

## **15 АВТОМАТИЗАЦИЯ ФРУКТО И ЗЕРНОХРАНИЛИЩ**

### **15.1 Автоматизация фруктохранилищ.**

Конструкции фрукто и овощехранилищ имеют много общего. Автоматизация хранения фруктов вызвана необходимостью охлаждения продукта и точного поддержания температуры и относительной влажности воздуха. Поэтому в системе автоматизации оборудования фруктохранилища предусмотрено управление воздухоохладительными установками, подачей пара для увлажнения воздуха в камерах и концентрацией газа в газовых хранилищах.

В помещениях для хранения фруктов (фруктохранилищах) концентрацию диоксида углерода поддерживают на уровне, существенно более высоком, чем в атмосферном воздухе: 1 % и более. При этом содержание кислорода уменьшается, а азота увеличивается, благодаря чему улучшаются условия хранения фруктов. Содержание  $\text{CO}_2$  регулируют, пропуская циркуляционный воздух через известковое молоко или сжигая газ при контролируемой подаче воздуха. Полученная таким образом газовая смесь, обогащенная также и азотом, охлаждается и подается в хранилище. Рекомендуемая температура хранения — менее  $5^\circ\text{C}$ , но не ниже температуры подмерзания 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 от 1000 до 3000 т разработан комплект электрооборудования, который обеспечивает автоматическое управление микроклиматом в камерах хранения фруктов, управление работой конденсаторного и испарительного оборудования, управления работой и защиту компрессоров холодильных машин от аварийных режимов, сигнализацию о режимах работы оборудования. Один комплект может автоматически управлять двумя—четырьмя камерами.

Автоматическая СУ 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.

Электрическая принципиальная схема СУ микроклиматом во фруктохранилище показана на рисунке 15.1. Напряжение на схему автоматического управления подают, нажимая на кнопку SB6. В случае экстренной необходимости все агрегаты можно одновременно отключить одной из кнопок SB1...SB5, расположенных в определенных местах фруктохранилища. С помощью кнопок SB7, SB8 управляют аварийным вентилятором M1 (мощностью 1,5 кВт).

Схему СУ температурой и относительной влажностью воздуха первой камеры фруктохранилища включает автомат SF1. Переключателем SA1 выбирают режим работы системы: 0 — отключено управление; 1-ручной (при наладке); 2— автоматическая работа.

В автоматическом режиме при повышении температуры в камере срабатывает терморегулятор Р, который включает реле KV1. Реле KV1 своими контактами KVV:1, KV1:2 и KV1:3 включает соответственно электромагнитный аммиачный вентиль UA1, магнитный пускатель KM3 электроприводов M2 и M3 (мощностью по 2,2 кВт) вентиляторов воздухоохладительных установок и магнитный пускатель KM6 или KM7 электропривода одного из аммиачных насосов M4или M5 (по 5,5 кВт) подачи аммиака как хладоносителя в воздухоохладители камер. Когда температура в камере достигает заданного значения, контакты терморегулятора Р размыкаются и электродвигатели M2...M5 и электромагнитный вентиль UA1 отключаются.

Режим работы аммиачных насосов выбирают, устанавливая переключатель SA3 в одно из положений: 1 — оба насоса отключены; 2-рабочий насос M4 (M5 в резерве); 3 — ручное управление (при наладке); 4—рабочий насос M5 (M4 в резерве). При успешном пуске рабочего насоса срабатывает датчик дав-

ления SP1, который включает реле KV5. Реле KV5 одним контактом подает напряжение на включение компрессоров холодильной установки (на схеме не показаны), а вторым — отключает реле выдержки времени KT2, предназначенное для включения резервного насоса. Если пуска рабочего насоса не произошло

