доводить их до максимальных постепенно, ступенями.

Приработка поверхностей трения должна протекать в смазочной среде при наличии масляной пленки между сопрягаемыми деталями. Минимальная толщина t масляной пленки зависит от высоты микронеровностей обеих трущихся поверхностей h_T , диаметра абразивных частиц d , деформации деталей за счет силовых и тепловых воздействий h_d . На толщину масляной пленки и на процесс приработки оказывает влияние также качество смазки (вязкость масла, его состав, маслянистость и т.д.), температура и давление подачи масла.

Масло, применяемое для обкатки, должно не только обладать хорошей смазывающей способностью, но и хорошо охлаждать трущиеся поверхности, вымывать загрязнения.

Маловязкие масла в достаточном количестве проникают в зазоры между поверхностями трения, поэтому хорошо охлаждают их и вымывают загрязнения из зон трения. Однако из-за их низкой несущей способности создаются предпосылки для возникновения задиров.

С увеличением вязкости масел толщина масляной пленки становится больше и вероятность задиров уменьшается, но хуже отводятся тепло и загрязнения. Для двигателей внутреннего сгорания рациональная вязкость приработочных масел должна быть 6...8 с Ст.

Двигатель внутреннего сгорания обкатывают на электротормозных стендах: КИ-598Б, КИ-2118А, КИ-2139А, КИ-13532 и др.

По окончании обкатки проводят контрольный осмотр и устраняют неисправности.

2. Режимы обкатки автотракторных двигателей

Обкатка — завершающая операция при ремонте двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Обкатка обеспечивает приработку взаимно трущихся поверхностей деталей. В процессе обкатки выявляются и устраняются дефекты, снижающие надежность ДВС при эксплуатации.

На мотороремонтных предприятиях применяют комбинированную тройную обкатку: холодную, горячую холостую и горячую под нагрузкой.

При холодной обкатке неработающий ДВС прокручивают от электродвигателя на малых оборотах: начиная примерно с 500 мин⁻¹ и заканчивая при 1000...1400 мин⁻¹. При горячей холостой обработке ДВС работает на холостом ходу. Холостая обкатка начинается с окончания холодной, когда ДВС надежно запускается, и заканчивается при 1400... 1800 мин⁻¹. Электродвигатель в этом режиме отключен.

При горячей обкатке под нагрузкой ДВС работает как первичный двигатель, вращающий тормоз или тот же электродвигатель. При этом электродвигатель переводится в режим генератора. Вырабатываемая им электроэнергия поступает в общую электросеть. Нагружают ДВС постепенно, начиная с 1600...1800 мин⁻¹. Нагрузка изменяется ступенями от 10...20 % до 85... 100 % номинальной мощности обкатываемого ДВС. После обкатки на этом же стенде ДВС подвергают испытанию для выявления надежности его работы и определения основных технико-экономических показателей.

Контрольные вопросы:

1. Что называется обкаткой машин, агрегатов, узлов?
2. В чем состоит особенность обкатки?
3. Что считается общепринятым при назначении режимов обкатки агрегатов?
4. Что называется обкаткой?

Тема 10.6. Принципиальная электрическая схема автоматизации стенда обкатки. Обкатка двигателей

1. Указание мер безопасности

Общие указания.

Стенд должен эксплуатироваться в соответствии с требованиями «Правил техники безопасности и производственной санитарии для ремонтных предприятий системы «Союзсельхозтехника», утвержденных В/О «Союзсельхозтехника» 11.08.69 г. и «Правил безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Госэлектронадзором 12.04.69 г.

Запрещаются работы по монтажу, ремонту или техническому обслуживанию составных частей и электрооборудования стенда без полного отключения его от питающей сети. Непосредственно после отключения необходимо проверить отсутствие напряжения.

Меры безопасности при подготовке к работе.

Перед началом работы необходимо проверить:

- а) крепление всех составных частей и деталей;
- б) наличие, исправность и крепление защитных ограждений и заземляющих проводов;
- в) исправность подъемных механизмов, схваток и других приспособлений;
- г) убедиться в достаточности освещения рабочего места и путей транспортировки двигателей.

Меры безопасности во время работы.

При установке Двигателя на стенд необходимо следить за надежным креплением диска к маховику.

Соединить карданный вал стенда с диском маховика и зафиксировать это Положение.

Необходимо следить за плотным соединением выхлопных коллекторов с отводящими патрубками системы отсоса выхлопных газов и исправностью вытяжных устройств.

Запрещается производить обкатку и испытание двигателя при наличии течи в соединениях трубопроводов горючего, смазочного масла и охлаждающей воды.

При обкатке и испытании двигателей запрещается:

— подтягивать гайки шпилек крепления головки блока на работающем двигателе;

— производить регулировку клапанного механизма на работающем двигателе;

— отсоединять трубопроводы горюче-смазочных материалов и охлаждающей воды;

- сливать горюче-смазочные материалы и охлаждающую жидкость на пол.

Запрещается работа на стенде при открытом кожухе ограждения карданного вала и снятом кожухе реостата.

Запрещается сообщать ротору электромашины частоту вращения, превышающую 3000 об/мин, так как это может привести к аварии.

При торможении обкатываемого двигателя нагрузка не должна превышать 50 кг по показанию стрелки силоизмерительного механизма. Кратковременная нагрузка (не более 10 минут) не должна превышать 60 кг.

Не рекомендуется останавливать стенд непосредственным выключением его из сети под нагрузкой. Сначала следует вывести электроды реостата из раствора (снять нагрузку с обкатываемого двигателя), а затем отключить электромашину.

Запускать двигатель внутреннего сгорания на стенде следует при скорости вращения не выше 700 об/мин по электротаксметру.

После перевода двигателя на газ, если предполагается его обкатка без нагрузки, электромашину необходимо отключить нажатием на кнопку стоп».

Не допускается резкое изменение частоты вращения коленчатого вала двигателя, обкатываемого на газу с нагрузкой. При остановке двигателя необходимо плавно снижать частоту вращения коленчатого вала.

Меры безопасности по окончании работы и при техническом обслуживании стенда.

После остановки двигателя необходимо слить масло из картера в специальную посуду и отсоединить шланги и трубопроводы от двигателя, осторожно вывернуть термометр сопротивления из картера.

По окончании каждой смены следует обесточить стенд с помощью блока предохранитель-выключателя F1, закрыть кран от верхнего бачка с топливом и поставить трехходовой кран в положение «закрыто».

При длительных перерывах в работе (более одного дня) необходимо слить топливо из стеклянного сосуда и из всех топливопроводов.

Необходимо периодически доливать воду в реостат, чтобы уровень был не ниже 100 мм от верхнего края бака. При долине воды стенд должен быть отключен от сети.

Периодически, не реже одного раза в месяц, нужно открыть кожух подшипникового щита электромашин и продуть сжатым воздухом контактные кольца, щетки и щеткодержатели для удаления меднографитовой пыли.

Запрещается включать стенд при отсоединенном вале от испытуемого двигателя и без защитного ограждения.

Соблюдать осторожность при промывке бака реостата и электродов, т. к. пары кальцинированной соды вызывают ожоги лица и слизистой оболочки.

Меры пожарной безопасности.

Емкости для хранения горюче-смазочных материалов должны находиться за пределами испытательной станции.

В испытательной станции должно быть противопожарное оборудование согласно нормам пожарной безопасности.

Лица, обслуживающие стенд, обязаны знать расположение противопожарного оборудования и уметь им пользоваться.

Хранить использованный обтирочный материал допускается только в металлических ящиках с плотно закрывающимися крышками.

На испытательной станции запрещается пользоваться открытым огнем, курить и производить сварочные работы.

Лица, обслуживающие стенд, должны знать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» в объеме не ниже IV квалификационной группы, должны пройти инструктаж по общим правилам техники безопасности, инструктаж на рабочем месте, а также овладеть практическими навыками безопасного выполнения работ на стенде.

2. Автоматизация обкаточных стендов

Для обкатки ДВС используют стенды ГОСНИТИ с асинхронными электродвигателями мощностью 4,5...160 кВт и частотой вращения 750...1500 мин⁻¹. Электродвигатели используют с контактными кольцами в цепи ротора, к которым присоединяют жидкостные реостаты. Изменяя глубину погружения электродов в жидкость, регулируют частоту вращения.

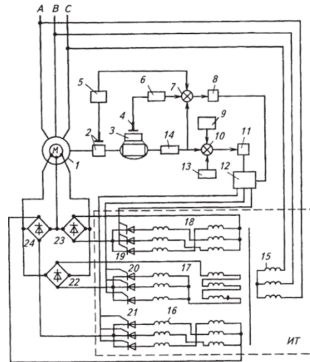


Рис. 10.11. Принципиальная электрическая схема обкаточно-испытательного стенда с АВК: 1—электродвигатель; 2—датчик крутящего момента; 3—двигатель внутреннего сгорания; 4—датчик скорости изменения температуры масла; 5, 6, 8 и 11—усилители-преобразователи; 7 и 10—элементы сравнения; 9—датчик программы обкатки; 12—блок фазоимпульсного управления; 13—датчик крутящего момента; 14—тахометр; 15—первичная обмотка трансформатора; 16, 17 и 18—секционированные вторичные обмотки трансформатора; 19, 20 и 21—вентили инвертора тока; 22, 23 и 24—мостовые схемы

Неширокий диапазон регулирования частоты вращения и самопроизвольное ее отклонение из-за изменения сопротивления реостата при электроразогреве жидкости — существенные недостатки этих стендов.

Более перспективным является использование автоматических обкаточно-испытательных стендов с асинхронно-вентильным каскадом (АВК) (рис. 10.11) мощностью выше 60 кВт. Стенд содержит кинематически соединенный с валом обкатываемого двигателя 3 асинхронный электродвигатель 1 с фазным ротором. Токи обмоток ротора выпрямляются мостовыми схемами 22, 23 и 24, инвертируются трехфазным инвертором тока ИТ и через согласующий трансформатор 15 направляются в сеть. Благодаря наличию АВК в сеть возвращается (рекуперируется) до 80% забираемой стендом энергии.

Для автоматического управления режимами обкатки стенд оборудован соответствующими приборами.

Вторичные обмотки 16 и 18 соединены по схеме «зигзаг», а обмотка 17— по схеме «звезда» с дополнительной обмоткой, соеди-

ненной в «открытый треугольник». Это улучшает форму кривой напряжения на обмотке 15 и улучшает согласование параллельной работы инвертора ИТ с сетью.

Задатчиками 9 и 13 задаются временные программы нарастания частоты вращения и тормозного момента при обкатке двигателя с учетом температуры нагрева масла. В органах сравнения 10 и 7 происходит сравнение фактических величин частоты и момента вращения с заданными значениями. При помощи усилителей 8, 11, блока управления 12 и инвертора тока ИТ происходит обработка заданной программы обкатки.

Переход с одного режима на следующий происходит автоматически от датчика 4 скорости изменения температуры масла. Как только температура масла в системе смазки прекращает свой рост, то при холодной обкатке увеличивается на ступень частота вращения, а при горячей — тормозной крутящий момент. При новой стабилизации температуры вырабатывается сигнал для перехода на последующую ступень обкатки.

На крупных моторостроительных и мотороремонтных предприятиях обкаточно-испытательные стенды имеют программное управление по трем-пяти независимым параметрам, а также компьютерный контроль и обработку технико-эксплуатационных параметров ДВС при обкатке.

Контрольные вопросы:

1. Что необходимо проверить перед началом работы на стенде?
2. Что запрещается при обкатке и испытании двигателей?
3. Что необходимо сделать по окончании каждой смены?
4. Какое устройство принципиальной электрической схемы обкаточно-испытательного стенда с АВК?

Раздел 11. Автоматизированные системы управления и контроля

Тема 11.1. Система централизованного контроля. Принципы централизованного контроля

1. Классификация систем управления

Понятие «автоматизированная система» было введено в СССР в 60–70-е гг. прошлого столетия для того, чтобы отличать системы

управления, в которых использовались ЭВМ, от автоматических систем, в которых управление производилось на базе традиционных регуляторов без средств вычислительной техники. За прошедшие десятилетия вычислительная техника получила широкое распространение в промышленности и современные автоматические системы, равно как и автоматизированные, строятся с применением ЭВМ.

Чисто автоматическая система отличается от автоматизированной тем, что она функционирует без участия человека. Управление с помощью автоматизированных систем основывается на взаимодействии человека с ЭВМ.

Автоматизированные системы управления подразделяются на автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) и автоматизированные системы управления предприятиями (АСУП).

Под АСУ ТП понимается человеко-машинная система, которая обеспечивает с помощью средств вычислительной техники сбор, обработку информации и на ее основе выработку и реализацию управляющих воздействий на технологический объект управления в соответствии с принятым критерием регулирования.

Автоматизированная система управления предприятием – это АСУ, предназначенная для решения на основе применения экономико-математических методов и средств вычислительной техники задач управления организационно-управленческой и производственно-хозяйственной деятельностью предприятия, производственного объединения, отрасли хозяйства, хозяйства страны в целом.

Органичное объединение АСУП и АСУ ТП с целью повышения общей технологической и экономической эффективности предприятия представляет собой интегрированную АСУ (ИАСУ). Одни и те же средства вычислительной техники могут служить для решения задач как АСУП, так и АСУ ТП.

Исторически сложилось так, что в энергетике под АСУ ТП понимают автоматизацию процессов выработки электрической и тепловой энергии на электростанциях. Задачи управления графиками вырабатываемой электростанциями энергией, ее перетоками по ЛЭП (в том числе межсистемными) и распределением между потребителями решаются системами, называемыми автоматизированными системами диспетчерского управления (АСДУ).

Системы, управляющие энергохозяйством на промышленных предприятиях, называются автоматизированными системами управления энергообеспечением (АСУЭ). С их помощью решаются задачи эко-

номичного потребления всех видов энергоресурсов: электричества, пара, воды, газа, сжатого воздуха и др. АСУЭ представляет собой составную часть АСУ всего предприятия, которая управляет процессом его основного профильного производства.

Автоматизированные системы управления позволяют решить задачу автоматизации управления в целом всего объекта с учетом взаимных связей между разными контурами управления. Сложность, недостаточная изученность объекта и взаимных связей не дают возможность полно и точно формализовать выполняемые АСУ ТП функции. Поэтому одной из основных отличительных черт АСУ ТП является, наряду с наличием ЭВМ, присутствие человека-оператора.

Роль человека в АСУ ТП весьма значительна. По мере развития и совершенствования АСУ может превратиться в чисто автоматическую без участия человека. Однако в то же время будут возникать новые АСУ, вызываемые необходимостью управлять вновь появляющимися сложными, недостаточно изученными технологическими процессами. В АСУ ТП воздействие на объект управления осуществляется, как правило, в реальном масштабе времени, т. е. в том же темпе, что и протекающие в объекте технологические процессы.

2. Централизованные системы управления

Для достижения максимальной эффективности функционирования предприятию в целом необходимо получать оперативную информацию о технологических переменных всех ТУ и иметь возможность управлять ими с одного командного пункта. Эти требования реализуются в централизованных системах контроля и управления (рис. 11.1).

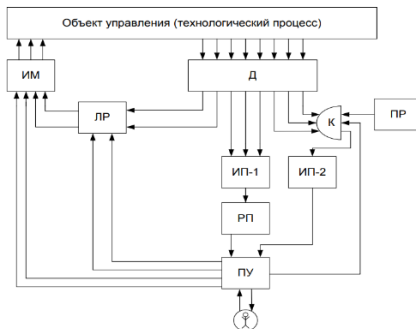


Рис. 11.1. Схема централизованной системы управления.

Централизованные системы собирают информацию о технологических переменных производственного процесса и представляют ее в виде, удобном для человека-оператора. Так как сложный производственный процесс характеризуется большим числом переменных, оператору трудно составить представление о ходе процесса по показаниям множества приборов-индикаторов. Поэтому все контролируемые переменные делят на четыре группы:

- переменные, значения которых измеряются постоянно с большой частотой опроса и отображаются на пункте управления;
- переменные, значения которых измеряются и отображаются через достаточно длительные интервалы времени;
- переменные, измеренные значения которых не отображаются, а осуществляется только сигнализация отклонения их значений от заданных или выход за интервалы допустимых значений;
- переменные, значения которых могут быть измерены по вызову оператора.

Такое деление производится с учетом важности измерений тех или иных переменных для эффективности и надежности работы предприятия. Структура системы централизованного контроля и управления строится в соответствии с этим делением. Переменные технологического процесса измеряются датчиками информации. Часть сигналов о переменных передается на локальные регуляторы (ЛР), которые воздействуют на процесс через ИМ. Результаты измерений, которые требуется контролировать постоянно, поступают на группу индикаторных приборов и регистраторов ИП1. Результаты измерений остальных переменных подаются на коммутатор (К). Управление коммутатором осуществляется либо программным устройством (ПП), которое через заданные интервалы времени последовательно подключает к индикаторному прибору ИП2 сигналы датчиков, либо оператором с центрального ПУ.

Оператор имеет возможность дистанционно с ПУ изменять заданные значения (уставки) локальных регуляторов, а также дистанционно напрямую воздействовать на технологический процесс через исполнительные механизмы.

Центральный пункт управления обычно оборудуется устройствами оперативной связи с технологическими участками, по которой оператор может передавать указания об изменении значений переменных процесса или включении (отключении) коммутационных и запорных аппаратов, если у оператора нет средств, чтобы осуществить это дистанционно. Оперативная связь служит также для получения допол-

нительной информации и координации действий различных производственных служб.

Централизованный пункт управления строится обычно по щитовому принципу. Все основные средства отображения информации располагаются на приборных щитах и пультах в виде мнемосхем, показывающих и регистрирующих приборов, световых и звуковых сигнализаторов. Средства отображения стремятся расположить так, чтобы облегчить оператору восприятие информации.

Таким образом, системы централизованного контроля и управления выполняют следующие функции:

- непрерывно либо с заданной периодичностью измеряют текущие переменные технологического процесса и проверяют соответствие их значений заданным, а в случае отклонений, превышающих установленные величины, подают сигнал оператору;
- измеряют переменные по вызову оператора;
- регистрируют параметры процесса;
- сигнализируют об аварийных изменениях переменных;
- позволяют оператору дистанционно изменять уставки локальных регуляторов;
- обеспечивают оперативную связь между центральным пунктом управления и технологическими участками.

Локальные регуляторы стабилизируют или программно изменяют значения соответствующих технологических переменных. Рациональный технологический режим и управляющее воздействие для его поддержания определяет человек-оператор.

Автоматизированные системы управления технологическими процессами отличаются от систем централизованного контроля и управления наличием ЭВМ, что позволяет им выполнять дополнительно следующие функции:

- определять оптимальный технологический режим, удовлетворяющий выбранному критерию;
- формировать и реализовывать управляющие воздействия, обеспечивающее ведение оптимального режима;
- корректировать математическую модель объекта при изменениях состояния объекта;
- рассчитывать и регистрировать текущие и агрегированные (обобщенные) технологические и экономические показатели;
- оперативно распределять материальные потоки и энергию между технологическими агрегатами и участками;
- оперативно распределять ремонтные средства;

- оперативно корректировать суточные и сменные плановые задания по выпуску продукции цехами и участками предприятия;
- оперативно выявлять аварийные ситуации и выработать оптимальную стратегию их ликвидации.

Наличие ЭВМ в системе управления дает возможность оперативно реализовывать следующие первичные методы обработки входных данных, позволяющие наиболее эффективно решать указанные выше задачи управления объектом, а именно:

- контроль достоверности измерений и сигнализации включенного / отключенного положений коммутационной и запорной аппаратуры;
- линеаризацию и масштабирование измеряемых технологических переменных;
- сглаживание, прогнозирование и статистическую оценку измеряемых технологических переменных.

Кроме того, АСУ ТП выполняет вспомогательные функции, например, контроль за исправностью функционирования технологических средств самой АСУ ТП, т. е. решает внутрисистемные задачи.

Бурный прогресс средств вычислительной техники привел к появлению «интеллектуальных» датчиков информации, в которых встраиваемые микропроцессоры осуществляют частично первичную обработку входных данных. Возникают гибридные иерархические системы управления, включающие элементы децентрализации и централизации. Обработка информации с помощью ЭВМ в них может производиться на всех уровнях иерархии.

Контрольные вопросы:

1. На что подразделяют автоматизированные системы управления?
2. Что понимается под автоматизированной системой управления технологическими процессами?
3. Какие функции выполняют системы централизованного контроля и управления?
4. Что дает наличие ЭВМ в системе управления?

Тема 11.2. Общие сведения о системе централизованного контроля и автоматического управления

1. Децентрализованные и централизованные системы управления

Системы управления различаются степенью автоматизации функций измерения, контроля и управления. Наиболее простой структурной организацией являются одноуровневые децентрализованные системы (рис. 11.2).

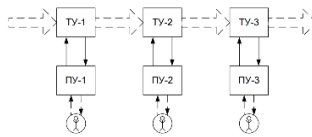


Рис. 11.2. Схема децентрализованной системы управления

В децентрализованных системах каждый технологический участок, агрегат (ТУ) снабжается индивидуальным пунктом управления (ПУ). Последний оснащается либо индикаторными и регистрирующими приборами (автоматический контроль и индикация), либо регуляторами технологических процессов, которые называются локальными системами регулирования. В тех случаях, когда часть переменных объекта требуется регулировать, а другую часть достаточно контролировать, ПУ оснащаются как индикаторными приборами, так и регуляторами. На ПУ также располагаются аппаратура включения и отключения оборудования, устройства релейной защиты и противоаварийной автоматики. Такие ПУ размещаются обычно рядом с объектом управления и обслуживаются либо постоянным оператором, либо оператором-обходчиком.

На современных предприятиях полностью децентрализованные системы управления встречаются нечасто. Объясняется это тем, что управление каждого ТУ в таких системах производится изолированно без учета состояния других ТУ.

Для достижения максимальной эффективности функционирования предприятию в целом необходимо получать оперативную информацию о технологических переменных всех ТУ и иметь возможность управлять ими с одного командного пункта. Эти требования реализуются в централизованных системах контроля и управления (рис. 11.3)

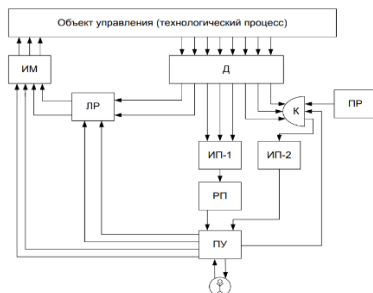


Рис. 11.3. Схема централизованной системы управления

Централизованные системы собирают информацию о технологических переменных производственного процесса и представляют ее в виде, удобном для человека-оператора. Так как сложный производственный процесс характеризуется большим числом переменных, оператору трудно составить представление о ходе процесса по показаниям множества приборов-индикаторов. Поэтому все контролируемые переменные делят на четыре группы:

- переменные, значения которых измеряются постоянно с большой частотой опроса и отображаются на пункте управления;
- переменные, значения которых измеряются и отображаются через достаточно длительные интервалы времени;
- переменные, измеренные значения которых не отображаются, а осуществляется только сигнализация отклонения их значений от заданных или выход за интервалы допустимых значений;
- переменные, значения которых могут быть измерены по вызову оператора.

Такое деление производится с учетом важности измерений тех или иных переменных для эффективности и надежности работы предприятия. Структура системы централизованного контроля и управления строится в соответствии с этим делением. Переменные технологического процесса измеряются датчиками информации. Часть сигналов о переменных передается на локальные регуляторы (ЛР), которые воздействуют на процесс через ИМ. Результаты измерений, которые требуется контролировать постоянно, поступают на группу индикаторных приборов и регистраторов ИП1. Результаты измерений остальных переменных подаются на коммутатор (К). Управление коммутатором осуществляется либо программным устройством (ПР), которое через заданные интервалы времени последовательно подключает к индика-

торному прибору ИП2 сигналы датчиков, либо оператором с центрального ПУ.

Оператор имеет возможность дистанционно с ПУ изменять заданные значения (уставки) локальных регуляторов, а также дистанционно напрямую воздействовать на технологический процесс через исполнительные механизмы.

Центральный пункт управления обычно оборудуется устройствами оперативной связи с технологическими участками, по которой оператор может передавать указания об изменении значений переменных процесса или включения (отключения) коммутационных и запорных аппаратов, если у оператора нет средств, чтобы осуществить это дистанционно. Оперативная связь служит также для получения дополнительной информации и координации действий различных производственных служб.

Централизованный пункт управления строится обычно по щитовому принципу. Все основные средства отображения информации располагаются на приборных щитах и пультах в виде мнемосхем, показывающих и регистрирующих приборов, световых и звуковых сигнализаторов. Средства отображения стремятся расположить так, чтобы облегчить оператору восприятие информации.

Таким образом, системы централизованного контроля и управления выполняют следующие функции:

- непрерывно либо с заданной периодичностью измеряют текущие переменные технологического процесса и проверяют соответствие их значений заданным, а в случае отклонений, превышающих установленные величины, подают сигнал оператору;
- измеряют переменные по вызову оператора;
- регистрируют параметры процесса;
- сигнализируют об аварийных изменениях переменных;
- позволяют оператору дистанционно изменять уставки локальных регуляторов;
- обеспечивают оперативную связь между центральным пунктом управления и технологическими участками.

Локальные регуляторы стабилизируют или программно изменяют значения соответствующих технологических переменных. Рациональный технологический режим и управляющее воздействие для его поддержания определяет человек-оператор.

Автоматизированные системы управления технологическими процессами отличаются от систем централизованного контроля и управления наличием ЭВМ, что позволяет им выполнять дополнительно следующие функции:

- определять оптимальный технологический режим, удовлетворяющий выбранному критерию;
- формировать и реализовывать управляющие воздействия, обеспечивающее ведение оптимального режима;
- корректировать математическую модель объекта при изменениях состояния объекта;
- рассчитывать и регистрировать текущие и агрегированные (обобщенные) технологические и экономические показатели;
- оперативно распределять материальные потоки и энергию между технологическими агрегатами и участками;
- оперативно распределять ремонтные средства;
- оперативно корректировать суточные и сменные плановые задания по выпуску продукции цехами и участками предприятия;
- оперативно выявлять аварийные ситуации и вырабатывать оптимальную стратегию их ликвидации.

Наличие ЭВМ в системе управления дает возможность оперативно реализовывать следующие первичные методы обработки входных данных, позволяющие наиболее эффективно решать указанные выше задачи управления объектом, а именно:

- контроль достоверности измерений и сигнализации включенного / отключенного положений коммутационной и запорной аппаратуры;
- линеаризацию и масштабирование измеряемых технологических переменных;
- сглаживание, прогнозирование и статистическую оценку измеряемых технологических переменных.

Кроме того, АСУ ТП выполняет вспомогательные функции, например, контроль за исправностью функционирования технологических средств самой АСУ ТП, т. е. решает внутрисистемные задачи.

Бурный прогресс средств вычислительной техники привел к появлению «интеллектуальных» датчиков информации, в которых встраиваемые микропроцессоры осуществляют частично первичную обработку входных данных. Возникают гибридные иерархические системы управления, включающие элементы децентрализации и централизации. Обработка информации с помощью ЭВМ в них может производиться на всех уровнях иерархии.

Контрольные вопросы:

1. На какие четыре группы делят все контролируемые переменные?

2. Какие функции выполняют системы централизованного контроля и управления?
3. Что дает наличие ЭВМ в системе управления?
4. К чему привел бурный прогресс средств вычислительной техники?

Тема 11.3. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Системы централизованного и автоматического управления

1. Общие сведения об управлении технологическими процессами

Вначале задачу управления технологическим процессом на производстве почти полностью вручную решал человек-оператор. Он подавал определенное количество материала и энергии, одновременно на глаз оценивал ход процесса, при необходимости корректировал его и устанавливал момент завершения процесса. Операции измерения, контроля и выработки управляющих воздействий на объект основывались преимущественно на восприятии, интуиции и опыте человека-оператора.

По мере усложнения производства требовалось более развитое и точное управление, чему препятствовала ограниченность способностей человека, невозможность на глаз и на ощупь отслеживать процесс производства. Переход от ручного контроля и управления к автоматическому происходил в несколько этапов. Первой функцией управления, подвергшейся автоматизации, было измерение. Датчик информации (измерительный прибор) (Д) с индикатором (И) заменил органы чувств человека, обеспечил быстрые и достаточно точные измерения (рис. 11.4).

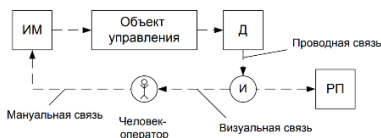


Рис. 11.4. Схема автоматической индикации

К индикатору можно подключить регистрирующий прибор (РП), записывающий динамику изменения значений измеряемых технологических переменных. Эти данные могут использоваться для ана-

лиза хода технологического процесса, а записанная регистратором диаграмма часто служит отчетным документом. Человек-оператор подает вручную (мануальная связь) управляющие команды на исполнительные механизмы (ИМ), руководствуясь информацией, поступающей от индикатора (визуальная связь).

Небольшое механическое усовершенствование позволило перейти от автоматической индикации к автоматическому контролю, более удобному для работы человека оператора (рис. 11.5).

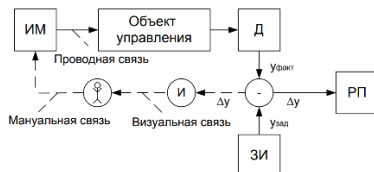


Рис. 11.5. Схема автоматического контроля

При автоматическом контроле оператор получает информацию об отклонениях технологических переменных $\Delta Y = Y_{\text{факт}} - Y_{\text{зад}}$, определяемых в блоке сравнения фактического $Y_{\text{факт}}$ и заданного (требуемого) $Y_{\text{зад}}$ значений контролируемой переменной. Последнее формируется и запоминается с помощью задатчика информации (ЗИ).

Древнегреческий механик и математик Герон Александрийский изобрел в I в. н.э. в Египте регулятор паровой машины для автоматического открывания дверей пирамид. Однако в Египте, большинство населения которого составляли рабы, т. е. дешевая рабочая сила, это изобретение не получило признания.

В процессе промышленной революции в Европе по мере усложнения промышленных процессов, увеличения единичной мощности оборудования, использования форсированных режимов работы с повышенными скоростями, большими давлениями и температурами, с увеличением числа контролируемых переменных и усилением взаимных связей между отдельными звеньями производственных объектов возникла острая необходимость в создании и применении автоматических регуляторов.

Одним из первых используемых в промышленности стал регулятор Д. Уатта (вторая половина XVIII в.), служивший для поддержания постоянного числа оборотов вала паровой машины. Измерительным устройством являются грузики, укрепленные на втулке, вращающейся с числом оборотов, пропорциональным числу оборотов паровой машины (рис. 11.6). Угол отклонения α грузиков под действием цен-

тробежной силы изменяется в зависимости от числа оборотов. Отклонение передается к задвижке, изменяющей давление пара, подаваемого в машину

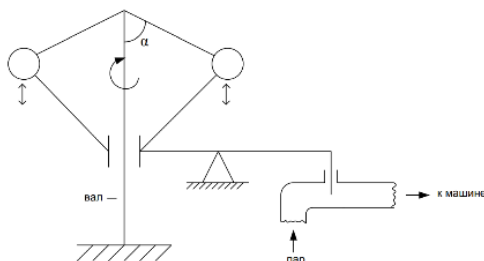


Рис. 11.6. Схема регулятора Д. Уатта

Автоматическое регулирование, схема которого приведена на рис. 11.7, позволяет полностью исключить человека из контура управления. Его функцию выполняет автоматический регулятор (Р).

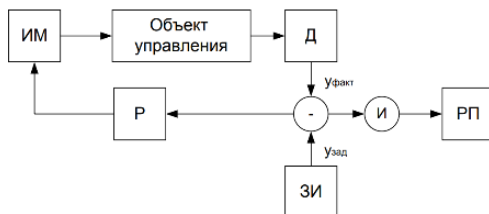


Рис. 11.7. Схема автоматического регулирования

Автоматические регуляторы, устанавливаемые непосредственно на оборудовании, долгое время удовлетворяли потребностям производственных технологий. Однако во второй половине XX в. произошли большие перемены в промышленности. Резко убыстрившиеся усложнение технологических процессов и рост взаимных связей между технологическими переменными приводили к несовершенному регулированию, т. к. трудно создать взаимосвязанную систему регулирования процесса в целом на базе отдельных автоматических регуляторов. Стало очевидным, что функциональные возможности традиционных регуляторов с жесткой, не поддающейся оперативному изменению структурой, недостаточны. Эти факторы привели к созданию автоматизированных систем управления (АСУ) на базе электронных вычислительных машин (ЭВМ).

2. Структуры автоматизированных систем управления

Автоматизированные системы управления технологическими процессами разнообразны и могут отличаться друг от друга по функциональному составу, степени автоматизации управления объектом, применяемым техническим средствам. Ниже рассматриваются характерные разновидности АСУ ТП, различающиеся способами выполнения основных информационных и управляющих функций.

АСУ ТП без ЭВМ. Подобные человеко-машинные системы (под машиной здесь понимают в первую очередь локальные автоматические регуляторы) обычно применяют для управления относительно простых объектов. В общей структуре управления технологическими процессами такие автоматизированные системы занимают нижнюю ступень иерархии. Исторически они были первой областью, в которой начали применяться автоматические устройства.

Практически вся информация о состоянии объекта вводится в такую систему автоматически от датчиков (Д). Часть этой информации поступает по проводной связи на ЛР, другая часть воспринимается визуально оператором системы (рис. 11.8).

