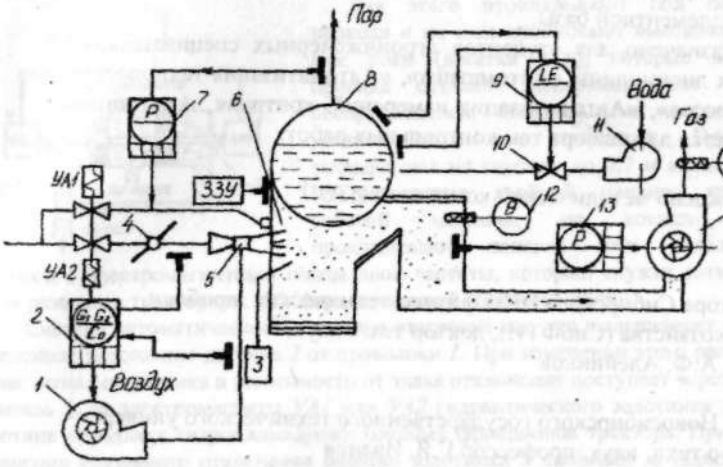
И.П. Добролюбов

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Учебное пособие



НОВОСИБИРСК 2007

УДК 631.171 (075.8)
ББК 32.965
Д 563

Добролюбов И.П
Д 563

Добролюбов И.П. Автоматизация технологических процессов сельского хозяйства: Учебное пособие / – Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. ун-т. Ин-т заочного образования и повышения квалификации. 2007.- 162 с.

Изложены принципы и технические решения автоматизации типовых технологических процессов сельского хозяйства с применением различной элементной базы.

Предназначено для студентов агроинженерных специальностей, изучающих дисциплины «Автоматика», «Автоматизация технологических процессов», «Автоматизация измерений, контроля, испытаний». Рекомендуется для выбора тем контрольных работ.

Утверждено методической комиссией ИЗОП

Зам.директора Сибирского НИИ физико-технических проблем сельского хозяйства (СибФТИ), доктор техн. наук, профессор А.Ф. Алейников

профессор Новосибирского государственного технического университета, доктор техн. наук, профессор Г.Я. Иванов

© Добролюбов И.П., 2007
© Новосибирский государственный аграрный университет

1. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

1.1. Автоматизация мобильных процессов

1.1. САУ вождения трактора по проволоке (рис. 1.1)

Методы, использующие естественные и искусственные ориентиры, наиболее удобны при строго заданных маршрутах движения — при выезде тракторов из хозяйства на полевые станы и возврате, вывозке навоза от 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 специально создают на обрабатываемых полях, прокладывают кабели, организуют местные радиополя, делают метки из удобрений и т.п. Наиболее полно опробован метод вождения по электромагнитному полю, создаваемому проводами.

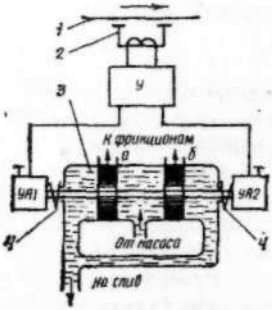


Рис. 1.1. Схема САУ вождения трактора по проволоке

Для этого прокладывают под почвой провода и по ним пропускают высокочастотные токи (десятки кГц), которые вокруг провода создают 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 прокладывают поперек гона отдельный провод с электромагнитным полем иной частоты, который служит сигналом для разворота трактора па 180° (при челночной обработке поля).

Система автоматического вождения отстроена так, что выдерживает 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. При устранении указанного отклонения поршни золотника *3* занимают исходное положение под действием пружин *4*.

1.2. САУ высотой среза кормовых трав, кукурузы и другой зеленой массы на корм скоту

Эти САУ применяют на силосоуборочных комбайнах и сенокосилках. Высота среза должна быть минимально допустимой, что повышает сбор кормов с полей и лугов.

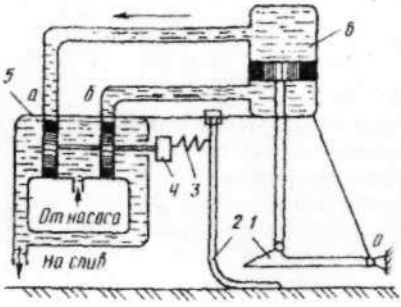


Рис. 1.2. Схема САУ высотой среза

Для этого используют полозковый щуп (рис. 1.2), копирующий рельеф поля. Щуп *2* к поверхности поля прижимается пружиной *3*. Если высота среза соответствует заданной, то окна *а* и *б* золотника *5* закрыты, а поршень силового цилиндра *6* и режущий аппарат *1*, жестко скрепленный с поршнем, находятся на постоянной высоте от поверхности поля. При изменении рельефа поля полозковый датчик *2* открывает окна *а* и *б* золотника 5, и при помощи силового гидроцилиндра *6* происходит восстановление заданной высоты режущего аппарата *1*. При этом окна золотника закрываются, поскольку щуп возвращается в исходное положение. Предохранительное устройство *4* предотвращает поломки золотника при наезде полозкового щупа на препятствие.

1.3. САУ траекторией движения посевного тракторного агрегата (рис. 1.3)

САУ предназначена для колесного трактора, который может быть агрегатирован с навесной или прицепной квадратно-гнездовой сеялкой. В начале работы первую борозду тракторист прокладывает вручную. В это время маркер, размещенный на сеялке, делает борозду для копира. В последующем копирующее устройство *1* движется по этой борозде. Если агрегат отклоняется от заданной маркером траектории, то копир *1* подает сигнал рассогласования на золотник *4* гидроусилителя *5*, а тот через кронштейн *6* на тягу рулевого управления *7*, в результате чего ошибка ликвидируется и тракторный агрегат выводится на заданную траекторию. Редукционный клапан *3* ограничивает верхний предел высокого давления гидросистемы, развиваемого шестеренчатым насосом *2*. САУ обеспечивает качественную работу на скоростях до 14км/ч. САУ может использоваться и для управления пахотными агрегатами.

1.4. САУ траекторией движения почвообрабатывающих агрегатов в виноградниках (рис.1.4)

Программа управления задается шпалерной проволокой *1*, с которой агрегат связан посредством проволокоулавливателя *2*, закрепленного на рычаге *3* преобразующего элемента *(4, 5, 6, 7, 8)*. Через контакты *4* и *5* электромеханического преобразователя сигнал поступает на электромагнитные катушки *12*, играющие роль усилителей. С электромагнитных катушек *12* сигнал подается на гидрораспределительный золотник *13* исполнительного устройства *11*. Исполнительное устройство оказывает воздействие на объект управления — тракторный агрегат (на рисунке не показан).

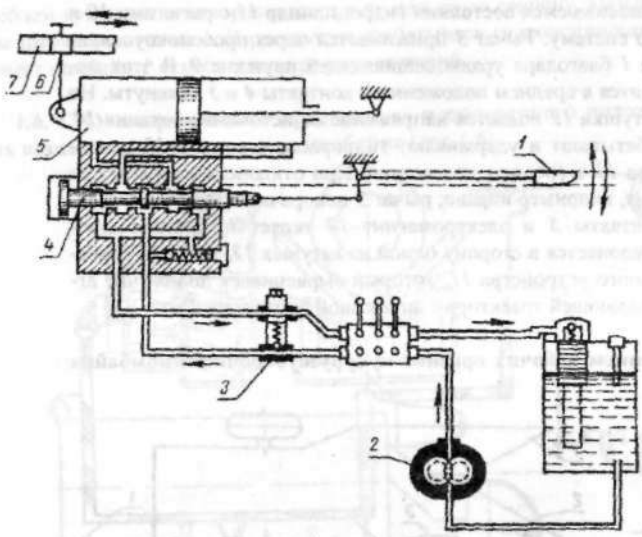


Рис. 1.3. Принципиальная схема САУ траекторией движения посевного тракторного агрегата

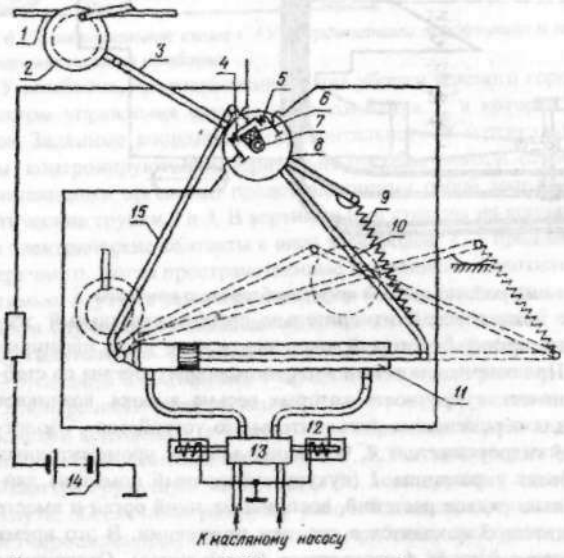


Рис. 1.4. Принципиальная схема САУ траекторией движения тракторных агрегатов при работах в виноградниках

В некотором установившемся состоянии гидроцилиндр *11* с рычагами *10* и *15* образуют жесткую систему. Рычаг *3* прижимается через проволокоулавливатель *2* к проволоке *1* благодаря уравновешивающей пружине *9*. В этот момент кулачок *6* находится в среднем положении и контакты *4* и *5* замкнуты. На электромагнитные катушки *12* подается напряжение от источника питания *14*. Электромагниты срабатывают и удерживают гидрораспределитель *13* исполнительного устройства *11* в среднем положении. При отклонении агрегата от заданного направления, например вправо, рычаг *3* поворачивается влево, кулачок *7* размыкает контакты *5* и электромагнит *12* теряет питание. Гидрораспределитель *13* отклоняется в сторону одной из катушек *12*, вызывая срабатывание исполнительного устройства *11*, который выравнивает положение агрегата относительно задающей траектории шпалерной проволоки *1*.

1.5. САУ положением рабочих органов кукурузоуборочного комбайна (рис. 1.5)

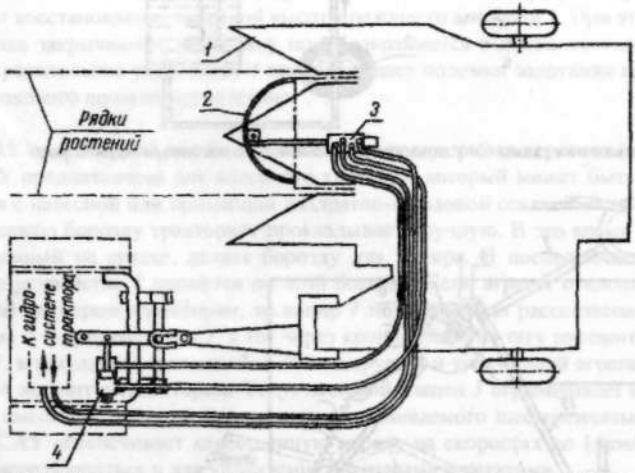


Рис. 1.5. САУ положением рабочих органов кукурузоуборочного комбайна

В САУ применен механический измерительно-преобразовательный элемент (воспринимающий орган) *2*, который выполнен в виде дуги, шарнирно закрепленной на оси. При соприкосновении воспринимающего органа со стеблями кукурузы, механическая прочность которых весьма высока, возникает сигнал, достаточный для перемещения исполнительного устройства — золотникового устройства *3* гидроусилителя *4*, без использования промежуточных усилителей. Когда объект управления *1* (кукурузоуборочный комбайн) движется точно относительно рядков растений, воспринимающий орган и вместе с ним гидрораспределитель *3* находятся в среднем положении. В это время сигнал на выходе гидроусилителя *4* отсутствует (равен нулю). Отклонение траектории движения комбайна от рядка сопровождается возникновением сигнала рассогласования, поскольку воспринимающий орган входит в контакт со

стеблем кукурузы и поворачивается в ту или иную сторону, вызывая отклонение штока золотника *3*. В результате срабатывает гидроусилитель *4* и выравнивает комбайн *1* относительно рядков растений.

1.6. САУ координатами продольного и поперечного положения рабочих органов кормоуборочного комбайна (рис.1.6)

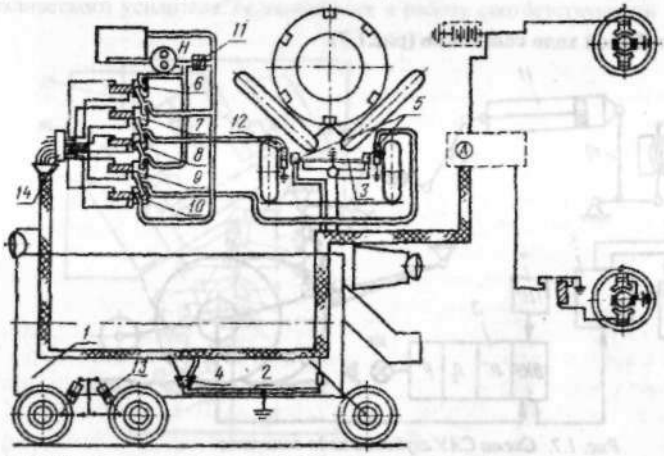


Рис. 1.6. Принципиальная схема САУ координатами продольного и поперечного положения рабочих органов комбайна

В САУ комбайна, предназначенного для уборки зеленого горошка на склонах, объектом управления служит рама комбайна *7*, к которой прикреплена молотилка. Заданные координаты горизонтального и вертикального положения рамы контролируются измерительно-преобразовательными элементами (воспринимающими органами) представляющими собой заполненные ртутью гидростатические трубки *2* и *3*, В вертикальные стаканы на концах этих трубок встроены электрические контакты в виде электродов: *4* — продольного крена и *5* — поперечного. Когда пространственные координаты молотилки не выходят за допустимые, ртуть не замыкает контакты *4* и *5* и тока в цепи не образуется. В противном случае ртуть замыкает один из контактов *4* или *5* и сигнал передается на усилительные элементы — электромагнитные клапаны *6* — *10*. Клапаны *6* — *9* связаны с контактами *4* продольного крена, клапаны *7*, *8* — с контактами *5* поперечного крена, клапан *10* является разгрузочным и выполнен с размыкающими контактами, а клапан *11* — обратным. При включении любого из рабочих электромагнитных клапанов *6*, *7*, *8*, *9* включается катушка и клапан *10* размыкает разгрузочную магистраль. Во всех других случаях эта магистраль замкнута, обеспечивая разгрузку рабочей магистрали высокого давления, идущей к гидроцилиндрам. Через контакты рабочих электромагнитных клапанов сигнал передается на блоки гидроцилиндров *12* и *13* — исполнительные устройства, которые выравнивают раму комбайна при появлении сигнала рассогласования в результате отклонения координат от заданных. Посредством

вентилей *14* регулируется скорость выравнивания рамы комбайна. Вентили устанавливаются так, чтобы комбайн из крайнего нижнего положения поднимался в крайнее верхнее за 50с. Напряжение на электромагнитные клапаны подается от общей электрической схемы комбайна. Источником питания силовых цилиндров служит насос *Н*, который поддерживает в гидросистеме определенное давление.