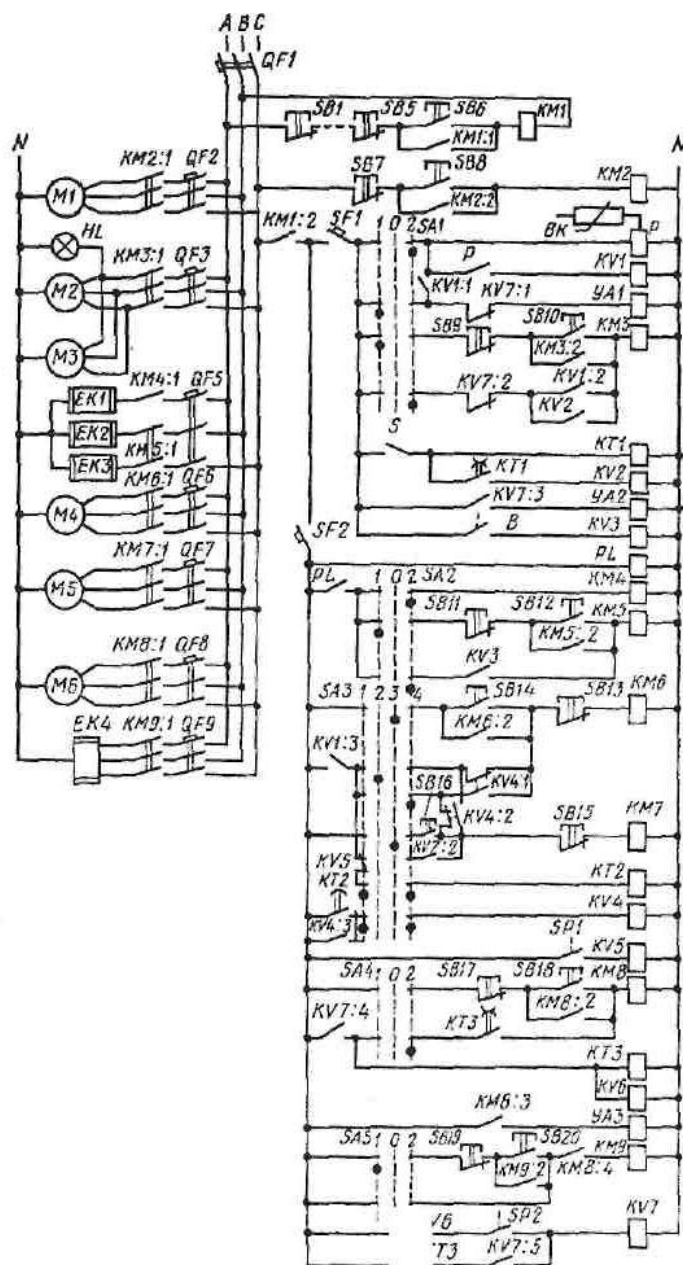


Рисунок 15.1 – Принципиальная электрическая схема управления микроклиматом фруктохранилищ.

или отсутствует давление аммиака в системе рабочего насоса, датчик SP1 размыкает цепь реле KV5, которое включает реле KT2. Последнее своим контактом KT2 через 10 с включает реле KV4, которое подключает резервный насос.

Относительную влажность воздуха в камере фруктохранилища регулируют с помощью влагорегулятора В. При понижении влажности воздуха контакты В включают реле KV3, которое при помощи магнитного пускателя КМ5 дополнительно подключает к электроподогревателю воды ЕК1 секции ЕК2 и ЕК3 электропарообразователя. Пар в камеру подается для повышения влажности воздуха включением соответствующей задвижки, установленной на паропроводе. Когда влажность воздуха в камере достигает нормы, подача пара прекращается. Подогреватель ЕК1 (0,5 кВт) включен постоянно для предотвращения замерзания воды при низких внешних температурах. В схеме предусмотрена защита парообразователя от «сухого хода» при помощи регулятора уровня воды РL. Если уровень воды в увлажнителе понизится, то регулятор уровня разомкнет контакты РL и отключит нагреватели ЕК1...ЕК3.