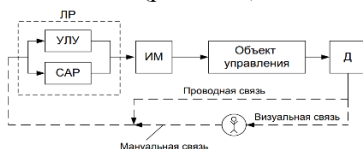


Рис. 11.8. Структура АСУ ТП без ЭВМ

Локальные регуляторы подразделяются:

- на устройства логического управления (УЛУ), предназначенные для включения или отключения коммутационных электрических аппаратов (выключателей, рубильников) и запорных аппаратов (клапанов, вентилей и др.);
- системы автоматического регулирования (САР), поддерживающие значения контролируемых переменных (токов, мощностей, температур, давлений) в заданных уставками регуляторов пределах.

От ЛР подаются соответствующие команды воздействия на исполнительные механизмы ИМ.

Человек-оператор принимает на основе измеряемых данных решения о включении или отключении тех или иных аппаратов и изменяет уставки САР.

АСУ ТП с ЭВМ в советующем режиме. В таких системах

ЭВМ на основе поступающей в нее измерительной информации анализирует состояние объекта и выдает человеку-оператору рекомендации по изменению режима функционирования объекта с целью повышения его эффективности или советы по выбору наилучшего варианта действий при возникновении аварийной ситуации (рис. 11.9).

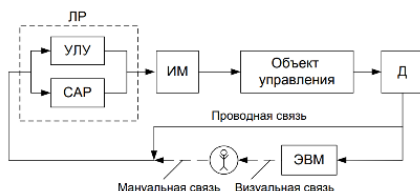


Рис. 11.9. Структура АСУ ТП с ЭВМ в советующем режиме

Окончательный выбор и реализация управляющих воздействий остаются за локальными регуляторами и человеком-оператором.

Системы-советчики применяются в тех случаях, когда требуется осторожный подход к решениям, выработанным формальными методами. Это связано с неопределенностью в математическом описании управляемого технологического процесса. Неопределенность может выражаться в следующих формах:

- недостаточно полное описание реального технологического процесса математической моделью, когда последняя связывает лишь часть управляющих и управляемых переменных процесса;
- адекватность математической модели реальному процессу лишь в узком интервале изменений технологических переменных, например, при замене существующих нелинейных функциональных зависимостей их линейными приближениями;
- качественный характер критериев управления и их изменение в зависимости от большого числа внешних факторов.

Неопределенность описания управляемого объекта может быть как вынужденной, отражающей плохую изученность сложного процесса, так и преднамеренной, вызванной тем, что реализация полной и адекватной математической модели требует применения дорогих средств вычислительной техники, что в конкретном случае не оправдано экономически.

АСУ ТП с ЭВМ в режиме супервизорного управления. Характерная особенность таких систем управления состоит в том, что в них ЭВМ включается в замкнутый контур автоматического управления и вырабатывает управляющие воздействия, поступающие на входы локальных регуляторов. Как и в предыдущих структурах, команды на

управляющие органы (исполнительные механизмы) поступают от локальных регуляторов (рис. 11.10).

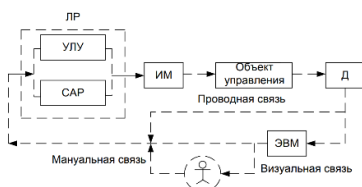


Рис. 11.10. Структура АСУ ТП с ЭВМ в режиме супервизорного управления

Такой режим работы существенно отличается от советующего режима, при котором уставки регуляторов и команды на включение (отключение) коммутационных и запорных аппаратов, рекомендуемые ЭВМ, осуществляются человеком-оператором. Основное достоинство супервизорного управления заключается в повышении оперативности требуемого изменения режима работы объекта независимо от возможной неадекватной или замедленной реакции человека-оператора на вырабатываемые ЭВМ советы. Поскольку в таких системах контур управления замкнут через ЭВМ, то функции человека-оператора сводятся к общему наблюдению за ходом процесса. Вмешательство человека может потребоваться лишь при возникновении неправильных, например, аварийных ситуаций. В нормальной же ситуации супервизорный режим позволяет осуществлять непрерывное автоматическое управление технологическим процессом без участия человека-оператора.

АСУ ТП с ЭВМ в режиме непосредственного (прямого) управления. Основное различие рассмотренных выше структур систем управления состоит в принципах использования ЭВМ. В системе, где ЭВМ используется только как советчик оператора, отсутствует прямое управление технологическим процессом от ЭВМ. Супервизорное управление тоже еще не является прямым, поскольку, хотя управляющие воздействия автоматически подаются от ЭВМ, команды на исполнительные механизмы поступают от локальных регуляторов. В АСУ ТП, представленной на рис. 11.11, ЭВМ работает в режиме непосредственного цифрового управления.

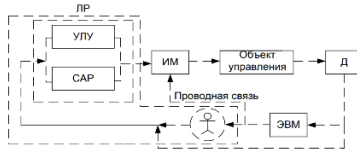


Рис. 11.11. Структура АСУ ТП с ЭВМ в режиме непосредственного (прямого) управления

В такого рода системах команды на ИМ поступают непосредственно от ЭВМ и соответствующие ЛР оказываются ненужными. Они могут оставаться как резерв (особенно в начальный период эксплуатации АСУ ТП).

При прямом управлении функции как человека-оператора, так и локальных регуляторов могут практически полностью передаваться ЭВМ. Необязательная часть структуры АСУ ТП обведена на рис. 8 сплошной линией.

При недостаточной уверенности в надежности функционирования АСУ ТП в режиме прямого управления возможно присутствие человека-оператора. Как и при супервизорном управлении, его функции будут заключаться в наблюдении за происходящим технологическим процессом и его корректировании в случае необходимости.

3. Взаимодействие «человек–машина» в автоматизированной системе управления технологическими процессами

По мере усложнения производственных процессов и повышения уровня автоматизации управления ими в одних случаях человек будет вытесняться автоматическими устройствами из контура управления, а в других, малоизученных, наоборот, его роль будет возрастать.

Одной из важных проблем создания АСУ ТП является оптимальное взаимодействие между человеком и техническими средствами, т. е. рациональная организация потоков измерительной информации к человеку и командной информации от человека, которая обеспечивает наилучшее, наиболее полное использование всех творческих возможностей человека. Поэтому при разработке АСУ ТП необходимо учитывать психофизиологические особенности и возможности человека.

По надежности человек значительно уступает другим техническим звеньям АСУ ТП. Он довольно быстро утомляется, качество его работы сильно зависит от большого числа факторов, в том числе психологических.

Основными причинами ошибок человека-оператора являются:

- неудовлетворительная подготовка или низкая квалификация;
- неудовлетворительная процедура технического обслуживания и эксплуатации;
- плохие условия работы (плохая доступность оборудования, теснота рабочего помещения, чрезмерно высокая или низкая температура, большой шум от работы объекта управления);
- недостаточное материальное или моральное стимулирование качества работы;
- перегрузки, вызываемые необходимостью быстрого и частого принятия решений по управлению объектом.

Соотношение между качеством работы человека и действующими на него нагрузками отображается зависимостью, представленной на рис. 11.12.

Частота появления ошибок человека нелинейно зависит от действующих на него нагрузок. При очень низком уровне нагрузки большинство операторов работают неэффективно, т. к. выполняемые задания кажутся им скучными и не вызывают интереса. В результате качество работы далеко от оптимального.

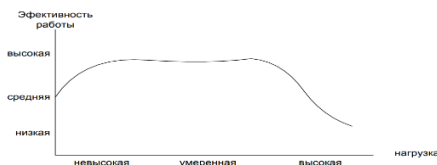


Рис. 11.12. Зависимость эффективности работы человека от нагрузки.

При умеренных нагрузках качество работы достигает максимального уровня. При дальнейшем увеличении нагрузки (перегрузках) качество работы человека снижается, что объясняется физиологическим стрессом (страхом, беспокойством и т. п.). При самом высоком уровне нагрузок надежность работы человека достигает минимального значения.

Уступая ЭВМ в быстродействии, человек может выполнять операции, недоступные ЭВМ: решать задачи интуитивным способом, ориентироваться при неполной информации в непредвиденных ситуациях. При благоприятных условиях работы благодаря указанным достоинствам человека-оператора введение его в систему управления в ряде случаев повышает в целом надежность ее работы. Значительный эффект в обеспечении надежности дает использование человека в качестве дублера замкнутых систем управления.

Следует рационально распределять функции между человеком и техническими средствами АСУ ТП. ЭВМ следует поручать те операции, которые они заведомо делают лучше человека, а работа остальных частей АСУ ТП должна быть подчинена задаче наилучшего обслуживания человека-оператора.

На ЭВМ возлагаются прежде всего часто повторяемые относительно простые действия по управлению. С ростом вычислительных возможностей ЭВМ и степени изученности технологических процессов на ЭВМ возлагается более сложные операции, связанные с оптимизацией технологических процессов. На человека возлагают те функции, которые пока нельзя поручать ЭВМ при отсутствии достоверного формализованного их описания или если это экономически не оправдано. Общение «человек-ЭВМ» происходили между ЭВМ и одним из следующих лиц: программистом, оператором ЭВМ, оператором-технологом процесса. Программист подготавливает и обслуживает программы, выполняемые ЭВМ. Оператор ЭВМ обслуживает процесс выполнения программ в целом. Он может отреагировать на ошибку, запустить программу заново или прервать ее выполнение, но не обязан исправлять ошибки программиста или оператора-технолога. Оператор-технолог интересуется прежде всего самым технологическим процессом, а не ЭВМ. Он имеет общее представление о способах управления с помощью ЭВМ, но обучен прежде всего ведению технологического процесса.

Системы, в которых происходит взаимодействие человек– машина, называют эргатическими. Вопросами повышения эффективности этих систем при их разработке занимается эргономика, которая учитывает особенности как человека, так и машины. Основные принципы, которые следует учитывать при проектировании эргатических систем:

- «грубости» функциональных свойств системы (является фундаментальным свойством любых систем управления и означает способность системы к самосохранению своего состояния и свойств при незначительных (подпороговых) изменениях свойств образующих систему элементов, т. е. человека и машины, а также внешней среды);
- совместимости (адекватности) функциональных свойств человека с функциональной системой в целом;
- совместимости функциональных свойств машины с функциональной системой в целом.

Контрольные вопросы:

1. На что подразделяются локальные регуляторы?
2. В каких формах может выражаться неопределенность?
3. Какими основными причинами ошибок человека-оператора является?
4. Какие основные принципы следует учитывать при проектировании эргатических систем?

Раздел 12. Единая система конструкторской документации (ЕСКД)

Тема 12.1. Система конструкторской документации. Общие положения ЕСКД

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает назначение, область распространения, классификацию и правила обозначения межгосударственных стандартов, входящих в комплекс стандартов Единой системы конструкторской документации, а также порядок их внедрения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на ГОСТ 1.0-92 Межгосударственная система стандартизации. Основные положения.

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения.

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 документ: Зафиксированная на материальном носителе информация, обладающая признаками, позволяющими ее идентифицировать^{*1)}

¹⁾ Здесь и далее знаком «*» отмечены пункты, к которым даны комментарии в приложении А.

3.1.2 конструкторский документ: Документ, который в отдельности или в совокупности с другими документами определяет конструкцию изделия и имеет содержательную и реквизитную части, в том числе установленные подписи*.

3.1.3 содержательная часть: Часть документа, в которой приведено его техническое содержание*.

3.1.4 реквизитная часть: Часть документа, в которой приведена установленная номенклатура реквизитов (атрибутов) и их значения*.

3.1.5 конструкторская документация: Совокупность конструкторских документов, содержащих данные, необходимые для проектирования (разработки), изготовления, контроля, приемки, поставки, эксплуатации, ремонта, модернизации, утилизации изделия.

3.1.6 бумажный конструкторский документ: Конструкторский документ, выполненный на бумажном или аналогичном по назначению носителе (кальке, микрофильмах, микрофишах и т.п.)*.

3.1.7 графический документ: Конструкторский документ, содержащий в основном графическое изображение изделия и/или его составных частей, отражающее взаимное расположение и функционирование этих частей, их внутренние и внешние связи.

Примечание - К графическим конструкторским документам относят чертежи, схемы, электронные модели изделия и его составных частей.

3.1.8 текстовый документ: Конструкторский документ, содержащий в основном сплошной текст или текст, разбитый на графы.

Примечание - К текстовым конструкторским документам относят спецификации, технические условия, ведомости, таблицы и т.п.

3.1.9 аудиовизуальный документ (мультимедийный документ): Электронный конструкторский документ, содержащий видеoinформацию и/или звуковую информацию.

3.1.10 электронный конструкторский документ: Конструкторский документ, выполненный программно-техническим средством на электронном носителе*.

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте приняты следующие сокращения:

ЕСКД - Единая система конструкторской документации;

ЖЦ - жизненный цикл;

КД - конструкторский документ (документы, документация);

ТЗ - техническое задание.

4 Основные нормативные положения

4.1 ЕСКД - комплекс стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила, требования и нормы по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации¹⁾, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях ЖЦ изделия.

¹⁾ Конструкторская документация является товаром и на нее распространяются все нормативно-правовые акты, как на товарную продукцию.

4.2 Основное назначение стандартов ЕСКД состоит в установлении единых оптимальных правил, требований и норм выполнения, оформления и обращения конструкторской документации, которые обеспечивают:

- применение современных методов и средств при реализации процессов ЖЦ изделия;
- взаимобмен конструкторской документацией без ее переформления;
- безбумажное представление информации и использование электронной цифровой подписи;
- необходимую комплектность конструкторской документации;
- автоматизацию обработки КД и содержащейся в них информации;
- высокое качество изделий;
- наличие в конструкторской документации требований, обеспечивающих безопасность использования изделий для жизни и здоровья потребителей, окружающей среды, а также предотвращение причинения вреда имуществу;
- расширение унификации и стандартизации при проектировании изделий и разработке конструкторской документации;

- проведение сертификации изделий;
- сокращение сроков и снижение трудоемкости подготовки производства;
- правильную эксплуатацию изделий;
- оперативную подготовку документации для быстрой переналадки действующего производства;
- создание и ведение единой информационной базы;
- гармонизацию стандартов ЕСКД с международными стандартами (ИСО, МЭК) в области конструкторской документации;
- информационную поддержку ЖЦ изделия.

4.3 КД могут быть выполнены как бумажный КД и/или как электронный КД.

Виды, комплектность и выполнение КД (бумажное или электронное) устанавливает разработчик, если иное не оговорено ТЗ (либо другим заменяющим документом). Для изделий, разрабатываемых по заказу Министерства обороны, эти решения должны быть согласованы с заказчиком (представительством заказчика).

4.4 Допускается дополнительно идентифицировать конструкторские документы с применением штрихкода.

При этом в качестве реквизитов штрихкода следует использовать коды страны, организации-разработчика (держателя подлинника) и обозначение документа, его версии и присвоенной ему литеры*.

5 Область распространения стандартов Единой системы конструкторской документации

5.1 Стандарты ЕСКД распространяются на изделия машиностроения и приборостроения гражданского и военного назначения. Область распространения отдельных стандартов может быть расширена, что должно быть оговорено во введении к ним.

(Поправка. ИУС N 1-2018).

5.2 Установленные стандартами ЕСКД правила, требования и нормы по разработке, оформлению и обращению документации распространяются на следующую документацию:

- все виды конструкторских документов;
- учетно-регистрационную документацию для конструкторских документов;
- документацию по внесению изменений в конструкторские документы;
- нормативную, технологическую, программную документа-

цию, а также научно-техническую и учебную литературу, в той части, в которой стандарты ЕСКД могут быть применимы для них и не регламентируются другими нормативными документами, например форматы и шрифты для печатных изданий и т.п.

Установленные в стандартах ЕСКД правила, требования и нормы распространяются на указанную выше документацию, разработанную организациями и предпринимателями всех форм собственности (субъектами хозяйственной деятельности) стран - участников соглашения (СНГ), а также научно-техническими, инженерными обществами и другими общественными объединениями.

6 Состав и классификация стандартов Единой системы конструкторской документации

6.1 Межгосударственные стандарты ЕСКД распределяют по классификационным группам, приведенным в таблице 12.1.

Таблица 12.1. Классификационные группы

Номер группы	Наименование классификационной группы стандартов	Номер группы	Наименование классификационной группы стандартов
0	Общие положения	5	Правила изменения и обращения конструкторской документации
1	Основные положения	6	Правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации
2	Классификация и обозначение изделий и конструкторских документов	7	Правила выполнения схем
3	Общие правила выполнения чертежей	8	Правила выполнения документов при макетном методе проектирования

Продолжение таблицы 12.1

4	Правила выполнения чертежей различных изделий	9	Прочие стандарты
---	---	---	------------------

6.2 Перечень стандартов, входящих в ЕСКД, приведен в указателе стандартов, публикуемом в установленном порядке.

7 Обозначение стандартов Единой системы конструкторской документации

7.1 Обозначение стандартов ЕСКД - согласно ГОСТ 1.0.

7.2 Обозначение стандарта состоит из:

- индекса стандарта - ГОСТ;
- цифры 2, присвоенной комплексу стандартов ЕСКД;
- цифры (после точки), обозначающей номер группы стандартов в соответствии с таблицей 12.1;
- двузначного числа, определяющего порядковый номер стандарта в данной группе;
- четырех цифр (после тире), указывающих год утверждения стандарта. В стандартах, утвержденных до 2000 года, указаны две последние цифры года.

Пример обозначения ГОСТ 2.316-2008 Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах:

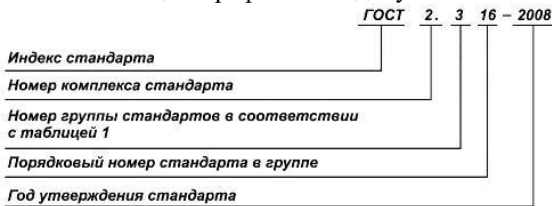


Рис. 12.1. Пример обозначения стандарта.

8 Внедрение стандартов Единой системы конструкторской документации

8.1 Внедрение стандартов ЕСКД осуществляют в соответствии с установленным порядком для межгосударственных стандартов.

8.2 При внедрении новых, пересмотренных и измененных

стандартов ЕСКД конструкторскую документацию, разработанную до введения в действие этих стандартов, допускается не переоформлять. Для конструкторской документации на изделия, разработанные по заказу Министерства обороны, это решение необходимо согласовывать с заказчиком (представительством заказчика).

При переиздании КД (выпуске новых подлинников) и передаче подлинников другой организации следует учитывать требования новых, пересмотренных и измененных стандартов ЕСКД.

8.3 При использовании ранее разработанной КД в новых разработках вопрос о внесении в такую документацию изменений, связанных с введением новых, пересмотренных и измененных стандартов ЕСКД, решает организация-разработчик либо держатель подлинников. Для КД на изделия, разработанные по заказу Министерства обороны, это решение необходимо согласовывать с заказчиком (представительством заказчика).

8.4 В случае передачи другой организации дубликатов или копий КД вопрос о внесении в подлинники (дубликаты и копии, принятые на абонентное обслуживание) изменений, связанных с внедрением новых, пересмотренных и измененных стандартов ЕСКД, а также выполнение передаваемых КД (бумажное и/или электронное), решается по согласованию между предприятием, передающим документы, и предприятием, принимающим их.

8.5 В КД допускается указывать ссылки на другие КД, стандарты и технические условия на материалы (вещества). Допускается указывать ссылки на стандарты организаций при условии, что они однозначно определяют соответствующие требования к изделию. Допускается указывать ссылки на технологические инструкции, выполненные по стандартам Единой системы технологической документации, когда требования, установленные этими инструкциями, являются единственными, гарантирующими требуемое качество изделий.

На изделия, разрабатываемые по заказу Министерства обороны, стандарты организаций должны быть согласованы с заказчиком (представительством заказчика).

КД, стандарты организаций и технологические инструкции, на которые приводят ссылки, подлежат передаче другой организации вместе с комплектом КД, при этом выполнение передаваемых ссылочных документов (бумажное и/или электронное) должно соответствовать выполнению документов, входящих в комплект, либо быть согласовано с этой организацией.

9. Комментарии к пунктам стандарта

3.1.1 Документ используют по его назначению в соответствующей предметной области. Документ может храниться и передаваться в пространстве и времени.

Документ логически состоит из двух частей: содержательной, включающей информацию, ради распространения и сохранения которой создан документ, и реквизитной, включающей сведения (признаки), по которым документ может быть идентифицирован и авторизован.

Носитель может быть бумажным (бумага, калька и т.п.) и электронным (магнитные ленты, диски, оптические диски, карты флэш-памяти и др.) или комбинацией различных носителей. В зависимости от вида носителя различают соответственно бумажный, электронный и комбинированный документы.

3.1.2 К конструкторским документам относятся графические, текстовые, аудиовизуальные (мультимедийные) и иные документы, установленные стандартами ЕСКД, содержащие информацию об изделии, необходимую для его проектирования, разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации, ремонта (модернизации) и утилизации.

3.1.3 Техническое содержание определяется способом представления информации об изделии, определяющим требованиями к объему информации при выполнении графических, текстовых, аудиовизуальных (мультимедийных) и иных документов, установленных стандартами ЕСКД.

Элементы оформления в содержательную часть электронного конструкторского документа не входят. Элементы оформления - комплексное понятие, определяющее:

- способ отображения реквизитов и атрибутов КД;
- формы и размеры граф основной надписи и дополнительных граф к ней, размеры рамок и т.д.;
- применение типовых форм, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Конкретный состав и свойства элементов оформления определяются видом (назначением) конструкторского (электронного или бумажного) документа, нормативными документами (межгосударственными, национальными, отраслевыми стандартами) и правилами системы документооборота (управления документами), принятыми на предприятии (в организации).

3.1.4 Основными элементами реквизитной части являются наборы реквизитов (атрибутов) и их значения, структурированные по

назначению. Следует предусматривать обработку реквизитной части электронного КД программными средствами для решения задач на последующих стадиях ЖЦ изделия (например, при подготовке производства для изготовления изделия).

3.1.6 Бумажный КД выполняют с целью использования или обработки (понимания) преимущественно человеком. Установленные подписи в бумажном конструкторском документе выполняют собственноручно.

3.1.10 Электронный КД выполняют с целью обработки преимущественно с помощью средств вычислительной техники. Установленные подписи в электронном конструкторском документе выполняют в виде электронной подписи.

Допускается заменять применение электронной подписи выполнением сопроводительного бумажного документа, включающего требуемый набор реквизитов, по которым документ может быть идентифицирован, и собственноручные установленные подписи, по которым документ может быть авторизован и которыми он удостоверен.

4.4 В составе штрихкода дополнительно могут быть использованы и другие реквизиты. При разработке конструкторской документации по заказам Министерства обороны перечень дополнительных реквизитов должен быть согласован с заказчиком (представительством заказчика).

Штрихкод на бумажном документе рекомендуется размещать в правом нижнем углу поля формата документа над основной надписью. При визуализации электронного документа следует предусматривать автоматизированную обработку штрихкода программными средствами.

Контрольные вопросы:

1. Как расшифровывается ЕСКД?
2. Как расшифровывается КД?
3. Что обеспечивает ЕСКД?
4. Из чего состоит обозначение стандарта?

Раздел 13. Установки электронагрева

Тема 13.1. Нагревательные электроприборы

1. Общие сведения

Электрический нагрев по сравнению с другими видами нагрева (при помощи газа, жидкого или твердого топлива) имеет ряд существенных преимуществ. Основное из них — отсутствие вредных выделений, которые сопутствуют такому широко распространенному энергоносителю, как природный газ: при открытом горении газа выделяются как продукты полного сгорания (углекислый газ, вода), так и особенно вредные для здоровья людей продукты неполного сгорания (оксид углерода, смолистые вещества и др.).

Кроме того, электроприборы взрывобезопасны. Нагревательные электроприборы имеют коэффициент полезного действия (КПД) 55...95 %, тогда как у нагревательных приборов, работающих на твердом топливе, КПД равен 12...20 %, на жидком — 20...40 %, а на газообразном — 50...60 %. Одним же из важных преимуществ нагревательных электроприборов является возможность регулирования степени нагрева до определенной температуры.

Электронагреватели бытовых приборов — это устройства, преобразующие электрическую энергию в тепловую.

Тепло от нагревательного элемента к нагреваемому телу может передаваться путем теплопроводности, конвекции или излучения.

Передача тепла непосредственно от более нагретого тела к менее нагретому (или от более нагретых частей тела к менее нагретым) называется теплопроводностью (например, в электроутюгах). Распространение тепла путем передвижения самих нагретых частиц вещества называется конвекцией. Например, при нагревании воды снизу нижние нагретые более легкие слои поднимаются вверх, а более тяжелые холодные слои опускаются вниз. Возникают так называемые конвекционные токи, температура воды постепенно выравнивается и повышается. Перенос тепла в воде и в воздухе путем конвекции происходит быстрее, чем при теплопроводности. Наконец, возможна также передача тепла излучением от более нагретого к менее нагретому телу (например, от электрокаминов).

В электронагревательных приборах передача тепла нагреваемому телу основана на одном из этих принципов ил и на их совокупности.

Электронагревательные приборы состоят из корпуса, нагревательного элемента, включающих и регулирующих устройств, контактных штифтов, электроизоляционных и теплоизолирующих материалов.

Сплавы, из которых изготавливают проволоку или ленту для нагревательных элементов, должны обладать более высоким удельным сопротивлением, чем медь и другие проводники, что обеспечивает компактность конструкции и малую зависимость от температуры (температурный коэффициент сплава должен быть весьма мал). Кроме того, они должны длительно выдерживать высокую температуру, не расплавляясь и не окисляясь.

Больше всего удовлетворяют этим требованиям специальные сплавы — константан, нихром и фехраль (табл. 13.1).

Таблица 13.1. Справ с высоким удельным сопротивлением

Сплав	Состав, %						Удельное сопротивление, Ом • мм ² / м	Температура плавления, °С	Наибольшая рабочая температура, °С
	Cu	Mn	Ni	Cr	Al	Fe			
Константан	60	-	40	-	-	-	0,45... ...0,52	1260... ...1275	450... ...500
Нихром Х15Н60	-	1,5	55... ...61	15... ...18	-	21... ...30	1,02... ...1,18	1380... ...1390	1000
Нихром Х20Н80	-	1,5	75... ...78	20... ...23	-	1... ...4	1,02... ...1,27	1400	1050... ...1100
Фехраль	-	0,7	0,6	12... ...15	3,5... ...5,5	78... ...83	1,1... ...1,25	1450... ...1480	850

Константан — выпускается в виде проволоки или ленты соответственно диаметром или толщиной от 0,003 мм и более. Из-за относительно низкой рабочей температуры в основном применяется для изготовления нагревательных элементов кипятильников.

Нихром — выпускается в виде холоднокатаной проволоки диаметром 0,2...5,5 мм, горячекатаной проволоки диаметром 6...10 мм и ленты толщиной 0,2...3 мм при ширине 6...30 мм. Достоинством этого сплава является высокая допустимая рабочая температура (до 1100 °С). Нагревательные элементы, изготовленные из нихромовой проволоки или ленты, применяются в электрических плитках, утюгах, чайниках и других бытовых приборах.

Фехраль — выпускается в виде проволоки диаметром 0,2...6

мм. Его достоинством является относительно низкая стоимость (содержание железа 80 %), а недостатком — сравнительно низкая допустимая рабочая температура (до 850 °С). Нагревательные элементы, изготовленные из фехральной проволоки, применяются также в электрических плитках, чайниках, утюгах и др.

Во всех нагревательных элементах токопроводящую проволоку и ленту тщательно изолируют от корпуса. От этого зависят качество и надежность электронагревательных приборов, а также их электробезопасность.

Обычно для изоляции применяют материалы с высокими электро- и теплоизоляционными свойствами, а также высокой механической прочностью, так как они должны выдерживать частые колебания температуры и при нагревании расширяться в такой же степени, как и проводники.

Наилучшими изоляционными материалами для нагревательных электроприборов с температурой нагрева не выше 600 °С считаются фарфор, натуральная слюда и жароупорный миканит (кусочки слюды, склеенные жидким стеклом или борной кислотой). Для приборов с температурой нагрева 700...900 °С применяют алунд — почти чистый оксид алюминия, жженую магнезию — порошок оксида магния. Наконец, для приборов с более высокой температурой нагрева (свыше 900 °С) применяют шамот (огнеупорную глину), кварцевый песок (SiO_2 и периклаз (MgO)).

Для компактности прибора при изготовлении нагревательных элементов проволоку диаметром 0,3...0,6 мм свивают в спираль, а ленту наматывают на плоское электроизоляционное основание.

2. Нагревательные элементы

В зависимости от назначения нагревательные элементы выполняют открытыми или закрытыми. Закрытые подразделяются на негерметичные и герметичные.

Нагревательные элементы открытого типа представляют собой спирали, открыто размещенные в канавках электроизоляционного материала соответственной формы или свободно подвешенные на кронштейнах из электроизоляционного материала.

Передача тепла в них осуществляется путем конвекции и излучения. К достоинствам нагревательных элементов открытого типа относятся простота конструкции, быстрота нагрева, легкость ремонта и относительно низкая стоимость. К недостаткам — возможность за-

мыкания витков спирали внешними предметами, механическое повреждение спирали, а также недостаточная электробезопасность.

Нагревательные элементы закрытого типа негерметичные (рис. 13.1, а, б) выполняют из спирали или ленты, помещенной в защитную оболочку из электроизоляционного материала, которая предохраняет ее от механических повреждений, но не препятствует доступу воздуха.

В качестве защитной оболочки иногда служат чешуйчатые керамические бусы, которые надеваются на спираль, навитую из нихромовой или фехральной проволоки.

Элементы подобного типа ранее находили применение в чайниках и утюгах. Они просты по устройству, но обладают небольшой механической прочностью. При поломке же их может произойти замыкание спирали на корпус.

Нагревательные элементы закрытого типа в виде спирали из нихромовой или фехральной проволоки помещают также в металлический кожух, состоящий из двух кольцевых чашек, запрессованных одна в другой. Внутренняя часть кожуха заполнена порошкообразной электроизоляционной массой. Такие элементы применялись в электрических плитках и утюгах. Они надежны в эксплуатации, но нагревают прибор сравнительно долго.

Трубчатые нагревательные элементы закрытого типа герметичные являются более совершенными. В них используются трубчатые нагреватели (ТЭНы), которые работают по принципу передачи тепла излучением, конвекцией и теплопроводностью (рис. 13.1, в).

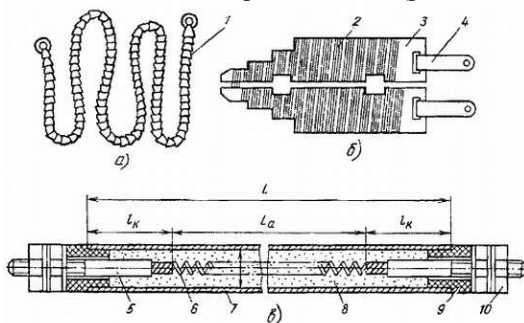


Рис. 13.1. Нагревательные элементы закрытого типа:

а — в защитной оболочке из керамических бус; б — пластинчатый; в — трубчатый; 1 — керамические бусы; 2 — проволока из нихрома или фехрала; 3 — пластина из миканита; 4 — контактные выводы элемен-

та; 5 — контактные стержни; 6 — нагревательная спираль; 7 — оболочка; 8 — наполнитель; 9 — герметичная пробка; 10 — контактная гайка; L — развернутая длина нагревателя; La — активная длина нагревателя; Lк — длина контактного стержня.

ТЭНы изготавливаются на номинальные напряжения 6, 12, 24, 36, 42, 110, 127 и 220 В переменного и постоянного тока. Номинальные диаметры, мм: 5; 6,5; 7,4; 8; 8,5; 10. Развернутая длина, мм: 250, 280, 300, 320, 350, 380, 420, 450, 500, 560, 600, 630, 710, 800, 850, 900, 1000, 1200, 1400, 1700, 2000.

Трубчатые электронагреватели представляют собой металлическую трубку, внутри которой находится нагревательная спираль, запрессованная в специальном наполнителе — периклазе.

Наполнитель обеспечивает надежную электроизоляцию и имеет большую теплопроводность, поэтому используется также для уменьшения перепада температур между внешней трубкой и нагревательной спиралью.

Оболочку 7 в зависимости от условий эксплуатации изготавливают из нержавеющей жаростойкой стали, алюминиевых сплавов или углеродистой стали. Торцы ТЭНа герметизируют для предотвращения проникновения атмосферной влаги в наполнитель.

Принципиальные преимущества ТЭНов перед другими видами нагревателей заключаются в следующем: поверхность нагревателя не находится под электрическим напряжением, т. е. электронагреватель электробезопасен (при заземлении внешней трубки и правильно выбранных предохранителях), его можно помещать в воду, жидкий металл и пр.; нагревательная спираль, запрессованная в наполнителе (при достаточной герметизации торцов нагревателя), имеет малый диаметр проволоки и значительный срок службы; нагреватели надежно работают при вибрациях и значительных ударных нагрузках (благодаря плотности набивки наполнителя); нагреватели могут иметь любую форму; конструкция нагревателя проста.

Нагревательная спираль ТЭНа выполняется, как правило, из проволоки диаметром 0,2... 1,6 мм (сплавы X20H80 и X15H60).

ТЭН можно согнуть в любую форму в холодном состоянии после отжига трубки при условии, что радиус изгиба будет не меньше 2,5 диаметра внешней трубки (при этом спираль внутри трубки расположена строго по ее оси).