1.7. САУ глубиной хода сошников (рис.1.7)

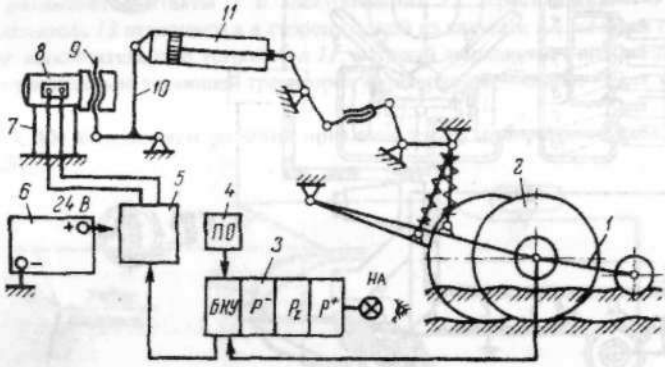


Рис. 1.7. Схема САУ глубиной хода сошников

В САУ входят: копирующий каток с поводком *1*, укрепленным позади дискового сошника *2*, на котором размещен также электрический преобразователь глубины хода сошника в сигнал *U(t)*. Блок *3* контроля и управления (БКУ), который снабжен тремя счетчиками, регистрирующими площади, засеянные с нормальной глубиной заделки семян (P_z), с превышением заданной глубины (P^+) и мельче требуемой глубины (P^-). В этот же блок подается информация с путевого отметчика ПО *4* о скорости агрегата. В БКУ сигнал *U(t)* электрического преобразователя сравнивается с базовым напряжением U_0, соответствующим заданной глубине хода сошников. Рассогласование в виде напряжения $\Delta U(t)$ сглаживается внутри БКУ фильтром высоких частот. Сглаженный сигнал $U^*(t)$ поступает в этом же БКУ на трехуровневый дискриминатор, выделяющий сигналы заданного допуска (0), выше допуска (U^+) и ниже допуска (U^-). Эти сигналы с одной стороны поступают на счетчики (P_z, P^+, P^-) и на сигнальную лампу НА, куда они пропускаются через соответствующие схемы совпадения, а с другой — сформированный сигнал ΔU подается на релейный усилитель *5*, который током *I(t)* источника *6* постоянного напряжения коммутирует обмотку двигателя *8*, установленного на кронштейне *7*. Двигатель воздействует на винт *9* и элементы *10, 11* регулятора заглубления сошников *2*.

1.8. САУ поворотом МТА с механическим преобразователем курса (рис. 1.8)

В качестве измерительно-преобразовательного элемента поворота МТА выступает путевое колесо (путеизмеритель) *9*, который через вал *10* и редук-

торы *6*, *7* воздействует на программный диск *5* (задающий элемент). Траектория поворота определяется программным диском *5* (профиль которого соответствует виду поворота), который перемещает с помощью ролика *12* рычаг *2* и связанные с ним контакты *3* механического преобразователя курса *2-4*. В зависимости от положения программного диска *5* левый или правый контакт *3* соединяется с контактом *4*. При этом с помощью соответствующего электрогидравлического усилителя *14* включается в работу соответствующий тормоз *13*.

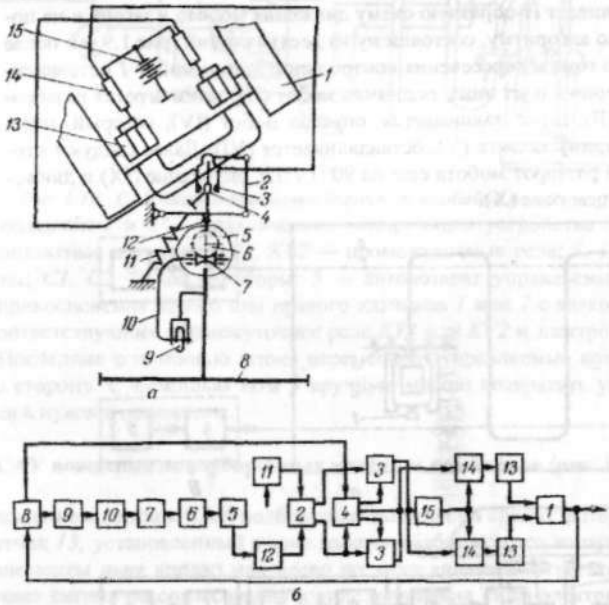


Рис. 1.8. Схемы САУ поворотом с механическим преобразователем курса: а — принципиальная; б — функциональная; 1 — трактор; 2 — шарнирная тяга; 3, 4 — контакты; 5 — программный диск; 6, 7 — редукторы; 8 — ведомое звено; 9 — путеизмеритель; 10 — гибкий вал; 11 — пружина; 12 — ролик; 13 — тормоза; 14 — электрогидравлический усилитель; 15 — аккумуляторная батарея.

1.9. САУ движением МТА с помощью мобильного робота (рис. 1.9)

При введении П-образной схемы движения изменены могут быть не только вид машины, но и транспортное средство: агрегат должен превратиться в мобильный робот (мобот) *2*, состоящий из рамы *20* и сельскохозяйственной машины *3* с рабочими органами (например, распылитель ядохимикатов).

Контрольную линию *А*, указывающую конец гона, образует размещенное вне загона задающее устройство *6*, которое программирует поворот. Оно состоит из оптического квантового генератора *5* и сканирующего механизма *4*. На мботе *2* размещен измерительно-преобразовательный элемент *1*, состоящий из объектива *7* и фотоэлектронного умножителя (ФЭУ) *8*; преобразова-

тельный элемент (ПЭ) *9*, в который входят электрогидравлический *10* и гидромеханический *11* золотниковые распределители; механизм *13* поворота, представляющий собой гидроцилиндр с поршнем *14* и штоком *15*. Шток *15* на нижнем конце имеет опорную пяту *16*, а на верхнем конце — поршень *14* с вертикальными *17* и горизонтальными *18* проточками в виде лопаток, на которые попадает (под давлением) масло из перепускных фигурных отверстий *19*, выполненных в корпусе гидроцилиндра *13*. В гидроцилиндре предусмотрены также впускные и выпускные каналы *12*, последовательно соединенные с ПЭ *9*. Система обеспечивает П-образную схему движения мобота в загоне и на поворотной полосе по алгоритму, состоящему из десяти стадий (рис.1.9, в): после окончания первого гона и пересечения контрольной линии мобот *1* останавливается (I); шток поршня идет вниз, поднимая мобот (II); затем агрегат разворачивается на 90° (III); шток поднимается, опуская мобот (IV), который, переместившись на ширину захвата (V), останавливается (VI). Далее следуют второй подъем (VII) и разворот мобота еще на 90° (VIII), опускание (IX) и движение его на следующем гоне (X).

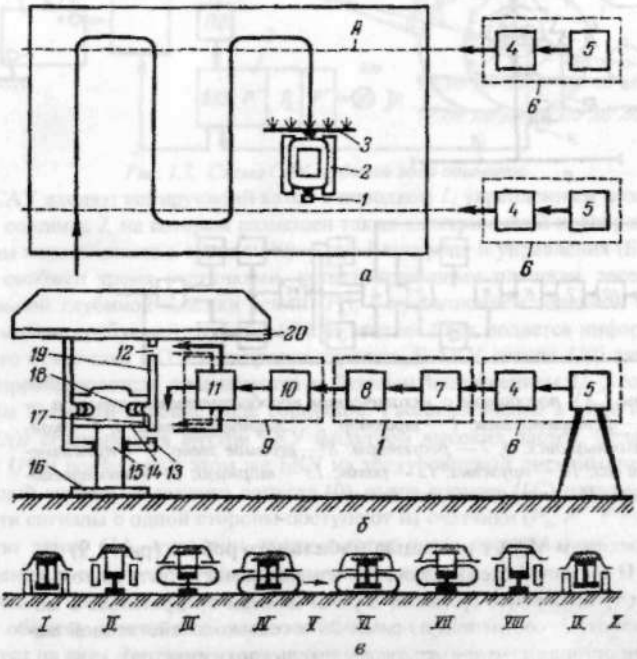


Рис. 1.9. Схемы управления моботом: а — движением; б — поворотом; в — стадии поворота мобота

1.10. САУ движением зерноуборочного комбайна по валку (рис.1.10)

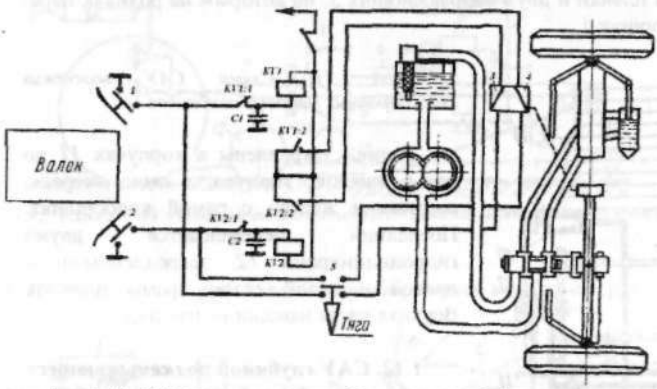


Рис. 1.10. САУ движением зерноуборочного комбайна по валку

САУ содержит:*1* и *2* — механические копирующие устройства (левый и правый контактные датчики); *KV1, KV2* — промежуточные реле; *3, 4* — электромагниты; *C1, C2* — конденсаторы; *5* — автовозврат управляемых колес. После соприкосновения левого или правого датчиков *1* или *2* с валком срабатывают соответствующее промежуточное реле *KV1* или *KV2* и электромагниты *4* или *5*. Последние с помощью штока перемещают управляемые колеса в ту или иную сторону. С помощью тяги 5 вручную можно возвратить управляемые колеса в нужное положение.

1.11. САУ вождения льноуборочных машин и комбайнов (рис. 1.11)

За положением ленты в САУ подборщика льнотресты следит фотоэлектрический датчик *13*, установленный в зоне работы подбирающего аппарата. При отклонении ленты-льна вправо или влево по ходу движения агрегата датчик вырабатывает сигнал рассогласования в виде изменения силы электрического тока, который передается в электронный усилитель *10*. Усилитель включает катушки соленоидов электромагнитного золотника *5*, в результате чего золотниковое устройство смещается из нейтрального положения. Масло из гидросистемы трактора подается в соответствующие полости гидроцилиндров *12* двухстороннего действия. Штоки гидроцилиндров перемещают подборщик, отрабатывая сигнал рассогласования. При достижении заданного положения золотник возвращается в нейтральное положение, перекрывая поступление масла в гидроцилиндры. Благодаря двум гидроцилиндрам, включенным параллельно, обеспечивается одинаковая скорость отработки рассогласования подборщиком в обе стороны. Клапан *16* позволяет поддерживать постоянное давление в системе. Специальная навеска обеспечивает передвижение рамы относительно трактора в поперечном направлению. Рама шарнирно соединена с остовом трактора и может перемещаться только в продольно-вертикальной плоскости. Рама опирается на два копирующих колеса *2* и состоит из двух бо-

ковин *4*, задней планки и двух направляющих *3*, по которым на роликах перемещается подборщик *1*.

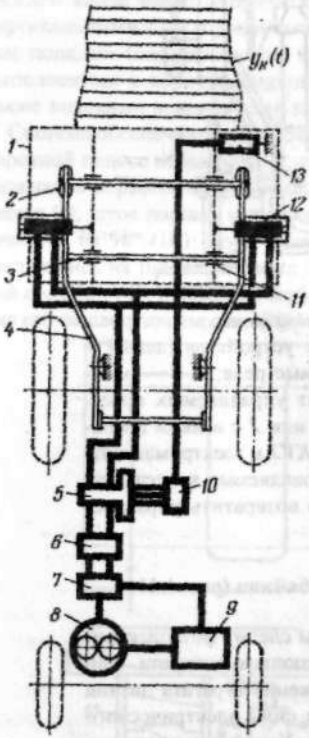


Рис. 1.11. Схема САУ вождения льноуборочных машин и комбайнов

Ролики закреплены в корпусах *11* по два в каждом; корпуса, в свою очередь, соединены жестко с рамой подборщика. Последний перемещается двумя гидроцилиндрами *12*, закрепленными с правой и левой сторон рамы навески. Верхняя часть навески не изменена.