Для создания более равномерного распределения температурно-влажностного поля воздуха внутри камер предусмотрено циклическое перемешивание воздуха при помощи вентиляторов воздухоохладителей. Цепь управления вентилятором первой камеры включают тумблером S. Режим управления работой вентилятора (длительность и время включения и отключения) настраивают при помощи программного реле КТ1, которое через реле KV2 и магнитный пускатель КМ3 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 SA4n SA5, устанавливая их в положения: 7 —наладка; 0 —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 и самостоятельно блокируется реле KV7. Kontakтами КУ7:2реле KV7 отключает магнитный пускатель КМ3 вентиляторов воздухо-

охладителей, контактами KV7:1 — аммиачный электромагнитный вентиль УА1 и одновременно контактами KV7:3 включает электромагнитный вентиль УА2 воды для оттаивания льда, а контактами KV7:4 — реле выдержки времени КТЗ и реле KV6. Реле KV6 отключает реле KV7. Через период времени (выдержка), равный 3 мин и достаточный для стока аммиака из воздухоохладителя, контактом КТЗ включается магнитный пускатель КМ8, который своими контактами открывает электромагнитный вентиль воды УА3, включает посредством магнитного пускателя КМ8 электропривод Мб (4 кВт) насоса воды для оттаивания и посредством магнитного пускателя КМ 9 — электронагреватель ЕК4 (15 кВт) воды для оттаивания. Через 27 мин контактом КТЗ выключаются электропривод Мб насоса воды для оттаивания и электронагреватель ЕК4 и под действием пружины закрывается электромагнитный вентиль УА3 стока воды. Процесс оттаивания прекращается, и через 3 мин контактами КТЗ выключается реле KV7. Выдержка в течение этих 3 мин обеспечивает сток воды с воздухоохладителя и предотвращает включение электромагнитного аммиачного вентиля и воздухоохладителя сразу же после окончания оттаивания. Реле KV7 отключает магнитным пускателем КМ8 электродвигатель Мб насоса, электромагнитные вентили УА2, УА3 и нагреватель ЕК4 воды для оттаивания. Это же реле KV7 размыкающими контактами KV7:1 и KV7:2 вновь вводит в автоматическую работу аммиачный вентиль УА1 и магнитный пускатель КМ3 электроприводов М2 и М3 вентиляторов воздухоохладителя.

Кроме устройств управления микроклиматом в камерах в рассмотренный 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.

## 15.2 Микропроцессорная система управления микроклиматом теплиц «Среда»

Она обеспечивает автоматическое пропорциональное регулирование температуры воздуха, направляемого в массу хранимого продукта, двухпозиционное регулирование температуры хранимого продукта и воздуха в верхней зоне хранилища, а также ряд технических измерений, сигнализацию отклонений температуры от заданной в отдельных секциях хранилища и т. д. Система «Среда» может управлять технологическим процессом в восьми секциях хранилища овощей вместимостью до 5000 т. В каждой секции овощехранилища установлены два рециркуляционно-отопительных агрегата, приточный вентилятор, смесительный клапан с приводом от ИМ, обогреватель клапана, несколько датчиков температуры воздуха (в верхней зоне и в магистральном канале), датчики температуры в массе хранимого продукта.

Функциональная схема системы «Среда» показана на рисунке 15.2. В каждой из восьми секций хранилища устанавливают четыре измерительных преобразователя  $T$  для двухпозиционного регулирования температуры в массе хранимого продукта, надзакромном пространстве и два в магистральном канале (для пропорционального регулирования температуры подаваемого воздуха за счет смешивания холодного наружного и теплого рециркуляционного воздушных потоков). Блоки измерения и задания 2 формируют 32 аналоговых сигнала, пропорциональных текущему значению регулируемого параметра. Эти сигналы через блоки переключателей 3 (коммутаторы) в установленной последовательности подаются на вход двухпозиционного 4 или пропорционального 5 регулятора. Также в синхронной последовательности, задаваемой работой электронного блока 6, через блоки управления 7 осуществляется переключение исполнительных цепей регулятора 4 или 5.