Пример условного обозначения ТЭНа развернутой длиной 800 мм, номинальной длиной контактного стержня в заделке 50 мм, диа-

метром 8 мм, мощностью 1 кВт, изготовленного из стали марки 12X18H10T, предназначенного для нагрева слабых растворов пищевых кислот на номинальное напряжение 220 В: трубчатый электронагреватель ТЭН-80-5-8/1 ОП 220.

Все имеющиеся в природе тела с температурой выше абсолютного нуля обладают инфракрасным излучением. Инфракрасным является нагрев от электронагревателей, в которых используются проводники с высоким удельным сопротивлением.

В практике под инфракрасными нагревателями понимают такие, у которых максимум излучения приходится на инфракрасную область спектра с длинами волн от 0,76 до 3 мкм. Инфракрасные электронагреватели подразделяют на светлые, излучающие помимо инфракрасных видимые лучи, и темные, излучающие преимущественно инфракрасные лучи. К светлым излучателям относятся лампы накаливания типа ИКЗ (инфракрасная зеркальная) с внутренней зеркальной поверхностью для получения направленного лучевого потока. К темным излучателям инфракрасных волн — открытые спирали и ТЭНы с температурой на поверхности 700...750 °С.

3. Виды электронагревательных приборов.

По виду электронагревательные приборы подразделяются на четыре группы: без регулировки, с регулировкой температуры нагрева, с регулировкой мощности, автоматические с программным управлением.

Для регулировки температуры в приборах устанавливают терморегуляторы, термоограничители и термовыключатели.

Терморегулятор — устройство, чувствительное к температуре (с регулировкой температуры или без нее), которое при нормальной эксплуатации служит для поддержания температуры прибора или его частей в определенных пределах путем автоматического включения и отключения цепи.

Термоограничитель — устройство, чувствительное к температуре, с регулировкой температуры или без нее, которое при нормальной эксплуатации служит для включения или отключения цепи, когда температура прибора или его частей достигает заранее определенного значения. Термоограничитель может быть с ручным возвратом и без него.

Термовыключатель — устройство, которое ограничивает температуру прибора или его частей при ненормальной работе путем автоматического размыкания цепи или уменьшения величины тока. Термовыключатель может быть с самовозвратом и с ручным возвратом.

Регулировка мощности прибора может быть ступенчатой и плавной с помощью реостата.

Термоограничители, терморегуляторы и термовыключатели работают по принципу использования различных физических явлений. Так, в одном из наиболее распространенных терморегуляторов — биметаллическом — используется явление изгибания термобиметаллической пластинки при изменении температуры.

В манометрическом терморегуляторе используется явление изменения объема (при изменении давления) жидкости или газа, заполняющих замкнутую термосистему.

Биметаллическая система состоит из двух или нескольких слоев металлов или сплавов с различными коэффициентами теплового расширения, сваренных между собой по всей плоскости соприкосновения. Слой металла или сплава с большим коэффициентом теплового расширения называется активным слоем, с меньшим — пассивным. Пассивный слой изготавливают обычно из инвара (сплав железа с никелем). Никель составляет 35...37 %, остальное — железо и примеси. Никель при температуре от -60 до +100 °С практически не изменяет своих размеров.

Активный слой изготавливают из латуни, легированной стали и др.

Регуляторы температуры и мощности по скорости замыкания и размыкания контактов подразделяют на быстро- и медленнодействующие. Быстродействующие регуляторы сложнее по конструкции, обеспечивают мгновенное замыкание и размыкание контактов, что исключает их подгорание и обеспечивает большой срок службы.

Размыкание и замыкание контактов медленнодействующих регуляторов происходит в зависимости от скорости изгибания термобиметалла. Такие регуляторы проще по конструкции, но из-за искрения контактов менее долговечны и создают помехи радиоприему.

4. Электроплиты

Электроплиты — это переносные бытовые электронагревательные приборы с одной или несколькими конфорками.

Электроконфорка — сборочная единица бытового нагревательного прибора, основным элементом которой является электронагреватель.

Чугунные электроконфорки выпускаются диаметром 145, 180 и 220 мм; время разогрева от 5 до 15 мин в зависимости от диаметра конфорки и мощности электронагревателя.

ТЭН-конфорки (трубчатые) выпускаются диаметром 145 и 180 мм; время разогрева 4 мин.

Пирокерамические электроконфорки выпускаются диаметром 145 и 180 мм; время разогрева 5 мин.

Штампованные электроконфорки выпускаются диаметром 180 мм; время разогрева 15 мин.

Электроплиты изготовляют на следующие номинальные мощности, кВт:

— одноконфорочные — 0,8; 1; 1,2; 1,5;

— двухконфорочные — 1,6; 2; 2,2.

Электроплиты обозначаются буквами и цифрами, означающими: ЭП — электроплита; третья буква — тип конфорки (Ч — чугунная, Т — конфорка из трубчатого нагревателя, Ш — штампованная, П — пирокерамическая); далее через дефис указывается число конфорок, затем номинальная потребляемая мощность, а через косую черту — номинальное напряжение.

Пример условного обозначения электроплиты с одной чугунной электроконфоркой, номинальной потребляемой мощностью 1,2 кВт, на номинальное напряжение 220 В: электроплита ЭПЧ 1–1,2/220.

Корпус электроплит покрыт силикатными эмалями или другими покрытиями, обеспечивающими эксплуатационную стойкость.

Некоторые плиты имеют световую сигнализацию, срабатывающую при включении их в сеть. Длина соединительного шнура 1,7 м. Электрические соединители и вилки должны быть выбраны в зависимости от одновременно потребляемой электроприбором суммарной мощности.

Электроплита «Мечта» (рис. 13.2) со ступенчатым нагревателем имеет две одинаковые конфорки. Корпус 6 выполнен из листовой стали и покрыт силикатной эмалью. Нагреватель конфорок — трубчатый спиральный элемент. Его легко можно поставить вертикально и почистить поддон. Четырехступенчатые переключатели поворотом ручек позволяют регулировать мощность конфорок, Вт: левой — 800, 500, и 190; правой — 1000, 500, и 250.

Верхняя крышка шарнирно соединена с корпусом, что позволяет удерживать ее откинутой или снять. Корпус конфорки и нижняя крышка соединены при помощи стержня с резьбой и гайки.

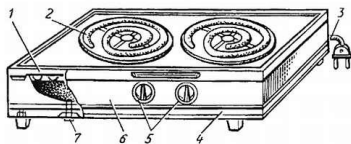


Рис. 13.2. Электроплита «Мечта»: 1 — верхняя крышка; 2 — нагревательный элемент; 3 — шнур с вилкой; 4 — нижняя крышка; 5 — переключатели мощности; 6 — корпус; 7 — винт.

Контрольные вопросы:

1. Какой коэффициент полезного действия имеют нагревательные электроприборы?
2. Что называется электронагревателями бытовых приборов?
3. Что называется теплопроводностью?
4. Что называется терморегулятором?
5. Что такое электроплита?

Тема 13.2. Электроприборы для нагрева жидкости

1. Электрочайники

Электрочайники изготовляют следующих типов: ЭЧ — электрочайник без термовыключателя; ЭЧТ — электрочайник с термовыключателем; ЭЧЗ — электрочайник с устройством отключения при закипании воды; ЗЧТЗ — электрочайник с термовыключателем и устройством отключения при закипании воды.

В электрочайниках установлены трубчатые электронагреватели (ТЭНы). Термовыключатель электрочайника должен предохранять электронагреватель от выхода его из строя при выкипании воды. Чайники выпускаются номинальной вместимостью от 2 до 6 литров.

На рис. 13.3 показана конструкция простейшего электрочайника. Корпус чайника изготовлен из алюминия или нержавеющей стали. Большинство зарубежных чайников имеют корпус из пластмассы.

Чтобы заменить в электрочайнике вышедший из строя ТЭН 8, отворачивают контактные штифты 5 и снимают шайбы 4 и фарфоровую колодку 6. Затем торцовым ключом отворачивают гайки 3, снимают штепсельную коробку 7 вместе с фибровой прокладкой 2. Через горловину чайника извлекают электронагреватель с резиновыми сальниками.

Для установки нового ТЭНа предварительно с него снимают

все детали, кроме сальников. Затем в чайник устанавливают новый ТЭН. При этом необходимо обратить внимание на надежное прилегание (до упора) сальников к корпусу чайника. После этого надевают штепсельную коробку 7 на выступающие части резиновых сальников 1; надевают фибровую прокладку 2 и плотно с помощью торцевого ключа закрепляют электронагреватель гайками 3; на резьбовые концы электронагревателя надевают фарфоровую колодку 6, шайбы надевают на выводы нагревателя и наворачивают на них с помощью отвертки контактные штифты 5.

Во избежание поломки фарфоровой колодки штифты следует заворачивать осторожно.

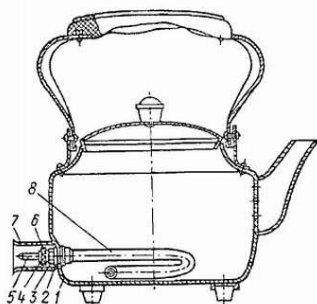


Рис. 13.3. Конструкция электрочайника:

1 — корпус; 2 — фибровая прокладка; 3 — гайка; 4 — шайба; 5 — контактные штифты; 6 — фарфоровая колодка; 7 — штепсельная коробка; 8 — ТЭН

Правильно собранный электронагреватель должен быть расположен параллельно дну чайника.

Электрочайники выпускают различные зарубежные фирмы. Разнообразие моделей, их дизайн, удобство пользования, безопасность, высокая надежность — вот отличительные черты современных чайников.

Для повышения «длительности жизни» чайника его нагревательный элемент, постоянно погруженный в воду, делают из неподверженной коррозии нержавеющей стали или покрывают тонким слоем позолоты. Но еще надежнее — закрытые нагревательные элементы: заглянув в чайник, вы увидите только плоский диск, за которым и скрывается ТЭН. Этот вариант имеет и другие преимущества: из-за большой нагревающей площади вода в чайнике закипает еще быстрее,

да и очистить от накипи ровную гладкую поверхность гораздо проще, чем открытый нагревательный элемент фигурной формы.

О накипи разговор особый. Известковые отложения, содержащиеся в воде и делающие ее жесткой, оседают на внутренней поверхности чайника. И хотя на поверхности из нержавеющей стали накипь образуется в 3 раза медленнее, а на позолоченной — еще медленнее, совсем избежать этого не удастся.

Слой накипи на ТЭНе заметно увеличивает время нагрева, и что гораздо хуже — чайник может выключиться до того, как закипит вода. Поэтому надо постоянно удалять накипь, благо для этого имеются как фирменные средства, так и испытанные народные.

Однако накипь вредна не только для чайника, но и для человека. Чтобы она не попала в чашки, в носике чайника устанавливается фильтр. Нейлоновые фильтры нужно время от времени заменять, но существуют и «вечные» позолоченные фильтры.

Рассмотрим некоторые модели электрочайников.

Электрочайник «Braun Aqua Express WK300». Потребляемая мощность 3000/2280 Вт. Объем 1,6 л. Нагревательный элемент из нержавеющей стали. Фильтр сменный нейлоновый.

Имеет дополнительные устройства: лампа-индикатор включения; 2 индикатора уровня воды, откидывающаяся при нажатии на кнопку крышка; размещение соединительного шнура внутри подставки; центральный разъем позволяет легко устанавливать чайник на подставку и поворачивать его в любую сторону. Воду в чайник можно наливать как через широкий носик, так и откинув крышку мягким нажатием кнопки. В носик чайника помещается фильтр, препятствующий попаданию накипи в чашки.

Электрочайник-кувшин «Tefal Vitesse 78470» с закрытым нагревательным элементом. Потребляемая мощность 2400 Вт. Объем 1,7 л. Нагревательный элемент позолоченный.

Фильтр сменный нейлоновый. Разъем центральный. 2 индикатора уровня воды. Крышка с фиксатором, открывающаяся нажатием клавиши. Размещение соединительного шнура внутри подставки.

Позолоченный диск, закрывающий нагревательный элемент, который не только уменьшает образование накипи, но и сохраняет природные качества воды. Процесс кипения хорошо виден сквозь большие окна индикатора уровня воды. Кроме автоматического отключения после закипания и блокировки включения пустого чайника, безопасность обеспечивает и фиксатор на крышке, так как при открытой крышке легко обжечься паром. Кроме того, имеется защита от перегрева.

Электрочайник-кувшин «Moulinex Liryс» с закрытым нагревательным элементом. Потребляемая мощность 2500 Вт. Объем 1,7 л. Нагревательный элемент из нержавеющей стали. Фильтр сменный, нейлоновый. Разъем центральный. 2 индикатора уровня воды. Крышка с фиксатором. Ножки, предотвращающие скольжение. Соединительный шнур размещен внутри подставки.

Вместо ставших привычными окон со шкалой для определения уровня воды, деления нанесены прямо на прозрачную часть поверхности вдоль направления, параллельного линии корпуса.

В чайнике четыре степени защиты: автоматическое отключение после закипания, блокировка при недостаточном количестве воды, фиксация крышки и плавкий предохранитель, срабатывающий при отказе других блокировок.

Основные технические характеристики электрочайников фирмы KRUPS приведены в табл. 13.2.

Фирма PHILIPS выпускает электрочайники различных модификаций. Конструкция простейшего электрочайника модели HD 4390 показана на рис. 13.4.

Таблица 13.2. Основные технические характеристики электрочайников фирмы KRUPS

Модель	Мощность, Вт	Вместимость, л	Блокировка с двойной защитой	Защита от включения без воды	Указатель уровня воды	Фильтр от накипи	Автоматическое выключение	Без шнура
Aqua Control Compact	1000	1	-	•	•	-	•	-
Aqua Control Compact Cordless	1000	1	-	•	•	-	•	•
Aqua Control Cordless	2200	1,7	•	•	•	-	•	•
Aqua Control Cordless Filter	2200	1,7	•	•	•	•	•	•
Jet Plus	2200	1,5	-	•	•	-	•	-
Jet Plus Cordless	2200	1,5	-	•	•	-	•	•

Основные технические характеристики усовершенствованных электрочайников этой фирмы приведены в табл. 13.3.

Все чайники имеют три уровня защиты:

— автоматическое отключение при закипании (первый уро-

вень защиты — биметаллический термостат, настроенный на температуру 100 °С);

— отключение в случае отсутствия воды (второй уровень — это также биметаллический термостат, настроенный на температуру 130 °С);

— плавкий предохранитель, полностью отключающий чайник при срабатывании.

Таблица 13.3. Основные технические характеристики электро-чайников фирмы PHILIPS

Модель	HD 4662	HD 4601	HD 4655	HD 4651	HD 4650	HD 4672	HD 4637	HD 4628
Мощность, Вт	2000...2400	2000	3100	2000...2400	2000	2000...2400	2000	1850...2200
Плоский нагревательный элемент	•	•	•	•	•	•	-	-
Звуковой сигнал готовности	•	-	•	•	-	-	-	-
Емкость min/мах, л	0,1/ 1,7	0,2/ 1,7	0,1/ 1,7	0,1/ 1,7	0,1/ 1,5	0,1/ 1,6	0,3/ 1,2	0,35/ 1,7
Индикация уровня воды	2	внутри	2	2	2	2		2
Откидная защелкивающаяся крышка	•	•	•	•	•	•	•	•
Три уровня защиты	•	•	•	•	•	•	•	•
Контрольная лампочка	•	•	•	•	•	•	-	•
Без шнура	•	•	•	•	•	•	•	•
Отсек для шнура	•	•	•	•	•	•	•	•
Фильтр от накипи	•	•	•	•	•	•	-	•
Подставка «Пирует» с поворотом на 360 °	•	•	•	•	•	•	-	•
Встроенный нагревательный элемент	-	•	-	-	-	-	-	-
Термоизолированная крышка	-	-	-	-	-	•	-	-
Масса, кг	1,7	1,5	1,45	1,45	1,2	1,0	0,73	0,9
Габаритные размеры, см	23,5x23x24,5	25x20x26	25,8x26,8x15	25,8x26,8x15	19,3x16,7x29,3	23,1x16x26,1	12x23x21,2	13x23,1x25

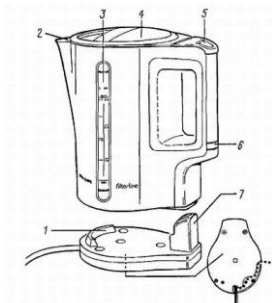


Рис. 13.4. Электрочайник «Philips HD 4390»:

1 — подставка с креплением соединительного шнура; 2 — противонакипный фильтр; 3 — указатель уровня воды; 4 — крышка; 5 — выключатель сети; 6 — световой индикатор; 7 — штекер

В фильтрационной электрокофеварке приготовление кофе происходит путем однократного прохождения горячей воды или пара через слой молотого кофе, находящегося в фильтре (сетке) дозатора.

Современный электрочайник «Philips Essence HD 4655».

Нагреватель увеличенной мощности — 3100 Вт — для максимальной скорости нагрева, звуковой сигнал готовности для максимального удобства: звонок звенит, когда вода закипает, подставка «Пирует» для легкой и безопасной установки и снятия чайника, плоский нагревательный элемент из нержавеющей стали для удобства чистки, откидная защелкивающаяся крышка, легкая в обращении.

В модели «Philips Cucina HD 4672» имеется термоизолированная крышка; двойные стенки обеспечивают повышенную безопасность и удобство в обращении; подставка «Пирует» для легкой и безопасной установки и снятия чайника; плоский нагревательный элемент из нержавеющей стали для удобства чистки; термоизолированная защелкивающаяся крышка, легка в обращении и максимально безопасна.

2. Электрокофеварки

Эти приборы изготовляют следующих типов: ЭКВ — вакуумные, ЭКК — компрессионные, ЭКП — перколяционные, ЭКФ — фильтрационные.

В вакуумной электрокофеварке приготовление кофе происходит путем однократного прохождения горячей воды и пара под давлением через слой молотого кофе и возврата (за счет образовавшегося вакуума) готового кофе в сосуд для воды.

В компрессионной электрокофеварке приготовление кофе происходит под установленным давлением при однократном прохождении воды или пара через слой молотого кофе.

В перколяционной электрокофеварке приготовление кофе происходит при многократном прохождении горячей воды или пара через слой молотого кофе.

Электрокофеварка ЭКП 1,2/0,8-220 служит для приготовления кофе в домашних условиях. Корпус 4 (рис. 13.5, а) электрокофеварки выполнен из нержавеющей полированной стали, крышка 7, ручка 8 и основание 1 — из пластмассы. Нагрев воды осуществляется ТЭНом, закрепленным на дне корпуса.

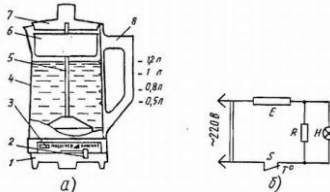


Рис. 13.5. Электрокофеварка ЭКП 1,2/0,8-220: а — устройство; б — электрическая схема; Е — трубчатый электронагреватель; Н — сигнальная лампа; R — резистор; S — термовыключатель

Электрокофеварка снабжена термовыключателем, который предохраняет трубчатый электронагреватель Е (рис. 13.5, б) от выхода из строя при выкипании воды или случайном включении электрокофеварки без воды в электросеть; световой сигнализацией с цветным светофильтром, информирующей о работе прибора; устройством для поддержания приготовленного кофе в горячем состоянии; меркой для молотого кофе.

Основные технические характеристики электрокофеварки ЭКП 1,2/0,8-220:

Номинальное напряжение, В... 220;

Потребляемая мощность, кВт... 0,8;

Вместимость, л... 1,2;

Время приготовления кофе при температуре заливаемой воды 20 °С, мин... 10;

Расход электроэнергии за один цикл приготовления кофе, кВт·ч... 0,13;

Масса, кг... 1,2.

Для приготовления кофе следует налить воду в электрокофеварку до требуемого объема (0,5; 0,8; 1; 1,2 л), насыпать в дозатор б

молотый кофе из расчета не менее 5 г на 100 мл воды и равномерно распределить его, закрыть дозатор 6 (см. рис. 13.5, а) крышкой 7, установить его на трубку клапана 5 и, поместив внутрь корпуса, закрыть кофеварку крышкой.

После включения соединительного шнура в электросеть ручку 2 термовыключателя перевести положение «Кипение». Загорание сигнальной лампы световой сигнализации 3 говорит о работе прибора. При готовности кофе он фонтанирует из трубки клапана 5. Для поддержания кофе в горячем состоянии ручку термовыключателя перевести в положение «Подогрев». Температура кофе будет 65 °С.

Электрокофеварки Espresso фирмы KRUPS имеют много технических новшеств.

Система Termoblok обеспечивает моментальное разогревание воды и создает давление 15 бар (модели 962, 968, 978).

Фильтродержатель для заваривания порционного кофе ESE. Порционный кофе ESE — это заранее поджаренный, смолотый и спрессованный кофе между двумя слоями фильтрующей бумаги (968).

Насадка Autocappuccino для создания шапки пены (968).

Молоко всасывается прямо из бутылки или молочника и попадает в чашку уже в виде пены. Специальный селектор позволяет по вкусу регулировать густоту пены.

Преимущества:

— давление 15 бар для получения настоящего кофе ESPRESSO;

— автоматический фильтр KRUPS ProCrema (978) с устройством для выбора крепости кофе;

— двух и трехпозиционный селектор (для разных моделей) регулирует температуру в зависимости от выбранной функции (эспрессо/горячая вода/пар).

Удобства пользования:

— съемный прозрачный резервуар для воды;

— паровое сопло с насадкой «Капучино — Плюс»;

— подставка для разогревания чашек (962, 968, 978).

Модель 962 имеет характеристики модели 968, исключая систему ESE, но с насадкой Cappuccino Plus.

Модель 968 имеет систему Protermoblok с защитой большого пальца и фильтр ESE.

Модель 978 имеет электронную панель управления с возможностью выбора режимов быстрого и длительного приготовления кофе-эспрессо, подачи горячей воды или пара. Запоминает последний выбранный режим.

В табл. 13.4 приведены основные технические характеристики электрокофеварок фирмы PHILIPS

Модель	HD 7613	HD 7603	HD 7524	HD 7444	HD 7140
Мощность, Вт	850...1400	850...1400	1000	1100	550
Емкость, л	1,2	1,2	1,2	1,1	0,4
Индикация количества кофе	•	•	-	-	-
Выбор количества	•	•	-	-	-
Выбор одного из двух вкусов	•	•	-	-	-
Индикация уровня воды	•	•	•	•	внутри
Качающийся фильтр	•	•	•	•	-
Защита от падения капель	•	•	•	•	•
Выключатель с подсветкой	•	•	•	•	•
Отсек для шнура	•	•	•	•	•
Размер фильтра, см	1x4	1x4	1x4	1x4	1x1
Постоянный фильтр	•	•	•	•	•
Съемный фильтрующий элемент	•	•	-	-	-
Автоматическое отключение	после 2 ч	-	-	-	после 3 мин
Регулятор выбора вкуса кофе	•	•	-	-	-
Кофейник, сохраняющий аромат	•	•	•	-	-
Масса, кг	2,25	1,9	1,6	1,7	1,2
Габаритные размеры, см	23x23x36	29,9x23,7x37,2	22x21x31	25,7x23,3x34,4	19,5x19,5x28

3. Электрорисоварка

Прибор (рис. 13.6) состоит из двух сосудов: внутреннего 1 и наружного 7. Внутри сосуда 1, представляющего собой кастрюлю,

вставляется перфорированная подставка для варки на пару и разогрева риса. Между сосудами 1 и 7 имеется воздушная прослойка, выполняющая роль теплоизоляции. Для переноса кастрюли к наружному кожуху прикреплены пластмассовые ручки. Подставка 8 и ручка крышки внутреннего сосуда 1 пластмассовые.

Нагрев осуществляется электронагревателем 4, залитым в дно внутреннего сосуда. Включение и выключение электрорисоварки осуществляется с помощью клавишного устройства 2. При включении загорается сигнальная лампа 3. Автоматическое отключение прибора осуществляется термоограничителем, датчик которого заключен в подпружиненный металлический стакан 6, прижимаемый ко дну внутреннего сосуда. Термодатчик механически связан с клавишным переключателем и с контактным устройством 5.

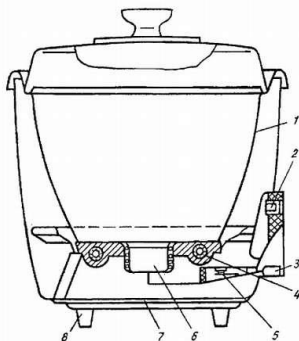


Рис. 13.6. Конструкция электрорисоварки: 1 — внутренний сосуд; 2 — клавишное устройство; 3 — сигнальная лампа; 4 — электронагреватель; 5 — контактное устройство; 6 — стакан; 7 — наружный сосуд; 8 — подставка

Контрольные вопросы:

1. Каких типов изготавливают электрочайники?
2. Что нужно сделать чтобы заменить в электрочайнике вышедший из строя ТЭН?
3. Каких типов изготавливают электрокофеварки?
4. Какое устройство электрочайника «Philips HD 4390»?
5. Какое устройство электрорисоварки?

Тема 13.3. Принцип действия и технические характеристики масляных электрорадиаторов

1. Основные сведения

Если говорить в общем, масляный секционный радиатор бытового типа (5-7 секций) либо других размеров представляет собой герметичный корпус, изготовленный из стали, который заполняется специальным маслом. Внутри емкости устанавливается электронагреватель, который разогревает масло и передает тепловую энергию через корпус в воздух.

Чаще всего масляные обогреватели используют для прогрева лишь одной комнаты, но благодаря возможности их легкого перемещения, радиаторы, обладающие высокой мощностью, могут поддерживать комфортную температуру воздуха на всей жилой площади.

Практически во всех моделях таких приборов предусмотрено несколько режимов работы, корректирующих интенсивность прогрева воздуха.

Все модели таких устройств в целях безопасности оснащены защитной функцией, позволяющей контролировать прибор от чрезмерного перегрева.

Экономия электроэнергии достигается путем встроенного таймера.

При достижении необходимой температуры в помещении он отключает обогреватель, а по истечению определенного времени, опять включает его.

2. Устройство и принцип действия

Принцип работы масляного обогревателя достаточно прост и идентичен для всех типов таких приборов.

Масляный обогреватель — это герметичная металлическая конструкция, которая состоит из секций.

Рабочей жидкостью в таких агрегатах является минеральное масло, оно разогревается с помощью электронагревателя, размещенного внутри прибора. Он накаляется и греет масло, которое передает тепловую энергию на металлический корпус, а он в свою очередь обогревает воздух в помещении.

От степени интенсивности такого взаимодействия напрямую зависит мощность теплоотдачи обогревателя. Понимая, как устроен и

функционирует бытовой масляный агрегат, намного проще определиться с выбором модели.

Подготовка к работе:

Если радиатор приобрели в холодное время года, его нельзя сразу включать. Устройство нужно распаковать, установить на опоры и оставить минимум на 2-3 часа.

После чего включить прибор в розетку с заземлением, оставить работать на один час в проветриваемом помещении. Благодаря этому испарятся посторонние запахи, появление которых может быть на начальном этапе работы агрегата.

3. Способы установки

Масляные обогревательные приборы имеют несколько модификаций и способов установки:

1. Напольные радиаторы. Самая распространенная и популярная разновидность масляных агрегатов. Для простоты перемещения устройство оборудовано специальными колесиками. Как правило, такие приборы универсальные по типу монтажа, поскольку позволяют использовать не только напольное расположение, но и настенное крепление.

2. Настенные радиаторы. Благодаря кронштейнам, входящим в комплектацию обогревателей, их можно подвешивать на стену. В сравнении с напольными конструкциями, устройства такой модификации не столь мощные и обладают невысокой теплоотдачей.

3. Плинтусные обогреватели. Такая конструкция прибора предусмотрена для настенного расположения. Радиатор размещается внизу стены, что обеспечивает хорошую циркуляцию воздушных масс. Используется в помещении как полноценный источник тепла и является альтернативой центральному отоплению.

Также масляные обогреватели могут быть:

1. С термостатом. С целью обеспечения длительной работы прибора и уменьшения потребления электроэнергии в радиаторы встраиваются электронные терморегуляторы, которые поддерживают установленный температурный режим и исключают вероятность перепадов.

2. С вентилятором. Для быстрого нагрева воздуха приборы оснащают встроенными вентиляторами, которые перераспределяют потоки воздушных масс. Единственным минусом, присущим этим разновидностям, является шумная работа вентилятора.

4. Техника безопасности и особенности эксплуатации

Если вы купили такой отопительный прибор, то, прежде всего, нужно ознакомиться с инструкцией по эксплуатации. Эти устройства работают от электросети 220В, что является опасным для здоровья и жизни человека.

Чтобы обеспечить безопасность во время эксплуатации обогревателей этого типа, необходимо соблюдать следующие правила:

- Не размещать прибор ближе, чем на полметра от стен, поскольку тепловое реле, установленное внутри, будет постоянно его отключать.
- Нельзя пользоваться обогревателями в помещениях с высоким уровнем влажности (ванная комната).
- Нельзя зимой содержать радиатор в неотапливаемом помещении (на лоджии, балконе, веранде и т.д.).
- Запрещается без специальных приспособлений использовать прибор в качестве сушилки, а также закрывать его тканью, так как в результате перегрева не исключена протечка масла.
- Важно чтобы кабель не соприкасался с горячими секциями, поскольку оплетка (изоляция) может оплавиться.
- Устройство следует держать исключительно в вертикальном положении, так как масло в корпусе залито не до верха и при укладывании обогревателя на бок оголяется ТЭН. Это может способствовать перегреву жидкости и разгерметизации.
- Прибор включать нельзя при неработающем датчике перегрева.
- Нельзя перемещать прибор по комнате за провод- обрыв шнура может стать причиной короткого замыкания.

При соблюдении определенных правил, масляные обогреватели являются наиболее безопасными в эксплуатации отопительными приборами, а риск неприятных последствий минимизирован.

5. Уход за радиатором

Как и любые отопительные приборы, масляные обогреватели требуют регулярного ухода. Он заключается в следующем:

- Соблюдать чистоту прибора.
- Внимательно следите за состоянием прибора, вилки и провода. Нельзя использовать обогреватель, если повреждены шнур или вилка.

- Прибор предназначен исключительно для использования внутри помещения.
- В случае поломки устройства не стоит самостоятельно разбирать части радиатора. Лучше всего предоставить эту работу профессионалам.

Контрольные вопросы:

1. Что из себя представляют масляные обогреватели?
2. Для чего нужен и где используется масляный обогреватель?
3. Какой принцип работы масляного обогревателя?
4. Какое устройство масляного обогревателя?
5. Какие способы установки масляного обогревателя?

Раздел 14. Установки микроклимата

Тема 14.1. Электрические приборы и аппараты микроклимата

1. Принцип работы воздухоочистителя

Принцип работы большинства воздухоочистителей заключается в использовании стандартного механизма фильтрации (т.е. в осаждении присутствующих в воздухе загрязняющих веществ (частиц) на специальных фильтрах), часть воздухоочистителей (с фотокаталитическим фильтром) способна окислять и расщеплять на молекулярном уровне загрязняющие вещества до безвредных составляющих.

Конструктивное решение воздухоочистителя определяется характером загрязнений, требуемой чистотой воздуха, площадью и во многом зависит от типа применяемых фильтров.

Типовой воздухоочиститель состоит из вентилятора и набора фильтров (обычно в воздухоочиститель включено несколько типов фильтров, за счет чего достигается более высокая степень очистки воздуха) собранных в едином корпусе.

2. Типы воздухоочистителей.

В настоящее время в автономных воздухоочистителях бытового и офисного назначения применяются следующие типы фильтров:

- Фильтры предварительной очистки (механические фильтры).

Фильтры предварительной очистки (механические фильтры) — самые простые фильтры, применяемые в воздухоочистителях. Они состоят из обычной мелкой сетки и используются в качестве фильтров предварительной очистки. Предназначены для удаления крупных пылевых частиц, шерсти животных. Такие фильтры устанавливаются практически на всем климатическом оборудовании и защищают от пыли не только людей, но и внутренности самих приборов. Являясь предварительным фильтром, защищает последующие фильтрующие элементы (угольные, HEPA — фильтры) от преждевременного износа.

Большинство фильтров предварительной очистки уstraняют частички размером 5-10 микрон. Несмотря на то, что процентное соотношение частичек размером от 5 микрон по отношению в общей массе пыли находящейся в воздухе мало, он играет очень важную роль, поскольку если в системе не используется фильтр предварительной очистки, или он недостаточно эффективно удаляет частицы, это может привести к преждевременному износу активированного угольного или HEPA фильтра, смена последнего достаточно дорогое удовольствие.

Предварительные сетчатые фильтры являются многообразными — для очистки от пыли их достаточно пропылесосить или промыть в теплой воде.

- Электростатические (ионизирующие) фильтры.

Принцип действия электростатических фильтров, основан на притяжении электрических зарядов разной полярности. Загрязненный воздух проходит через ионизационную камеру, в которой частицы загрязнения приобретают положительный заряд, после чего они оседают на отрицательно заряженных пластинах. Для очистки такого фильтра (пластин) достаточно промыть его мыльной водой.

Электростатические фильтры хорошо очищают воздух от пыли и копоти. При этом методе возможно достижение эффективности фильтрации, удовлетворяющей и даже превосходящей известный стандарт HEPA. Кроме того, фильтры, использующие данную технологию, допускают многократную прочистку фильтра, что, разумеется, положительно сказывается на стоимости эксплуатации прибора.