1.12. САУ глубиной подкапывающего лемеха картофелеуборочного комбайна (рис. 1.12)

Во время работы копирующие катки *10* (их два) катятся по гребням гряд, а передние опорные колеса *12* — по междурядьям. Сигналы от катков *10* передаются через параллелограммные механизмы *11*, укрепленные на раме *2*, усредняются и через тягу *3* поступают на рычаг *9*, при помощи которого на золотник гидрораспределителя *6* передается как внешняя (от катков *10*), так и внутренняя (от лемеха *8*) отрицательная обратная связь. Сигнал от рычага *9* поступает на компенсатор *4*, который в пределах полного хода золотника действует как жесткая тяга, а при больших перемещениях копирующих катков *10* — как гибкая, что исключает возможность поломки устройства. Далее сигнал с компенсатора *4* поступает на рычаг *5* и с него на золотник гидрораспределителя *6*, направляющего масло в ту или иную полость гидроцилиндра *7* в зависимости от направления отклонения подкапывающего лемеха *8*. Если заглубление лемеха превышает предельное, сигнал от катков *10* «заставляет» гидроцилиндр *7* выглубить лемех *8*. При чрезмерном выглублении подается сигнал (с помощью цепи внешней отрицательной обратной связи) гидроцилиндру заглубить лемех. Чтобы избежать перерегулирования, предусмотрена внутренняя корректирующая обратная связь от лемеха *8* через рычаг *9*, который вовремя компенсирует сигнал катков *10*, перемещает золотник в нейтральное положение и останавливает поршень гидроцилиндра. В транспортное положение комбайн поднимается гидроцилиндром *7*, при этом лемех *8* автоматически переводится гидроцилиндром *7* в крайнее верхнее положение.

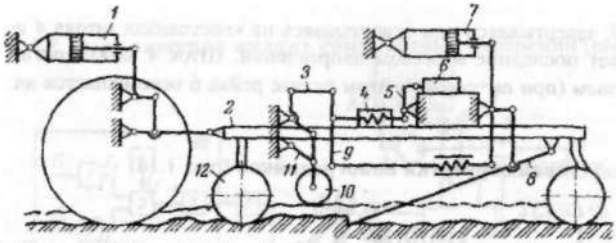


Рис. 1.12. Схема САУ глубиной подкатывающего лемеха картофелеуборочного комбайна

1. 13. САУ нагрузкой двигателя зерноуборочного комбайна (рис. 1.13)

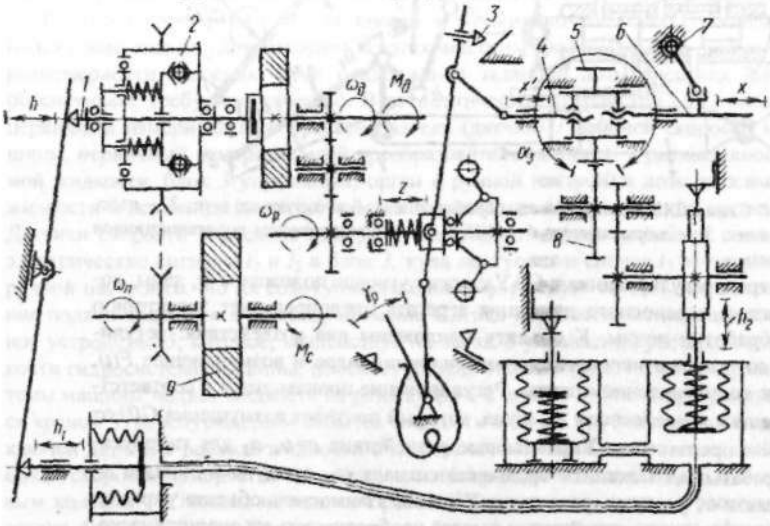


Рис. 1.13. Принципиальная схема САУ нагрузкой двигателя зерноуборочного комбайна

Нагрузочные режимы двигателя ($M_д$) определяет измеритель *2* момента, вырабатывающий сигнал *h* на перемещение штока *1*, а скоростные режимы ($\omega_д$) — центробежный маятник регулятора *3*, вал которого вращается с угловой скоростью $\omega_р$ и вырабатывает сигнал *z* на перемещение муфты регулятора. После того как сигналы *h* и *z* пройдут соответствующие кинематические звенья, они суммируются втулкой *5*. Причем на ось *4* ее действует преобразованный сигнал *z* измерителя *3* скорости, передаваемый далее на рейку *6* топливного насоса *7*. Втулка *15* вращается вокруг своей оси под действием преобразованного сигнала *h* нагрузки, воспринимаемого от колеса *8*. При изменении момента сопротивления ΔM_C на валу потребителя *9* (нагрузка двигателя) измеритель *2* фактической нагрузки вырабатывает информационный сигнал Δh, пропорциональный $\Delta M_д = f(\Delta M_C)$, в результате чего втулка *5* поворачивается на

угол $\Delta\alpha_3$. Втулка *5*, завертываясь или отвертываясь на хвостовиках штока *4* и рейки *6*, перемещает последние в осевом направлении. Шток *4* может оставаться и неподвижным (при ω_p=*const*); в этом случае рейка 6 перемещается на $\Delta x=f(\Delta\alpha_3, \Delta h)$.

1.14. САУ межкустовой обработки виноградников (рис. 1.14)

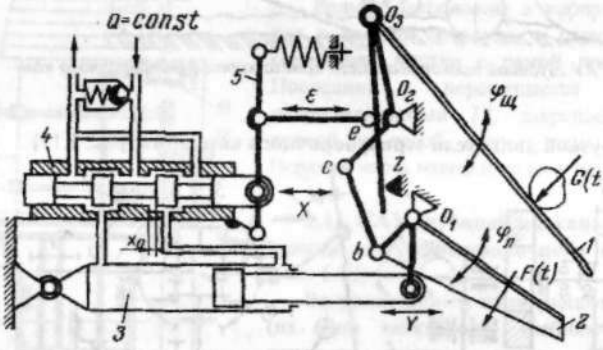


Рис. 1.14. Схема САУ межкустовой обработкой: 1 — копирующий щуп; 2 — плоскорежущая лапа; 3 — гидроцилиндр; 4 — УПЭ; 5 — кинематическая корректирующая обратная связь

Параметром регулирования в САУ служит угловое положение $\varphi_л$ лапы, которое с учетом переносного движения агрегата предопределяет траекторию границы обработки почвы. К объекту приложены два воздействия: регулирующее *Y* со стороны исполнительного гидроцилиндра и возмущающее *F(t)*, вызываемое сопротивлением почвы. Регулирование производится в соответствии с задающим воздействием $\varphi_щ$ щупа, который получает возмущения *G(t)* от растения или препятствия. Управляющее воздействие $\varepsilon=\alpha_1-\alpha_2$ для гидроусилителя вырабатывает механизм сравнения сигнала α_1 от щупа и сигнала α_2 обратной связи от угла поворота лапы. Жесткая взаимосвязь объекта управления и исполнительного устройства вызывает необходимость их энергетического согласования и позволяет рассматривать их как единый динамический элемент автоматической системы.

Программа позиционного слежения между щупом и лапой определяется требованиями к размеру и форме площади, которая может оставаться необработанной около основания растения после прохода агрегата с обеих сторон ряда. В соответствии с агротехническими требованиями допуск на обработку почвы вокруг растения можно представить зоной, ограниченной снаружи ромбом с диагоналями *2A=400мм* и *2a=300мм* (площадь 0,06м^2), а изнутри — окружностью около штамба с радиусом 5=100мм. С учетом необходимого диапазона поворота $\Delta\varphi_щ$ щупа и $\Delta\varphi_л$ лапы при условии поперечного отвода ее конца на 400мм выбраны параметры, определяющие относительное расположение и кинематическое взаимодействие этих элементов.

1.15. САУ дозой внесения жидких комплексных удобрений (рис. 1.15)

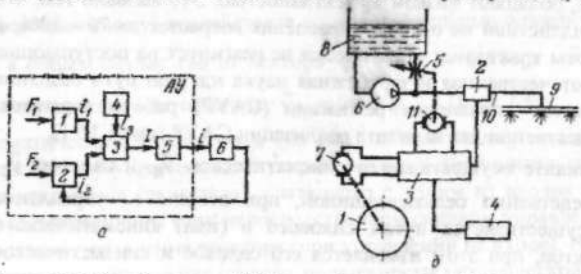


Рис. 1.15. Схемы САУ дозой внесения ЖКУ: а — функциональная; б — принципиальная

Качество работы машин для внесения жидких комплексных удобрений (ЖКУ) пока еще не удовлетворяет агротехническим требованиям по дозе и неравномерности внесения. САУ поддержания заданной дозы внесения ЖКУ обеспечивает требуемое качество. В автоматическое устройство (АУ) входят первичный измерительный преобразователь (датчик) *1* рабочей скорости машины, первичный измерительный преобразователь (датчик) *2* расхода вносимой жидкости, блок *3* управления, орган *4* ручной настройки дозы вносимой жидкости и исполнительное устройство *5* изменения дозы в единицу времени. Датчики скорости и расхода измеряют значения этих переменных и подают электрические сигналы i_1 и i_2 в блок *3*, куда поступает и сигнал i_3 от органа *4* ручной настройки. По их совокупности блок *3* формирует сигнал *I* на изменение подачи жидкости в единицу времени. Сигнал передается на исполнительное устройство *5*, которое, воздействуя на орган *6* управления расходом жидкости гидросистемы машины, изменяет расход. Насос *6* (рис. 1.29,б) гидросистемы машины подает жидкость из резервуара *8* к штанге *9*. Расход регулируется краном *5*, перепускающим избыток жидкости в бак. К трубопроводу *10* подключен датчик *2* расхода жидкости с электрическим выходным сигналом. Рабочая скорость измеряется тахометрическим прибором *7*, связанным с ходовым колесом *1* Сигналы измерителя рабочей скорости, измерителя расхода и органа *4* ручной настройки поступают на блок *3* управления, откуда сформированный сигнал подается на электродвигатель *11* исполнительного устройства, вал которого через редуктор связан с краном *5*. Напряжение питания системы 12В. Точность дозирования автоматической системы соответствует агротехническим требованиям.

1.16. САУ режимами работы энергонасыщенных машинно-тракторных агрегатов, имеющих ДВС с газотурбонаддувом и гидрофицированную коробку передач на тракторе

При выполнении энергоемких технологических операций важно обеспечить максимально возможную производительность и топливную экономичность МТА с сохранением высокого качества работ. Встроенные информирующие системы, которые сигнализируют о текущих энергетических (скоростном и нагрузочном) режимах и о положении рабочих органов сельхозмашин,

а также дают рекомендации о необходимости изменения подачи топлива и переключения передач, обладают низкой эффективностью. Это вызвано тем, что требуемое число воздействий на органы управления возрастет на 70 - 90%, и уже после часа работы тракторист практически не реагирует на поступающие команды. Поэтому отечественная и зарубежная наука идет по пути создания систем автоматического управления режимами (САУР) работы агрегатов. Возможны преимущественно два варианта реализации САУР (рис.1.16.1).

При первом варианте осуществляется кинематическое $\vec{v}_K$ и силовое $\vec{v}_C$ управление непосредственно сельхозмашиной, при втором — управление сельхозмашиной осуществляется путем силового и (или) кинематического воздействия на трактор, при этом изменяется его силовое и кинематическое воздействие на сельхозмашину (здесь и далее стрелки сверху означают множества (векторы) воздействий на органы управления агрегатами).

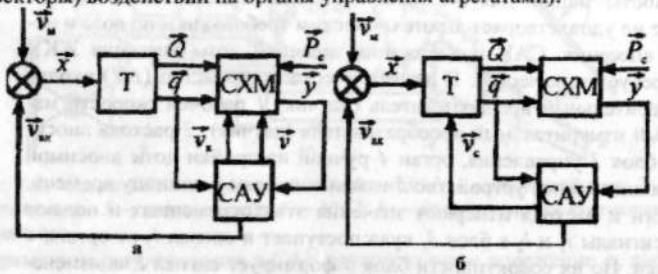


Рис. 1.16.1. Обобщенная структурная схема САУР с кинематическим и силовым управлением непосредственно сельхозмашиной (а) и на входе (б): Т — трактор, СХМ — сельхозмашина, САУ — система автоматического управления, ⊗ — сумматор

Разработанные к настоящему времени отечественные и особенно зарубежные САУР мобильных агрегатов построены, как правило, по первому варианту. Однако реализация непосредственного силового управления сельхозмашиной связана с необходимостью применения дорогих и сложных преобразующих, усилительных устройств, мощных силовых приводов, а также силоизмерительных датчиков, включаемых в разрыв силовой цепи. САУР, построенная по второму варианту, целесообразно использовать при выполнении энергоемких технологических операций (например, при основной обработке почв, в частности пятнистых) энергонасыщенными машинно-тракторными агрегатами с гидрофицированной коробкой передач трактора и форсированным двигателем внутреннего сгорания (ДВС с газо-

Управление режимами работы МТА с помощью САУР может осуществляться следующими способами:

а) непосредственным силовым управлением путем формирования обобщенных сил v_{cs}, прикладываемых к звеньям механической части сельхозмашины (рис. 1.16.1, а): $\vec{v}_C = \{v_{cs}\{q_1, ..., q_j; x_1, ..., x_m\}\}$; $s = \overline{1,k}$, где $\vec{q} = \{q_1, ..., q_j\}$ — вектор обобщенных входных координат сельхозмашины; $\vec{x} = \{x_1, ..., x_m\}$ — вектор входных переменных МТА; k — число управляющих силовых воздействий;

б) управлением на входе (рис. 1.16.1,б), которое заключается в том, что САУР может изменять вектор $\vec{x}$ входных переменных МТА, добавляя к задающему (программному) воздействию v_m дополнительные воздействия $\vec{v}_{вх}$, зависящие в общем случае как от вектора $\vec{q}$, так и от вектора $\vec{y} = \{y_1,...,y_n\}$ выходных координат сельхозмашины: $\vec{v}_{вх} = \{v_{вх\,s}(\vec{q}\,,\ \vec{y}\,)\}$; $s = \overline{1,k}$;

в) кинематическим управлением (на выходе или входе), основанным на включении к выходу управляющего устройства САУ дополнительного исполнительного устройства (двигателя), связанного с одним из входов механической части сельхозмашины (при непосредственном силовом управлении) или с одним из органов управления трактора (при управлении на входе). В этом случае появляется дополнительная степень подвижности механической части машины (например, включения или выключения части рабочих органов), при этом обобщенное кинематическое воздействие зависит от $\vec{q}$ и $\vec{x}$: $\vec{v}_K = \{v_K(\vec{q}\,,\vec{x}\,)\}$.