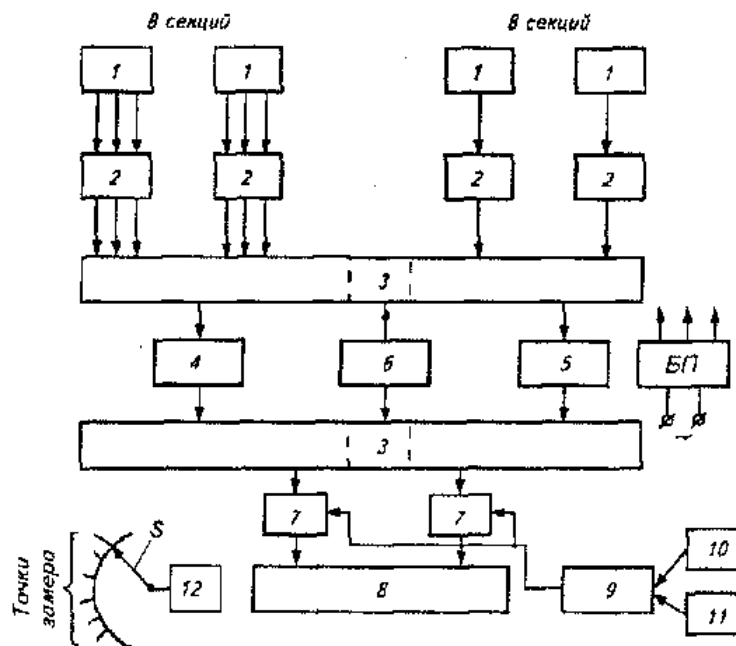


Рисунок 15.2 - Блок-схема системы «Среда-1» для управления микроклиматом в хранилище:

1 — измерительные преобразователи; 2 — блоки измерения 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 преобразователи температуры соответственно наружного и внутреннего воздуха; 12 — логометр

Регулятор 9 разности температур наружного 10 и внутреннего 11 датчиков 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 БП, через переключатель S позволяет проконтролировать температуру в 39 точках по объему хранимого продукта.

### 15.3 Автоматизация зернохранилищ

Семенное зерно хранят в мешках или закромах вместимостью от 100 до 5000 т, а фуражное зерно-россыпью в железобетонных силосах или металлических бункерах вместимостью до 10000 т.

Крупные зернохранилища оборудованы электромеханизированными установками для загрузки и разгрузки зерна с автоматическими системами управления соответствующими параметрами.

Главная цель управления — сохранение жизнедеятельности семян и хлебопекарных качеств зерна. Жизнедеятельность зерна при хранении проявляется в его дыхании, вследствие которого происходят потери сухого вещества, повышаются влажность зерна и межзерновое пространство, а также температура зерновой массы (самосогревание). Исходя из этого, интенсивность дыхания при хранении зерновой массы следует свести к минимуму, но без ухудшения качества продукта. Интенсивность дыхания резко увеличивается с повышением влажности зерна, поэтому на хранение надо закладывать зерно с влажностью ниже критической, т. е. ниже 14 %. На интенсивность дыхания также влияет температура. Оптимальный температурный диапазон для семенного зерна 0...10 °С.

Целевой функцией управления процессом хранения является минимизация потерь массы зерна при соответствующих ограничениях по качественным показателям продукта (температура  $t_3$  и влажность  $w_3$  не выше, а всхожесть  $B_3$  не ниже заданной).

$$\Pi = f(t_3, w_3, B_3) \Rightarrow \min$$

Алгоритм оптимального управления процессом хранения семян в соответствии с критерием предусматривает контроль температуры  $t_3$ , влажности  $w_3$  и всхожести  $B_3$  зерна.

Температуру и влажность зерна в хранилищах закроного типа контролируют вручную при помощи термометров и влагомеров, погружаемых в раз-

личные места закрома. Остальные параметры также периодически контролируют, отбирая пробы и анализируя их в лаборатории. Температуру контролируют не менее двух раз в месяц, влажность — один раз в месяц, а всхожесть — один раз в 4 мес.