Воздухоочистители, оснащенные подобными электростатическими фильтрами, часто комплектуются в комбинации с HEPA, угольными фильтрами.

- Водяные фильтры.

Водяные фильтры используются как правило в климатических комплексах, «мойках воздуха».

Принцип работы довольно прост и в тоже время весьма эф-

фективен: воздух забирается вентилятором — частицы пыли получают определенный заряд (методика, используемая в электростатических фильтрах) и подаются на увлажняющие диски, которые имеют противоположный заряд, пыль притягивается к смоченным дискам, оседает на них и смывается в поддон.

Основное преимущество таких фильтров — не требуются сменные фильтры, которые необходимо чистить, а по мере использования и заменять. Соответственно и нет дополнительных эксплуатационных расходов.

Для большей эффективности очистки в некоторых очистителях воздуха используются дополнительно НЕРА фильтр в комбинации с водяным фильтром.

- Угольные (адсорбционные) фильтры.

Главное предназначение угольных фильтров – физически поглощать молекулы газа своими порами. Активированные угольные фильтры лучше других устраниают летучие и полунлетучие органические соединения с довольно большой молекулярной массой. Количество фильтрующего материала угольного фильтра является одной из важных определяющих его эффективности. Очевидно, что чем больше микропор содержится в угле, тем больше газа и запахов можно устранить, и тем дольше время работы фильтра, перед тем как его поры переполнятся, и фильтр необходимо будет заменить. Также важно, чтобы кроме угольных фильтров воздухоочистители оснащались фильтрами механической (предварительной очистки — пылепоглощающими). Если фильтр предварительной очистки недостаточно эффективно задерживает макрочастички, они будут накапливаться в микропорах угольного фильтра. Следовательно, это приведет к преждевременному насыщению активированного угля и износу фильтра.

Форма фильтра также является важным фактором, определяющим эффективность потока воздуха. Угольный фильтр с мелкодисперсным активированным углем является причиной большого сопротивления потока воздуха. Если фильтр состоит из гранул большего размера, это облегчит движение воздуха сквозь фильтр.

При гофрированной форме фильтра, увеличивается фильтрующая поверхность угля, что в свою очередь увеличивает эффективность устранения газов (чем больше поверхность, тем больше эффективность поглощения).

Однако эти фильтры не очень эффективны при использовании в среде с высокой влажностью. Также активированный уголь не эффективен для удаления газов с более низкой молекулярной массой,

таких как формальдегид, сернистый ангидрид и диоксид азота. Для их устранения необходимо использовать добавки, изготовленные из хемосорбентов, которые способны химически устранять эти газы.

Хемосорбенты вступая в реакцию с молекулой воды, находящейся в воздухе, и молекулой газа химически их разлагают на безвредные вещества, такие как диоксид углерода. Этот процесс называется химическим поглощением. К типичным хемосорбентам относятся оксид алюминия, силикат алюминия и перманганат калия.

Таким образом, воздухоочистители, в которых используются только угольные фильтры, являются не столь эффективными для очистки воздуха городских помещений. Поэтому в воздухоочистителях они используются в комбинации с другими фильтрами (HEPA, электростатическими, фотокаталитическими фильтрами).

Следует обратить внимание на тот факт, что менять угольный фильтр нужно в обязательном порядке раз в 4-6 месяцев, поскольку по мере накопления токсинов и пыли сам фильтр может стать источником загрязнения (в какой-то момент «выбросить» часть из накопившегося за несколько месяцев). Такое может произойти при несвоевременной смене фильтра.

- Фильтры HEPA (фильтры тонкой механической очистки).

Фильтры тонкой очистки воздуха – HEPA (High Efficiency Particulate Arresting — высокоэффективная задержка частиц) представляет собой пылевой воздушный фильтр высокой эффективности.

Фильтры HEPA во многих воздухоочистителях являются основным фильтрующим элементом.

Принцип работы HEPA фильтров достаточно прост: воздух вентилятором прогоняется через фильтр и тем самым освобождается от частиц пыли. HEPA-фильтр задерживает более 99% всех частиц размерами от 0,3 мкм и больше. Большинство аллергенов (пыльца, споры грибов, шерсть и перхоть животных, аллергены клещей домашней пыли, др.) имеют размеры более 1 мкм, поэтому HEPA-фильтры используются в пылесосах или очистителях воздуха, которые рекомендуется использовать аллергическим больным при доказанной роли респираторной аллергии в течение заболевания.

Высказывание Питера М. Ротмана, доктора медицины, Форт Уэйн — по поводу очистки HEPA фильтрами: «Портативные воздухоочистители на основе фильтров HEPA, несомненно, являются необходимым средством для борьбы со всеми видами пылевого клеща, спорами плесени и шерсти животных. Фильтры HEPA работают наилучшим образом в закрытых помещениях, в которых они могут многократно обрабатывать и очищать воздух от аллергенов.»

Согласно принятой международной классификации, существует 5 классов HEPA фильтров: H10, H11, H12, H13 и H14. Чем выше класс, тем лучше качество фильтрации воздуха – так, фильтры HEPA H13 (или TRUE HEPA по классификации американской компании HONEYWELL, США) способны задерживать частицы размером до 0,3 мкм с эффективностью до 99,975%.

Чем больше квадратных футов занимает фильтрующий материал HEPA фильтра в вашем воздухоочистителе, тем больше частичек он сможет задержать, перед тем как переполниться. Также, чем больше размер фильтра, тем больше количество задерживаемых частиц при каждом прохождении через фильтр. Тип используемого материала и дизайн являются важными определяющими качества HEPA фильтра. Гофрировка HEPA фильтра должна быть сплошной для обеспечения одинаковой эффективности фильтрации. Если складки прилегают слишком плотно друг к другу, это ограничивает движение воздуха и приводит к снижению воздухопроходимости. В некоторых HEPA фильтрах вместо бумаги используются синтетические материалы. Однако тонкая бумага является наилучшим материалом, эффективно задерживающим большое количество микроскопических частичек и не сильно ограничивающим воздушный поток. Так как HEPA фильтры высшего качества чрезвычайно хрупкие и их легко повредить, ведущие компании производители воздухоочистителей устанавливают фильтры таким образом, чтобы защитить материал HEPA фильтров. Кроме того, поверхность фильтров представляет очень удобный «плацдарм» для микроорганизмов, поэтому производители дополнительно пропитывают их специальным химическим составом, угнетающим жизнедеятельность бактерий (обязательно поинтересуйтесь, предусмотрена ли такая пропитка в выбранном вами фильтре).

HEPA — фильтры изначально разрабатывались для оборудования систем вентиляции в медицинских учреждениях и помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха; технология широко распространена на Западе, используется в промышленных и бытовых воздухоочистителях.

HEPA-фильтры применяются в следующих областях:

- в домах, гостиницах, офисах, где чистый воздух особенно необходим для обеспечения здоровья человека;
- в здравоохранении для создания стерильной среды;
- в микробиологической и фармацевтической промышленности для создания стерильных зон на производствах лекарственных препаратов и изделий;

— в электронной промышленности для создания чистых производственных помещений высокого (1,10 и 100 по стандарту США F 209D) класса чистоты;

— в точном машиностроении и аэрокосмической промышленности;

— в химической промышленности для получения обеспыленной атмосферы на производствах кино- и фотоматериалов;

— в атомной промышленности для очистки воздуха от радиоактивных аэрозолей;

— в пищевой промышленности на предприятиях по производству мясных и молочных продуктов детского питания.

Еще более совершенными по сравнению с HEPA, являются фильтры UPLA (Ultra Low Penetrating Air), способные улавливать до 99,999% частиц диаметром свыше 0,1 мкм. Такие фильтры по принципу действия не отличаются от моделей HEPA. На Украинском и Российском рынке встречаются редко.

- Фотокаталитические фильтры.

Фильтры данного типа – новинка в области очистки воздуха и являются одними из лучших на сегодняшний день.

Сущность метода очистки воздуха состоит в разложении и окислении токсичных примесей на поверхности фотокатализатора под действием ультрафиолетового излучения. Реакции протекают при комнатной температуре, при этом органические примеси не накапливаются, а разрушаются до безвредных компонентов (вода и углекислый газ), причем фотокаталитическое окисление одинаково эффективно по отношению к токсинам, вирусам или бактериям – результат один и тот же. Большинство запахов вызываются органическими соединениями, которые также полностью разлагаются очистителем и поэтому исчезают.

В настоящее время этот тип очистителей представлен не очень широко. Из наиболее популярных, потребителям предлагаются фотокаталитические очистители воздуха японского концерна DAIKIN (модели: Siesta ACEF3AV1, MC401VE, MC704AVM, DAIKIN MC 707VM new) и фотокаталитический очиститель воздуха с функцией увлажнения AirComfort 3SK-AC0304.

За счет мощного окисления применяемого в фотокаталитических фильтрах DAIKIN — эффективность очистки по удалению бактерий, вирусов и микрочастиц имеет очень высокий показатель: 99,99%. Дезодорация воздуха (устранение запахов) так же на очень высоком уровне — через одну минуту работы фильтра удаляется 85% сигарет-

ного дыма, аммиака, ацетальдегида и др. токсичных газов. Все это благодаря способности диоксида титана (фотокатализатора) под действием ультрафиолетового света расщеплять на молекулярном уровне неприятные запахи до безвредных составляющих.

3. Выбор воздухоочистителя

При выборе воздухоочистителя, важно определить:

1) Качество очистки воздухоочистителя — насколько качественная очистка воздуха необходима, все зависит от серьезности проблемы качества воздуха, которую вы пытаетесь решить. Одно дело очистка от сигаретного дыма в офисе и совсем другое очистка воздуха от аллергенов, для людей, страдающих аллергией или астмой.

Если речь идет об аллергии, то чем серьезнее проблема, тем чище должен быть окружающий воздух. Человек с более легкой формой аллергии может чувствовать себя комфортно при использовании более дешевого воздухоочистителя; в то время как для другого человека, страдающего более сильной аллергией, такая система очистки воздуха покажется совсем неэффективной (потребуется более качественный и соответственно более дорогой воздухоочиститель).

Наиболее качественную фильтрацию производят воздухоочистители, имеющие в своем составе фильтр HEPA или фотокаталитический фильтр. Такие воздухоочистители рекомендованы для использования астматиков и аллергиков.

Для оценки эффективности работы воздухоочистителей существует такое понятие как коэффициент подачи чистого воздуха (Clean Air Delivery Rate — CADR) равный произведению количества воздухообменов на эффективность фильтра и обозначающий количество чистого воздуха, подаваемого воздухоочистителем в комнату. Чем выше CADR, тем более чистый воздух производит воздухоочиститель, и тем более эффективно он работает.

Воздухоочиститель, имеющий степень очистки 99,9%, но небольшую скорость потока воздуха (небольшую производительность для какого-то выбранного помещения), то есть не успевающий «прокачивать» через себя достаточное количество воздуха, не будет эффективным. Точно так же, воздухоочиститель, имеющий высокую скорость потока воздуха, но плохую степень фильтрации, большой пользы не принесет.

2) Производительность воздухоочистителя — размер помещения является важным фактором при выборе воздухоочистителя. Реко-

мендуется при подборе воздухоочистителя рассчитывать его производительность ($\text{м}^3/\text{час}$) таким образом, чтобы он на максимальной скорости весь объем воздуха в помещении мог пропустить через себя за один час — три раза.

3) Шумность работы — так как воздухоочистители должны работать все время, пока человек находится в помещении, особенно ночью, шумность его работы является не последним фактором, влияющим на выбор модели. К сожалению, не все производители в составе технических характеристик своих приборов указывают уровень шума. Так что этот параметр сравнения во многом субъективен. Но, чем больше площадь фильтра, тем, как показывает опыт, шумность прибора ниже. Это связано с тем, что для прохождения воздуха через отверстие большого размера, при той же производительности, скорость воздуха будет меньше. Многие воздухоочистители имеют несколько скоростных режимов работы. При чем, основным и постоянным для них всегда является самый низкий и, следовательно, самый тихий. Повышенные режимы используются обычно при кратковременной сильной запыленности помещения (после уборки, после бурных игр детей и т.п.).

Местоположение воздухоочистителя в помещении, не сильно влияет на качество очистки воздуха. Лучшим местом расположения является центр комнаты, но, если вы разместите очиститель в углу, он так же эффективно очистит воздух, главное при этом обеспечить свободный доступ воздуха к его заборным и выпускным отверстиям и желательно не ставить воздухоочиститель на пол, поскольку крупные (тяжелые) частицы пыли, мех. примеси могут быстро «забивать» дорогостоящие фильтры тонкой очистки.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается принцип работы воздухоочистителей?
2. Из чего состоят и для чего используются фильтры предварительной очистки?
3. На чем основан принцип действия электростатических фильтров?
4. Для чего предназначены угольные фильтры?
5. Что важно определить при выборе воздухоочистителя?

Тема 14.2. Кондиционеры, назначение, устройство, технические характеристики БК -1300

1. Устройство и ремонт кондиционера «БК-1500», «БК-2500»

Бытовой оконный кондиционер БК-1500 используется в жилых, служебных и других помещениях площадью до 25 м².

Кондиционер обеспечивает:

- охлаждение воздуха в помещении; автоматическое поддержание заданной температуры;
- очистку воздуха от пыли; вентиляцию;
- уменьшение влажности воздуха;
- изменение скорости движения и направления воздушного потока;
- воздухообмен с наружной средой.

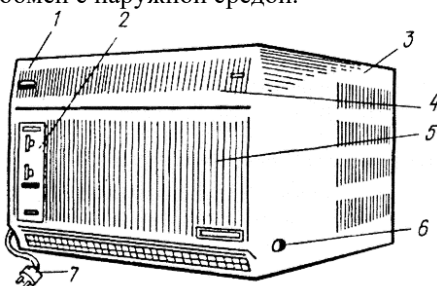


Рис. 14.1. Кондиционер БК-1500, общий вид: 1 — поворотная решетка; 2 — пульт управления; 3 — кожух; 4 — передняя панель с фильтром для очистки воздуха; 5 — панель с жалюзи; 6 — винт крепления передней панели; 7 — соединительный шнур.

Все узлы кондиционера смонтированы на металлическом основании. Металлической перегородкой кондиционер разделяется на два герметически изолированных отсека: наружный и внутренний. Внутренний отсек кондиционера, установленного в оконном проеме, находится внутри помещения, а наружный располагается вне его.

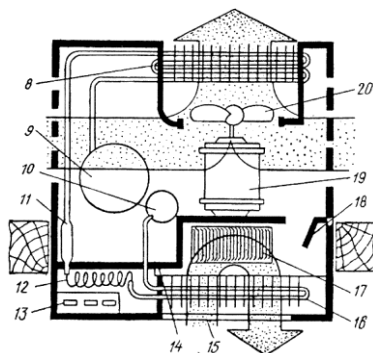


Рис. 14.2. Кондиционер БК-1500, схема функционирования:
 8 — конденсатор; 9 — компрессор; 10 — расширитель; 11 — фильтр-осушитель; 12 — капиллярная трубка; 13 — пульт управления;
 14 — перегородка; 15 — фильтр воздушный; 16 — испаритель;
 17 — вентилятор центробежный; 18 — заслонка вентиляторная;
 19 — электродвигатель вентиляторов; 20 — вентилятор осевой.

Основными рабочими узлами кондиционера являются: холодильный агрегат; вентиляторы (осевой и центробежный) с общим электродвигателем; пульт управления с пускозащитным устройством.

Герметичный холодильный агрегат состоит из ротационного компрессора 9 (рис. 14.2) конденсатора 8, испарителя 16, фильтра-осушителя 11, расширителя 10 и системы трубопроводов.

Компрессор, конденсатор, осушитель и расширитель расположены в наружном отсеке, а испаритель — во внутреннем.

Система холодильного агрегата заполнена смазочным маслом и хладагентом хладоном-22.

При включенных электродвигателях холодильный агрегат работает следующим образом: пары хладона нагнетаются компрессором 9 в конденсатор 8. В конденсаторе происходит конденсация паров за счет отвода тепла наружным воздухом, продуваемым осевым вентилятором 20. Далее жидкий хладон поступает через фильтр-осушитель 11 по капиллярной трубке 12 в испаритель 16. Капиллярная трубка создает перепад давления между конденсатором и испарителем, вследствие чего жидкий хладон переходит в испаритель в газообразном состоянии. При этом он поглощает большое количество тепла, отнимая его от стенок испарителя и соприкасающегося с ним воздуха, засасываемого центробежным вентилятором 17 из помещения. Охлажденный воздушный поток поступает в помещение через поворотную решетку.

Из испарителя через расширитель пары хладагента отсасываются компрессором, и цикл повторяется.

Осевой вентилятор 20 с двухскоростным электродвигателем 19, расположенный в наружном отсеке, предназначен для охлаждения конденсатора наружным воздухом, засасываемым через жалюзи в боковых стенках кожуха.

Центробежный вентилятор, установленный во внутреннем отсеке кондиционера, служит для засасывания воздуха из помещения через решетчатую часть декоративной панели, воздушный фильтр 15 и испаритель, а также для нагнетания охлажденного и очищенного от пыли воздуха в помещение через поворотную решетку 1.

Электродвигатель вентиляторов включается при пуске компрессора, однако он может быть также включен в работу в режиме вентиляции и при отключенной холодильной системе. Пульт управления 2 с пускозащитным устройством предназначается для пуска, останова и управления работой кондиционера, установления желаемой температуры в помещении и автоматического поддержания ее, а также для защиты элементов кондиционера от перегрузки. Электрическая схема кондиционера показана на рис. 14.3.

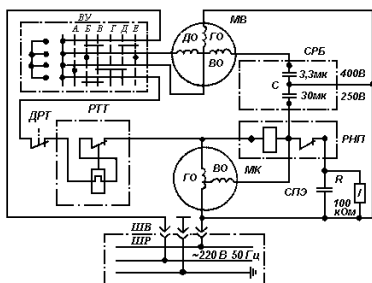


Рис. 14.3. Кондиционер БК-1500, электрическая схема: СПЭ — конденсатор пусковой емкостью 60 мкф на напряжение 320 В; МК — компрессор; СРБ — конденсатор рабочий; МВ — однофазный электродвигатель; РНП — реле напряжения пусковое, 10 А, 250 В; ДРТ — датчик реле — температуры; РТТ — реле температурно-токовое; R — резистор сопротивлением 100 кОм.

Пускозащитное устройство состоит из следующих приборов: конденсатор пусковой электролитический СПЭ емкостью 60 мкф для пуска электродвигателя компрессора МК; конденсатор рабочий блочный СРВ для обеспечения работы однофазных электродвигателей МВ и

МК; реле напряжения пусковое РНП для отключения пускового конденсатора СПЭ после пуска двигателя компрессора МК; термостат ДРТ (датчик реле температуры) для автоматического управления кондиционером. Температура регулирования от 30° до 15°С; реле температурно-токовое РТТ для защиты электродвигателя компрессора МК при перегрузках; резистор R типа ОМЛТ-0,5 100 кОм для разрядки пускового электролитического конденсатора СПЭ после его отключения.

По сравнению с ранее выпускаемыми кондиционерами в кондиционере БК-1500 имеются следующие преимущества. Компрессор кондиционера ротационного типа более легкий и с меньшим шумом, чем ранее применяемый поршневой компрессор.

Расход электроэнергии снижен. Электродвигатель вентиляторов имеет две частоты вращения, что делает возможным регулирование объема вентилируемого воздуха в единицу времени и скорости движения воздушного потока, а также уменьшение шума.

Пластмассовый кожух по сравнению с металлическим имеет меньшую массу, обеспечивает уменьшение теплоотдачи и поглощает шум работающего агрегата.

Таблица 14.1. Основные технические характеристики кондиционера БК-1500

Кондиционер	
Тип	Бытовой оконный автономный с автоматической регулировкой температуры
Холодопроизводительность, ккал/ч	1500
Потребляемая мощность, Вт, не более	1000
Номинальное напряжение, В	220
Уровень шума, дБА,	не более 58
Рабочий ток, А, не более	5
Габаритные размеры, мм	400x600x585
Масса, кг	51
Компрессор	
Тип	Ротационный с конденсаторным двигателем
Холодопроизводительность, ккал/ч	1750
Потребляемая мощность, Вт, не более	854
Рабочий ток, А, не более	4,4
Коэффициент мощности	0,875
Частота вращения двигателя, об/мин	2910

Продолжение таблицы 14.1

Двигатель вентиляторов	
Тип	Двухскоростной, однофазный с короткозамкнутым ротором, конденсаторный
Номинальное напряжение, В	220
Потребляемая мощность, Вт	40/18
Частота вращения, об/мин:	
максимальная	810
минимальная	625

Кондиционер БК-2500 предназначен для установки в помещениях площадью до 35м² и служит для охлаждения воздуха, вентиляции, уменьшения влажности, очистки воздуха от пыли.

Прибор дает возможность снижать в помещении температуру на 5...10°С по сравнению с окружающей средой.

Внутри пластмассового корпуса конденсатора на металлическом основании смонтированы холодильный агрегат и двухскоростной электродвигатель с центробежным и осевым вентиляторами на концах вала. Кондиционер разделен на герметически изолированные отсеки металлической перегородкой, обклеенной изоляционными плитками. В передней части расположены испаритель, центробежный вентилятор, панель с пультом управления и пускозащитная аппаратура (реле напряжения, пусковой конденсатор, переключатель и термостат).

В задней части находится компрессор, конденсатор, осушитель и расширитель. Холодильный агрегат состоит из ротационного компрессора, конденсатора, испарителя, осушителя, расширителя и системы трубопроводов, образующих герметично замкнутую систему, заполненную хладагентом (хладоном-22).

Принцип действия кондиционера следующий. Пары хладона нагнетаются компрессором в конденсатор, там они конденсируются за счет отвода тепла наружным воздухом, продуваемым осевым вентилятором. Жидкий хладон поступает через осушитель по капиллярной трубке в испаритель, где он переходит в газообразное состояние (за счет перепада давления), поглощая при этом большое количество тепла из стенок испарителя и соприкасающегося с ним воздуха, засасываемого центробежным вентилятором из помещения. Воздух затягивается через решетчатую часть декоративной панели, фильтр и испаритель. Охлажденный и очищенный от пыли и излишней влаги воздух возвращается в помещение через поворотную решетку.

Осевой вентилятор, расположенный в заднем отсеке кондиционера, предназначен в основном для охлаждения конденсатора наруж-

ным воздухом, засасываемым через жалюзи в боковых стенках корпуса. Электродвигатель вентилятора включается при пуске компрессора, но он может работать и в режиме вентиляции (I и II скорости) при отключенной холодильной системе.

Пульт управления с пускозащитным устройством предназначен для пуска, остановки и управления работой кондиционера, установления желаемой температуры в помещении и ее автоматического поддержания, а также для защиты двигателя компрессора от перегрузки. Благодаря применению ротационного компрессора вместо поршневого и пластмассового кожуха вместо металлического кондиционер работает менее шумно: он стал легче, расход электроэнергии снизился.

Сконденсированная влага, отводимая от воздуха, стекает в поддон под испарителем, немного воды отводится наружу, а большая часть попадает в углубление под осевым вентилятором, которым она распыляется и тем самым охлаждает конденсатор.

Таблица 14.2. Основные технические характеристики кондиционера БК-2500

Холодопроизводительность, ккал/ч	2500
Потребляемая мощность, Вт	1600
Питающее напряжение, В	220
Электродвигатель вентилятора	Двухскоростной, однофазный, с короткозамкнутым ротором
Номинальная мощность, Вт	60
Частота вращения, об/мин	700...900
Компрессор	Ротационный с конденсаторным электродвигателем
Частота вращения, мин ⁻¹	2900

Контрольные вопросы:

1. Что обеспечивает кондиционер?
2. Какое устройство кондиционера БК-1500?
3. Из каких приборов состоит пускозащитное устройство?
4. Для чего предназначен и служит кондиционер БК-2500?
5. Какая потребляемая мощность кондиционера БК-1500?
6. Какая потребляемая мощность кондиционера БК-2500?

Раздел 15. Электроприборы индивидуального пользования

Тема 15.1. Электроприборы, облегчающие домашний труд

1. Общие сведения об устройстве и принципе действия электробритв

Электрические бритвы — приборы личной гигиены, предназначенные для ежедневного сухого бритья, подстрижки усов, длинных волос на висках и шее.

Согласно ГОСТ 9357—81Е их подразделяют на бритвы следующих типов:

- БЭПГ — с возвратно-поступательным движением ножей гребенчатого вида;
- БЭВ — с вращательным движением ножей и неподвижными круглыми ножами;
- БЭВУ — с универсальным питанием и питанием от автономных источников;
- БЭВС — с вращательным движением ножей и неподвижным ножом-сеткой;
- БЭПС — с возвратно-поступательным движением ножей и неподвижным ножом-сеткой;
- БЭПСУ — с возвратно-поступательным движением ножей, неподвижным ножом-сеткой и универсальным питанием от автономных источников.

Режим работы электробритв кратковременный, длительность рабочего периода приблизительно равна 10 мин. Средний ресурс работы электробритвы должен составлять не менее 150 ч.

В бритвах применяют электродвигатели трех типов: импульсные с кулисным механизмом, электромагнитные вибраторы и коллекторные двигатели.

Существующие модели отечественных электробритв по конструкции ножевого блока можно подразделить на бритвы с возвратно-поступательным движением подвижных ножей (гребенчатые, сетчатые и комбинированные), вращательным движением подвижного ножа (круглый или тарельчатый) и с электромагнитным вибратором.

Электрические бритвы характеризуются следующими основными показателями:

- потребляемой мощностью (10... 12 Вт);
- номинальной толщиной неподвижных ножей (0,06...0,1 мм);

- уровнем звука (не более 60 дБ (А));
- массой (около 370 г).

По типу защиты от поражения электрическим током электробритвы соответствуют приборам II класса согласно ГОСТ 14087—80.

Электробритвы с импульсным электродвигателем. К бритвам с импульсным электродвигателем относятся модели «Нева-3», «Нева-302», «Чайка-304-авто» и др.

Электробритва «Чайка-304-авто» состоит из разъемных пластмассовых полукорпусов 3 (рис. 15.1) и монтажного корпуса 1 (рис. 15.2), которые скреплены четырьмя винтами М2х 14. В монтажном корпусе заформованы резьбовые буксы для соединения полукорпусов. В нем установлен электродвигатель, работающий от сети постоянного тока напряжением 12 В. Шнур питания снабжен колодкой для подсоединения к электробритве и специальным устройством для включения бритвы в гнездо прикуривателя автомашины.

Сердечник 15 (см. рис. 15.1) статора двигателя состоит из листов электротехнической стали, жестко соединенных заклепками. На сердечник установлен каркас катушки 14, на которую намотан провод.

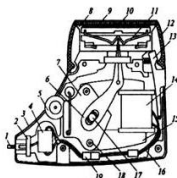


Рис. 15.1. Электробритва «Чайка-304-авто» (разъемный полукорпус): 1 – штекер; 2 – колодка; 3 – полукорпус; 4 – конденсатор; 5 – пускатель; 6 – кулиса; 7 – пластина; 8 – неподвижный нож; 9 – съемный нож; 10 – подвижный нож; 11 – пружина; 12 – волосоулавливатель; 13 – фиксатор; 14 – катушка; 15 – сердечник статора; 16 – провода; 17 – эксцентриковая втулка; 18 – букса; 19 – хрорвиниловая втулка.

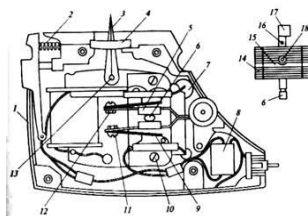


Рис. 15.2. Электробритва «Чайка-304-авто» (монтажный корпус): 1 – монтажный корпус; 2 – пружина; 3 – поводок кулисы; 4 – уплотнитель;

5 – изолятор электроконтактов; 6 – эллипсообразный конец вала; 7 – резистор; 8 – конденсатор; 9 – монтажная пластина; 10 – винт; 11, 12 – гайки; 13 – ось кулисы; 14 – сердечник ротора; 15 – пластина; 16 – вал ротора; 17 – эксцентриковая втулка; 18 – специальный винт.

Ротор электродвигателя также набран из листов электротехнической стали. Его сердечник 14 (см. рис. 15.2) состоит из двух частей, между которыми установлено латунное кольцо. Обе части сердечника ротора и кольцо соединены заклепками. Ротор закреплен на валу 16 с помощью специального винта 18. Один конец 6, имеющий в сечении форму эллипса, находится между изоляторами 5 контактов блока прерывателя. Если большая ось эллипсообразного конца вала параллельна контактным пластинам, то контакты замкнуты, если она перпендикулярна этим пластинам, то контакты разомкнуты.

На другой конец вала навернута эксцентриковая втулка 17 (см. рис. 15.1), которая входит в отверстие кулисы 6, и вращательное движение этой втулки преобразуется в возвратно-поступательное движение кулисы. Последняя своими поводками входит в изгиб пластинчатой пружины 11 подвижного ножа 10 и придает ему также возвратно-поступательное движение.

Ножевой блок бритвы состоит из двух неподвижных 8, двух подвижных 10 и двух съемных 9 ножей волосоулавливателя 12, который удерживается вместе с ножевым блоком при помощи фиксатора 13 с пружиной.

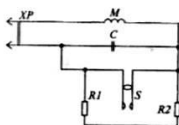


Рис. 15.3. Электрическая схема электробритвы «Чайка-304-авто»: XP – штепсельная вилка; M – электродвигатель импульсного типа; C – конденсатор емкостью 0,1 мкФ; S – контакты блока прерывателя; R1, R2 – резисторы типа МЛТ сопротивлением 110 Ом.

Если после включения бритвы в сеть двигатель не начинает работать, то следует привести в действие пускатель, который упирается в кольцо ротора. При повороте пускателя изменится положение ротора в статоре, контакты блока прерывателя замкнутся и двигатель начнет работать. Останавливать двигатель следует только выключением из электросети.

Кулиса выполнена из пластмассы, что исключает появление напряжения на бреющих ножах. Она совершает колебательные движения на своей оси 13 (см. рис. 15.2), проходящей через весь пакет статора. В электрическую схему электробритвы «Чайка-304-авто» (рис. 15.3) входит электродвигатель М импульсного типа. Статор содержит одну катушку. Двигатель включается в сеть через конденсатор С емкостью 0,1 мкФ и резисторы R1 и R2 активным сопротивлением 110 Ом каждый.

Конденсатор применяется как помехоподавляющее устройство, а активное сопротивление снижает силу тока, поступающего на контакты блока прерывателя в момент замыкания контактов S, что уменьшает искрение на них. При их размыкании происходит зарядка конденсатора С, а при замкнутых контактах он разряжается на резисторы R1 и R2, что способствует снижению потребляемой мощности.

Технические характеристики электробритвы «Чайка-304-авто»:

Номинальное напряжение, В.....	12
Потребляемая мощность, Вт.....	10
Уровень звука, дБ (А).....	60
Число двойных ходов в минуту.....	6000
Толщина неподвижного ножа, мм.....	0,1
Число подвижных ножей.....	2
Движение ножей.....	возвратно-поступательное.

Электробритвы с электромагнитным вибратором. Для приведения в действие электробритвы с возвратно-поступательным движением ножей обычно применяют электромагнитный вибратор, который относительно прост по конструкции и надежен в работе. Его принцип действия (рис. 15.4) основан на взаимодействии магнитного потока обмотки возбуждения и подвижного ротора, намагниченного этим потоком. При подключении обмотки возбуждения к сети переменного тока по ней течет ток, который создает магнитный поток возбуждения. Он замыкается через статор 2 и ротор 1, намагничивая последний. Их сердечники обращены друг к другу разноименными полюсами, благодаря чему они притягиваются.

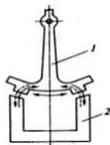


Рис. 15.4. Электромагнитный вибратор: 1 – ротор; 2 – статор.

При включении обмотки в сеть переменного тока частотой 50 Гц изменяются полярности тока и, следовательно, магнитного потока, а также сердечников статора и ротора. Поэтому в любом случае статор и ротор обращены друг к другу разноименными полюсами. Таким образом, сила притяжения не зависит от направления тока в обмотке катушки возбуждения; при протекании тока ротор притягивается к статору дважды за период, или 6000 раз в минуту.

Общими недостатками бритв с электромагнитным вибратором являются повышенный шум, уровень которого составляет 60...63 дБ(А), и вибрация корпуса.

Электробритва «Микма-101» состоит из корпуса 1 (рис. 15.5, а), ножевого блока, электромагнитного вибратора 8, включающего в себя якорь, статор и катушку возбуждения, защитного колпачка 6 и гнезда для подсоединения съемного соединительного шнура 9.

Ножевой блок состоит из подвижного 7 и неподвижного 5 ножей и стригущей гребенки для подравнивания длинных волос. Срезание волос при бритье осуществляется за счет попадания их в отверстия неподвижного ножа-сетки, изготовленного из никеля методом электроформования. Подвижный нож-блок, содержащий 36 лезвий, приводится в возвратно-поступательное движение

электромагнитным вибратором. Срез длинных волос осуществляется широкой гребенкой, позволяющей стричь не только виски, усы, бороду, но и филировать длинные волосы на голове. Включение стригущих ножей осуществляется муфтой без перестановки режущего блока.

Электродвигатели с коллекторным двигателем. Электробритвы с коллекторным электродвигателем («Харьков», «Агидель», «Бердск» и др.) нашли самое широкое распространение. Многие бритвы аналогичны по конструкции и имеют очень незначительные особенности и отличия.