В общем случае при управлении присутствует вектор $\vec{Q}$ движущих сил трактора. Перевод механической системы МТА из одного положения в другое с учетом законов движения исполнительных механизмов относится к программному позиционному управлению. При управлении энергетическими режимами (скоростным и нагрузочным) МТА программное управление изменяется в зависимости от того, в каком положении находится агрегат в данный момент, насколько далеки эти режимы от оптимальных (по производительности или топливной экономичности при соблюдении агротехнических требований). При этом управление остается позиционным независимо от способа управления. Описываемая САУР обеспечивает нахождение МТА в оптимальной зоне энергетических режимов автоматически (т.е. данная САУР относится к классу автоматических адаптивных систем с программным позиционным управлением на входе). Кроме того, предусмотрено дублирование команд на изменение положений органов управления трактора с помощью световой индикации, т.е. программное управление может осуществляться оператором (трактористом). В этом случае САУР переходит в класс автоматизированных интерактивных систем управления.

Критерием качества системы позиционного управления является минимум динамической ошибки позицирования, мерой которой может служить расстояние между фактическим и программным положением объекта управления, определяемое метрикой махалонобисского типа, в частности хеммингова расстояния. В разработанной САУР управление режимами работы МТА на входе осуществляется путем силового и кинематического управления режимами работы двигателя. Управление проще всего реализуется на тракторах с гидрофицированной коробкой передач, двигатель которых форсирован газотурбонаддувом (типа Т-150К, К-700). В этом случае можно воздействовать непосредственно на рейку топливного насоса или рычаг управления топливоподачей, на рычаг переключения скоростей коробки передач и на рычаги гидронавесной системы. В качестве параметра, характеризующего нагрузочный режим, при

этом может использоваться давление наддува или частота вращения ротора турбокомпрессора.

Структурная и упрощенная функциональная схемы САУР представлены на рис.1.16.2 и 1.16.3. САУР содержит три независимых контура управления: топливоподачей, переключением передач, положением рабочих органов сельхозмашин. Контуры управления замыкаются только при выходе за пределы оптимальной зоны скоростной характеристики ДВС с координатами (n_1, $П_1$), (n_2, $П_2$), (n_2, $П_1$), (n_1, $П_2$), где в качестве параметра $П$ может быть использован параметр $p_{тк}$ или $n_{тк}$. В этом случае достаточно рассмотреть уравнения динамики составных элементов САУР и замкнутых контуров управления (см. приложение 2).

Операции сравнения, идентификации регуляторной и корректорной ветвей, определения фактических границ зоны относительно фактического значения точки перегиба (n_0, $П_0$) и принятия решения о замыкании одного из трех контуров управления (топливоподачей, переключением передач, положением рабочих органов сельхозмашины) осуществляются логико-вычислительным устройством (рис. 1.47.2). Для повышения точности идентификации корректорной и регуляторной ветвей и задания оптимальной зоны скоростная характеристика параметра нагрузки берется в функции мощности ДВС (рис. 1.16.3, б), т.е. текущие значения p_m и n_m умножаются на частоту вращения двигателя n_0.

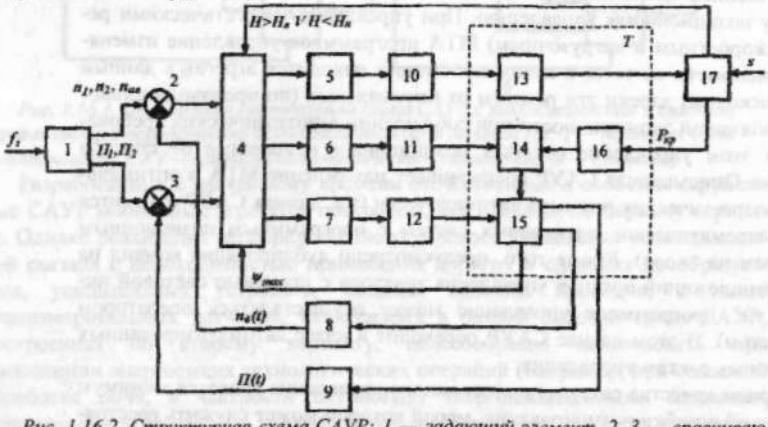


Рис. 1.16.2. Структурная схема САУР: 1 — задающий элемент, 2, 3 — сравнивающие устройства, 4 — логическо-вычислительное устройство, 5 — 7 — преобразовательные элементы сигналов управления передачей, топливоподачей и гидронавесной системой, 8 — тахометр двигателя, 9 — измеритель нагрузки, 10 — 12 — исполнительные устройства управления гидронавесной системой, переключением передач, топливоподачей, 13 — гидронавесная система, 14 — коробка передач, 15 — двигатель, 16 — передаточное устройство от сельхозмашины к коробке передач, 17 — сельхозмашина, T — трактор, S — воздействие программное и среды, V — дизъюнкция.

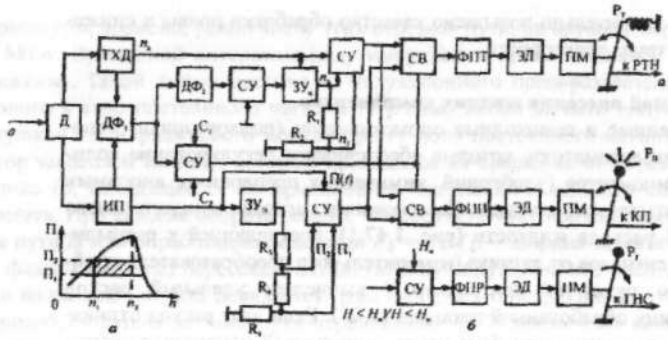


Рис. 1.16.3. Оптимальная зона управления энергетическими режимами МТА (а) и упрощенная функциональная схема САУР (б): Д — двигатель. ТХД — тахометр двигателя. $ДФ_1$ — дифференциатор $dП/dn_д$, $ДФ_2$ — дифференциатора $d^2П/d^2n$, СУ — сравнивающее устройство. ИП — измеритель параметра нагрузки П(t). $ЗУ_{ч}$ и ЗУп — запоминающие устройства соответственно частоты вращения двигателя и параметра нагрузки. СВ — схемы выбора команды включения. ФПТ. ФПП и ФПР — функциональные преобразователи сигналов соответственно топливоподачи, переключения передач и положения рабочих органов. ЭД — электродвигатели исполнительных устройств. ПМ — передаточные механизмы исполнительных устройств. Рт. РП, Рг — рычаги управления соответственно топливоподачей, переключением передач и гидронавесной системой. РТН — рейка топливного насоса, КП — коробка передач, ГНС — гидронавесная система

Координаты зоны позицирования задаются в относительных значениях, т.е. отнесенных к координатам, соответствующим точке перехода с регуляторной на корректорную ветвь скоростной характеристики. Координаты этой точки измеряются в САУР. Это позволяет обеспечить работу агрегата в оптимальной зоне независимо от его технического состояния и нагрузочных режимов.

Постоянные времени исполнительных устройств ($T_{пу} \approx 1c$) значительно меньше постоянной времени ДВС с турбонаддувом (для тракторов Т-150К, К-700А $T_{дт} \approx 10c$), которая, в свою очередь, много меньше постоянной времени процесса резкого изменения тягового сопротивления во времени ($T_{пс} > 100c$). Поэтому динамика процесса в замкнутых контурах САУР в целом определяется преимущественно уравнением динамики ДВС (см. приложение 2). Динамика процессов в остальных звеньях САУР может рассматриваться независимо друг от друга при поступлении соответствующих воздействий.

Логико-вычислительное устройство создано на базе микропроцессорной техники. Простота реализации САУР и ее монтажа (не требующего каких-либо конструктивных изменений узлов агрегата, низкая стоимость - менее 1% стоимости трактора) позволяет устанавливать ее на любых энергонасыщенных тракторах, находящихся в эксплуатации. Применение подобных САУР позволит значительно повысить эффективность использования техники, особенно на энергоемких работах. Например, при основной обработке почвы производительность агрегата может быть повышена на 15 — 20%, расход топлива сни-

жен на 10 — 15%, значительно повышено качество обработки почвы и снижена напряженность труда тракториста.

1.17. САУ нормой внесения жидких компонентов.

Полевые прицепные и самоходные опрыскиватели (подкормщики) оснащают устройствами автоматики, которые обеспечивают регулирование количества жидких компонентов (удобрений, химических препаратов), вносимых на единицу обрабатываемой площади. На основании сигналов измерительного преобразователя *3* расхода жидкости (рис. 1.17.1), поступающей к распыливающей штанге, и сигналов от датчика (измерительного преобразователя пройденного агрегатом пути) *14* контроллер *4* вычисляет удельный расход жидкости на единицу обработанной площади (л/м^2). Если этот расход отличается от заданного, то контроллер формирует импульсный командный сигнал на приводимый электродвигателем *6* исполнительное устройство (ИУ) *5*, которое за счет изменения проходного сечения дросселя *7* увеличивает или уменьшает расход жидкости, возвращаемой в бак *9*, а, следовательно, уменьшает или увеличивает расход жидкости, направляемой к сопловым аппаратам распыливающей штанги *1*. Длительность командного импульса пропорциональна величине отклонения текущего значения удельного расхода от его заданного значения.

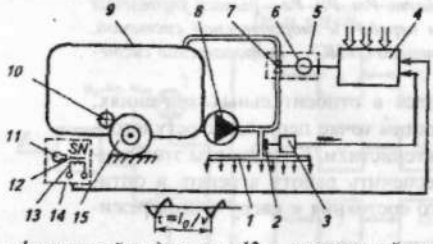


Рис. 1.17.1. Функционально-технологическая схема САУ РЖ: 7 — распыливающая штанга; 2 — дросселирующее устройство; 3 — измерительный преобразователь; 4 — контроллер; 5 — исполнительное устройство; 6 — электродвигатель; 7 — дроссель; 8 — распределитель; 9 — бак; 10 — обрезиненный ролик; 11 — флажковый модулятор; 12 — постоянный магнит; 13 — индукционная катушка; 14 — датчик; 15 — ходовое колесо

Измерительный преобразователь (датчик) расхода жидкости *3*— манометрический с частотным электрическим выходным сигналом. Принцип измерения основан на известной зависимости перепада давления на калиброванном дросселирующем устройстве *2* от расхода через него жидкости. Датчик расхода выполнен на базе манометра, мембранный чувствительный элемент которого механически связан с одной из пластин конденсатора переменной емкости, включенного в задающую цепь генератора электрических сигналов. При изменении расхода меняется положение мембраны и, следовательно, емкость переменного конденсатора, что ведет к изменению частоты сигнала, генерируемого датчиком. С целью уменьшения влияния пульсаций давления на работу датчика и исключения контакта с агрессивной рабочей жидкостью измерительная камера датчика соединена с рабочей гидравлической магистралью через масляный демпфер. Датчик *14* пути перемещения МТА формирует сигнал в виде единичного электрического импульса после прохождения агрегатом заданного отрезка пути. Поэтому число импульсов, поступивших с датчика за заданный

промежуток времени, равно числу этих отрезков пути, на которые переместился МТА. Временной интервал между импульсами пропорционален скорости движения. Такой датчик состоит из индукционного преобразователя, выполненного в виде постоянного магнита *12* с намотанной на него индукционной катушкой *13*, и флажкового модулятора *11* поля постоянного магнита. Модулятор закреплен на валу, который приводится во вращение от обрезиненного ролика *10*, находящегося во фрикционном сцеплении с ходовым колесом *15* агрегата. При каждом обороте ролика, что соответствует прохождению агрегатом пути l_0 или обработанной площади $F_0 = l_0 B$ (*B*— ширина захвата агрегата, м), флажок один раз пересекает активную зону индукционного преобразователя и на выходе датчика появляется один импульс. Конструкция индукционного преобразователя датчика пути перемещения МТА аналогична конструкции датчика частоты вращения вала.

Вычисление удельного расхода жидкости основано на подсчете числа его импульсов за время обработки участка поля площадью F_0. При рабочем диапазоне изменения давлений (0,02...0,06МПа) жидкости на входе в распыливающую штангу и скорости движения агрегата 5...12км/ч САУ обеспечивает точность поддержания заданной нормы внесения жидкости с погрешностью ±5%. Диапазон регулирования дозы внесения жидких компонентов для различных систем САУ составляет 20...2000л/га, а шаг изменения настройки — 1л/га.

САУ включает перепрограммируемый микропроцессорный контроллер (рис. 1.17.2). В его состав входят таймер программируемый *Т*, микропроцессор *МП*, постоянное запоминающее устройство *ПЗУ*, панель индикации, контроллер и поле клавиатуры, блок питания *БП*.

Рис. 1.17.2. Функциональная схема микропроцессорного контроллера САУ: Т — программируемый таймер; ПЗУ— постоянное запоминающее устройство; МП — микропроцессор; БП — блок питания

Микропроцессорный контроллер обеспечивает работу САУ в трех режимах: программирование, работа и диагностика. В режиме программирования оператор с помощью клавиатуры может вводить технологические параметры агрегата (тип и число распылителей и др.) и задавать требуемую норму внесе-

ния. Вводимые данные и задание визуализируются на панели цифровой индикации, при этом автоматически проверяется выполнение стабилизации заданной нормы внесения. Если в пределах допустимых изменений скоростей перемещения агрегата норму обеспечить нельзя, то на индикаторе высвечивается сообщение об ошибке. В режиме работы контроллер в процессе работы агрегата поддерживает заданную норму внесения за счет изменения расхода жидкости через сопловые аппараты пропорционально скорости движения. Кроме того, вычисляется ряд параметров, характеризующих фактическое протекание технологического процесса (текущее значение нормы внесения, рабочее давление распыла, скорость движения агрегата, размер обработанной площади).

1.2. Автоматизация процессов защищенного грунта

1.18. САУ температурой в парниках

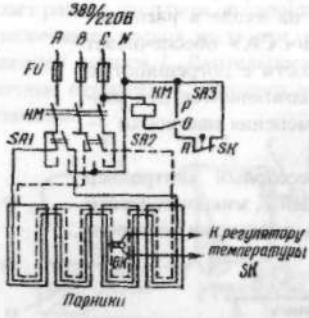


Рис. 1.18. Схема САУ температурой в парниках с почвенно-воздушным электрообогревом

Управление тепловым режимом может быть ручным (неавтоматизированным): переключения нагревательных элементов на разные напряжения, включение отдельных групп нагревателей и т.п. Однако автоматическое управление температурой в парниках куда предпочтительнее: только затраты электроэнергии по сравнению с ручным управлением сокращаются на 15...20% (см. приложение 3).

Самый распространенный способ автоматического управления температурой в парниках основан на принципе периодического • включения и отключения нагревательных элементов при помощи магнитных пускателей в зависимости от температуры внутри парника. Принцип управления режимом работы нагревательных элементов для одной группы, состоящей из четырех парников заключается в следующем. 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 *P*, автоматический — в положение *A*, отключенному состоянию нагревателей соответствует положение *O*. Для автоматического управления тепловым режимом в воздушном пространстве одного из 4...6 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 0,1м. 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 *KM* одновременно с подачей

напряжения 380/220 В. По мере повышения температуры до заданной контакты *SK* размыкаются, и пускатель *KM* отключает нагревательные элементы.

1.19. САУ температурой воздуха и почвы в парниках с помощью оборудования типа КП-1

САУ предназначена для автоматического управления температурой воздуха и почвы в парниках на 1920 рам с почвенным и воздушным электрообогревом. Она же может применяться для управления температурой почвы и воздуха в пленочных теплицах площадью до 0,5га. Электрообогрев осуществляется от параллельно соединенных шести рядов стального неизолированного провода диаметром 6мм, уложенного на глубине не менее 0,25м в парнике с расстоянием между проводами 0,25м. Для обогрева воздуха нагревательные провода монтируют на внутренних боковых стенках парника (см. приложение 3).

Датчики устанавливают в одном из парников, расположенном в центре каждого участка, состоящего из 240 рам: в почве на глубине 0,1м — датчик температуры почвы, а на боковой стенке парника — датчик температуры воздуха.

Электрообогревательные элементы объединяют в 4 группы по 480 рам и подключают к понижающему трансформатору типа ТМОБ-63. Для питания четырех таких трансформаторов устанавливают электрическую подстанцию мощностью не менее 250 кВА. Понижающие трансформаторы в режиме разогрева парника включают по схеме «звезда — звезда», а в режиме обогрева — по схеме «звезда — треугольник». Трехфазное линейное напряжение на вторичной стороне можно устанавливать переключением ответвлений трансформатора: в первом режиме 125, 103 и 85В, а во втором — 70, 60 и 49В.

Принцип работы САУ для одного понижающего трансформатора (рис. 1.19). заключается в следующем. Оборудование может работать в ручном режиме при установке универсального переключателя *SA1* в положение *P* или в автоматическом — при установке *SA1* в положение *A*. 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 и автомат *QF*. Автоматическое управление осуществляется при помощи логометров *P1* n *P2*, выполняющих одновременно роль регулятора и роль измерительного прибора для визуального контроля фактической температуры почвы и воздуха в парниках. В измерительный цепи логометров включены по мостовой схеме термометры сопротивления типа ТСМ, являющиеся датчиками температуры почвы *BK2*, *BK4* и воздуха *BK1* и *BK3*. Мостовая схема уравновешивается при заданной агрослужбой температуре. Если фактическая температура ниже заданной, то замыкаются контакты *P1* или *P2* и включаются магнитным пускателем *KM* трансформатор *TV* и электронагревательные элементы. При повышении температуры до заданной размыкаются контакты *P1* и *P2*, а магнитный пускатель *KM* отключает электропитание. Переключателями *SA1* и *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 амперметром и вольтметром с переключателями *SA4* и *SA5*. Точность регулирования температуры ± 1,5°.

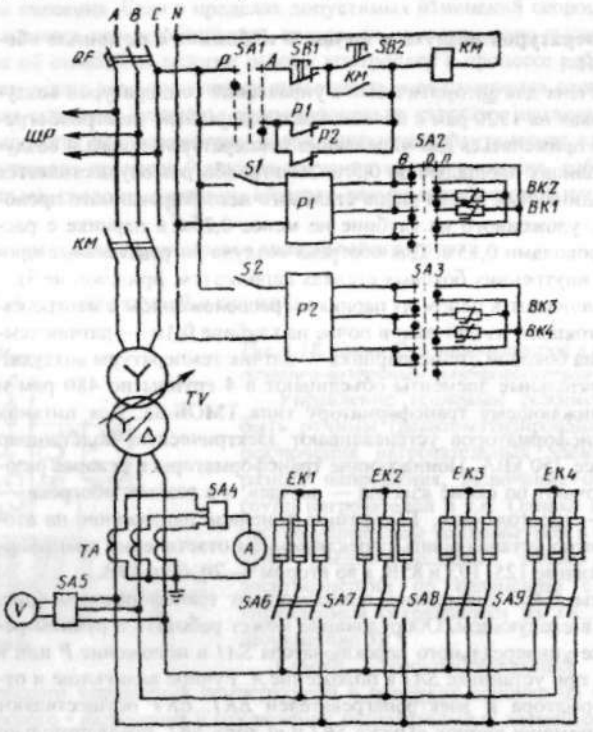


Рис. 1.19. Принципиальная электрическая схема САУ (оборудования типа КП-1)

1.20. САУ температурой в ангарных теплицах с помощью комплекта типа УТ-12

Автоматическое управление температурным режимом осуществляется устройствами регулирования температуры и количества греющего теплоносителя, а также устройствами управления открытием и закрытием форточек вентиляции. В ангарных теплицах в основном используется комбинированный обогрев: водяной обогрев почвы и воздуха и воздушно-калориферный обогрев воздуха от водяных калориферов. Основной обогрев осуществляется греющими регистрами, а дополнительный — от калориферов. От калориферов подогретый воздух подается по воздуховодам и распределяется вентиляционной системой по всей теплице. Благодаря малой инерционности калориферный обогрев дает возможность управлять температурой воздуха с высокой точностью.

Вентиляция теплицы осуществляется через форточки, расположенные в боковых стенах и на кровле. Увлажнение воздуха происходит путем распыле-

ния воды через форсунки, закрепленные в подвешенных в теплице водопроводах на расстоянии примерно 3м 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 при помощи дождевальной установки или шлангов водой с температурой 16... 25°С (см. приложение 1).

Основной элементной базой САУ (комплекта УТ-12) являются микросхемные логические элементы серии К-155 и др. Комплект УТ-12 содержит САУ: температурой воздуха в теплицах, в бытовых помещениях и коридоре; температурой почвы; температурой поливной воды; поливом почвы и увлажнением воздуха; концентрацией растворов минеральных удобрений; подачей углекислого газа и облучением растений.

Комплект рассчитан на управление указанными параметрами в 12 отделениях теплицы, а также температурой в соединительном коридоре и в бытовых помещениях. Он обеспечивает поддержание температуры воздуха, почвы и поливной воды с точностью до ±1,5° в диапазоне заданных температур (0...40°С), концентрации растворов минеральных удобрений с точностью до ±0,005МПа в диапазоне от 0,01 до 0,2МПа осмотического давления. Кроме управления параметрами микроклимата, комплект УТ-12 осуществляет их измерение и регистрацию.

В первом шкафу управления *ШУ1* (рис. 1.20.1) размещены САУ температурой воздуха и почвы в 12 отделениях теплицы и температурой воздуха соединительного коридора и бытовых помещений, а также контрольно-регистрационная система температуры воздуха в 12 отделениях теплицы. Во втором шкафу управления *ШУ2* размещены САУ поливом почвы и увлажнения воздуха, а также САУ подачей углекислого газа и облучением растений в 12 отделениях теплицы. В третьем шкафу *ШУ3* расположены САУ температурой поливной воды, концентрацией растворов минеральных удобрений, система контроля температурой наружного и в 24 точках внутреннего воздуха, а также система контроля скорости ветра. В четвертом шкафу расположена пускозащитная аппаратура насосов поливной воды и насосов подачи концентрированного раствора минеральных удобрений, а также пускозащитная аппаратура технологических установок приготовления минеральных удобрений и управления температурой воздуха коридора и бытовых помещений. В пятом шкафу управления установлена промежуточная аппаратура, предназначенная для управления электромагнитными вентилями полива и другим оборудованием теплицы. В соединительном коридоре для каждого отделения теплицы расположены местные шкафы управления оборудованием (ШУМ).

В теплице устанавливают панель датчиков температуры и панель датчиков влажности. Кроме того, устанавливают датчики освещенности, скорости ветра, температуры поливной воды, концентрации растворов минеральных удобрений и другие. Электропитание шкафов *ШУ1...ШУ3* осуществляют от специальных блоков, подключаемых к трехфазной сети 220/380 В.

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. Управление температурой воздуха в теплице осуществляется при помощи двух групп водяных калориферов *КВI* и *КВII*, 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 осуществляются при помощи исполнительных механизмов верхней левой *МВЛ* и правой *МВП*, а также боковых левой *МБЛ* и правой *МБП* систем вентиляции. Последовательность работы и состояние оборудования управления температурой в теплице зависят от значения и знака отклонения температуры от заданной (рис. 1.20.1, в). Принцип работы САУ температурой воздуха состоит в следующем (рис. 1.20.2).

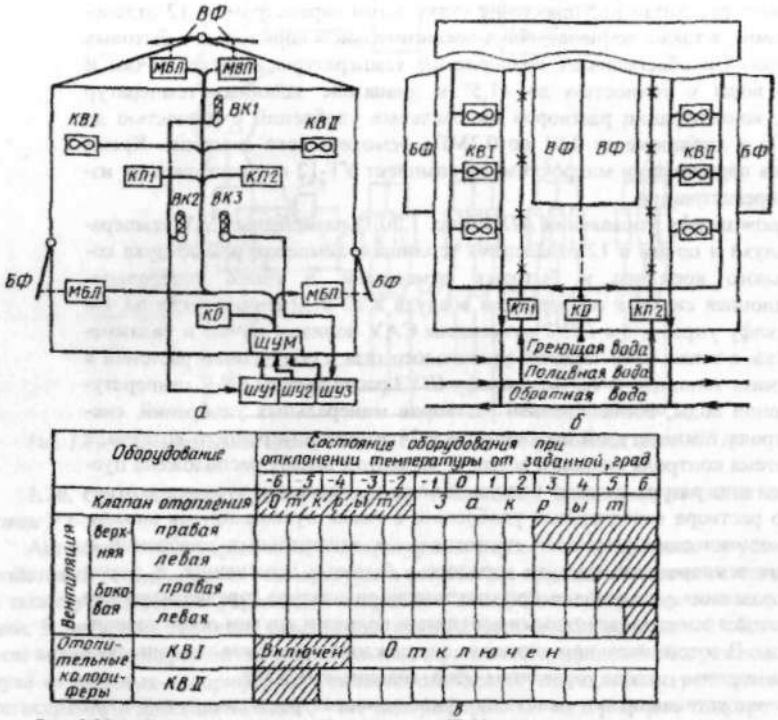


Рис. 1.20.1. Схема размещения оборудования УТ-12 в теплице (а — вид с торца, б — вид сверху) и последовательность его работы (в)

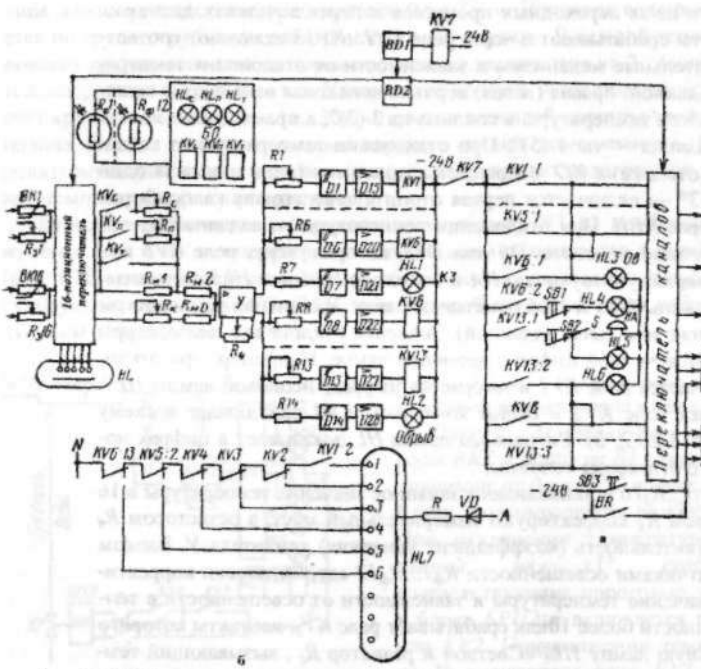


Рис. 1.20.2. Принципиальные электрические схемы САУ температурой воздуха в ангарных теплицах (а) и включение цифровой сигнальной лампы (б)

Блок дешифрации *BD1* генерирует импульсы с периодом 15с. Кольцевой счетчик *BD2* и 16-позиционный переключатель поочередно подключают датчики температуры *BK1...BK16* и задатчики *Rз1...Rз16* к измерительному мосту через каждые 4 минуты. Сигнал разбаланса с измерительного моста усиливается фазочувствительным усилителем *У* и поступает на пороговые элементы *D1...D14*, собранные по схеме двухпозиционного селектора уровня напряжений. Переменными резисторами *R1...R6; R8...R13* осуществляют настройку порога срабатывания каждого из элементов *D1...D6; D8...D13* с шагом в 1° в диапазоне отклонений температуры от —6 до +6° от заданной. Элементы *D7* и *D14* срабатывают соответственно при коротком замыкании и обрыве в цепях датчиков температуры. Элементы *D15...D28* служат усилителями мощности. Их нагрузкой являются катушки реле *KV1...KV6, KV8...KV13* и лампы *HL1* и *HL2*, сигнализирующие соответственно о коротком замыкании и обрыве в цепях управления.