Электробритва «Харьков-65» — трехножевая бритва с разъемным пластмассовым корпусом, состоящим из двух частей — полукорпусов 1 и 25 (рис. 15.6). Между ними расположена монтажная планка, в которой установлены движки 27, 28 и 29 соответственно фиксатора ножевого блока, выключателя и переключателя. При соединении полукорпусов происходит закрепление всех механизмов. На корпусе 26 ножевого блока электробритвы смонтированы неподвижный 24 и подвижный 23 ножи стригущего механизма. Внутри корпуса находится проволоочная пружина, с помощью которой ножевой блок соединен с основанием. Подвижные ножи установлены в неподвиж-

ных, прижаты к ним пластинчатой пружиной и закреплены держателем с поворотной втулкой.

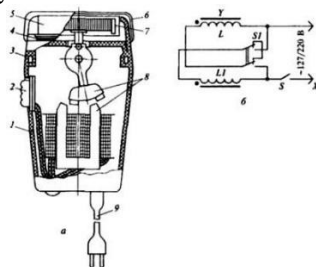


Рис. 15.5. Электробритва «Микма-101»: а) конструкция: 1 – корпус; 2 – выключатель; 3 – кожух; 4 – устройство для стрижки; 5 – неподвижный нож; 6 – защитный колпачок; 7 – подвижный нож; 8 – электромагнитный вибратор; 9 – соединительный шнур; б) электрическая схема: Y – статор; L, L1 – катушки статора; S1 – переключатель; S – выключатель; X – штепсельный разъем

Стригущий блок 8 состоит из двух пластмассовых частей, связанных друг с другом благодаря профильным выступам и впадинам. На монтажной части блока расположен движок, соединенный со стальным толкателем, который выполнен в виде скобы и прикреплен к основанию стригущего механизма. При перемещении движка вниз толкатель тянет за собой стригущий механизм и он, поворачиваясь, принимает рабочее положение. Если движок перемещается вверх, то стригущий механизм входит в стригущий блок.

На станине 5 двигателя бритвы имеются четыре оси, на которых расположены три зубчатых колеса 7 и рычаг кулисы 6. Каждое зубчатое колесо, оснащенное эксцентриковой втулкой для преобразования его вращательного движения в возвратно-поступательное движение подвижного ножа стригущего блока, установлено в эллипсообразном отверстии рычага кулисы, которому и сообщает движение. Привод зубчатых колес, осуществляется зубчатой шестерней 10, напрессованной на вал якоря 3.

Выключатель и переключатель электробритвы размещены в одном пластмассовом корпусе. Они имеют рычаги 14 и 15, снабженные движками 28 и 29. Двухштырьковая вилка, предназначенная для подключения съемного шнура питания, установлена в пазах полу корпусов. Двухжильный, свитый в спираль шнур рассчитан на напряжение 250 В и силу тока 0,25 А. Колодка и вилка литые.

Электрическая схема электробритвы «Харьков-65» (рис. 15.7) содержит последовательно и параллельно соединенные элементы. В ней применен универсальный коллекторный электродвигатель, работающий от сети переменного тока напряжением 127 и 220 В и сети постоянного тока напряжением 110 и 220 В. Допустимое отклонение напряжения от номинального значения составляет + 10%. Потребляемая мощность не превышает 11 Вт. Защиты от влаги не предусмотрено.

Выключатель 5В предназначен для подключения электрической схемы бритвы к сети. Если подсоединить бритву к источнику питания с замкнутыми контактами выключателя, то происходит искрение в розетке, что разрушает розеточные контакты и контакты вилки, а также приводит к износу шнура питания и всей электросхемы бытового прибора.

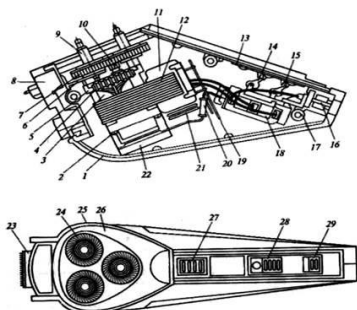


Рис. 15.6. Электробритва «Харьков-65»: 1, 25 – полукорпуса; 2 – винт; 3 – якорь; 4 – амортизатор; 5 – станина; 6 – рычаг кулисы; 7 – зубчатые колеса; 8 – стригущий блок; 9 – поводок; 10 – шестерня; 11 – катушка; 12 – пакет статора; 13 – направляющая пластина; 14, 15 – рычаги; 16 – штырь вилки; 17 – стойка; 18 – переключатель напряжения; 19 – печатная плата; 20 – конденсатор; 21 – резистор; 22 – колодка; 23 – подвижный нож; 24 – неподвижный нож; 26 – корпус ножевого блока; 27 – движок фиксатора ножевого блока; 28 – движок выключателя; 29 – движок переключателя.

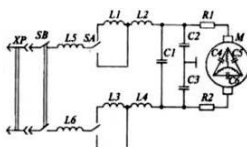


Рис. 15.7. Электрическая схема электробритвы «Харьков-65»: XP – штепсельная вилка; SB – выключатель; SA – переключатель; L1-L4 об-

мотки возбуждения; L5, L6 – дроссели; C1-C3 – конденсаторы типа КСК-504; C4-C6 – конденсаторы типа КД-Н-70 емкостью 1500 пФ; R1, R2 – резисторы МЛТ-0,5 сопротивлением 150 Ом; М – электродвигатель

Переключатель 3А используется для подключения электробритвы к необходимому источнику питания. Обмотки возбуждения L1 и L3 подсоединяют к сети напряжением 220 В, а L2 и L4— 127 В. Дроссели L5 и L6 вместе с конденсаторами C1 — C6 играют роль высокоэффективного фильтра радиопомех, возникающих при работе электробритвы. Резисторы R1 и R2 типа МЛТ-0,5 сопротивлением 150 Ом предназначены для снижения напряжения, подаваемого на обмотку якоря электродвигателя.

Электробритвы с микродвигателем. Источниками питания различных моделей электробритв с микродвигателем служат аккумуляторы напряжением 12 В, гальванические элементы и батареи напряжением 3 и 1,5 В или сеть переменного тока (в последнем случае применяется выпрямитель).

Бритвы с микродвигателем обычно имеют два круглых ножа на двух осях либо два гребенчатых. Достоинствами таких бритв являются портативность, небольшая масса и возможность пользования ими в полевых условиях, недостатком — замедленный процесс бритья из-за малой мощности.

Бритвы с микродвигателем не получили широкого распространения.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначены электрические бритвы?
2. Какими основными показателями характеризуются электрические бритвы?
3. Какое устройство электрической бритвы «Чайка-304-авто»?
4. Из чего состоит электробритва «Микма-101»?
5. Из чего состоит электробритва «Харьков-65»?

Тема 15.2. Электрокухонные машины. Типы электропылесосов.

1. Мощность пылесоса.

Одной из характеристик эффективности работы пылесоса является мощность. Следует различать:

Потребляемая мощность бытового пылесоса колеблется от 1300 до 2000 Вт.

Потребляемая мощность даёт возможность оценить пылесос с точки зрения энергопотребления, т.е. позволяет оценить электрическую нагрузку на вашу сеть.

Максимальная потребляемая мощность действует на протяжении нескольких секунд после включения пылесоса.

Принято считать, что чем больше потребляемая мощность, тем пылесос лучше собирает пыль. Хотя у пылесосов эффективность уборки не имеет такой прямой зависимости от потребляемой мощности, т.к. на эту эффективность влияет много других показателей. Поэтому несколько пылесосов с одинаковой потребляемой мощностью могут иметь разную мощность всасывания.

Мощность всасывания пыли определяется через разряжение (h) и поток воздуха (q) и равна их произведению.

$P=qh$ (аэро Вт) от 250 до 480 Вт.

От мощности всасывания зависит эффективность уборки, т.к. чем больше мощность всасывания, тем лучше будет убран ковер, тем больше тяжело выбиваемой пыли втянет в себя пылесос. Т. е. чем больше мощность всасывания, тем лучше.

Выделяют среднюю эффективную мощность всасывания и максимальную мощность всасывания.

Средняя эффективная мощность всасывания — это способность пылесоса длительное время с определенной мощностью всасывать пыль. Она определяется после первых 5 минут работы пылесоса.

Максимальная мощность всасывания — это мощность, с которой пылесос всасывает пыль первые несколько минут. Она обычно на 15-30% больше средней эффективной мощности всасывания. Это наивысший показатель мощности всасывания.

Средняя мощность всасывания снижается по мере загрязнения и заполнения пылесборника.

Выбирая пылесос, обратите внимание именно на средний показатель мощности всасывания, т. к. уборка пылесосом — процесс более длительный, чем первые 5 минут.

Некоторые производители в качестве показателя мощности всасывания указывают только максимальное разряжение. Но зная только максимальное разряжение, вычислить мощность всасывания невозможно. Иногда указывают максимальную и среднюю мощность всасывания. Чем больше мощность всасывания, тем сильнее поток всасываемого воздуха внутри пылесоса. Потребитель часто сам может

выбрать мощность пылесоса пользуясь переключателем мощности в зависимости от степени загрязнения убираемого помещения. Поэтому лучше купить пылесос с большей мощности и с помощью регулятора мощности использовать его не на полную мощность для мало загрязненных поверхностей, чем перенапрягать пылесос с малой мощностью всасывания.

Для уборки небольших помещений (квартир) подойдет пылесос с мощностью всасывания 250 Вт.

Если загрязнения существенны, и у вас мало времени на уборку, а помещение должно быть чистым, обратите внимание на модели с мощностью от 300 Вт.

Если же вы используете турбощетки, смотрите на модели с мощностью от 350 Вт.

При выборе пылесоса следует обратить внимание на соотношение потребляемой мощности и мощности всасывания, чтобы выбрать модель, которая устроит вас по мощности и по экономичности энергопотребления. Предпочтительно, чтобы при не очень большом энергопотреблении мощность всасывания была достаточной.

Система фильтрации.

Степень фильтрации воздуха может измеряться в $\text{мг}/\text{м}^3$ (миллиграмм в кубическом метре). Она показывает сколько миллиграмм пыли содержится в одном метре кубическом воздуха, выпущенного из пылесоса. Максимально допустимая концентрация- $10\text{мг}/\text{м}^3$.

Также степень чистоты воздуха измеряется процентом задержания частиц различных размеров. А наименьшие частицы задержать наиболее сложно. У хороших моделей пылесосов этот процент составляет 99,97% и более.

2. Принцип работы пылесоса

— пылесос с определенной мощностью засасывает пыль, грязь, мелкие частицы;

— затем этот мусор вместе с воздухом проходит мешок-пылесборник, резервуар или аквафильтр, где задерживается основное количество грязи: крупные частицы, песок;

— затем воздух проходит через фильтр перед мотором. Этот фильтр защищает мотор от содержимого предыдущего этапа в случае неожиданной разгерметизации системы сбора основного мусора. Этот фильтр также влияет на систему очистки воздуха;

— после проходит через фильтр на выходе из пылесоса, кото-

рый ещё называют фильтром тонкой очистки. Именно он отвечает за основную очистку воздуха. Это могут быть микрофильтры, фильтры S-класса, HEPA-фильтры, которые призваны исключить попадание мельчайших частиц, пыли, вирусов, бактерий, цветочной пыльцы обратно в убираемое помещение. Эффективность фильтров тонкой очистки оценивается по количеству задержанных мельчайших частиц размером до 0,3 микрона.

Еще раз повторим, что система фильтрации у всех пылесосов трехступенчатая: пылесборник, моторный фильтр, выходной фильтр тонкой очистки. Дополнительные фильтры у дорогостоящих моделей — это своеобразный маркетинговый ход.

3. Типы пылесосов

Пылесос для сухой уборки. Если вам нужно убрать небольшое помещение. Им пылесосят непокрытый пол, ковролин, ковры, мебель, одежду. Незаменим такой пылесос для паркета, натурального ковра, пианино, рояля, т.е. предметов, которые не терпят влаги. Они дешевле и проще, чем пылесосы для влажной уборки, не требуют дополнительных затрат на моющие средства и малогабаритны.

Есть несколько типов «сухих» пылесосов:

Обычные пылесосы (баллонные) используют для очистки пола, ковровина, ковров, мебели. Они, в свою очередь, делятся на компактные (5-7 кг), ручные и полноразмерные (8-9 кг). Компактные пылесосы недорогие. Их легко передвигать. Удобны для уборки шкафов, кладовок. Полноразмерные пылесосы более солидные, но и почти вдвое дороже. Имеют больше функций, больший пылесборник, индикацию процессов.

Есть ручные пылесосы, которые можно укрепить на телескопической ручке. Агрегат может крепиться сверху ручки или снизу. Система очистки в таких пылесосах не хуже, чем у других. Такой пылесос имеет малый вес, объем, габариты. Его легко спрятать в шкафчик.

Вертикальные пылесосы больше распространены на Западе. Они предназначены для уборки больших помещений. Вертикальные пылесосы лучше, чем обычные убирают грязь, удобны в использовании, хорошо борются с аллергенами. Но они достаточно шумны и громоздки.

Встроенные пылесосы (система ВАКУФЛО) интересны тем, что вся собранная пыль удаляется из помещения вместе с неприятными запахами и аллергенами через встроенные в стены, пол воздухово-

ды. Основной блок пылесоса со встроенным двигателем выносятся за помещение. Такие пылесосы абсолютно бесшумны. В стене есть автоматическое гнездо, похожее на электрическую розетку, через которую производится подключение к нему шланга с разными насадками. Степень очистки и мощность лучше, чем у любого другого пылесоса. Такие пылесосы достаточно дорогие, их монтаж сложный. Устанавливают их во время ремонта или при постройке дома. Данные пылесосы потребляют меньше энергии за счет того, что энергия тратится только на всасывание (у других пылесосов много энергии расходуется на прогон воздуха через многочисленные фильтры).

Пылесосы-роботы, например TRILOBITE от компании Electrolux, похожи на членистоногое существо, которое существовало миллионы лет назад. Он маленький, округлый. У него нет щеток, шлангов. Такой пылесос сам движется по комнате и убирает пыль, сам обходит людей и встречающиеся предметы. Если нужно, подзаряжается, возвращаясь к зарядному устройству. Имеет обычную функцию уборки: сам убирает вдоль стен, затем все доступные поверхности. Быстрая функция: когда пылесос убирает лишь середину комнаты и ездит, часто меняя направление. Местная функция: т.е. дважды обрабатывает поверхность 1 м². Такой пылесос красив, удобен, стильный. Имеет отличную систему фильтрации, позволяющую избежать характерного запаха; полностью освобождает человека от уборки. С помощью встроенных сенсоров пылесос сканирует помещение и самостоятельно убирает его. Но такой агрегат дорого стоит. Не очень хорошо убирает длинношерстные ковры.

Моющие пылесосы могут осуществлять влажную и сухую уборку, распылять влагу и всасывать её. Многие могут собрать разлитую на полу жидкость. Идеально подходят для промывки ковров, чистки мебели, для генеральной уборки дома, мойки кафеля, камня.

К достоинствам таких пылесосов относят мытьё пола и окон, возможность дезодорации и ароматизации помещения, возможность уборки крупного сора, возможность чистки засорившейся раковины или ванной. У моющих пылесосов выше эффективность уборки, чем у «сухих» пылесосов. Там, где обычным пылесосом убирают через день, моющим — 1 раз в неделю. К недостаткам моющих пылесосов относят: их высокую цену (примерно в 3 раза дороже, чем для сухой уборки), такими пылесосами нельзя пылесосить натуральные ворсистые ковры, паркет (кроме английских пылесосов VAX), предметы мебели, которые не любят влаги. Они крупнее по габаритам и тяжелее. После использования за ними нужно серьёзно ухаживать (мыть, разбирать,

сушить). Моющие пылесосы требуют дополнительных затрат на моющие жидкости и больше расходуют электроэнергии. Больше половины моющего раствора оседает на ковре и не возвращается в пылесос.

Моющие пылесосы многофункциональны, так как могут быть использованы и для сухой, и для влажной уборки. Хотя специалисты не рекомендуют использовать данные пылесосы для еженедельной уборки: для этого подходят лучше пылесосы для сухой уборки.

Устройство моющих пылесосов следующее: имеется два резервуара, один из которых с чистой водой и моющим раствором, что подаёт их на шланг и распыляет по всей площади насадки; другой — для сбора грязной воды, которая всасывается с убираемых поверхностей через боковые насадки. Потребитель может сам регулировать подачу воды на поверхность.

4. Приводы универсальных кухонных машин

Привод универсальной кухонной машины (см. рис. 15.8) состоит из электродвигателя, редуктора и устройства для поочередного присоединения исполнительных механизмов. Для фиксации хвостовиков сменных механизмов в горловине привода чаще всего применяют эксцентриковые или винтовые зажимы, а для включения электродвигателя — пусковые устройства.

В настоящее время в промышленности используют следующие отечественные типы приводов к универсальным кухонным машинам: ПМ, П-Н, УММ, ПУВР-0,4. Малогабаритные приводы в исполнениях УММ-ПР и УММ-ПС предназначены для предприятий общественного питания речного и морского транспорта, ПУВР-0,4 для предприятий общественного питания железнодорожного транспорта (вагонов-ресторанов). Отечественные приводы выпускаются в настольном исполнении или на неподвижной подставке.

Привод ПМ производства ООО «Завод «Торгмаш» состоит (рис. 15.8) из двухступенчатого соосного цилиндрического редуктора 3 с горловиной, двухскоростного электродвигателя 16, поста управления 2, рамы 1 и кожуха 17.

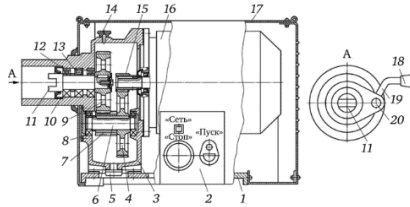


Рис. 15.8. Привод ПМ: 1 — рама; 2 — пост управления; 3 — редуктор; 4, 9 — колесо зубчатое; 5 — пробка сливная; 6 — вал промежуточный; 7, 15 — шестерня; 8, 12 — шарикоподшипник; 10 — манжета; 11 — вал приводной; 13 — подшипник упорный; 14 — пробка-сапун; 16 — электродвигатель; 17 — кожух; 18 — рукоятка; 19 — кулачок; 20 — ось

Редуктор 3 состоит из зубчатого колеса 4, сидящего на промежуточном валу 6 на шпонке; на том же валу сидит шестерня 7. Вал 6 вращается в двух шарикоподшипниках 8. Вращение от шестерни 7 передается зубчатому колесу 9, которое при помощи шпонки передает вращение приводному валу 11. Вал 11 вращается в двух шарикоподшипниках 12. Для предотвращения вытекания смазки на шейку приводного вала посажена манжета 10. Осевые усилия воспринимает упорный подшипник 13. С наружной стороны горловины приводного механизма расположена рукоятка 18 с кулачком 19, который служит для фиксации хвостовиков сменных механизмов. Головка оси 20 предназначена для правильной ориентировки хвостовиков при установке сменных механизмов и дополнительной радиальной фиксации их. Приводной вал сменного механизма соединяется с приводным валом привода с помощью паза, выполненного на торце приводного вала 11, и оба вращаются с частотой 170 ± 10 (1-я скорость) или 330 ± 15 (2-я скорость) об/мин (выпускаются и односкоростные приводы).

Электродвигатель 16 цилиндрическим выступающим поясом центрируется в корпусе редуктора и крепится к нему. На валу электродвигателя на шпонке смонтирована шестерня 15. В дне корпуса редуктора предусмотрена сливная пробка 5 с прокладкой, а в верхней части — пробка-сапун 14.

Корпус редуктора и электродвигатель закрыты кожухом 17, на боковой стенке которого размещен пост управления 2. В зависимости от исполнения на пост 2 выведены ручка переключателя скоростей или кнопки «Пуск», «Стоп» выключателя, кнопка «Стоп» и индикатор напряжения. Внутри под кожухом закреплены магнитный пускатель и тепловое реле.

Работа приводного механизма происходит следующим образом: вращение от электродвигателя 16 через шестерню 15 передается зубчатому колесу 4, сидящему на промежуточном валу 6, а затем через шестерню 7, сидящую на этом же валу, зубчатому колесу 9. От зубчатого колеса 9 через шпонку вращение передается приводному валу 11, а от него — валу сменного механизма.

Габаритные размеры привода ПМ — 540x340x325 мм; номинальная мощность электродвигателя — 1,12/1,5 кВт.

Привод П-Н состоит (рис. 15.9) из двухскоростного электродвигателя 1, двухступенчатого соосного редуктора 14, кожуха 2 и пульта управления 3 с переключателем скоростей 4 и пусковой кнопкой.

На корпусе редуктора выполнен прилив в виде горловины, а с противоположной от нее стороны — отверстие с расточкой для фиксации фланца электродвигателя 1. Снизу корпуса редуктора выполнено отверстие для слива смазки, закрытое сливной пробкой 8. В верхней части корпуса имеется отверстие для заливки смазки в полость редуктора, закрываемое пробкой-сапуном 17. Корпуса электродвигателя 1 и редуктора прифланцованы и центрируются цилиндрическим выступом присоединительного фланца двигателя и расточкой в корпусе редуктора.

Электродвигатель крепится к корпусу четырьмя шпильками и гайками. Ведущая шестерня 18 редуктора закреплена непосредственно на валу электродвигателя и зацепляется с зубчатым колесом 7, смонтированным на промежуточном валу 10. На этом же валу установлена шестерня 9, зацепляющаяся с зубчатым колесом 11, насаженным на консоль приводного вала 13 и закрепленным на нем с помощью гайки со стопорной шайбой.

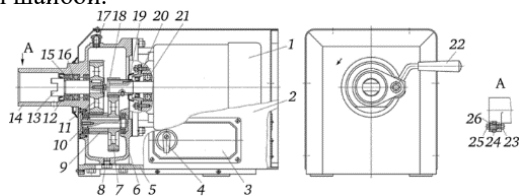


Рис. 15.9. Привод П-И: 1 — электродвигатель; 2 — кожух; 3 — пульт управления; 4 — переключатель скоростей; 5 — рама; 6, 15 — шарикоподшипник; 7, 11 — колесо зубчатое; 8 — пробка сливная; 9, 18 — шестерня; 10 — вал промежуточный; 12, 20 — манжета; 13 — вал приводной; 14 — редуктор; 16 — подшипник упорный; 17 — пробка-сапун; 19 — шайба защитная; 21 — шарикоподшипник электродвигателя; 22 — рукоятка; 23 — гайка; 24 — кулачок; 25 — болт; 26 — ось.

Промежуточный вал 10 вращается в радиальных подшипниках 6, установленных в расточках корпуса редуктора. Одна расточка выполнена сквозной и закрывается снаружи крышкой. Вал 10 имеет на конце отверстие с резьбой, в которое ввинчивается винт для снятия его при разборке редуктора. Приводной вал 13 вращается в радиальных подшипниках 15, осевому смещению вала внутри корпуса редуктора препятствует упорный подшипник 16.

Приводной вал сменного механизма соединяется с приводным валом привода 13 с помощью паза, выполненного на торце выходного конца вала.

С наружной стороны горловина снабжена заклинивающим механизмом, состоящим из рукоятки 22 с эксцентриковым кулачком 24, при повороте которого хвостовик сменного механизма зажимается в горловине привода. Головка болта 25 служит для ориентировки хвостовиков при установке сменных механизмов. Шейка оси 26, на которой сидит кулачок 24, эксцентрична и позволяет регулировать положение кулачка поворотом оси. Фиксируется ось болтом 25 и гайкой 23.

Работа привода происходит следующим образом: при включении электродвигателя 1 вращение от шестерни 18, сидящей на его валу, передается зубчатому колесу 7, сидящему на валу 10 на шпонке, а затем через шестерню 9, сидящую на том же валу, — зубчатому колесу 18. От колеса 18 через шпонку вращение передается приводному валу привода 13, а от него — приводному валу сменного механизма.

Переключение частоты вращения выходного вала привода производится путем поворота рукоятки переключателя скорости 4 в положение 1 (частота вращения 170 об/мин) или 2 (частота вращения 330 об/мин) в зависимости от присоединенного к приводу сменного механизма. Выключение электродвигателя осуществляется поворотом рукоятки переключателя скорости в нейтральное положение.

Габаритные размеры привода П-П — 540х300х325 мм; мощность электродвигателя — 0,63/0,95 кВт.

Универсальный привод для вагонов-ресторанов ПУВР-0,4 предназначен для механизации основных технологических процессов по переработке рыбы, мяса и овощей в кухнях вагонов-ресторанов. Он состоит из собственно привода и двух сменных механизмов: мясорубки УММ-2М для приготовления фарша из мяса и рыбы; овощерезки УММ-10М для резки сырых овощей на кружочки (ломтики) и соломку, шинковки капусты и протирки вареных овощей и творога.

Привод состоит (рис. 15.10) из рамы 1, одноступенчатого цилиндрического редуктора, клиноременной передачи, электродвигателя

5 и подмоторной плиты 3 с натяжным устройством 2. Редуктор представляет собой корпус 8, в полость которого вмонтирована косозубая цилиндрическая зубчатая передача, состоящая из вала-шестерни 18 и зубчатого колеса 14, закрепленного на приводном валу 10. На выходном конце вала-шестерни закреплен ведомый шкив 17. Приводной вал 10 и вал-шестерня смонтированы в опорах качения 7 и 12. Для предотвращения вытекания смазки по приводному валу на его шейку посажена сальниковая манжета.

Корпус редуктора 8 закреплен на раме 1, внутри которой подвешена подмоторная плита 3, снабженная натяжным винтом. Снизу к плите 3 крепится электродвигатель 5 постоянного тока, на валу которого закреплен ведущий шкив 4. Передача движения от электродвигателя 5 к редуктору производится с помощью клиноременной передачи, натяжение которой производится опусканием подмоторной плиты 3 с электродвигателем.

В передней части корпуса имеется горловина 11 для подсоединения сменного механизма, крепящегося посредством зажимного устройства. Для передачи вращения сменному механизму хвостовик приводного вала 10 имеет на торце паз. Осевые усилия от работающих сменных механизмов воспринимаются упорным подшипником 13, посаженным на шейку приводного вала и опирающимся на корпус редуктора.

Горловина 11 снабжена устройством для крепления хвостовиков сменных механизмов, состоящим из маховичка 19, винта 20 и клина 21. При вращении маховичка 19 клин 21 перемещается вдоль оси винта 20 и зажимает хвостовик сменного механизма. Вращением в обратную сторону зажим освобождается, и сменный механизм снимается с привода. Требуемое положение исполнительного механизма обеспечивается центрированием с помощью штифта 9.

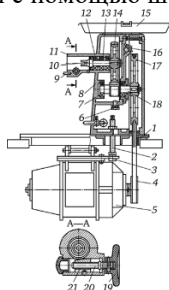


Рис. 15.10. Привод ПУВР-0,4: 1 — рама; 2 — устройство натяжное; 3 — плита подмоторная; 4 — шкив ведущий; 5 — электро-

двигатель; 6 — пробка сливная; 7, 12 — шарикоподшипник; 8 — корпус редуктора; 9 — штифт; 10 — вал приводной; 11 — горловина; 13 — подшипник упорный; 14 — колесо зубчатое; 15 — чаша; 16 — пробка-сапун; 17 — шкив ведомый; 18 — вал-шестерня; 19 — маховичок; 20 — винт; 21 — клин

Для заливки смазочного масла в верхней части редуктора имеется отверстие, закрываемое пробкой-сапуном 16. Слив масла производится через отверстие, закрытое сливной пробкой 6.

В комплект привода для укладки продуктов при обработке или хранения сменных рабочих органов и деталей, присоединяемых к приводу механизмов, предусмотрена чаша 15, крепящаяся сверху на корпусе с помощью защелок.

Частота вращения приводного вала привода ПУВР-0,4 160 об/мин; габаритные размеры 460x330x775 мм; мощность электродвигателя 0,45 кВт.

Универсальные малогабаритные машины УММ выпускаются с электродвигателями однофазного переменного (ПР) и постоянного (ПС) тока.

Машина УММ-ПР предназначена для механизации основных технологических процессов по переработке пищевых продуктов и устанавливается на кораблях и судах в качестве основного оборудования камбузных помещений. Машина включает в себя собственно привод и ряд сменных механизмов: мясорубку УММ-2 для приготовления мясного и рыбного фаршей; взбивалку УММ-4 для замешивания хлебного, блинного и бисквитного теста, взбивания муссов и кремов; картофелечистку УММ-5 для очистки картофеля от кожуры и овощерезку УММ-10 для резки сырых и протирки вареных овощей.

Привод УММ-ПР (рис. 15.11) состоит из электродвигателя 14 и червячного редуктора, соединенных друг с другом посредством шпилек и гаек.

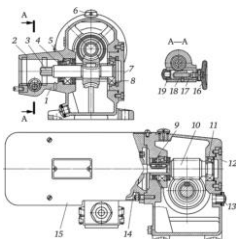


Рис. 15.11. Малогабаритный привод УММ-ПР: 1 — корпус; 2 — горловина; 3 — вал; 4,9 — манжета; 5,11 — роликподшипник кониче-

ский; 6 — пробка-сапун; 7 — крышка; 8 — колесо червячное; 10 — червяк; 13 — маслоуказатель; 14 — электродвигатель; 15 — кожух; 16 — маховик; 17 — винт; 18 — клин; 19 — втулка

Червячный редуктор представляет собой корпус 1, в который на конических роликоподшипниках 5 и 11 вмонтирована червячная пара, состоящая из червяка 10, червячного колеса 8 и вала 3. Вал электродвигателя телескопически соединяется с червяком при помощи шпонки. С целью устранения просачивания масла масляная ванна редуктора по валам уплотнена манжетами 4 и 9. Выходной квадратный конец вала 3 служит для подсоединения вала сменного исполнительного механизма, входящего хвостовиком в гнездо горловины 2 корпуса редуктора.

Присоединительная горловина 2 снабжена устройством для крепления хвостовиков сменных механизмов, которое состоит из клина 18, винта 17, маховичка 16 и втулки 19. При вращении маховичка 16 по часовой стрелке (если смотреть на него) клин 18 перемещается вдоль оси винта 17 и зажимает хвостовик сменного механизма. Вращением в обратную сторону зажим освобождается, и сменный механизм снимается с привода.

Для заливки смазочного масла в верхней части корпуса редуктора имеется отверстие, закрываемое пробкой-сапуном 6. Уровень масла в полости редуктора контролируется с помощью смотрового маслоуказателя 13, расположенного на боковой стенке корпуса редуктора. Для слива смазки в днище корпуса имеется отверстие, закрытое пробкой.

Электродвигатель привода закрыт декоративным кожухом 15, изготовленным из тонколистовой стали, наружные поверхности которого окрашены эмалевой краской. Привод можно крепить к крышке рабочего стола или устанавливать на станине-подставке. Возможно крепление привода к стене.

Частота вращения приводного вала привода УММ-ПР — 160 об/мин; габаритные размеры (без станины) — 460x260x250 мм; мощность электродвигателя 0,45 кВт.

Привод УММ-ПС имеет аналогичное устройство, только электродвигатель имеет вертикальное расположение.

Универсальные приводы выпускаются многими отечественными и зарубежными производителями. Основные их отличия заключаются в типе применяемого редуктора, мощности электродвигателя, способах регулирования скорости, габаритных размерах и внешнем оформлении.

Контрольные вопросы:

1. Какой принцип действия пылесоса?
2. Какие бывают типы пылесосов?
3. Из чего состоит привод ПМ?
4. Из чего состоит привод П-И?
5. Из чего состоит привод ПУВР-0,4?
6. Из чего состоит малогабаритный привод УММ-ПР?

Тема 15.3. Стиральные машины. Принцип действия, устройство и технические характеристики

1. Ремонт стиральной машины «РИГА-17» СМР-1,5

Таблица 15.1. Техническая характеристика

Напряжение сети, В	220
Размеры, мм	428x454x702
Масса, кг	22,2

Устройство стиральной машины.

Стиральная машина РИГА-17 предназначена для стирки и полоскания белья в домашних условиях. Бак стиральной машины смонтирован в цилиндрическом корпусе и изготовлен из нержавеющей стали. На наклонном дне бака расположен дисковый активатор. При его вращении создаются потоки жидкости для стирки и полоскания белья. Благодаря специальному несимметричному профилю активатора и переключению направления вращения активатора обеспечиваются два режима стирки.

Для стирки белья из плотных тканей применяется «жесткий» режим (активатор вращается против часовой стрелки). Для стирки белья из обычных и тонких тканей используется «мягкий» режим стирки (активатор вращается по часовой стрелке). Для откачивания жидкости из бака служит центробежный насос, который установлен на одном валу с активатором. Жидкость через сливное отверстие на дне бака, закрытого съемной решеткой, поступает в насос по шлангу и через шланг, выведенный из корпуса машины, сливается. Для слива жидкости ручка переключатель режима стирки должна находиться в положении «Мягкий».

Индукционный электронагреватель установлен на дне бака на

изолирующих шайбах. Провода, идущие от нагревателя, проходят через отверстие в баке и подсоединяются к пакетному переключателю.