Напряжение 24В подается в шкафы ШУМ (рис. 1.20.1 и 1.20.2) на управление исполнительными механизмами через замыкающие контакты *KV7*. При этом блок *BD1*, включающий реле *KV7* через каждые 15 с, обеспечивает пятисекундную выдержку времени срабатывания реле *KV7*. Эта выдержка необходима для исключения передачи ложного сигнала к исполнительным механиз-

мам, возникающего из-за переходных процессов в переключателях датчиков. Пороговые элементы срабатывают и через реле *KV1...KV13* 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 (3)°, а правая (левая) боковая; стенная вентиляция — на 4 (5)°. При отклонении температуры от заданной на -1° клапан отопления *КО* открывается «шагами» (один «шаг» за один цикл опроса); на -3° — включается первая отопительная группа калориферов *KBI;* на -4° — вторая *KBII.* При отклонении температуры от заданной на +6° срабатывают пороговые элементы *D6* или *D13,* которые через реле *KV6* или *KV13* включают аварийную звуковую *HA* и световую *HL4* или *HL5* сигнализации. Сигнальные лампы *HL3* и *HL6* показывают знак отклонения температуры (соответственно ниже или выше заданной). Значение отклонения температуры определяется по высвеченной цифре в неоновой лампе. Например, при отклонении на -1° включается реле *KV1* и загорается цифра *1* неоновой лампы *HL7,* при *-2°* срабатывает реле *KV2* и своим контактом *KV2* подключает в схему цифру *2* и т.д. (рис. 1.20.2, б). Сигнальная лампа *HL* показывает в цифрах номер подключенного отделения теплицы.

Резисторами $R_3 1...R_3 16$ устанавливают заданное значение температуры в 16 объектах, резистором R_K корректируют измерительный мост, а резистором R_y — изменяют чувствительность (коэффициент усиления) усилителя *У.* Блоком *БО* вместе с 12 датчиками освещенности $R_ф 1...R_ф 12$ автоматически корректируется заданное значение температуры в зависимости от освещенности в теплице. При освещенности более 10клк срабатывает реле KV_c, контакты которого включают сигнальную лампу HL_c «Светло» и резистор R_c, вызывающий температурную надбавку уставки до 5°. При снижении освещенности до 5...10клк срабатывает реле $KV_п$, которое включает сигнальную лампу $HL_п$ «Пасмурно» и резистор $R_п$, соответствующий температурной надбавке около 2,5°. При низкой освещенности, например в ночное время, срабатывает реле KV_T, которое включает сигнальную лампу HL_T и выдает своим контактом KV_T задание на управление температурой, соответствующей темному периоду суток. Перевод схемы с автоматического управления на ручное и обратно выполняют в соответствующем шкафу местного управления *ШУМ.*

В случае необходимости экстренного закрытия форточек или изменения их положения одновременно во всех 12 отделениях используют кнопку *SB3.* Полностью форточки закрываются также и автоматически по команде от анемометра *BR* при достижении скорости ветра предельно допустимого значения.

1.21. САУ поливом в ангарных теплицах с помощью комплекта типа УТ-12

Описание размещения оборудования необходимо взять из темы 1.20 (рис. 1.20.1).

Автоматическое управление поливом в ангарных теплицах при помощи оборудования УТ-12 осуществляется раздельно для нижней и верхней систем полива. Вода для полива поступают через нижнюю систему труб, которую используют также для подачи растворов минеральных удобрений. Трубы для по-

лива можно устанавливать на высоте от 0 до 2,2 м. Поливная вода распределяется по группе труб через электромагнитный вентиль. В каждой теплице установлена группа вентилей, которая поочередно включается на 2...4мин в одной теплице, затем в другой и т.д. Увлажнение воздуха в теплице происходит за счет кратковременного (на 10...30с) открытия вентилей системы труб верхнего полива. Высота подвески системы верхнего полива не изменяется. Воду, используемую для полива и увлажнения, предварительно подогревают до заданной температуры (см. приложение 3).

Описание размещения оборудования комплекта УТ-12 необходимо взять из темы 1.20. САУ температурой поливной воды размещается в шкафах *ШУЗ* (рис. 1.20.1), а в четвертом шкафу — оборудование управления насосами и регулирующим клапаном *КП*. САУ температурой поливной воды работает следующим образом (рис. 1.21.1).

Рис. 1.21.1. Функциональная схема управления температурой поливной воды

Датчик температуры поливной воды *ВК2* и задатчик *R1* температуры в диапазоне от 0 до 40°С подсоединяют к блоку регулирующего прибора *БРП1*. При отклонении температуры от за данной на ±1° срабатывают соответствующие пороговые элементы в блоке *БРП2* и включается реле *КУ1* или *КУ2*. При снижении температуры на 1° включается реле *КУ1*, которое вызывает срабатывание исполнительного механизма ИМ, увеличивающего через регулирующий клапан *КР* впуск греющей воды в подогреватель поливной воды *ППВ*. При повышении температуры на 1° включается реле *КУ2*, которое подает сигнал к *ИМ* на уменьшение пропуска греющей воды через регулирующий клапан.

Для исключения перерегулирования при изменении открытия исполнительного механизма применяют импульсный прерыватель — генератор импульсов *БД1* и реле *КУ3*. На реле *КУ3* от блока *БД1* поступают через каждые 20с импульсы с установленной при наладке длительностью от 1 до 10с. Изменение впуска греющей воды происходит кратковременно только при замкнутом положении контактов реле *КУ3* и *КУ1* или *КУ2*, что исключает перерегулирование температуры из-за инерционности *ППВ*. Логометр *Р* при помощи датчика *ВК1* измеряет температуру поливной воды и ограничивает ее максимальное значение в случае возникновения аварийной ситуации. При достижении максимально допустимого значения температуры воды логометр размыкает контакты *Р1* и замыкает контакты *Р2*, что вызывает форсированное закрытие регулирующего клапана *КР*. Затем при снижении температуры воды до установленного значения контакты логометра возвращаются в исходное положение и вводят в работу систему регулирования температуры воды. Сигнальные лампы показывают следующее: *HL1* — температура воды меньше заданной,

HL2 — больше заданной, *HL3* — обрыв и *HL4* — короткое замыкание в цепи датчиков.

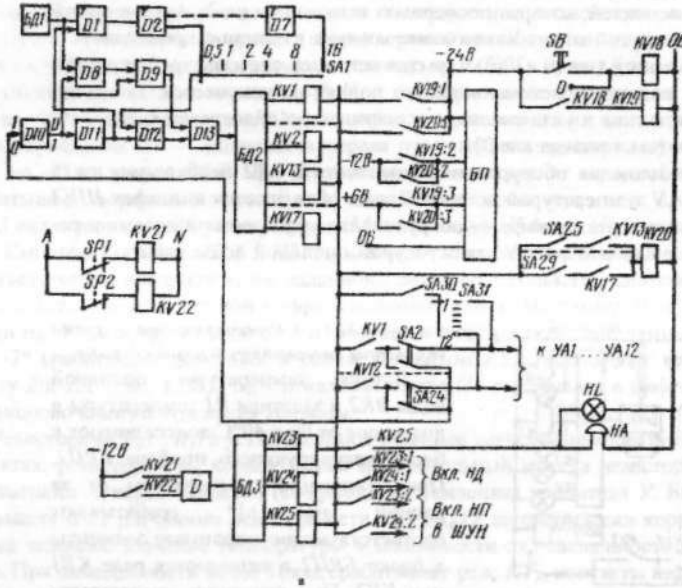


Рис. 1.21.2. Принципиальная электрическая схема САУ полива почвы (а) и последовательность работы элементов схемы (б)

Принцип работы САУ полива (рис. 1.21.2) состоит в следующем. 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 здесь рассмотрим только схему автоматического управления поливом. Продолжительность полива одной теплицы (2...4мин) устанавливают переключателем *SA1*, а кратность полива (1...5) — тумблерами *SA25...SA29*. При помощи реле *KV1...KV12* и тумблеров *SA2...SA24* включают соответствующие группы электромагнитных вентилей полива *УА1...УА12* через промежуточные реле, расположенные в местных шкафах управления ШУМ. Вентили могут быть включены вручную при помощи тумблера *SA30* и переключателя *SA31*. Последовательность работы элементов схемы показана на рис. 1.21.2, б.

Систему полива включают кнопкой *SB* или по цепи *а* через реле *KV14* в заданное время суток. При этом включаются реле *KV18* и *KV19*, последнее своими контактами подает от блока питания БП напряжение в схему САУ, а все триггеры элементов *D1...D13* приходят в исходное положение, и срабатывают реле *KV1* и *KV13*. Вслед за этим срабатывает реле *KV20* при 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 *БД3* срабатывает реле *KV23*, которое включает основной насос полива *НП* через промежуточное реле, расположенное в шкафу *ШУН*. Если пуск насоса не произошел, то контакты реле давления воды *SP1* остались замкнутыми. В этом случае на элемент *D* через контакты *KV21* поступает сигнал «1», который через 1 мин при помощи блока кольцевого счетчика *БД3* 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 появится, то реле *KV24* отключится, а реле *KV25* включит ревун *HA* и сигнальную лампу *HL* «Авария». Насосы-дозаторы *НД* используют для подачи растворов минеральных удобрений. С включением насоса *НП* начинается полив первой теплицы. Через контакты *KV1* и включенный переключатель *SA2* подается сигнал «1» (-24 В) на вход элемента *D10*, а с выхода элемента *D11* сигнал «1» поступает на элементы *D1* и *D12*. На выход элемента *D1* подаются также сигналы с периодом 2с от генератора импульсов *БД1*.Период этих сигналов увеличивается триггерами, выполненными на элементах *D2...D7*. В зависимости от положения переключателя *SA1* «Время полива» на элемент *D12* поступают сигналы «1» с периодом 0,5; 1; 2; 4; 8 или 16мин, которые затем через элементы *D12* и *D13* поступают на блок дешифрации *БД2* (кольцевой счетчик). Кольцевой счетчик вызывает поочередное срабатывание реле *KV1...KV12*, которые обеспечивают последовательный полив 12 теплиц (участков) с интервалом, равным выбранному времени полива.

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 *D10* «НЕ» поступает сигнал «0», а с его выхода сигнал «1» поступает на входы элементов *D8* и *D9*, реализующих

логическую функцию «И». Так как на вход элемента *D8* поступают также импульсы с периодом 2с от блока *БД1*, то через элемент *D9* на вход *D13*, а затем на дешифратор *БД2* сигнал «1» приходит через 2с. Этот импульс вызывает переключение дешифратора *БД2*, и время прохода неполиваемого участка сокращается до 2с. 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 и снимает напряжение питания со схемы автомата полива. Работа автомата полива прекращается.

1.22. САУ концентрацией растворов минеральных удобрений в ангарных теплицах с помощью комплекта типа УТ-12

Описание размещения оборудования необходимо взять из темы 1.20 (рис. 1.20.1). САУ концентрацией растворов минеральных удобрений (рис. 1.22) позволяет измерять концентрацию растворов в диапазоне от 0 до 0,2МПа осмотического давления с точностью до ±10% и управлять ею (см. приложение 3).

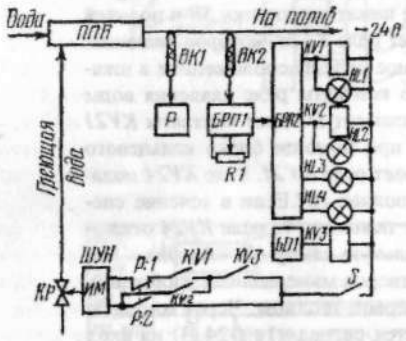


Рис. 1.22. Функциональная схема САУ концентрацией растворов минеральных удобрений

Концентрированный раствор минеральных удобрений готовят в специальном бассейне *Б*, откуда насосами-дозаторами *НД* подают его через регулирующий клапан *КР1* в поливную воду. Насосы *НД* включаются от реле *KV22, KV23* и *KV24* аналогично включению поливных насосов *НП* (см. рис. 1.21.2, а). Концентрацию удобрений в поливной воде измеряют датчиком *ДКУ* кондуктометрического типа (по электропроводности раствора). Он имеет встроенный терморезистор, предназначенный для компенсации температурной погрешности. Датчик устанавливают в трубопровод за участком смешения концентрированного раствора и поливной воды. Его присоединяют через анализатор удобрений *АУ* к регулирующему прибору *РП*, который настраивают на двухпозиционное управление исполнительным механизмом *И М1* при помощи реле *KV1* «Концентрация больше» и *KV2* «Концентрация меньше». Например, если концентрация минеральных удобрений в поливной воде больше заданной, то срабатывает реле *KV1*, которое включает исполнительный механизм на уменьшение пропуска клапаном *КР1* концентрированного раствора. При этом загорается сигнальная лампа *HL1*. 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 используется импульсный прерыватель, состоящий из реле *KV3* и блока *БД* генератора импульсов с периодом 20с. Его принцип действия приведен в описании темы 1.21 (см. рис. 1.21.1).

Одной из основных характеристик растворов минеральных удобрений является показатель величины pH, который обеспечивает протекание кислотно-щелочной реакции в гидропонной теплице. Теоретически величина pH может изменяться от 0 до 14. При pH<7 реакцию считают кислой, при pH>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 оптимальное значение pH. При pH<4 рост большинства растений затормаживается из-за снижения усвоения растением катионов минеральных веществ из почвы. При pH>8 также резко снижается рост растений из-за того, что многие минеральные вещества осаждаются на поверхности корней и затрудняют дыхание и питание растений.

Для каждого вида растений есть свое оптимальное значение pH, которое для большинства растений находится в пределах от 5 до 7 единиц pH. В процессе роста растений pH тепличной почвы изменяется, поэтому необходимо управлять значением pH питательного раствора.

Значение pH определяют методами физико-химического анализа. Из экспрессных методов наиболее подходит электрометрический метод измерения pH, принцип действия которого основан на определении электродных потенциалов на электродах, помещенных в исследуемый раствор. Такой электродный датчик измеряет концентрацию водородных ионов pH в растворе и выдает на выходе сигнал в виде гальванического напряжения. Датчик измеряет pH с точностью до 0,1pH, а для растений допускаются отклонения до ±0,2pH, а иногда и до ±(0,3...0,5)pH от оптимальных.

Схема управления значением pH раствора минеральных удобрений показана на рис. 1.22. При отклонении pH раствора от заданного значения на выходе датчика *ДpH* изменяется гальваническое напряжение, которое усиливается усилителем *У* с большим входным сопротивлением. С усилителя сигнал поступает на исполнительный механизм *ИМ2*, который изменяет степень открытия регулирующего клапана *КР2*. Это приводит к изменению подачи из бака *БК* специального раствора, корректирующего значение pH раствора удобрений в бассейне *Б*. Мешалка с электроприводом *М* обеспечивает выравнивание концентрации минеральных удобрений и значения pH по всему объему раствора. Управлять значением pH обязательно необходимо при выращивании растений в гидропонных теплицах.

1.23. САУ подкормкой углекислым газом и досвечиванием растений в ангарных теплицах с помощью комплекта типа УТ-12

Описание размещения оборудования необходимо взять из темы 1.20.1 (рис. 1.20.1).

Подкормку растений углекислым газом осуществляют путем сжигания природного газа в специальных генераторах CO_2 или подачи в теплицу дымо-

вых газов из тепличных котельных, реже из специальных газовых баллонов, содержащих CO_2 (см. приложение 3). Схема управления подкормкой CO_2 работает по заданной временной программе с 24-часовым циклом (рис. 1.23).

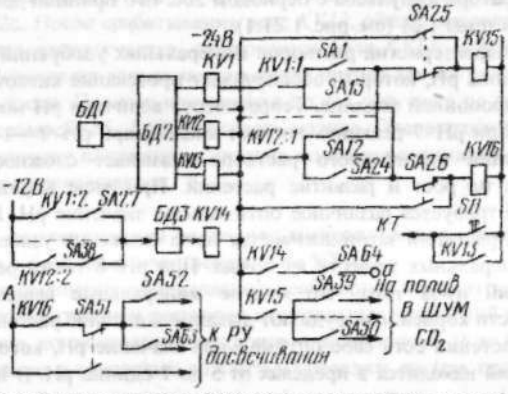


Рис. 1.23. Принципиальная схема САУ подкормкой углекислым газом, досвечиванием растений и включением полива в заданное время

На вход 12-позиционного кольцевого счетчика *БД2* поступают от блока генератора *БД1* импульсы с периодом 2ч. Эти импульсы поочередно включают реле *KV1...KV12*, которые управляют промежуточным реле *KV15*. Реле *KV15* управляет газогенераторами CO_2 в теплицах через промежуточные реле, размещенные в шкафу *ШУМ*. После отключения реле *KV12*, завершающего управление подачей CO_2 в последнюю теплицу, срабатывает реле *KV13*. Контакты реле *KV13* подают нулевой потенциал ко всем триггерам блока *БД1*, возвращающего их в исходное состояние. Затем вновь подключается реле *KV1*, и начинается новый суточный цикл. Триггеры можно перевести в исходное состояние, нажав кнопку *SB* «Установка времени 12ч». Номера теплиц, в которые необходимо подавать CO_2, набирают тумблерами *SA39...SA50*, а длительность подкормки CO_2 устанавливают тумблерами *SA1...SA12*, причем первый включенный тумблер определяет начало подкормки, последний — окончание. При помощи тумблера *SA25* вручную управляют подкормкой CO_2 без ограничения во времени.

Управление досвечиванием осуществляется при помощи реле *KV16* в рассадных теплицах. В теплице устанавливают светильники с ртутной лампой ДРЛФ мощностью 400 Вт на 220 В. Лампа, подвешенная на высоте 1,5м, равномерно освещает площадь до 4 м^2. САУ досвечиванием работает аналогично САУ управления подкормкой CO_2. Контакты реле *KV16* подключают фазу *A* через тумблеры *SA52...SA63* «Участок досвечивания» к распределительным щиткам *РУ* управления досвечиванием.

Длительность досвечивания определяется в часах и равна двойному числу одновременно включенных тумблеров *SA13...SA24* «Досвечивание», а начало и конец досвечивания определяются первым и последним из включенных тумблеров. Ручное управление досвечиванием осуществляют тумблерами с распре-

делительных щитков управления *РУ*. Реле *KV1...KV12* и *KV14* совместно с блоком дешифрации *БДЗ* и тумблерами *SA64; SA27...SA38* осуществляют «Включение полива в заданное время» через реле *KV18* (см. рис. 1.21.2, а). При помощи тумблеров *SA27...SA38* (рис. 1.23) набирают участки, необходимые для полива. Блок *БДЗ* обеспечивает выдержку времени во включенном состоянии до 5с, после которой реле *KV14* обесточивается и сигнал «Пуск» с автомата полива снимается.

1.24. САУ температурой воздуха в блочной теплице с помощью многоканальной системы «Тельтов»

Комплект оборудования «Тельтов» непрерывно совершенствуется и выполняется на интегральных микросхемах. Его выпускают в двух вариантах — многоканальном и локальном. Система по многоканальному варианту включает восемь каналов (контуров) управления температурой и влажностью воздуха в теплицах с водотрубным обогревом, каналы управления температурой воды подпочвенного обогрева и воды для полива, канал управления концентрацией раствора минеральных удобрений в поливной воде, систему полива почвы и увлажнения воздуха, систему управления установками досвечивания растений и систему контроля и сигнализации о состоянии оборудования и значении управляемых параметров (см. приложение 3).

Принцип действия управления САУ температурой воздуха в блочной теплице с помощью многоканальной системы «Тельтов» (рис. 1.24) состоит в следующем.

Текущее значение температуры в каждой теплице *ОУ1...ОУ8* измеряется четырьмя термометрами сопротивления (датчики температуры *1ВК..4ВК*), показания которых усредняются в устройстве *У* и передаются на органы сравнения *СО* и на показывающие приборы, установленные на пульте оператора. Требуемое значение температуры устанавливается задающими органами *30* и корректируется в зависимости от внешней освещенности при помощи фоторезисторов *BL* и многоканальных сумеречных переключателей *МСП*.

Выходы сравнивающих органов *СО1...СО8* и исполнительные механизмы *ИМ1...ИМ8* соответствующих объектов управления *ОУ1...ОУ8* подключаются при помощи синхронных переключателей *ПС1* и *ПС2* поочередно к многоканальному многопозиционному регулятору *ММР*. Этот регулятор при отклонении температуры от заданной последовательно управляет через исполнительные механизмы регулирующими органами, которыми являются форточки естественной вентиляции и трехходовые смесительные клапаны. Клапаны изменяют добавку горячей воды, поступающей из котельной, в замкнутую греющую систему водяного отопления. Температура греющей воды замеряется датчиками *5ВК1...5ВК8* и в случае достижения предельно допустимых значений автоматически ограничивается при помощи ограничителей *О1...О8*. Одновременно выдается светозвуковой сигнал. После возвращения температуры в заданные пределы ограничительные блокировки снимаются автоматически. Открытие и закрытие клапана водяного отопления происходит ступенчато до 5 шагов, а фрамуг — до 3 шагов. Шаг перемещения регулирующего органа за-

дают при наладке системы таким образом, чтобы температура за один шаг изменялась на 0,5...1°.

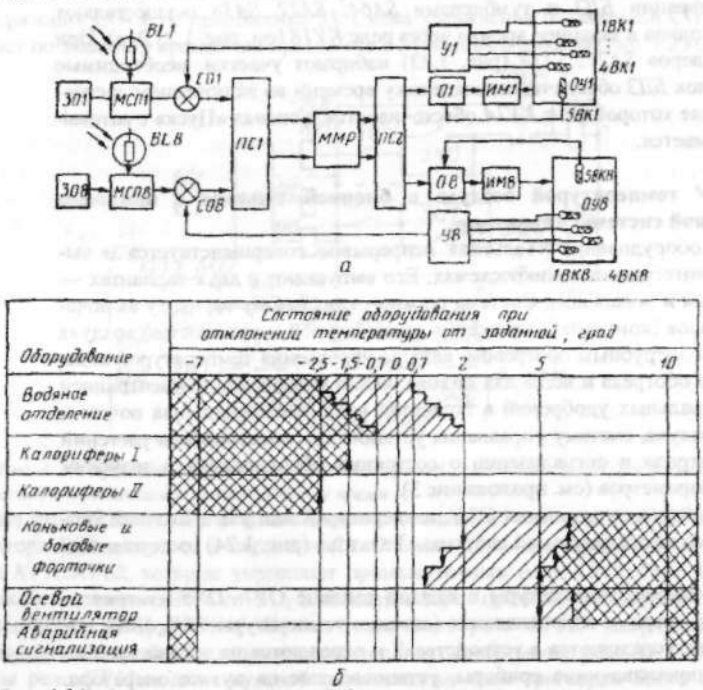


Рис. 1.24. Функциональная схема САУ температурой многоканальной системы «Тельтов» (а) и последовательность работы оборудования в теплице (б)

На рисунке 1.24, б показана последовательность включения регулятором *ММР* оборудования управления температурой в блочной теплице в зависимости от отклонения фактической температуры от заданной. При отклонении температуры на -0,7° исполнительный механизм переставляет на один шаг регулирующий клапан, установленный на входе теплоносителя в теплицу. Если температура понижается, то при следующих циклах опроса датчиков температуры регулятор выдает поочередно импульсы на второй, а затем третий, четвертый и пятый шаг регулирующего клапана. При отклонении температуры до -1,5° включаются калориферы группы *I*, а при -2,5° — калориферы группы *II*. В случае отклонения температуры до -7° срабатывает звуковая и световая аварийная сигнализация.

При повышении температуры происходит автоматическое отключение указанного оборудования в обратной очередности: вначале отключаются воздухокалориферы *II* и *I* группы соответственно при отклонении -2,5 и -1,5°, а затем регулировочный клапан при +0,7...2,5° уменьшает ступенчато впуск теплоносителя в теплицу. При дальнейшем росте положительного отклонения

температуры до 5° открываются коньковые и боковые форточки, а затем включается осевой вентилятор. В жаркий летний день положительное отклонение температуры может расти даже при всех включенных вентиляторах. При достижении отклонения температуры +10° включается аварийная и звуковая сигнализация. При снижении отклонения температуры сначала отключается осевой вентилятор при +5°, а затем ступенями закрываются форточки коньковой и боковой вентиляции.

1.25. САУ температурой воздуха в блочной теплице с помощью локальной системы «Тельтов»

Комплект «Тельтов» локального варианта рассчитан на управление 10 автономными теплицами и в каждой из них позволяет регулировать параметры микроклимата в зависимости от освещенности и других метеоусловий, контролировать основные эксплуатационные параметры системы и сигнализировать об аварийных отклонениях основных параметров управления от заданных значений. Он также позволяет оператору на месте или централизованно с диспетчерского пункта управлять технологическими процессами и выполнять ряд других технологических операций: управлять температурой питательного раствора для гидропонных теплиц, защитным экраном для затенения теплиц, дополнительным освещением, экстренно закрывать форточки теплиц при усилении ветра и т.п.. В каждой теплице предусмотрено управление температурой воздуха при помощи водотрубного и калориферного обогрева, естественной вентиляции и увлажнения воздуха, а также управление температурой почвы, влажностью воздуха и концентрацией CO_2 в теплице (см. приложение 3).

Управление температурой воздуха осуществляется с непрерывной коррекцией заданного значения в зависимости от освещенности (рис.1.25, а). Температура воздуха в теплице измеряется четырьмя датчиками температуры *ВК1...ВК4* и через усилитель *У1* подается к пороговым элементам *D4* и *D5*, которые срабатывают и выдают сигналы о достижении предельных отклонений управляемой температуры θ_{max} и θ_{min}. Задающее воздействие для регуляторов температуры *Р1...Р3* корректируется в суммирующем усилителе *У2* как сумма сигналов, пропорциональных заданному значению ночной температуры (с элемента *D6*) и уровню освещенности, определяющему момент перехода от ночной температуры к дневной и обратно (с элемента *D7*).