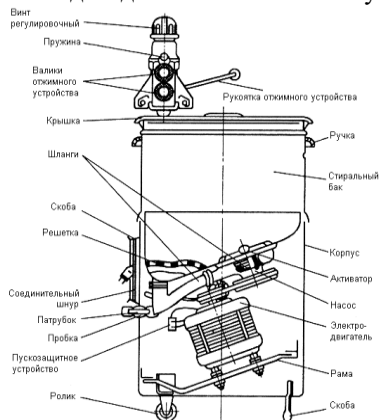


Рис. 15.12. Устройство стиральной машины Рига-17

К баку нагреватель прикреплен с помощью болтов и пружинных шайб. Электроиндукционные нагреватели имеют повышенное сопротивление изоляции. В отличие от обычных нагревателей электроиндукционные нагреватели стиральных машин представляют собой трансформатор с первичной обмоткой и короткозамкнутым вторичным витком. Нагрев в них происходит за счет потерь в трансформаторной стали вихревых токов и тепловых потерь, выделяемых в первичной обмотке и короткозамкнутом вторичном витке. Проводом для первичной обмотки является оксидированная алюминиевая фольга. Короткозамкнутый виток изготовлен в виде кольца из алюминиевого листа.

Нагреватель должен выдерживать напряжение до 4000 В и быть устойчивым к нагреву до температуры 500°C. Для этого между обмоткой и сердечником кроме оксидного слоя прокладывается дополнительная изоляция из органосиликатного состава с прослойкой из асбеста или кварцевой ткани. Отличительной особенностью электроиндукционных нагревателей является их свойство саморегулирования: по мере нагрева их мощность снижается, а при охлаждении — повышается. Это позволяет экономить электроэнергию при эксплуатации машины. В момент включения их мощность довольно высока — 2000 Вт, затем по мере нагрева мощность понижается до 1200 Вт. Потребляемая мощность зависит от размеров оксидированной алюминиевой фольги (толщина 0,04 мм, ширина 20 мм). Электроиндукционные

нагреватели надежны, долговечны, обладают КПД свыше 80% и просты в изготовлении.

Реверсивный электродвигатель установлен на наклонной раме. Вращение активатора и насоса осуществляется посредством клиноременной передачи. При помощи продольных пазов возможна регулировка натяжения приводного ремня путем перемещения двигателя. Отжимное устройство представляет собой механизм с двумя обрезиненными валиками, закрепленный винтами на баке. Прижим верхнего валика к нижнему осуществляется при помощи плоской пружины. Вращением рукоятки регулируется усилие прижатия. В ось нижнего валика вставляется съемная рукоятка для вращения валиков. На корпусе машины расположена ручка-переключатель электроподогрева. С ее помощью устанавливается один из трех режимов работы машины: «Мягкий», «Жесткий», «Нагрев».

Включение двигателя стиральной машины осуществляется поворотом ручки указателя реле времени. По истечении установленного времени стирки двигатель отключается автоматически. Стиральная машина снабжена пускозащитным автоматическим реле РТК-1-1. Для слива остатков моющего раствора предназначен патрубок, закрытый резьбовой пробкой. Сбоку корпуса машины приварена скоба для намотки соединительного шнура в нерабочем положении. На внутренней поверхности бака выдавлен указатель уровня воды. В комплект машины входит наливной шланг, снабженный специальной воронкой.

Основными унифицированными узлами стиральной машины Рига-17 являются: отжимное устройство, узел активатора, электропривод, сливной шланг, крышка машины, захват для белья, ходовые ролики.

Электрооборудование.

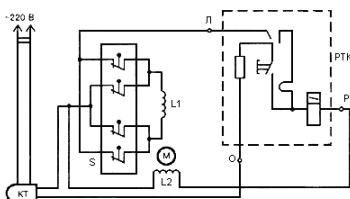


Рис. 15.12. Электрическая принципиальная схема стиральной машины Рига-17: М – электродвигатель; L1, L2 - обмотки электродвигателя; S – выключатель; РТК - пускозащитное реле

Установленное на машинах реле времени обычно позволяет регулировать время стирки от 0 до 6 мин. Для наиболее качественной

стирки цикл работы машины должен быть следующий: 50 с - вращение в одну сторону, 10 с - перерыв, 50 с - вращение в другую сторону, 10 с - перерыв и т.д. Стиральная машина Рига-17 не может работать в таком режиме — это не заложено в её конструкцию (она крутит активатор только в одну сторону).

2. Ремонт стиральной машины «ЗОЛУШКА-3» СМП-2

Таблица 15.2. Технические характеристики

Загрузка сухим бельем, кг	2	Частота, Гц	50
Емкость бака, л	36	Номинальная потребляемая мощность, Вт	500
Время цикла стирки, мин	6	Производительность насоса, л/мин	22
Количество режимов стирки	2	Номинальный режим работы - повторно-кратковременный	
Отстирываемость, %, не менее		Степень защиты от поражения	
- нормальный режим	65	электрическим током, класс	11
- бережный режим	63	Исполнение по степени влагостойкости - Каплезащитное	
Потеря прочности, %, не более		Уровень шума, дБ	68
- нормальный режим	15,0	Размеры (ДхГхВ), мм	690x420x720
- бережный режим	13,5	Масса, кг, не более	45
Остаточная влажность, %, не более	51,5		
Номинальное напряжение, В	220		

Предназначена для стирки, полоскания и отжима изделий из хлопчатобумажных, льняных, шерстяных и синтетических тканей в домашних условиях.

Устройство стиральной машины.

Машина стиральная полуавтоматическая двухбаковая ЗОЛУШКА-3 состоит из каркаса, сваренного из листовой стали и покрытого щелочестойкой стеклоэмалью, и корпуса, состоящего из двух половин, изготовленных из листовой стали и покрытых эмалевой краской; крышки баков, изготовленной из листового алюминия и покрытой эмалевой краской. Каркас и корпус машины соединяются тягами.

Под стиральным баком расположен двигатель, приводящий во вращение с помощью клиноременной передачи активатор. Управление двигателем осуществляется электронным реверсивным устройством, а также с помощью реле времени и переключателя режимов, установ-

ленных на пульте управления. Пульт управления расположен на верхней панели машины.

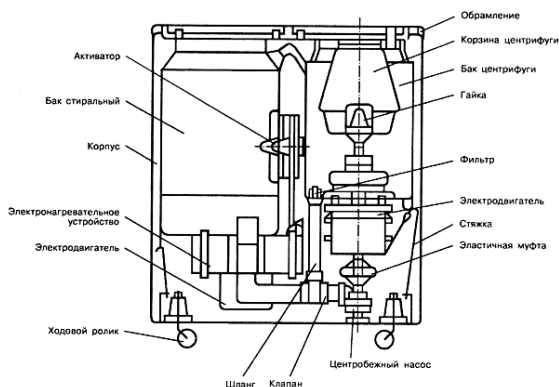


Рис. 15.13. Внешний вид и устройство СМ ЗОЛУШКА-3

Привод активатора обеспечивает два режима вращения: одно-сторонний и реверсивный с циклом 45—5—45—5 (45 с — время вращения активатора в одну, а затем после паузы в противоположную сторону, время паузы — 5 с).

Под баком центрифуги подвешен на резиновых лентах двигатель, на валу которого с помощью гайки закреплена корзина центрифуги. Управление двигателем осуществляется с помощью реле времени, установленного на пульте управления.

Для предотвращения травм машина снабжена блокировкой крышки центрифуги, отключающей привод центрифуги при открывании крышки.

Машина имеет внутреннюю гидросистему, включающую в себя автоматический клапан, фильтр, насос, сливной патрубков, узел окончательного слива, расположенный на передней панели машины, и соединительные шланги. Насос механически соединен муфтой с двигателем и откачивает воду при его работе.

Машина снабжена общей съемной крышкой, ручками для переноса и катками для перемещения по полу.

Электрооборудование.

Электрооборудование стиральной машины ЗОЛУШКА-3 состоит из двигателя М1 типа АВБ-071-4С У4, 180 Вт, М191, ТУ 16-513-028-78; рабочего конденсатора СГ типа КБГ-МН-2-600 В-6 мкФ ±10%, ГОСТ 6118-78; теплового защитного реле РТ типа РТ-10-1.4-УХЛ4, ТУ

16-523-297-75; реле времени РВ типа РВ-6А, ТУ 25-07-1232-78; переключателя режимов В2' типа С-1-00-4/250, ТУ 27-09-1222-78; электронного реверсивного устройства ЭРУ типа ЭРУ-1-УХЛ4, ТУ 27-36-781-79 и элементов фильтра радиопомех — конденсаторов С3'; С4' типа МБМ-500 В-0,1 мкФ ±20%, ГОСТ 23232-78 и резистора R типа МЛТ-2-15 Ом±10%, ГОСТ 7113-77.

Привод центрифуги состоит из двигателя М2 типа ДЦСМ-ЗБ УХЛ4, 220 В, ТУ 16-513-368-78; рабочего конденсатора С2' типа МБГП-1-630 В-10 мкФ ±10%, ГОСТ 7112-74; микропереключателя ВГ типа МП 2101 У4, исп. 311, ТУ 16-526-322-78 и реле времени РВ типа РВ-8А, ТУ 25-07-1232-78.

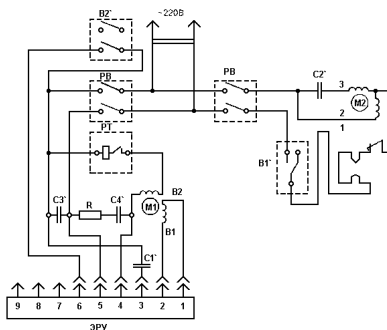


Рис. 15.14. Схема электрическая принципиальная стиральной машины ЗОЛУШКА-3

3. Стиральная машина типа СМА

Техническая характеристика

Загрузка сухим бельем, кг	4	Количество программ стирки	14
Потребляемая мощность, кВт	2,4	Размеры, мм	850x500x600
Мощность нагревателя, кВт	1,95	Масса, кг	110
Напряжение сети, В	220		

Устройство стиральной машины.

КИШИНЭУ-4 имеет прямоугольный корпус, в котором размещены стиральный бак, мотор-насос для слива раствора, блок управления и двухскоростной электродвигатель с ременной передачей. Барабан закреплен на корпусе машины при помощи пружин. Этим обеспечивается бесшумность работы и понижение вибрации корпуса машины.

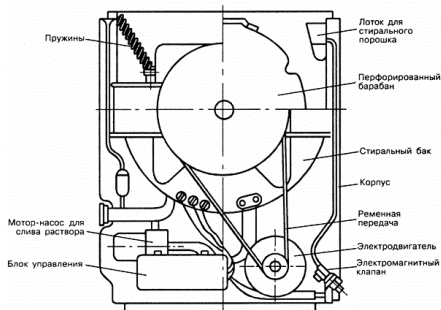


Рис. 15.15. Внешний вид и устройство стиральной машины КИ-ШИНЭУ-4.

На панели управления расположены:

- Клавиши переключателя.
- Шкала уровня заполнения стирального бака.
- Ручка установки программ.
- Две сигнальные лампы.

На задней стенке машины размещается лоток для стирального порошка и входной штуцер с электромагнитным клапаном для залива воды. Слив воды из бака производится мотор-насосом через сливной шланг.

Электрооборудование.

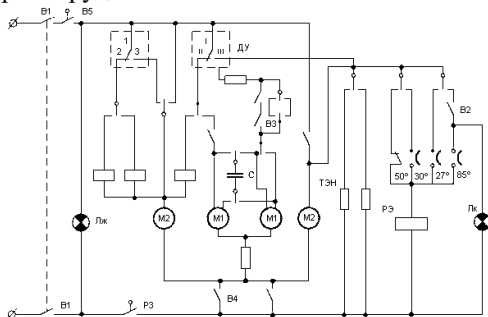


Рис. 15.16. Схема электрическая принципиальная стиральной машины КИШИНЭУ-4

Для включения машины в работу необходимо выбрать программу стирки, соответствующую виду белья. После включения штепсельной вилки в розетку, необходимо нажать кнопку пакетного вы-

ключателя в положение «Вкл.». Отключается машина поворотом этой же ручки в положение «О».

Контрольные вопросы:

1. Какое устройство стиральной машины Рига-17?
2. Какое устройство стиральной машины Золушка-3?
3. Какое устройство стиральной машины КИШИНЭУ-4?

Раздел 16. Электроустановки для хранения сельскохозяйственной продукции

Тема 16.1. Электроприборы для хранения продуктов. Холодильники, их классификация

1. Основные параметры холодильников

Холодильные приборы подразделяют на: холодильники (Х), морозильники (М) и холодильники-морозильники (МХ).

По способу получения холода на: компрессионные (К) и абсорбционные (А).

По способу установки на: напольные типа шкаф (Ш) и напольные типа стол (С).

По числу камер на: однокамерные; двухкамерные (Д) и трехкамерные (Т).

По способу работы при максимальных температурах окружающей среды подразделяются на классы:

— холодильники:

SN, N — не выше 32 °С,

ST — не выше 38 °С,

T — не выше 43 °С;

— морозильники и холодильники-морозильники:

N — не выше 32 °С,

T — не выше 43 °С.

Маркировка в виде звездочек указывает температуру внутри камер: * — 6 °С; ** — 12 °С; *** — 18 °С.

Номинальный общий (брутто) объем холодильных приборов должен быть:

— холодильников абсорбционных от 80 до 320 дм³,

— холодильников компрессионных от 120 до 450 дм³,

- морозильников от 80 до 300 дм³,
 - холодильников-морозильников от 200 до 450 дм³.
- В табл. 16.1 показаны температуры в холодильных камерах.

Таблица 16.1. Температура в холодильных камерах

Обозначение класса холодильников	Значение температуры окружающей среды при эксплуатации, °С	Температура в холодильной камере, °С (в трех точках)	Средняя температура в холодильной камере, °С, не выше
SN	10...32	$-1 \leq T_1, T_2, T_3 \leq 10$	5
N	16...32	$0 \leq T_1, T_2, T_3 \leq 10$	5
ST	18...38	$0 \leq T_1, T_2, T_3 \leq 12$	7
T	18...43	$0 \leq T_1, T_2, T_3 \leq 12$	7

Холодильные приборы должны иметь следующие размеры, мм:

- ширина — 480; 580; 600;
- глубина — 600;
- высота — от 850 до 2100;

высота холодильников и морозильников типа стола — 850.

Общий объем камер холодильных приборов показан в табл.

16.2.

Таблица 16.2. Общий объем камер холодильных приборов

Вид холодильного прибора	Общий объем, дм ³		
	до 200	от 200 до 400	свыше 400
Холодильники	42 (53)	45 (55)	55 (60)
	40*	43*	50*
Морозильники	45 (53)	48 (54)	-
	43*	46*	-
Холодильники-морозильники	-	48	55
	-	46*	53*

* Рекомендуемые значения

Мощность замораживания продуктов в холодильных приборах должна быть на каждые 10 дм³ общего объема, кг/сут, не менее:

- для компрессионных двухкамерных и трехкамерных холодильников: 0,5 (0,7 — рекомендуемая);
- для компрессионных холодильников-морозильников и морозильников: 0,87 (1,0 — рекомендуемая).

Установленный срок службы — не менее 10 лет.

Средний срок службы — не менее 15 лет.

К основным техническим параметрам холодильника относятся: общий и полезный объем холодильной камеры, объем морозильного отделения, общая площадь полок; расход электроэнергии, температурные показатели.

Под общим объемом холодильной камеры понимается ее геометрический объем, определяемый произведением высоты на ширину и глубину. В объем холодильной камеры входят также объем морозильного отделения (воднокамерных холодильниках).

Под полезным объемом холодильной камеры понимают весь объем, который можно использовать для размещения продуктов.

Под общей площадью полок понимают сумму площадей всех полок, имеющих в камере, включая площадь полок морозильного отделения (в однокамерных холодильниках) и панели двери, а также площади сосудов и дна камеры, если они могут быть использованы для укладки продуктов.

К параметрам, характеризующим технический уровень холодильника, можно отнести коэффициент полезного использования шкафа, который определяется как частное от деления объема холодильной камеры на объем шкафа. Коэффициент полезного использования в отечественных холодильниках равен от 0,35 до 0,6. Это значит, что полезный объем камеры составляет соответственно 35 или 60 % всего объема шкафа.

Расход электроэнергии регламентируется следующими пределами.

Для холодильников компрессионного типа вместимостью 40 л — 1,22 кВт·ч/сутки; вместимостью 400 л — 2,8 кВт·ч/сутки.

Количество продуктов, помещающихся в холодильнике, ориентировочно определяется из расчета 1 кг на 6...8 дм³ вместимости холодильной камеры.

По практическим нормам потребления продуктов можно считать удобным для семьи холодильники следующей вместимости:

Количество человек	2	3	4	Более 4
Вместимость холодильника, дм ³	100...160	160...200	240...300	До 400

Сопrotивление электрической изоляции холодильника между токопроводящими частями и корпусом холодильника должно быть не менее 10 МОм при испытательном напряжении 500 В.

В холодильниках компрессионного типа применяются герметичные холодильные агрегаты с допустимой утечкой хладона (фреона) — не более 0,5 г в год.

Холодильники объемом 100 дм³ и более имеют электрическое освещение камеры.

Дверь холодильника должна открываться при приложении к ручке усилия от 15 до 70 Н.

В холодильниках должна быть предусмотрена возможность открывания двери изнутри с тем же усилием.

Запах в холодильной камере не должен превышать 1 балла по шкале действующей нормативно-технической документации.

На начало 2003 года у потребителей находится большое количество отечественных холодильников со сроком эксплуатации 15 лет и более.

В связи с этим автор намеренно выделил описание холодильников, в которых используются компрессоры, приборы автоматики, теплоизоляция и другие компоненты холодильников, применяемые в прежние годы.

2. Устройство холодильников.

Корпус является несущей конструкцией, поэтому должен быть достаточно жестким. Его изготавливают из листовой стали толщиной 0,6... 1,0 мм. Герметичность наружного шкафа обеспечивается пастой ПВ-3 на основе хлорвиниловой смолы. Поверхность шкафа фосфотируют, затем грунтуют и дважды покрывают белой эмалью ПЛ-12-01, ЭП-148, МЛ-242, МЛ-283 или др. Выполняют это с помощью краскопультов или в электростатическом поле.

В последнее время для изготовления корпусов холодильников все чаще применяют ударопрочные пластики. Благодаря этому сокращается расход металла и уменьшается масса холодильного прибора.

Внутренние шкафы холодильников, или как их еще называют, холодильные (морозильные) камеры изготавливают из стального листа толщиной 0,7...0,9 мм методом штамповки и сварки и эмалируют горячим способом силикатно-титановой эмалью.

Пластмассовые камеры изготавливают из АБС-пластика или ударопрочного полистирола методом вакуум-формирования. АБС-пластик (акрилбутадиеновый стирол) обладает высокими механическими свойствами и стойкостью по отношению к хладону (фреону). АБС-пластики выпускаются в виде гранул диаметром не более 3 мм и длиной 4...5 мм или в виде порошка и перерабатываются литьем под давлением, выдуванием, термоформованием.

Камеры у морозильников и камеры низкотемпературных отде-

лений холодильников металлические — из алюминия или нержавеющей стали. Стальные камеры более долговечны, гигиеничны, но они увеличивают массу холодильника.

К преимуществам пластмассовых камер относятся технологичность изготовления, малый коэффициент теплопроводности, меньшая масса. Однако такие камеры быстрее стареют, со временем теряют товарный вид, менее долговечны и менее прочны по сравнению с металлическими. В холодильниках с пластмассовыми камерами по периметру дверного проема не устанавливают накладки, обеспечивающие теплоизоляцию, так как роль накладок выполняют отбортованные края камеры.

Двери изготавливают из стального листа толщиной 0,8 мм методом штамповки и сварки. В некоторых моделях холодильников двери изготовлены из ударопрочного полистирола.

Дверь холодильника состоит из наружной и внутренней панелей, теплоизоляции между ними и уплотнителя. В большинстве моделей холодильников предусмотрена возможность перенавески двери, т. е. открывание двери слева направо и справа налево.

Дверь холодильника должна плотно прилегать к дверному проему, иначе теплый воздух будет проникать в камеру. Для обеспечения герметичности внутреннюю сторону двери по всему периметру окантовывают магнитным уплотнителем разного профиля. В холодильниках старых конструкций применялись резиновые уплотнители балонного типа.

Двери в закрытом положении удерживаются с помощью механических (чаще куркового типа) или магнитных затворов. Последние наиболее распространены. Магнитные затворы представляют собой эластичную магнитную вставку, помещенную в уплотнительный профиль. При закреплении двери она плотно притягивается к металлическому корпусу. Исходным сырьем для получения магнитных материалов служит феррит бария в смеси с каучуками или поливиниловыми и другими смолами, придающими ему гибкость. Изготовленные ленты эластичного магнита намагничивают в магнитном поле. Намагниченные ленты обладают остаточной магнитной индукцией 0,11...0,12 Т.

Теплоизоляцию применяют для защиты холодильной камеры от проникновения тепла окружающей среды и прокладывают по стенкам, верху и дну холодильного шкафа и холодильной камеры, а также под внутренней панелью двери. От теплоизоляционных материалов требуется, чтобы они обладали низким коэффициентом теплопроводности, небольшой объемной массой, малой гигроскопичностью, влаго-

стойкостью, были огнестойкими, долговечными, дешевыми, биостойкими, не издавали запаха, а также были механически прочными. Для теплоизоляции шкафа и двери холодильников применяют штапельное стекловолокно МТ-35, МТХ-5, МТХ-8, минеральный войлок, пенополистирол ПСВ и ПСВ-С и пенополиуретан ППУ-309М.

Минеральный войлок изготавливают из минеральной ваты путем обработки ее растворами синтетических смол. Исходным сырьем для получения минеральной ваты служат минеральные породы (доломит, доломитоглинистый мергель), а также металлургические шлаки.

Стекланный войлок — разновидность искусственного минерального войлока. Он состоит из тонких (толщина 10...12 мкм) коротких стеклянных нитей, связанных синтетическими смолами. Теплоизоляция из стеклнного войлока и супертонкого волокна биостойка, не имеет запаха, обладает водоотталкивающим свойством, удобно укладывается и поэтому часто применяется.

Пенополистирол — синтетический теплоизоляционный материал. Он представляет собой легкую твердую пористую газонаполненную пластмассу с равномерно распределенными замкнутыми порами. Теплоизоляцию из пенополистирола получают вспениванием жидкого полистирола непосредственно в простенках холодильной камеры и корпуса шкафа холодильника.

Пенополиуретан — пенопласты мелкопористой жесткой структуры, полученные путем вспучивания полиуретановых смол с применением соответствующих катализаторов и эмульгаторов. Для повышения теплозащитных свойств в качестве вспучивающего газа применяют хладон-11 и др. Процесс пенообразования и затвердевания пены происходит в течение 10...15 мин при температуре до 5 °С.

Пенополиуретан обладает малой объемной массой, низким коэффициентом теплопроводности, влагостоек. Его можно вспенивать непосредственно в холодильном шкафу. При этом он равномерно и без воздушных полостей заполняет все пространство в простенках, хорошо склеивается со стенками, повышая прочность шкафа.

В зависимости от качества теплоизоляционных материалов толщина изоляции в стенках шкафа холодильника может быть от 30 до 70 мм, в двери — от 35 до 50 мм. Замена теплоизоляции из стекловолокна изоляцией из пенополиуретана позволяет при одних и тех же габаритах корпуса увеличить объем холодильника на 25 %.

К электрическому оборудованию бытовых холодильников относятся следующие приборы:

— электрические нагреватели: для предохранения дверного

проема низкотемпературной (морозильной) камеры от выпадения конденсата (запотевания) на стенках; для обогрева испарителя при полуавтоматическом и автоматическом удалении снежного покрова;

— электродвигатель компрессора;

— проходные герметичные контакты для соединения обмоток электродвигателя с внешней электропроводкой холодильника через стенку кожуха мотор-компрессора;

— осветительная аппаратура, предназначенная для освещения холодильной камеры;

— вентиляторы: для обдува конденсатора холодильного агрегата воздухом (при использовании в холодильниках конденсаторов с принудительным охлаждением) и для принудительной циркуляции воздуха в камерах холодильников.

К приборам автоматики бытовых холодильников относятся:

— датчики-реле температуры (терморегуляторы) для поддержания заданной температуры в холодильной или низкотемпературной камере бытовых холодильников;

— пусковое реле для автоматического включения пусковой обмотки электродвигателя при запуске;

— защитное реле для предохранения обмоток электродвигателя от токов перегрузки;

— приборы автоматики для удаления снежного покрова со стенок испарителя.

Электродвигатели для привода герметичных компрессоров и работы в среде хладагента и масла применяются однофазные асинхронные встраиваемые электродвигатели с короткозамкнутым ротором, без подшипниковых щитов и вала. Они выпускаются на номинальное напряжение 127 или 220 В (допустимое отклонение напряжения от -15 до +10 %) мощностью 60, 90, 120 Вт. Частота вращения 1500 и 3000 мин⁻¹.

Электродвигатели предназначены для работы в среде хладагента — хладона (фреона)-12 или хладона (фреона)-22 — и рефрижераторного масла. В бытовых холодильниках применяются следующие электродвигатели: ЭД, ЭД-21, ЭД-23, ЭДП-24, ЭДП-125, ДМХ-2-120, ДХМ-5 и др., а также электродвигатели, работающие в среде озонобезопасного хладагента.

Коэффициент полезного действия электродвигателя при номинальной мощности:

60 Вт — 0,6 (частота вращения 3000 и 1500 мин⁻¹);

90 Вт — 0,67 (частота вращения 3000 мин⁻¹) и 0,62 (частота вращения 1500 мин⁻¹);

120 Вт — 0,68 (частота вращения 3000 мин⁻¹) и 0,64 (частота вращения 1500 мин⁻¹).

Для пуска электродвигателей и защиты их в аварийных режимах предусматривается применение пускозащитной аппаратуры.

Электродвигатель холодильника в нормальных условиях работает циклично, т. е. через определенные промежутки времени включается и выключается. Отношение части цикла, в продолжение которой электродвигатель работает, к общей продолжительности цикла называют коэффициентом рабочего времени. Чем он больше (при постоянной температуре в помещении), тем ниже температура в холодильной камере и тем больше будет среднечасовой расход электроэнергии. Определенную цикличность в работе холодильника (коэффициент рабочего времени) обеспечивает датчик-реле температуры — прибор, с помощью которого регулируется температура в шкафу холодильника.

Приборы автоматики. Для регулирования и поддержания температуры в холодильниках общепринято двухпозиционное регулирование путем включения и выключения электродвигателя компрессора. Включение происходит, когда температура чувствительного элемента достигает верхнего предела — температуры включения, выключение — когда она достигает нижнего предела, т. е. температуры выключения. Разность этих температур называют дифференциалом прибора.

Манометрические датчики-реле температуры применяются различных типов и модификаций: АРТ-2, АРТ-24, Т-110, Т-111, Т-130, Т-132, Т-144, Т-145 и др.

Унифицированный ряд приборов АРТ приведен в табл. 16.3.

Таблица 16.3. Температурные параметры прибора типа АРТ, °С.

Прибор	Холодный режим		Средний режим		Теплый режим	
	Размыкание контактов	Замыкание контактов	Размыкание контактов	Замыкание контактов	Размыкание контактов	Замыкание контактов
АРТ-2-1	Не выше -16	-	-13,5...-11	-6,5...-4	-9,5	0
АРТ-2-2	-14,5...-12	-6,5...-4	-	-	-7,5	2,5
АРТ-2-3	-16...-13,5	-8...-5,5	-	-	-8,5	1
АРТ-2-4	-17,5...-15	-9,5...-7	-	-	-10	0,5
АРТ-2-5	-18,5...-16	10,5...-8	-	-	-11,5	0,5
АРТ-2А-1	-11...-13,5	-7,5...-10	-	-	-	1
АРТ-2А-2	-9...-11,5	-5,5...-9	-	-	-	1

Датчики-реле температуры АРТ-2 имеют большое распространение. Их выпускают пяти модификаций. Они предназначены для компрессионных бытовых холодильников.

Приборы АРТ-2А предназначены для абсорбционных бытовых холодильников. Их выпускают двух модификаций. Масса прибора 0,25 кг. Длина соединительного капилляра в приборе АРТ-2 равна 0,6 м, в приборе АРТ-2А — 1 м. Длина капилляра, контактируемого с испарителем, должна быть не менее 60 мм от места холодного спая.

При повышении температуры в капиллярной трубке 6 (рис. 16.1), прижатой к стенке испарителя, давление хладагона-12, находящегося в трубке сильфона, увеличивается и сильфом 7 растягивается. Дно 5 сильфона 7 сжимает пружину 4, а выступ на дне поворачивает рычаг 8 вместе с тягой 12. Тяга 12, нажимая на винт 14, будет поворачивать рычаг 13 вокруг оси О2 против часовой стрелки. Сила Р, возникающая под действием перекидной пружины 2, имеет одну из составляющих Р', которая в положении А направлена вверх. При переходе точки О'3 в положение О3 эта составляющая будет равна 0, а при дальнейшем движении рычага 13 составляющая Р' изменит направление на обратное и контакты 3 резко опустятся и замкнут электрическую цепь (положение Б).

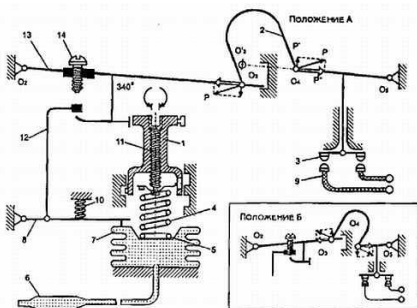


Рис. 16.1. Схема работы датчика-реле температуры АРТ-2:
 1 — шток; 2 — перекидная пружина; 3, 9 — контакты; 4 — пружина; 5 — дно сильфона; 6 — капиллярная трубка; 7 — сильфон; 8 — рычаг;
 10 — пружина; 11, 14 — винты; 12 — тяга; 13 — рычаг.

При понижении температуры в капиллярной трубке взаимодействие частей прибора происходит в обратном порядке под действием сильфона 7 и пружины 10. Температура включения и отключения регулируется натяжением пружины с помощью штока 1, винта 11 и гайки.

Аналогично датчику-реле АРТ-2 имеются приборы типа Т-110 четырех модификаций на номинальное напряжение 220 В и номинальный ток 6 А. Унифицированный ряд бесшкальных приборов состоит из трех типов и восьми модификаций (табл. 16.4).

Таблица 16.4. Температурный режим бесшкальных приборов,

°С

Условное обозначение и модификация приборов	Верхняя уставка (наименьший холод)		Средняя уставка		Нижняя уставка (наибольший холод)		Температура контактов сигнализации на верхней установке
	Замыкание контактов	Размыкание контактов	Замыкание контактов	Размыкание контактов	Замыкание контактов	Размыкание контактов	
T110-1	Не выше 0	-	-6±1,3	-14±1,3	-	Не выше -18	-
T110-2	Не выше 0	-	-4±1,3	-11±1,3	-	Не выше -15	-
T110-3	Не выше -3	-	-11±1,3	-20±1,3	-	Не выше -4	-
T110-4	Не выше -1	-	+5±1,3	+1±1,3	-	Не ниже -4	-
T110-5	+1,5...4	-	-	-	-	Не ниже -12	-
T130	+4±1,3	+10±1,5	-	-	+4±1,3	Не ниже -15	-
T144-1	-19±1,3	-24±1,3	-	-	-	Не выше -28	-15±2
T144-2	-19±1,3	-24±1,3	-	-	-	-	-15±2
T111-1	Не выше 0	-	-7±1,3	-14±1,3	-	Не выше -18	-
T111-2	Не выше 0	-	-4±1,3	-11±1,3	-	Не выше -15	-
T111-3	Не выше -3	-	-11±1,3	-20±1,3	-	Не выше -24,5	-
T111-5	+2,7±1,3	+1,3±1,5	-	-	-	Не выше -12	-
132-1	+3,5±1,3	-10±2	-	-	+3,5±1,3	+3,5±1,3	-
132-1B	+3,5±1,3	-10±2	-	-	+3,5±1,3	-22,5±2	-
132-2	+5±1,5	-11±2	-	-	+5±1,5	-21±1,5	-
145H	-	-20±2	-	-	-20±1,5	-27±1,5	-16±1-2
145B	-	-20±2	-	-	-20±1,5	-27±1,5	-16±1-2

К первому типу, имеющему пять модификаций, относятся датчики-реле температуры Т-110, предназначенные для бытовых холодильников обычного исполнения.

Датчики-реле температуры Т-130 второго типа устанавливают в двухкамерных бытовых холодильниках. Отличительной особенностью этого прибора является замыкание контактов на обеих установках при температуре 4±1,3 °С.

Температура размыкания контактов зависит от зоны нечувствительности, определяемой потребителем (прибор с регулируемой зоной нечувствительности).

С помощью прибора Т-130 можно в каждом цикле работы компрессора (без дополнительных приборов управления оттаиванием) автоматически оттаивать иней с поверхности испарителя, установленного в отделении для хранения охлажденных пищевых продуктов. В настоящее время взамен прибора Т-130 выпускается прибор 132-1 В.

Датчики-реле температуры Т-144 третьего типа используют для управления температурным режимом и сигнализации аварийного режима бытовых низкотемпературных холодильников (морозильников). Существенное отличие этого прибора заключается в наличии дополнительной контактной группы, которая обеспечивает сигнализацию аварийного режима при повышении температуры контролируемой среды выше допустимого значения. В настоящее время вместо прибора Т-144 выпускаются приборы Т-145. К электрической сети приборы подключаются с помощью штепсельных гнезд. Коммутируемая мощность контактного устройства приборов этого ряда 500 ВА. Масса прибора не более 0,1 кг.

Наиболее распространенным является датчик-реле температуры Т110 (ТРХ). Прибор (рис. 16.2, а) смонтирован в пластмассовом корпусе 6 и состоит из следующих основных частей: термочувствительной системы, узла настройки температуры замыкания контактов, механизма переключения контактов и колодки с контактной группой, выводными зажимами и винтом настройки дифференциала.

Упругим элементом термочувствительной системы является сильфон.

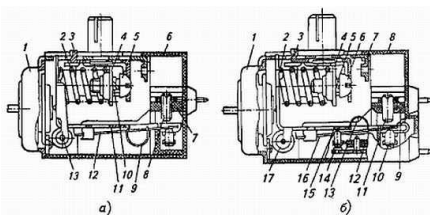


Рис. 16.2. Конструкция терморегуляторов: а — Т-110: 1 — термочувствительная система; 2 — пружина; 3 — ползун; 4 — гайка; 5, 8 — регулировочные винты; 6 — корпус; 7 — колодка; 9 — перебрасывающаяся пружина; 10 — контровочная пружина; 11, 12 — рычаги; 13 — ось; б — Т-144: 1 — термочувствительная система; 2 — пружина; 3 — ползун; 4 — гайка; 5 — контровочная пружина; 6, 11 — регулировоч-

ные винты; 7 — корпус; 8 — кожух; 9, 12 — колодки; 10, 14 — контактные группы сигнализации; 13 — перебрасывающаяся пружина; 15 — двуплечий рычаг; 16 — рычаг; 17 — ось

Узел настройки температуры включения контактов состоит из пружины 2, ползуна 3, гайки 4, регулировочного винта 5 и контрольной пружины 10. Зону нечувствительности настраивают регулировочным винтом 8, установленным в колодке 7. Механизм включения контактов состоит из рычага 12, оси 13, рычага 11 и перебрасывающейся пружины 9.

Прибор работает следующим образом. Сильфон термосистемы 1 воздействует на двуплечий рычаг, шарнирно закрепленный на оси 13. В режиме термостатирования рычаг, вращаясь под действием усилий термосистемы и пружины 2, через пружину 9 и рычаг 12 замыкает или размыкает контакт. При повышении температуры контролируемой среды контакты замыкаются. При понижении температуры на величину зоны нечувствительности — размыкаются.

Наиболее холодный режим соответствует такому положению ручки прибора, когда она повернута по часовой стрелке до упора. Средний режим соответствует положению ручки, когда она повернута на 125° от наиболее холодного режима против часовой стрелки. Наиболее теплый режим соответствует положению ручки, когда она повернута на 250° от наиболее холодного режима против часовой стрелки. Средний режим и режим «Тепло» устанавливаются по рискам на корпусе прибора. При повороте ручки против часовой стрелки до упора на 320° от наиболее холодного режима происходит принудительное размыкание контактов.

Прибор может устанавливаться как в камере холодильника, так и на его наружной части, в местах, исключающих попадание воды внутрь прибора при эксплуатации. Длина контакта конца капиллярной трубки со стенкой испарителя должна быть не менее 120 мм.

Датчик-реле температуры Т-130 предназначен для поддержания заданной температуры испарителя холодильной камеры двухкамерного холодильника путем замыкания и размыкания электрической цепи холодильного агрегата. Конструкция прибора аналогична датчику-реле температуры Т-110.

Датчик-реле температуры Т-144 (рис. 16.2, б) предназначен для управления заданной температурой испарителя бытового морозильника и сигнализации при повышении температуры испарителя выше допустимого значения. Существует две модификации этого при-

бора: Т-144-1 — бесшкальный; Т-144-2 — бесшкальный с фиксируемым режимом.

Узел настройки температуры включения контактов состоит из пружины 2, ползуна 3, гайки 4, регулировочного винта 6 и контрольной пружины 5. Зону нечувствительности настраивают регулировочным винтом 11, установленным в колодке 9. Механизм переключения контактов состоит из рычага 16, оси 17, рычага 15, перебрасывающей пружины 13.

Прибор работает следующим образом. Термочувствительная система 1 воздействует на двуплечий рычаг 15, шарнирно закрепленный на оси 17. В режиме термостатирования рычаг, вращаясь под действием усилий термочувствительной системы 1 и пружины 2, через пружину 13 и рычаг 16 замыкает и размыкает контакты управления и контакты сигнализации.

При повышении температуры контролируемой среды выше заданной контакты управления и сигнализации замыкаются.

При понижении температуры контролируемой среды на величину зоны нечувствительности происходит размыкание контактов управления.

Прибор полуавтоматического управления оттаиванием ТО-11. Предназначен для бытовых компрессионных холодильников. Основные температурные параметры прибора следующие: срабатывание прибора на включение режима оттаивания — контакты 1–3 (рис. 16.3) размыкаются, 2–3 замыкаются — принудительное (кнопкой) при температуре термочувствительной части термосистемы не выше минус 3 °С; срабатывание прибора на отключение режима оттаивания — контакты 1–3 замыкаются, 2–3 размыкаются — автоматическое при температуре термочувствительной части термосистемы от 4 до 8 °С.

Сопротивление изоляции электрических цепей прибора относительно корпуса и между собой должно быть не менее 40 МОм.

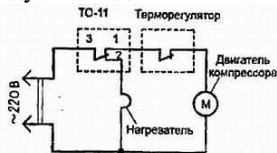


Рис. 16.3. Электрическая схема включения прибора ТО-11.

Прибор работает следующим образом. При нажатии на кнопку 6 (рис. 16.4) рычаг 10 с помощью пружины 11 приводит в действие рычаг 14 и происходит резкое размыкание контактов 1–3 и замыкание

контактов 2–3, которые замыкают электрическую цепь подогрева испарителя. Включение режима оттаивания происходит при температуре конца капиллярной трубки термочувствительного элемента не выше минус 3 °С.

По мере удаления снеговой «шубы» с поверхности испарителя, а следовательно, и повышения температуры до 4...8 °С давление внутри термочувствительной системы 1 возрастает, рычаг 9 поворачивается против часовой стрелки, преодолевая усилие пружины 5 до тех пор, пока не произойдет резкого замыкания контактов 1–3 (см. рис. 16.3) и размыкания контактов 2–3.

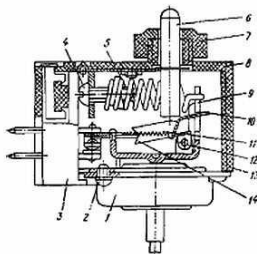


Рис. 16.4. Конструкция прибора полуавтоматического управления оттаивания ТО-11: 1 — термочувствительная система; 2 — винт; 3 — колодка; 4 — винт настройки; 5 — пружина настройки точки срабатывания; 6 — кнопка; 7 — гайка; 8 — кожух; 9 — двуплечий рычаг; 10 — рычаг; 11 — опрокидывающаяся пружина; 12 — ось; 13 — корпус; 14 — рычаг резкого размыкания контактов.

Датчики-реле температуры (терморегуляторы) серии К. Ряд зарубежных холодильников и морозильников комплектуются терморегуляторами серии К фирмы RANCO. Это капиллярные температурные регуляторы, имеющие чувствительные элементы с парозаполнителем (рис. 16.5).

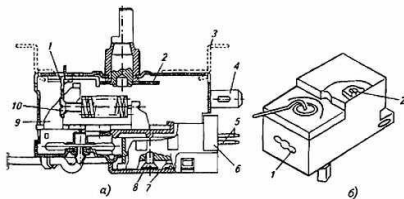


Рис. 16.5. Терморегуляторы типа К (К50, К54): а — конструкция: 1 — задвижка, управляемая эксцентриком; 2 — эксцентрик; 3 — установочная крепежная скоба; 4 — контактная клемма заземления; 5 —

клеммы переключателя (3 сигнальные клеммы); 6 — переключатель; 7 — винт корректировки сигнала; 8 — винт корректировки перепада; 9 — рычаг; 10 — винт корректировки момента отключения; б — расположение винтов подстройки диапазона (1) и регулировки перепада срабатывания (2)

Температурные характеристики терморегуляторов приведены в табл. 16.5.

Таблица 16.5. Температурные характеристики терморегуляторов фирмы RANCO

Тип терморегулятора	Рабочий диапазон*, °С	Регулируемый диапазон**, °К	Перепад срабатывания***, °К
K50	От - 40 до +40	Версия А от 4 до 40	Версия А от 3 до 14
		Версия В от 5 до 15	Версия В от 10 до 25
K52	От - 40 до +40	От 5 до 20	Версия В от 3 до 40
K54	От - 40 до +40	От 4 до 30	От 3 до 14
K55	От - 40 до +40	От 4 до 30	От 2 до 14
K56	От - 40 до +40	От 4 до 30	От 3 до 14
K57	От - 40 до +40	Версия А от 4 до 30	Версия А от 3 до 14
		Версия В от 5 до 15	Версия В от 10 до 25
K58	От - 40 до +40	От 4 до 30	От 3 до 14
K59	От - 32 до +6	От 4 до 18	От 2 до 8
K60	От - 40 до +40	От 4 до 14	От 4 до 14
K61	От - 32 до +6	От 4 до 18	От 2 до 8

* — рабочий диапазон — диапазон температур, в пределах которого обеспечивается работа терморегулятора.

** — регулируемый диапазон — разница между точкой замыкания в наиболее «теплом» положении терморегулятора и точкой замыкания в наиболее «холодном» положении. Для регуляторов K52, K59, K61 регулируемый диапазон — разница между точками размыкания в наиболее «теплом» положении терморегулятора и в наиболее «холодном».

*** — перепад срабатывания (дифференциал) — разница между точкой замыкания и точкой размыкания контактов терморегулятора.

Изменение температуры в камере приводит к изменению давления парозаполнителя, преобразуемого в движение перегородки, которое осуществляется посредством рычажной системы. При повышении температуры простой однополюсный переключатель закрывается.

Пускозащитные реле. Для запуска электродвигателя и защиты его обмоток от перегрузок в бытовых холодильниках применяют комбинированные пускозащитные реле типа ДХР, РТП, РТК-Х, РПЗ и др. (табл. 16.6).

Таблица 16.6. Основные технические характеристики пускозащитных реле

Тип	Модификация	Напряжение, В	срабатывания	отпускания	Тип двигателя или мотор-компрессора	Место установки реле
ДХР	ДХР	127	5,7	4,3	ДХМ	На раме
	ДХР-3	127	4,8	3,4	ДХМ-3	
	ДХР-5	220	3	2,1	ДХМ-5	
РТП	РТП-1	127	4,7	3,7	ДХМ-3	На проходных контактах или раме
	РТП-1	220	2,7	2,1	ДХМ-5	
РТК	РТК-Х	127	4,5	3,8	ДХМ-3	На проходных контактах
	РТК-Х	220	2,7	2,2	ДХМ-5	
РПЗ	РПЗ-23	220	2,9	2,5	ФГ-0,100	На раме
	РПЗ-24	220	3,5	3,1	ФГ-0,125	
	РПЗ-25	220	4,1	3,7	ФГ-0,150	
LS-08B	LS-08B	220	2,9	2,5	ФГ-0,100	

Рассмотрим устройство одного из наиболее распространенных реле типа РТК-Х (токовое комбинированное для бытовых холодильников). Реле (рис. 16.6, а) предназначено для запуска и защиты от сверхдопустимого нагрева током электродвигателей, применяемых в герметичных компрессорах бытовых холодильников.

При возрастании тока в цепи электродвигателя выше номинального значения биметаллическая пластина БМ (рис. 16.6, б), деформируясь, через упор и бериллиевый контактодержатель размыкает контакты пускового реле, отключая электродвигатель.

Реле состоит из пускового и защитного (теплового) реле, смонтированных на одном основании.

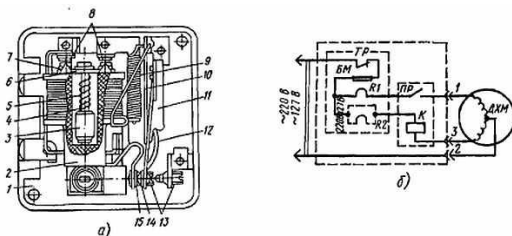


Рис. 16.6. Пускозащитное реле РТК-Х: а — конструкция: 1 — корпус реле; 2 — корпус катушки; 3 — сердечник; 4 — стержень сердечника; 5 — наружный сердечник; 6 — планка; 7 — подвижные контакты пускового реле; 8 — неподвижные контакты пускового реле; 9 — нагреватель; 10 — металлическая пластина; 11 — упор; 12 — контактодержатель; 13 — регулировочные винты; 14 — подвижный контакт защитного реле; 15 — неподвижный контакт защитного реле; б — электрическая схема: ДХМ — электродвигатель холодильника; БМ — биметаллическая пластина; R1, R2 — нагреватели; К — катушка; ТР — тепловое реле; ПР — пусковое реле

Пусковое соленоидное реле с двойным разрывом контактов состоит из катушки и двух нормально отключенных контактов. В момент пуска электродвигателя свободно плавающий сердечник выталкивается из катушки и контакты, включающие пусковую обмотку электродвигателя, замыкаются. После пуска электродвигателя сердечник опускается и отключает пусковую обмотку двигателя.

Защитное (тепловое) реле состоит из нихромовых нагревателей R1 и R2, термобиметалла БМ, двух нормально отключенных контактов, бериллиевой пластинки, переключающей контакты во время прогиба термобиметалла, и упора. Нагреватели подключены в цепь пусковой обмотки электродвигателя, что дает возможность обезопасить электродвигатель в случае ненормального режима его работы.

3. Хладагенты

Международный стандарт (МС) ИСО «Органические хладагенты» допускает несколько обозначений хладагентов: условное (символическое) обозначение, торговое название (марка), химическое название, химическая формула. При этом условное обозначение хладагентов является предпочтительным и состоит из символа R и определяющего числа. Например: хладон 12 имеет обозначение R12. Химическое название дифтордихлорметан. Химическая формула CF_2Cl_2 .

Хладон-22 имеет обозначение R22. Химическое название дифторхлорметан. Химическая формула CHF_2Cl .

Температурные параметры этих хладагентов сведены в табл. 16.7.

Таблица 16.7. Температурные параметры хладагентов

	Хладон-12	Хладон-22
Температура кипения при норм. атм. давлении, °С	-29,8	-40,8
Температура затвердевания, °С	-155	-160

В холодильные агрегаты однокамерных компрессионных холодильников обычно вводят от 90 до 220 г хладона и 280...340 г масла.

Утечка хладона при эксплуатации холодильников не должна превышать 2...5 г в год. Поэтому при ремонте холодильников особое внимание следует уделять герметичности агрегатов. Для проверки герметичности применяют электронные галоидные течеискатели, позволяющие обнаружить утечку хладона в количестве 0,2...0,5 г в год.

Хладоны отрицательно влияют на окружающую среду.

Озонобезопасные хладагенты. На Международном совещании в Копенгагене (ноябрь 1992 г.) было принято решение о прекращении производства с 1 января 1996 года озоноопасных хладагентов R11, R12 и R502.

В переходный период допускалось применение хладагента R134a ($\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$), который не воспламеняется во всем диапазоне температур эксплуатации.

Хладагент R134a имеет эксплуатационные характеристики, близкие к R12. Его рекомендовалось применять в бытовых холодильниках, и он может быть использован при переводе холодильных систем бытовых холодильников с R12 на R134a.

4. Холодильный агрегат

Холодильный агрегат бытового холодильника состоит из мотор-компрессора, испарителя, конденсатора, системы трубопроводов и фильтра-осушителя.

В наиболее распространенных бытовых холодильниках компрессор установлен внизу, под шкафом, конденсатор — на задней стенке, а испаритель образует небольшое морозильное отделение в верхней части камеры. Иногда применяется иная компоновка: компрессор устанавливают на шкафу, горизонтальный и частично наклон-

ный конденсатор — над ним, а испаритель, как и в предыдущем случае, — в верхней части камеры, т. е. под компрессором (рис. 16.7).

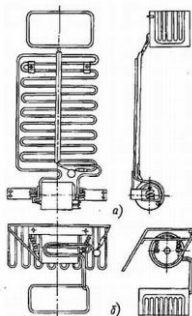


Рис. 16.7. Компонка холодильных агрегатов бытовых холодильников с нижним (а) и верхним (б) расположением компрессора.

В напольных холодильниках различают три типа агрегатов: агрегаты с испарителем, который устанавливают через люк задней стенки шкафа; агрегаты с испарителем, который монтируют через дверной проем; несъемные холодильные агрегаты, установленные в шкаф и залитые пенополиуретаном.

Компрессоры по конструкции подразделяют на исполнения:

ХКВ — с кривошипно-кулисным механизмом;

ХШВ — с шатунным механизмом.

Компрессоры выпускаются без устройства дополнительного охлаждения и с ним (М).

Структура условного обозначения компрессора выглядит так:

$\frac{\text{XXXMT ГОСТ 17008-85}}{12345 \quad 6}$, где

1 — компрессор хладоновый герметичный;

2 — описанный объем ($\text{см}^3/\text{ход}$);

3 — напряжение и частота тока;

4 — устройство для дополнительного охлаждения имеется;

5 — климатическое исполнение (только для исполнения Т);

6 — обозначение стандарта.

Пример условного обозначения компрессора хладонового, герметичного, кулисного, с вертикальной осью вращения, описанного объема $5 \text{ см}^3/\text{ход}$, для сети с напряжением 220 В и частотой 50 Гц, без устройства дополнительного охлаждения, климатического исполнения УХЛ:

ХКВ 5-1 ГОСТ 17008-85.

Пример условного обозначения компрессора хладонового, герметичного, шатунного, с вертикальной осью вращения, описанного объема 5 см³/1 ход, для сети с напряжением 115 В и частотой 60 Гц, с устройством дополнительного охлаждения масла, климатического исполнения Т:

ХШВ 5–2 МТ ГОСТ 17008-85.

Примечания: 1. Описанный объем — объем, который вытесняется поршнем за единицу времени или за один ход при номинальной частоте вращения.

2. УХЛ — для условий эксплуатации в районе с тропическим климатом.

Основные технические характеристики компрессоров приведены в табл. 16.7.

Таблица 16.7. Основные технические характеристики компрессоров

Описанный объем, см ³ /1 ход	Удельная холодопроизводительность, Вт/Вт, не менее, для климатических исполнений				Масса, кг, не более
	УХЛ		Т		
	до 01.01.95	с 01.01.95	до 01.01.95	с 01.01.95	
До 5	0,86	0,92	0,81	0,87	9,50
Свыше 5 до 6 включительно	0,95	1,05	0,85	0,90	9,80
Свыше 6 до 7 включительно	0,98	1,10	0,95	0,95	10,0
Свыше 7 до 8 включительно	1,04	1,20	0,98	1,13	10,2
Свыше 8	1,10	1,30	1,04	1,23	10,5

В бытовых холодильниках отечественного производства применяют одноцилиндровые поршневые непрямоточные компрессоры трех типов: ДХ, ФГ и ХКВ, работающие на хладоне-12 и озонобезопасных хладагентах.

Компрессор ДХ имеет кривошипно-шатунный механизм, горизонтальный вал с частотой вращения 1500 мин⁻¹ и наружную подвеску, а компрессоры ФГ и ХКВ — кривошипно-кулисный механизм с вертикальным валом с частотой вращения 3000 мин⁻¹ и внутреннюю подвеску.

Мотор-компрессоры типов ДХ и ФГ можно внешне отличить по подвеске. В мотор-компрессоре ДХ компрессор и двигатель закреп-

лены жестко в кожухе, подвешенном (или опирающемся) на раме и пружинах.

Компрессор и двигатель мотор-компрессора ФГ подвешены на пружинах внутри кожуха, а кожух жестко закреплен на раме. Кроме внешнего различия (по подвеске) эти компрессоры и двигатели отличаются также своей конструкцией.

Компрессор и электродвигатель агрегата соединены общим валом и заключены в герметичный кожух.

Кривошипно-кулисный мотор-компрессор (рис. 16.8) с вертикальным расположением вала подвешен на пружинах 23 (рис. 16.9) внутри герметичного кожуха 1. В зависимости от конструкции подвески пружины работают на сжатие или растяжение и служат для гашения колебаний, возникающих при работе компрессора.

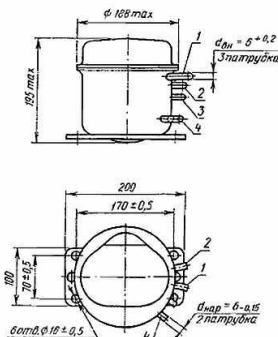


Рис. 16.8. Общий вид кривошипно-кулисного мотор-компрессора: 1 — нагнетательный патрубок; 2 — операционный патрубок; 3 — всасывающий патрубок; 4 — патрубки устройства для дополнительного охлаждения

Электродвигатель однофазный, асинхронный, с пусковой обмоткой. Для пуска двигателя и защиты его от перегрузок применяют пускозащитное реле, соединенное с двигателем при помощи клеммной колодки, закрепленной на проходных контактах пластинчатой скобы. Реле установлено на раме.

Ротор 2 электродвигателя помещен непосредственно на валу 21 компрессора. Статор 3 электродвигателя прикреплен к корпусу 6 компрессора четырьмя винтами 4. Обмотка статора двухполюсная, четырехкатушечная. Корпус компрессора чугунный, одновременно служащий опорой вала. Цилиндр 16 отлит вместе с глушителями. Он установлен на корпусе мотор-компрессора по четырем контрольным

штифтам 8 и прикреплен к корпусу двумя винтами. Для уменьшения инерционных масс поршень 18 изготовлен полым из листовой стали. Ползун 20 кулисы чугунный. На торце цилиндра установлена прокладка 15 всасывающего клапана и сам клапан 14 по двум установочным цилиндрическим штифтам 8. Нагнетательный клапан 12 вместе с ограничителем прикреплен к седлу заклепками. Клапаны установлены на штифты 8. На тех же штифтах имеются скобы, которые ограничивают подъем клапана. Высота подъема всасывающего клапана 0,5 мм, нагнетательного — 1,18 мм. Диаметр всасывающего отверстия 5 мм, нагнетательного — 3,4 мм. Подъем клапана ограничен, чтобы не было чрезмерных перегибов и стуков.

Седло 13 клапанов и головка 10 цилиндра отлиты из чугуна. Вал ротора вращается в подшипнике корпуса компрессора. Кожух изготовлен из листовой стали.

Трущиеся части компрессора смазываются под действием центробежной силы через косое отверстие в нижнем торце коренной шейки вала. При вращении вала 21 масло, попадая в наклонный канал, поднимается вверх и поступает к трущейся паре вал 21 — корпус 6 компрессора. Пара поршень 18 — цилиндр 16 смазывается разбрызгиванием. Пары хладагента всасываются из кожуха в цилиндр 16 через глушитель всасывания и нагнетаются в трубку 22. Змеевик нагнетательной трубки 22 способствует гашению колебаний мотор-компрессор, корпус которого опирается на три буферные пружины 23. Пружина предохраняет от выпадения шпилька 24.

Кожух 1 закрыт сверху крышкой 7, приваренной по фланцу и ограничивающей перемещение мотор-компрессора вверх.

Конденсатор холодильного агрегата является теплообменным аппаратом, в котором хладагент отдает тепло окружающей его среде. Пары хладагента, охлаждаясь до температуры конденсации, переходят в жидкое состояние. Конденсатор представляет собой трубопровод, изогнутый в виде змеевика, внутрь которого поступают пары хладагента. Змеевик охлаждается снаружи окружающим воздухом. Наружная поверхность змеевика обычно недостаточна для отвода тепла воздухом, поэтому поверхность змеевика увеличивают за счет большого количества ребер, креплением змеевика к металлическому листу и другими способами.

Широкое распространение получили конденсаторы конвективного охлаждения с проволочным оребрением (рис. 16.10, а). Конденсатор представляет собой змеевик из медной трубки с приваренными к ней с обеих сторон (друг против друга) ребрами из стальной

проволами диаметром 1,2...2 мм. Применяются также конденсаторы щитовые с завальцованной трубкой (холодильники ЗИЛ-63, ЗИЛ-64).

В холодильниках старых моделей применялись листотрубчатые конденсаторы. Листотрубчатый щитовой конденсатор (рис. 16.10, б) состоит из змеевика, который приварен, припаян или плотно прижат к металлическому листу, выполняющему роль сплошного ребра. В листе иногда делают прорезы с отбортовкой по типу жалюзи. Это увеличивает теплопередающие поверхности за счет торцов отогнутых металлических язычков и циркуляции воздуха. Диаметр труб 4,75...8 мм, шаг 35...60 мм, толщина листа 0,5...1 мм.

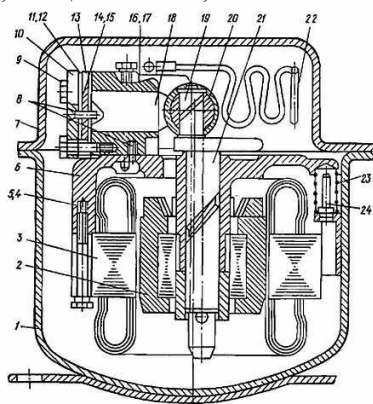


Рис. 16.9. Конструкция кривошипно-кулисного мотор-компрессора (в сборе): 1 — герметичный кожух в сборе; 2 — ротор электродвигателя; 3 — статор электродвигателя; 4, 5 — винты; 6 — корпус компрессора; 7 — крышка кожуха; 8 — штифты; 9 — винт; 10 — головка цилиндра; 11 — прокладка клапана нагнетания; 12 — нагнетательный клапан; 13 — седло клапанов; 14 — клапан всасывающий; 15 — прокладка всасывающего клапана; 16, 17 — цилиндры; 18 — поршень; 19 — обойма; 20 — ползун; 21 — вал; 22 — трубка нагнетательная; 23 — пружина буферная; 24 — шпилька

Трубы змеевика на листе обычно располагают горизонтально. В некоторых листотрубчатых конденсаторах их располагают вертикально, чтобы последние витки трубопровода не нагревались от кожуха компрессора. Длина трубопровода конденсатора составляет 6500... 14 000 мм.

Листотрубчатый прокатно-сварной конденсатор (рис. 16.10, в) изготовлен из алюминиевого листа толщиной 1,5 мм с раздутьми в

нем каналами змеевика. Конденсатор имеет форму сплюснутой трубы и закреплен на задней стенке шкафа холодильника. При сравнительно небольших размерах конденсатор работает эффективно благодаря высокой теплопроводности алюминия и теплопередачи через однородную среду. Для более эффективной циркуляции воздуха в шите сделаны сквозные просечки. Конденсатор с одной стороны соединен трубопроводами с нагнетательной линией компрессора, а с другой через фильтр и капиллярную трубку — с испарителем. Для защиты от коррозии конденсатор окрашивают черной эмалью.

Существенным недостатком конденсатора этого типа является его выход из строя при засорении капиллярной трубки. Происходит вздутие листа алюминия и его разрыв.

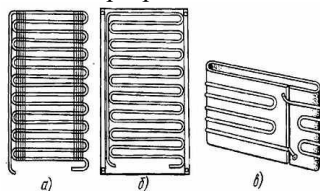


Рис. 16.10. Конструкция конденсаторов холодильного агрегата: а — с проволочным оребрением; б — листотрубчатый; в — прокатно-сварной

В испарителе происходит передача тепла от охлаждаемого объекта к испаряющемуся (кипящему) вследствие этого холодильному агенту. По принципу действия испарители аналогичны конденсаторам, но отличаются тем, что в конденсаторе холодильный агент отдает тепло окружающей среде, а в испарителях поглощает его из охлаждаемой среды.

В однокамерных холодильниках испаритель предназначен для хранения замороженных продуктов, поэтому его делают в виде полки. Для поддержания низкой температуры испаритель закрывают спереди дверцей, а сзади стенкой. Такой испаритель является низкотемпературным (морозильным) отделением. В настоящее время применяются алюминиевые испарители, изготовленные прокатно-сварным методом. Исходным материалом для их изготовления служат листы алюминия марки АД, АД-1.

Испарители имеют каналы различной конфигурации и отличаются способом крепления в холодильной камере. В некоторых холодильных агрегатах испарители отличаются тем, что система каналов у них имеет вместо двух выходных отверстий для присоединения капил-

лярной и всасывающей трубки лишь одно. У таких агрегатов капиллярная трубка проходит внутри всасывающей. Конец всасывающей трубки приваривают в торце выходного канала испарителя, а капиллярная трубка проходит через выходной канал во входной, где ее обжимают, чтобы не было перетекания хладагента из входного канала в выходной.

Для защиты алюминиевых испарителей от коррозии их анодируют в сернокислых или хромокислых ваннах. Испарители выпускают различных конструкций. Широкое распространение в холодильниках ранних выпусков имели испарители, изготовленные в виде перевернутой буквы П (рис. 16.11, а), часто вытянутой во всю ширину камеры, с полкой для продуктов. В современных холодильниках с морозильными отделениями во всю ширину камеры испарители делают в виде вытянутой буквы О (рис. 16.11, б) или повернутой вверх буквы С. Испаритель крепят к потолку или боковым стенкам камеры.

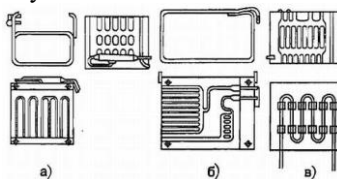


Рис. 16.11. Конструкция испарителей: а — в виде перевернутой буквы П; б — О-образной формы; в — листотрубчатый (вид снизу).

В настоящее время в некоторых моделях двухкамерных холодильников применяют листотрубчатые (рис. 16.11, в) секционные испарители, плоские, расположенные на задней стенке камеры холодильника или устанавливаемые горизонтально (в этом случае испаритель одновременно является полкой). Трубопровод испарителя диаметром 8 мм прикреплен к металлическому листу с внутренней стороны. Для крепления трубопровода и циркуляции воздуха на листе сделаны прорезы.

В холодильниках ранних выпусков («ЗИЛ-Москва», «Саратов-2» и др.) применялись стальные испарители из двух сваренных листов нержавеющей стали. Стальные испарители отличаются относительно небольшими размерами и большой прочностью.

Капиллярная трубка в сборе с отсасывающей служит регулирующим устройством для подачи жидкого хладагента в испаритель. Она представляет собой медный трубопровод с внутренним диаметром 0,5...0,8 и длиной 2800...3000 мм (в зависимости от модели холодиль-

ника), соединяющий стороны высокого и низкого давления в системе холодильного агрегата. Имея небольшую проходимость (5,6...8,5 л/мин), капиллярная трубка является дросселем и создает перепад давления между конденсатором и испарителем и подает в испаритель определенное количество жидкого хладагента.

К преимуществам капиллярных трубок по сравнению с другими дросселирующими устройствами (например, с терморегулирующими вентилями) следует отнести простоту конструкции, отсутствие движущихся частей и надежность в работе.

Недостатком капиллярной трубки является невозможность необходимого регулирования подачи хладагента в испаритель при разных температурных условиях эксплуатации холодильника. Учитывая это, проходимость капиллярной трубки устанавливают исходя из нормальных эксплуатационных условий холодильника.

Для улучшения теплообмена между отсасывающими холодными парами и теплым жидким хладагентом, которые движутся противотоком, капиллярную и отсасывающую трубки спаивают между собой на большом участке. В некоторых холодильниках капиллярную трубку наматывают на отсасывающую или помещают внутри нее.

Фильтр устанавливают у входа в капиллярную трубку для предохранения ее от засорения твердыми частицами. Фильтры изготовляют из мелких латунных сеток или металлокерамики. Металлокерамический фильтр состоит из бронзовых шариков диаметром 0,3 мм, сплавленных в столбик конусообразной формы, заключенный в металлический корпус. Капиллярную трубку припаивают к металлокерамическому фильтру под углом 30°. В большинстве холодильников фильтр смонтирован в одном корпусе с осушительным патроном. По краям корпуса расположены сетки, а между сетками — адсорбент.

Адсорбенты. Для очистки рабочей среды хладагентов холодильных машин от влаги и кислот применяют адсорбенты различных марок. Ими заполняют фильтры-осушители.

Эффективными поглотителями влаги являются синтетические цеолиты NaA-2МШ и NaA-2КТ. Их выпускают в виде таблеток или шариков размером 1,55...3,50 мм. По сравнению с минеральными адсорбентами (силикагелем, алюмогелем и др.) цеолиты хорошо поглощают воду из холодильного агента. Преимущества цеолита по сравнению с силикагелем становятся еще значительнее при наличии масла в холодильном агенте.

Синтетический цеолит NaA-2МШ предназначен для заполнения осушительных патронов бытовых холодильников, работающих на

хладоне-12. Он активно адсорбирует следы воды и почти поглощает холодильные агенты и смазочные масла.

Осушительный патрон служит для поглощения влаги из хладагента и предохранения регулирующего устройства (капиллярной трубки) от замерзания в нем воды. Корпус 2 (рис. 16.12, а) осушительного патрона состоит из металлической трубки длиной 105...135 мм и диаметром 12...18 мм с вытянутыми концами, в отверстия которых впаивают соответствующие трубопроводы холодильного агрегата.

Внутри корпуса патрона помещают 10...18 г адсорбента 3 (синтетического цеолита). Адсорбенты имеют простую кристаллическую структуру. Мельчайшие поры соединены узкими каналами. Благодаря такой структуре возникает избирательная адсорбция, т. е. свойство молекулярного сита, когда в полости пор проникают лишь те молекулы, размер которых меньше диаметра каналов. Поэтому вся активная поверхность и объем пор используются для удержания молекул воды и не засоряются прочими веществами с более крупными молекулами (в частности, хладоном и маслом).

Корпус осушительного патрона в зависимости от места установок его в агрегате изготавливают из стальных, медных или алюминиевых трубок. Адсорбент 3 помещают в корпус патрона между сетками 4 с обоймами 1, которые установлены на входе и выходе патрона. Если осушительный патрон помещен в штампованном испарителе, корпусом осушителя служит коллектор испарителя, куда кладут адсорбент в сетчатом чехле. Осушительные патроны с силикагелем обычно ставят в холодильной зоне агрегата — испарителе. Осушительные патроны с цеолитом устанавливают на стороне нагнетания перед входом в капиллярную трубку, т. е. там же, где находится фильтр. В этом случае осушительный патрон совмещают с фильтром (фильтр-осушитель).

Наряду с медной сеткой используют металлокерамику. Фильтр 7 (рис. 16.12, б) состоит из большого количества бронзовых шариков диаметром 0,25 мм, которые в результате спекания образуют столбик конической формы. Между прилегающими друг к другу поверхностями шариков имеются мельчайшие зазоры, образующие многочисленные лабиринты, которые, однако, не препятствуют проходу жидкого хладагента. Для увеличения поверхности фильтра в торце большого основания конуса имеется глухое отверстие.

Во входное отверстие корпуса 6 фильтра запаивают трубку 5 конденсатора, в выходное — капиллярную трубку 8.

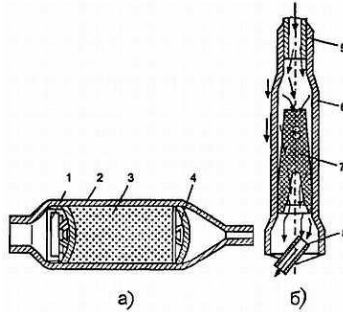


Рис. 16.12. Конструкция фильтра — осушительного патрона: а — без металлокерамики: 1 — обойма сетки фильтра; 2 — корпус; 3 — адсорбент; 4 — сетка фильтра; б — с металлокерамикой: 5 — трубка конденсатора; 6 — корпус; 7 — фильтр; 8 — капиллярная трубка

Работа холодильного агрегата. Рабочий процесс в холодильном агрегате рассмотрим на примере агрегата компрессионного типа (рис. 16.13). Парообразный хладагент при низком давлении и низкой температуре отсасывается из испарителя 4 в цилиндр компрессора 1. При обратном ходе поршня в цилиндре пар сжимается, в результате чего температура его сильно повышается. При высоком давлении и температуре пар хладагента из компрессора направляется в конденсатор 2, представляющий собой теплообменный аппарат большой поверхностью охлаждения. В конденсаторе, охлаждаемом окружающим воздухом, пары хладагента конденсируются и жидкий хладагент под высоким давлением поступает к регулирующему устройству 3.

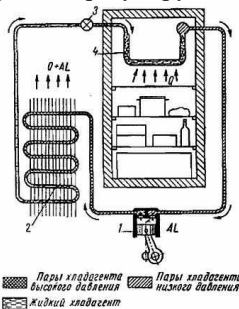


Рис. 16.13. Схема работы агрегата компрессионного типа:
1 — компрессор; 2 — конденсатор; 3 — регулирующее устройство; 4 — испаритель

По пути к регулирующему устройству жидкий хладагент охлаждается за счет перегрева холодных отсасываемых паров. Охлаждение производится в теплообменнике, конструктивное исполнение которого в простейшем случае осуществляют припайкой жидкостного трубопровода к отсасываемому. Охлаждение жидкого хладагента за счет перегрева отсасываемых паров увеличивает холодопроизводительность агрегата.

В регулирующем устройстве происходит дросселирование жидкого хладагента, в результате чего давление хладагента понижается до давления кипения. В испарителе жидкий хладагент, отбирая тепло от охлаждаемой среды, кипит и, превращаясь в пар, засасывается компрессором. После этого цикл повторяется.

В процессе работы агрегата хладагент не расходуется, а лишь переходит из парообразного состояния в жидкое, перенося при этом тепло от охлаждаемой среды в окружающий воздух. При этом затрачивается электрическая энергия, необходимая для работы компрессора.

Основными величинами, характеризующими агрегат, являются холодопроизводительность и затрачиваемая при этом работа.

Холодопроизводительность агрегата определяется количеством тепла, которое он в состоянии отнять от охлаждаемой среды в течение часа.

Контрольные вопросы:

1. Что относится к основным техническим параметрам холодильника?
2. Для чего применяют теплоизоляцию?
3. Что относится к приборам автоматики бытовых холодильников?
4. Какое устройство терморегулятора?
5. Какое устройство пускозащитного реле РТК-Х?

Раздел 17. Техническое обслуживание и ремонт однофазных электродвигателей, применяемых в сельском хозяйстве

Тема 17.1. Однофазные электродвигатели. Асинхронные коллекторные электродвигатели

1. Монтаж машин малой и средней мощности

Машины небольшой мощности соединяются с приводным механизмом с помощью муфт различного типа и зубчатых, ременных или фрикционных передач. На рис. 17.1. показаны наиболее часто встречающиеся типы муфт.

При соединении с помощью муфт на концы валов соединяемых машин предварительно насаживают полумуфты, проверив перед этим цилиндричность и соответствие наружного диаметра конца вала машины и внутреннего диаметра полумуфты с помощью измерительных скоб и нутромеров. Величина натяга при посадке указывается на чертеже, а сама посадка осуществляется в горячем состоянии.

При установке валы сочленяемых машин могут иметь радиальное и угловое смещение, как показано на рис, что приводит к соответствующему смещению полумуфт.

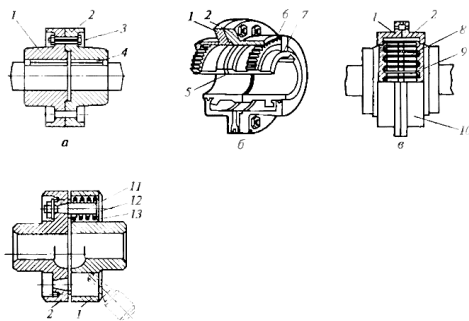


Рис. 17.1. Соединение валов с помощью муфт: а — жесткой поперечно-свертной; б — зубчатой; в — полужесткой зубчато-пружинной; г — упругой втулочно-пальцевой; 1 и 2 — полумуфты; 3 — точеный болт; 4 — шпонка; 5 и 7 — ступицы; 6 — зубчатый венец; 8 — ленточная пружина; 9 — зубья; 10 — кожух; 11 — палец-болт; 12 — кожаная шайба; 13 — разрезное кольцо

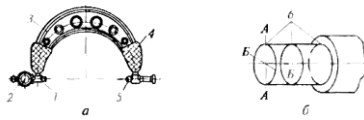


Рис. 17.2. Скоба с отсчетным устройством (а) и определение посадочных размеров конца вала (б): 1 и 5 — подвижная и переставная пятки; 2 — отсчетное устройство; 3 — корпус; 4 — теплоизоляционная накладка; б — места измерений

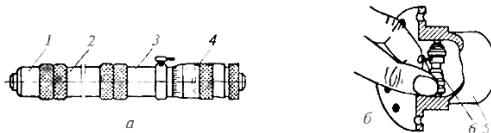


Рис. 17.3. Микрометрический нутромер (а) и определение им внутреннего диаметра полумуфты (б): 1 — измерительный наконечник; 2 — удлинитель; 3 — трубка; 4 — микрометрическая головка; 5 — полумуфта; 6 — нутромер



Рис. 17.4. Смещение валов: а — боковое (радиальное); б — угловое (осевое); 1 и 2 — валы

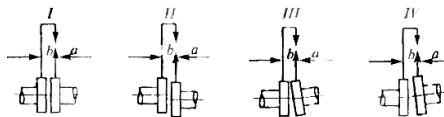


Рис. 17.5. Взаимное положение валов машин, соединяемых с помощью полумуфт: I — валы расположены на одной прямой и их оси совпадают; II — оси валов параллельны; III — центры валов совпадают, а их оси расположены под углом; IV — центры валов сдвинуты, а их оси расположены под углом.

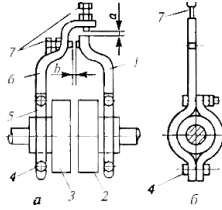


Рис. 17.6. Центровка валов с помощью радиально-осевых скоб: 1 и 6 — внутренняя и наружная скобы; 2 и 3 — полумуфты; 4 и 7 — болты; 5 — хомут

Если соединить полумуфты при таком взаимном положении, то при работе агрегата возникнут повышенные вибрации, которые могут привести к быстрому износу подшипников, муфт и болтовых соединений. Поэтому сочленяемые машины должны быть установлены таким образом, чтобы торцевые поверхности полумуфт были параллельны, а оси валов соединяемой машины и механизма находились на одной линии.

Для этого проводят центровку валов с помощью центровочных скоб различной конструкции. Некоторые из них показаны на рис 17.7. Контроль точности центровки осуществляется по величине радиальных *a* и осевых *b* зазоров в четырех точках, равномерно расположенных по окружности муфты, при совместном повороте соединяемых валов на угол 0, 90, 180 и 270 *e*. При удовлетворительных отклонениях (каждый тип муфт имеет свои допустимые отклонения в радиальных и осевых зазорах), окончательно закрепляют машину на фундаменте и после повторной проверки центровки валов соединяют полумуфты между собой.

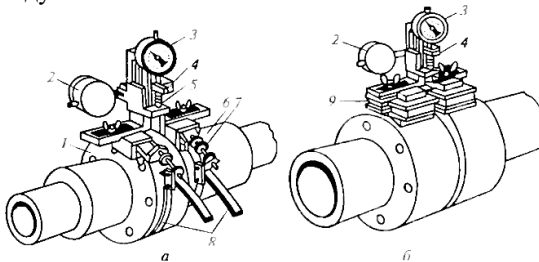


Рис. 17.7. Приспособления для центровки валов: а — с ленточным прижимом; б — с электромагнитным прижимом: 1 и 6 — пол у муфты; 2 и 3 — индикаторы; 4 — держатель; 5 — измерительный стержень; 7 — натяжное устройство; 8 — стальная лента; 9 — электромагнит.

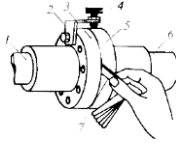


Рис. 17.8. Центровка валов способом «обхода одной точкой».

При использовании цепной или ременной передачи необходимо совместить средние линии звездочек или шкивов, установленных на ведомом и ведущем валах, и обеспечить натяжение цепи или ремня.

Средние линии звездочек и шкивов обычно совмещают с помощью натянутой параллельно им струны с использованием обычного измерительного инструмента. Для обеспечения требуемого натяжения машина должна иметь возможность перемещения в плоскости, образованной осями вращения соединяемых машин. В некоторых случаях для создания натяжения используются специальные натяжные ролики.

При использовании цилиндрической зубчатой передачи необходимо обеспечить параллельность валов соединяемых машин и одинаковый зазор между зубьями сопрягаемых шестерен по всей длине зуба. Допуск на несоосность валов в этом случае обычно не превышает $0,5 \epsilon$. Контроль несоосности проводится с помощью индикаторов. После закрепления электрической машины на фундаменте ее корпус заземляется.

2. Монтаж машин большой мощности

Особенность монтажа крупных электрических машин, поступающих в собранном состоянии, состоит в том, что он начинается с установки отдельной фундаментной плиты, на которую устанавливают машину и проводят центровку валов. Ряд машин имеет на конце вала фланец, через который она соединяется с механизмом. Кроме того, при большой длине ротора под действием его веса P происходит прогиб вала в вертикальной плоскости. Поэтому при горизонтальном положении соединяемых машин плоскости полумуфт (или фланцев) оказываются расположены под углом друг к другу, как показано на рис. 17.10 а.

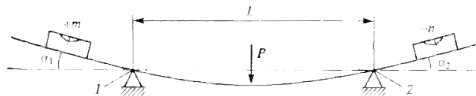


Рис.9. Прогиб вала: 1 и 2 — подшипники; 3 — уровень.

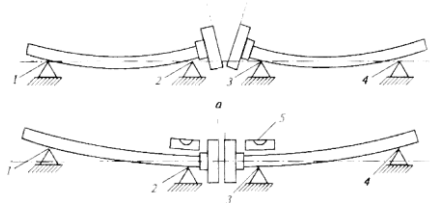


Рис. 17.10. Положение валов, соединяемых с помощью полумуфт: а — до выверки; б — после выверки линии вала; 1...4 — подшипники; 5 — уровень

Центровка валов в этом случае заключается в такой установке соединяемых валов, при которой их общая линия представляет в вертикальной плоскости плавную кривую, а в горизонтальной — прямую линию. При центровке торцы сопрягаемых полумуфт (или фланцев) устанавливаются параллельно, а осевые линии валов должны быть продолжением одна другой и совпадать у сопрягаемых полумуфт (фланцев). Для этого путем установки прокладок под лапы корпуса добиваются равенства углов наклона шеек вала к горизонтальной линии. Угол наклона проверяют по уровню, показанному на рис. 17.10 и установленному на выходном конце вала.

Если крупная электрическая машина поступает на сборку в разобранном состоянии (статор и ротор отдельно), то предварительно собирают саму машину в следующей последовательности. Сначала на монтажной площадке размещают и осматривают все узлы машины, затем подготавливают фундамент (разметка, колодцы под фундаментные болты и пр.), устанавливают и выверяют фундаментную плиту, монтируют стояковые подшипники и устанавливают статор. Затем в него заводится ротор, а шейки ротора устанавливаются на подшипники. Схема заведения ротора приведена на рис. 17.11.

Центровка валов осуществляется, как и в предыдущем случае, но прокладки устанавливаются и под корпус подшипников. После центровки закрепляют корпуса машины и подшипников, пригоняют вкладыши подшипников скольжения и их уплотнения, выверяют зазоры в подшипниках и между статором и ротором электрической машины.

Устанавливают дополнительное оборудование, необходимое для работы машины (система охлаждения, смазки подшипников и т.д.). Производят монтаж и регулировку токосъемных механизмов, соединяют электрических цепей и заземляют корпус машины.

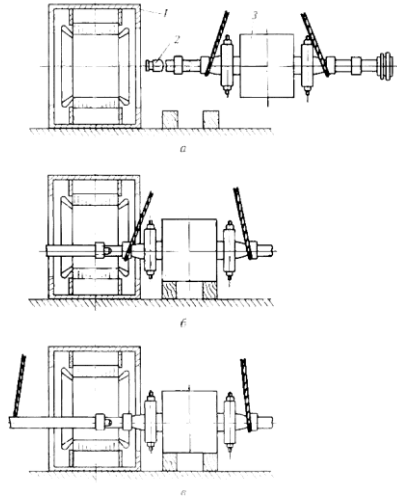


Рис. 17.11. Схема ввода ротора в статор с использованием удлинителя: а - начало ввода, б — установка ротора на шпалы; в — закрепление стропа на удлинителе; 1 — статор; 2 — удлинитель вала; 3 — ротор

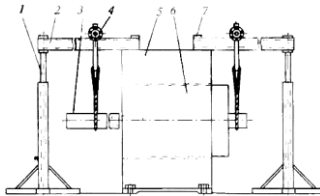


Рис. 17.12. Схема ввода ротора в статор при отсутствии грузоподъемных механизмов: 1 — стойка; 2 — балка; 3 — удлинитель; 4 — грузовой ролик; 5 — статор; 6 — ротор; 7 — накладка

При отсутствии грузоподъемных механизмов в помещении сборки электрической машины для заведения ротора в статор можно использовать деревянные стойки У, на которых установлена балка 2, как показано на рис 17.12.

3. Содержание текущего и капитального ремонтов

Технические условия ремонта. Ремонт должен быть выполнен так, чтобы после него была обеспечена эксплуатационная надежность

машины, а ее технические показатели (предельно допускаемые температуры частей, допуски на установочные и присоединительные размеры) соответствовали ГОСТам. Применяемые при ремонте материалы выбираются исходя из соответствующих стандартов, а класс нагревостойкости изоляции — не ниже предусмотренного заводом-изготовителем.

Отремонтированная машина снабжается всеми необходимыми деталями, ее обмотка с креплениями и поверхность магнитопровода покрывается лаком; внутренние поверхности подшипниковых щитов и корпуса, вентиляторы и наружные поверхности корпуса окрашиваются, а конец вала покрывается консервационной смазкой. Обмотка и другие токоведущие части машины должны быть надежно закреплены, пазовые клинья не иметь слабины, подшипники скольжения работать без течи масла, а подшипники качения заполнены смазкой.

После прямо-сдаточных испытаний ремонтные организации гарантируют исправную работу отремонтированной машины в течение до одного года при соблюдении условий транспортировки, хранения и эксплуатации.

Выводные концы обмоток машины маркируются в соответствии со стандартом, а на корпусе устанавливается новый щиток с указанием наименования предприятия, проводившего ремонт, типа машины, номинальных мощности, напряжения, тока, частоты вращения, КПД, коэффициента мощности (для машин переменного тока) и даты выпуска из ремонта.

На электроремонтных предприятиях существуют технологические карты ремонта электродвигателей и генераторов различной мощности и класса напряжения. Эти документы составлены в виде таблиц, в которых перечислены номера и содержание всех технологических операций, технические условия и указания по проведению ремонта, сведения об оборудовании и оснастке, необходимых для ремонта, а также нормах времени на проведение отдельных операций.

Текущий ремонт. Этот вид ремонта электрических машин производится в тех случаях, если они находятся в эксплуатации или резерве. Электрические машины, хранящиеся на складе, подвергаются осмотрам и консервации в сроки, обусловленные графиком ППР. В процессе текущего ремонта персоналом электроремонтного цеха (в редких случаях — силами обслуживающего персонала) выполняются следующие работы: очистка наружных поверхностей от грязи, пыли и масел; проверка состояния подшипников, их промывка и замена при превышении допустимых радиальных зазоров; проверка работы сма-

зочных колец в подшипниках скольжения, системы принудительной смазки и отключающей блокировки, осмотр и очистка вентиляционных устройств, статорных и роторных (якорных) обмоток и коллекторов; проверка крепления лобовых частей обмоток и устранение дефектов; устранение местных повреждений изоляции обмоток; сушка обмоток и покрытие при необходимости лобовых частей покровными эмалями; шлифовка и зачистка контактных колец и коллекторов, проточка и продоразивание коллектора (при необходимости); проверка и регулировка щеточного механизма; сборка машины, проверка ее работы на холостом ходу и под нагрузкой; проведение приемо-сдаточных испытаний и сдача машины после ремонта.

Капитальный ремонт. При плановом капитальном ремонте, как правило, производится полная замена обмоток. Ремонт машин целесообразен, если имеются значительные повреждения механических узлов, устранение которых невозможно „ силами ремонтного цеха. При выгорании и повреждении более пяти коллекторных пластин осуществляется замена коллектора машины.

Типовой объем капитального ремонта включает: операция текущего ремонта; проверку воздушных зазоров между статором и ротором, если конструкция позволяет выполнить эти измерения; проверку осевого разбега ротора и зазоров между шейкой вала и вкладышем подшипника скольжения, перезаливку вкладышей (при необходимости); полную разборку машины, чистку и промывку всех механических узлов и деталей; очистку, продувку, протирку исправных изоляционных деталей, коллекторов, контактных колец, щеточного механизма; дефектовку узлов и деталей; механический ремонт корпуса, подшипниковых щитов, магнитопроводов — заварку трещин, приварку лапы, восстановление резьбовых отверстий, восстановление посадочных мест в корпусе и щитах; ремонт сердечников ротора и статора — удаление замыканий между отдельными листами, устранение распушения листов, осевого сдвига и выгоревших участков и установка протезов; ремонт вала — исправление торцовых отверстий, устранение прогиба, восстановление посадочных поверхностей и шпоночных канавок; изготовление и укладка обмоток из круглого провода, восстановление (при возможности) изоляции обмоток из прямоугольного провода и укладка обмоток, сборка и пайка схем, пропитка обмоток, покрытие лобовых частей покровными эмалями; сборка машины и проведение приемо-сдаточных испытаний.

При капитальном ремонте необходимо производить замену подшипников качения, выработавших свой ресурс вне зависимости от

их состояния. Возможность дальнейшего использования подшипников, не выработавших ресурс, решается после их дефектации. При этом следует помнить, что остаточная стоимость заменяемых подшипников, как правило, меньше, чем стоимость аварийного ремонта с учетом простоя оборудования, вызванного выходом из строя подшипника.

При капитальном ремонте, как правило, обмотки из круглого провода и низковольтные обмотки из прямоугольного провода извлекаются из сердечников и повторно не используются, а сдаются как вторичные ресурсы в соответствующие службы. Извлечь провод небольшого диаметра, не повредив его, практически невозможно. Обмотки высоковольтных машин из прямоугольного провода могут использоваться повторно после замены витковой и корпусной изоляции.

В объем капитального ремонта пускорегулирующей аппаратуры входят полная разборка аппарата, чистка, промывка и сушка деталей, дефектация и ремонт вышедших из строя деталей, отдельных узлов, перемотка или замена катушек, замена деталей механической части аппарата, выводов, крепежных деталей и запорной арматуры, ремонт или замена дугогасительных камер.

Кроме перечисленного объема работ при ремонте автоматов, магнитных пускателей и контакторов производят проверку и регулировку хода и нажатия подвижных контактов, регулировку одновременности включения по фазам отдельных контактов и величины зазоров между подвижными и неподвижными рабочими контактами, проверку действия и регулировку механизма теплового реле, электромеханического привода, расцепителей перегрузки и короткого замыкания.

При ремонте командоаппаратов, контроллеров и командоконтроллеров производят проверку крепления барабанных секторов, переклепку тормозных колодок, регулировку фиксации по отношению к указателям положения, проверку взаимодействия отдельных узлов и механизмов.

4. Предремонтные испытания электрических машин

Предремонтные испытания проводят в целях определения характера дефектов поступивших во внеплановый ремонт электрических машин. Кроме того, на практике встречаются случаи, когда исправная машина по ошибке обслуживающего персонала отправляется в капитальный ремонт. Для машин малой мощности испытания проводят в следующей последовательности:

- определение состояния машины путем внешнего осмотра;

- определение (измерение) сопротивления изоляции обмоток;
- определение сопротивления обмоток постоянному току;
- проверка легкости вращения вала машины от руки;
- проверка работы на холостом ходу.

При положительных результатах проверок машину подвергают приемосдаточным испытаниям, и, если она их выдерживает, отправляют обратно в эксплуатацию.

Для крупных электрических машин испытания включают в себя: измерение вибрации на холостом ходу и при различных нагрузках; определение температуры отдельных узлов машины (обмотки, магнитопровода, подшипников); определение температуры воздуха и воды на входе и выходе из воздухоохладителя; определение подшипниковых токов и др. После остановки машины измеряют сопротивление изоляции, величину воздушного зазора, биение контактных колец и коллектора. Особое внимание при этом уделяют не разбираемым при ремонте узлам. Полученные данные сравнивают с данными испытаний, полученными после предыдущего ремонта.

5. Разборка электрических машин

Разборку делают так, чтобы не повредить деталей. Отдельные детали очищают от грязи, масла, ржавчины. В процессе разборки снимают поврежденные обмотки. Порядок разборки машины следующий. С вала снимают шкив, шестерню или полумуфту. Затем демонтируют щеткодержатели комплектно с траверзой или пальцами, на которых они укреплены.

Когда снимут болты, крепящие подшипниковые щиты к статору, и шпильки, снимают подшипниковые щиты. у электромашин, конструкция которых позволяет это, необходимо положить картонную прокладку в воздушном зазоре, чтобы после того, как снимут подшипниковые щиты, ротор лег на эту прокладку, а не непосредственно на статор. Подшипники скольжения выколачивают из подшипниковых щитков после ослабления стопорных винтов легкими ударами молотка по деревянному бруску, причем подшипниковый щит кладут так, чтобы букса его имела твердую опору. Смазочное кольцо вынимают через окно и укладывают на наружную поверхность подшипника.

Контрольные вопросы:

1. С помощью чего машины небольшой мощности соединяются с приводным механизмом?
2. В чем состоит особенность монтажа крупных электрических машин, поступающих в собранном состоянии?
3. Какие работы выполняются в процессе текущего ремонта персоналом электроремонтного цеха (в редких случаях — силами обслуживающего персонала)?
4. Что включает в себя типовой объем капитального ремонта?
5. В какой последовательности проводят испытания для машин малой мощности?

Раздел 18. Техническое обслуживание, диагностирование и ремонт сельскохозяйственного оборудования для обработки древесины и металла

Тема 18.1. Электробытовая техника для обработки древесины и работы с металлами

1. ФПШ-5М станок фуговально-пильный комбинированный школьный. Назначение, область применения

Станок ФПШ-5М предназначен для облегчения труда преподавателя школьных учебных мастерских при заготовке исходного материала, необходимого для самостоятельных работ учащихся старших классов.

Станок деревообрабатывающий фуговально-пильный ФПШ-5М представляет собой устройство для обработки пиломатериалов хвойных и лиственных пород.

Станок деревообрабатывающей ФПШ-5М предназначен для выполнения следующих работ:

- раскрой пиломатериалов, толщиной не более 40 мм;
- фугование пиломатериалов, шириной не более 135 мм.

Станок должен эксплуатироваться в закрытых сухих бытовых помещениях.

Исполнение по степени защиты влаги - незащищенное.

Станок ФПШ-5М может работать в следующих условиях.

- высота над уровнем моря - до 1000 м;
- температура окружающего воздуха - от плюс 5 до плюс 40 °С;

- относительная влажность окружающего воздуха - не более 80% при температуре плюс 20 °С.

Питание и управление электродвигателем машины осуществляется от трехфазной сети переменного тока номинальным напряжением 230 В частотой 50 Гц. Машины не требуют стационарного заземления.

2. Описание конструкции деревообрабатывающего станка ФПШ-5М

Станок состоит из следующих основных узлов:

1. станина
2. пильный агрегат
3. фуговальный агрегат
4. бункер
5. электрооборудование
6. защитные устройства

Станок снабжен механической блокировкой, исключающей возможность одновременной работы на пильном и фуговальном агрегатах, а также электрической блокировкой, при замене пильного диска связанной с открыванием дверки бункера.

Станина является опорой всех основных узлов, на ней крепятся фуговальный и пильный агрегаты и ножевой вал.

Объем, образованный внутренними полостями станины и бункера, служит для заполнения деревоотходами при работе станка.

Фуговальный агрегат состоит из двух столов (переднего и заднего), ножевого вала и защитного устройства.

На столах со сторон, обращенных к ножевому валу, имеются стальные накладки, которые служат для уменьшения зазоров между столами и ножевым валом, что улучшает условия резания и повышает безопасность работы.

Столы опираются на направляющие станины и при вращении регулировочных винтов перемещаются по ним под углом, сохраняя горизонтальное положение рабочей плоскости.

Перемещение переднего стола дает возможность устанавливать необходимую глубину снимаемого материала при обработке, а заднего — устанавливать стол по касательной, к окружности, описываемой режущими кромками ножей.

Ножевой вал — один из важнейших узлов станка. Опорами вала являются шариковые подшипники. Фуговальные ножи удерживаются клиньями со стружколомателями, прижимаемыми винтами.

Защита ножевого вала — веерного типа. Веер закреплен неподвижно на оси, которая вращается в скобе.

В исходном положении веер удерживает возвратная пружина.

Пильный агрегат состоит из стола, направляющей линейки, защиты пилы, рычага подъема и расклинивающего ножа.

На рабочей поверхности стола имеются продольные риски, которые служат для установки размера отпиливаемой заготовки.

На нижней поверхности стола укреплены две колонки, которые входят в круглые отверстия приливов станины. Для изменения высоты подъема стола необходимо ослабить стопорные винты, рычагом подъема поднять или опустить стол и закрепить на нужной высоте стопорными винтами.

Расклинивающий нож крепится винтами с нижней стороны стола. Для передвижения расклинивающего ножа при установке зазора между ними и пилой надо ослабить винты, передвинуть нож и вновь закрепить его винтами.

При опускании стола пильного агрегата боковой упор входит в зацепление с ушком веерной защиты и запирает защиту фуговального агрегата, тем самым закрывая доступ к ножевому валу.

Над пилой установлено защитное устройство для ограждения пилы и от выброса заготовки из зоны обработки, состоящее из корпуса, щек и когтевой защиты.

К корпусу, смонтированному на стойках, присоединяется трубопроводами любая пневмосистема для удаления пыли и стружки, или пылеотсосная установка.

3. Схема электрическая принципиальная комбинированного деревообрабатывающего станка ФПШ-5М

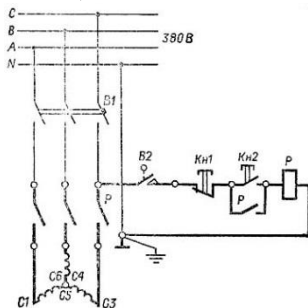


Рис. 18. 1. Схема электрическая принципиальная комбинированного деревообрабатывающего станка ФПШ-5М.

Электрооборудование состоит из электродвигателя типа А02-12-2 мощностью 1,1 кВт, магнитного пускателя типа ПБ-121, выключателя путевого ВПК 2110У4 и кнопочной станции: ПКЕ 712-2. Перемещение электродвигателя для натяжения ремня осуществляется вращением натяжных болтов.

Для передачи вращения от электродвигателя на рабочий вал служит клиноременная передача.

В фуговально-пильном станке ФПШ-5М, поставляемом заводом, обмотки электродвигателя соединены «звездой», а в магнитном пускателе может быть использована втягивающая катушка на номинальное напряжение 220 В или 380 В и, в соответствии с этим, монтаж схемы производится согласно рис. 1 или рис. 2.

Монтаж части схемы, выполненной в тонких линиях, производится получателем.

4. Технические характеристики комбинированного станка ФПШ-5М

Таблица 18.1. Технические характеристики комбинированного станка ФПШ-5М

Наименование параметра	ФПШ-5М
Операции, выполняемые на станке	
Распиловка продольная, поперечная	+
Строгание по плоскости, по ребру	+
Распиловка под углом	-
Основные параметры станка	
Толщина распиливаемой заготовки, мм	40
Наибольшая ширина фугования (строгания), мм	135
Наибольшая глубина снимаемого слоя за один проход при строгании, мм	2,0
Частота вращения ножевого барабана на холостом ходу, об/мин	4182
Частота вращения пилы на холостом ходу, об/мин	4182
Количество строгальных ножей	2
Электрооборудование станка	
Род тока питающей сети	380В 50Гц
Количество электродвигателей на станке, шт.	1
Электродвигатель - номинальная мощность, кВт	1,1
Габарит и масса станка	
Габарит станка (длина x ширина x высота), мм	900 x 480 x 700
Масса станка БРУТТО, кг	

ЛИТЕРАТУРА

Основные источники:

1. Бородин И.Ф., Андреев С.А. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления. 2-е изд., испр. и доп. Учебник и для СПО год: 2020.

Дополнительные источники:

1. Гайдук А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: учеб, пособие / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. — 4-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2017.
2. Кузьмин А. В. Теория систем автоматического управления : учеб, пособие / А. В. Кузьмин, А. Г. Схиртладзе. — Старый Оскол : ТНТ, 2017.
3. Латышенко К. П. Автоматизация измерений, контроля и испытаний. Практикум : учеб, пособие для академического бакалавриата / К. П. Латышенко, В. В. Головин. — 3-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2017.
4. Петраков Ю. В. Теория автоматического управления техническими системами : учеб, пособие / Ю. В. Петраков, О. И. Драчев. — Старый Оскол : ТНТ, 2017.
5. Рогов В. А. Средства автоматизации и управления : учебник для академического бакалавриата / В. А. Рогов, А. Д. Чудаков. — 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2017.
6. Сазонов Г. Г. Основы автоматического управления: учеб, пособие / Г. Г. Сазонов. — Старый Оскол: ТНТ, 2017.
7. Селевцов Л. И. Автоматизация технологических процессов: учебник / Л. И. Селевцов, А. Л. Селевцов. — 4-е изд., стер. — М.: Академия, 2016.
8. Серебряков А. С. Автоматика : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. С. Ссрбпяков, Д. А. Семенов, Е. А. Чернов ; под общ. ред. А. С. Серебрякова. – М.: Издательство Юрайт, 2016.
9. Технические средства автоматизации и управления : учебник для

академического бакалавриата / О. С. Колосов [и др.]; под общ. ред. О. С. Колосова. – М.: Издательство Юрайт, 2017.

10. Шишмареву В. Ю. Автоматизация технологических процессов: учебник / В. Ю. Шишмарев. — 10-е изд., стер. — М.: Академия, 2016.
11. Юревич Е. И. Теория автоматического управления / Е. И. Юревич. — 4-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ — Петербург, 2016.

Интернет-источники:

1. <http://electricalschool.info/>
2. <http://docs.cntd.ru/>

Учебное издание

Непша А.В.

**Техническое обслуживание и ремонт
автоматизированных
систем сельскохозяйственной техники
(Часть 2)**

Учебное пособие

ПМ.03 Техническое обслуживание, диагностирование неисправностей
и ремонт электрооборудования и автоматизированных систем
сельскохозяйственной техники

МДК.03.02 Техническое обслуживание и ремонт автоматизированных
систем сельскохозяйственной техники

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 17.12.2020 г. Формат 60x84¹/₁₆.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 31,55. Тираж 100 экз. Изд. № 6796.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