Естественный уровень освещенности *E* измеряется фотодатчиком *BL* и преобразуется в постоянное напряжение 0...2,5В в пределах от 0 до 50клк освещенности, а затем через элемент выдержки времени *1D* и пороговые элементы *D6* и *D7* поступает к усилителю *У2*. Выдержка времени в элементе *1D* необходима для отстройки от ложной корректировки температуры в теплице при кратковременных изменениях освещенности. С усилители *У3* сигнал поступает на ПИ-регулятор *Р3*, управляющий при помощи исполнительного механизма *ИМ3* трехходовым регулирующим клапаном *КР1* на водотрубном обогреве, и на двухпозиционные регуляторы *Р1* и *Р2*, управляющие через исполнительные механизмы *ИМ1*, *ИМ2* двумя группами калориферов *КВI* и *КВII*.

Если система обогрева теплицы имеет раздельное управление водотрубным обогревом почвы и шатра, то при снижении температуры регулятор *Р3*

переключается на управление обогревом шатра только после того, как обогрев почвы будет включен на полную мощность.

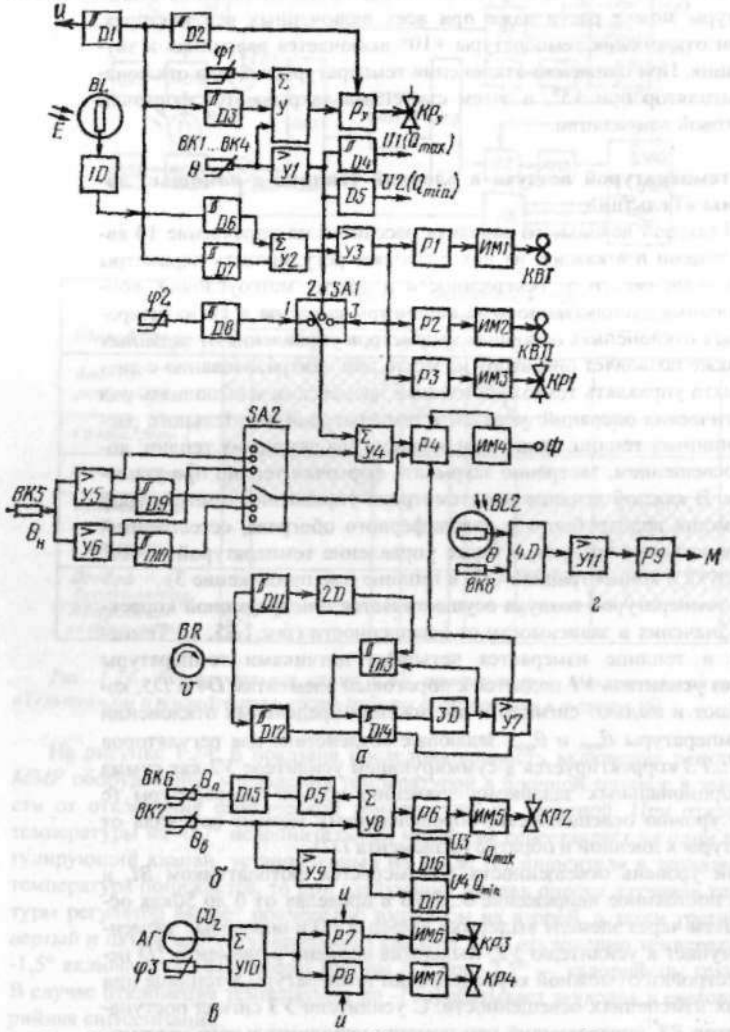


Рис. 1.25. Функциональные схемы САУ локальной системы «Тельтов»: а - температурой и увлажнением воздуха; б - температурой почвы; в - концентрацией CO_2; г - теплозащитным экраном

Предельные значения температуры воздуха определяются по появлению напряжений *U1* и *U2* на выходе элементов *D4* и *D5*. При перегреве воздуха в теплице в работу автоматически вступает система естественной вентиляции.

1.26. САУ микроклимата в теплице по нескольким параметрам с помощью электрооборудования типа ОРМ-1 (рис. 1.26.1)

Регулирование температуры воздуха в сторону повышения происходит за счет включения дополнительного обогрева, а в сторону понижения — за счет усиления естественной вентиляции через форточки. Влажность регулируют периодическим распылением воды в воздух. В систему регулирования температуры входят датчики температуры, два калорифера, два электромагнитных вентиля. Датчиками температуры служат электроконтактные термометры типа ТК-6 с регулируемой магнитной головкой. Два из них регулируют температуру днем, два — ночью, а один сигнализирует об аварийном снижении температуры. Один из термометров каждой пары устанавливают на верхний предел задаваемого диапазона температур, другой — на нижний. При получении сигнала от датчика температуры на включение отопления вступают в работу двигатели калориферов и электромагнитные вентили, открывающие доступ теплоносителя к калориферу. Система увлажнения воздуха включает в себя датчики влажности, трубопроводы, распылители, насосную станцию, регулятор температуры воды. Датчиком влажности служит двухпозиционный камерный влагорегулятор ВДК, включенный в электрическую цепь системы увлажнения. Необходимое значение влажности задают, настраивая влагорегулятор.

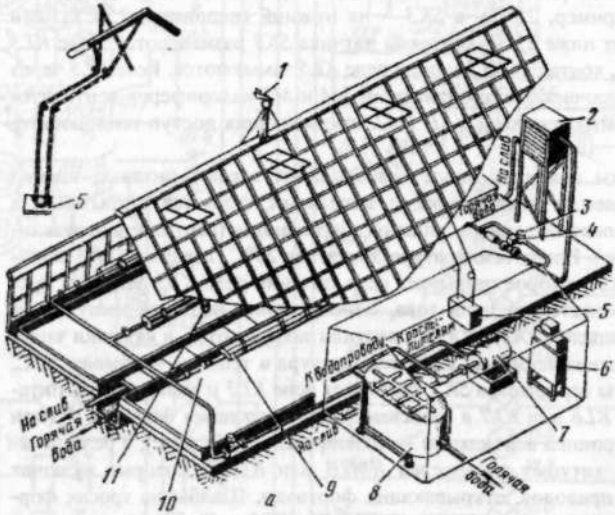


Рис. 1.26.1. Технологическая схема оборудования ОРМ-1: 1 — электроконтактный флюгер; 2 — калорифер; 3 — ручной вентиль; 4 — электромагнитный вентиль; 5 — привод открывания форточек; 6 — шкаф управления; 7 — насос; 8 — водоподогреватель; 9 — желоб; 10 — распылители воды; 11 — шкаф с датчиками

Насосная станция, предназначенная для подачи к распылителям теплой воды под постоянным давлением, состоит из бака подогревателя *8* и центробежного насоса *7* типа 2КМ-6 с электродвигателем. Уровень воды в баке поддерживается поплавковым клапаном, а ее температура — автоматическим регуля-

тором прямого действия типа РТ, установленным на входном патрубке змеевика, по которому пропускается подогретая вода. В узел вентиляции входят фрамуги с приводом *5* от двух электродвигателей через червячные редукторы и четыре барабана с канатной системой и блоками. Форточки могут быть открыты с правой или левой стороны теплицы или с обеих сторон одновременно. Для подачи команды на открытие форточек с подветренной стороны применен электроконтактный флюгер *1*, устанавливаемый на крыше теплицы. В зависимости от направления ветра кулачок вращающейся части флюгера воздействует на микропереключатель и замыкает цепь включения вентиляции левой или правой стороны теплицы.

Программы работы САУ задаются программным реле времени типа 2РВМ с приставкой, позволяющей получить выдержки в 0,5...3мин через нужные промежутки (для двух программ). Минимальное время уставки первой программы 15мин, второй — 20мин. Первая программа задает дневной или ночной режим работы, вторая периодически (через каждые 60мин) включает систему увлажнения с заданной длительностью впрыска (до 2мин). В дневном режиме работы замыкаются контакты реле времени *KT1*, срабатывает реле *KL1* и включает цепи датчиков температуры дня *SK1*, *SK3* и влажности воздуха S_φ (рис. 1.26.2). Термометр *SK1* устанавливается на верхний предел регулируемой температуры (например, 28°С), а *SK3*— на нижний (например, 25°С). Если температура станет ниже 25°С, контакты датчика *SK3* размыкаются, реле *KL3* лишается питания, контакты *KL3* в цепи реле *KL5* замыкаются. Реле *KL5* через пускатель *KM4* включает электродвигатели *M4* и *M5* калориферов вентиляторов и электромагниты вентилей *YA1*, *YA2*, открывающих доступ теплоносителю в калориферы.

Электромагниты вентилей после срабатывания теряют питание, однако вентили, удерживаемые механическими защелками, остаются открытыми, а контакты в цепи электромагнитов защелок закрываются (вентили подготавливаются к закрытию). Когда температура достигает 25°С, контакты *SK3* замыкают цепь реле *KL3*, которое разрывает цепь питания реле *KL5*, катушка пускателя *KM4* исключается из цепи тока, одновременно подается импульс на электромагниты защелок *YA31*, *YA32* и вентили закрываются, а катушки защелок оказываются отключенными. Если температура в теплице превысит 28°С, замкнутся контакты термометра *SK1*, сработает реле *KL2* и замкнет цепь питания обмотки реле *KL6* или *KL7* в зависимости от положения флюгера *Ф* (при установке двухсторонней вентиляции — одновременно оба реле), а реле замкнет цепь питания катушек пускателей *KM2B* или *KM3B*, которые включат электродвигатели приводов, открывающих форточки. Шайбы на тросах форточек нажмут на концевой выключатель *SQ1* или *SQ3* и остановят двигатели, оставляя форточки открытыми. Когда температура понизится до 28°С, цепь питания реле *KL2* разорвется, контакты его в цепи реле *KL6* и *KL7* разомкнутся, реле *KL6* или *KL7* потеряет питание и его контакты замкнут цепь пускателя *KM2H* или *KM3H*, двигатели реверсируются, форточки закроются. После этого выключатель *SQ2* или *SQ4* отключит двигатель. При понижении температуры до аварийно низкой разомкнутся контакты датчика *SK5*; обесточивается реле *KL8*, включаются звуковой и световой сигналы.

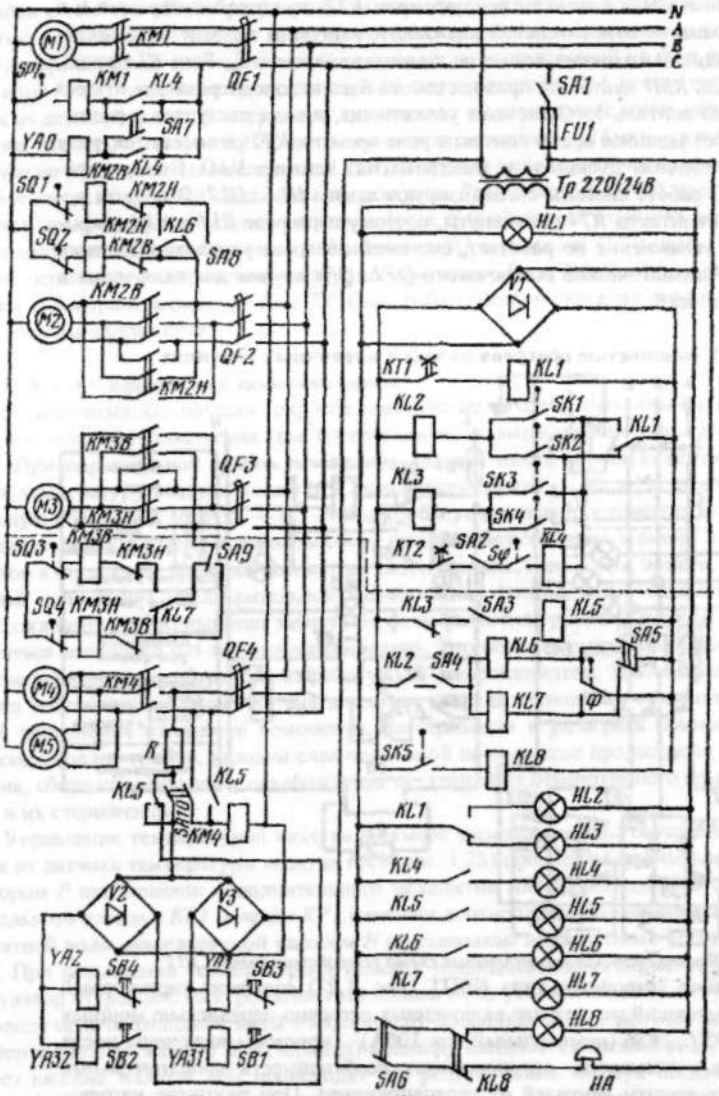


Рис. 1.26.2. Принципиальная схема САУ микроклимата в теплице

Когда замыкаются контакты реле времени *KT2* по второй программе и в случае уменьшения относительной влажности воздуха в теплице по отношению к заданной, замыкаются контакты датчика влажности S_φ. Реле *KL4* включает пускатель *KM1* двигателя привода насоса бака водоподогревателя и электромагнитный вентиль *УАО* системы увлажнения, и вода поступает к распылителям. Через заданное время контакты реле времени *KT2* размыкаются, реле *KL4* лишает питания пускатель и электромагнит вентиля *УАО*. Впрыск прекращается. О работе системы сигнализируют лампы *HL1...HL7*. В ночном режиме работы контакты *KT1* разомкнуты, поэтому цепи реле *KL1* и *KL4* открыты, система увлажнения не работает, системой обогрева управляют датчики *SK2* и *SK4*. Автоматические выключатели *QF1...QF4* служат для включения и защиты двигателей.

1.27. САУ мощностью обогрева почвы в пленочных теплицах

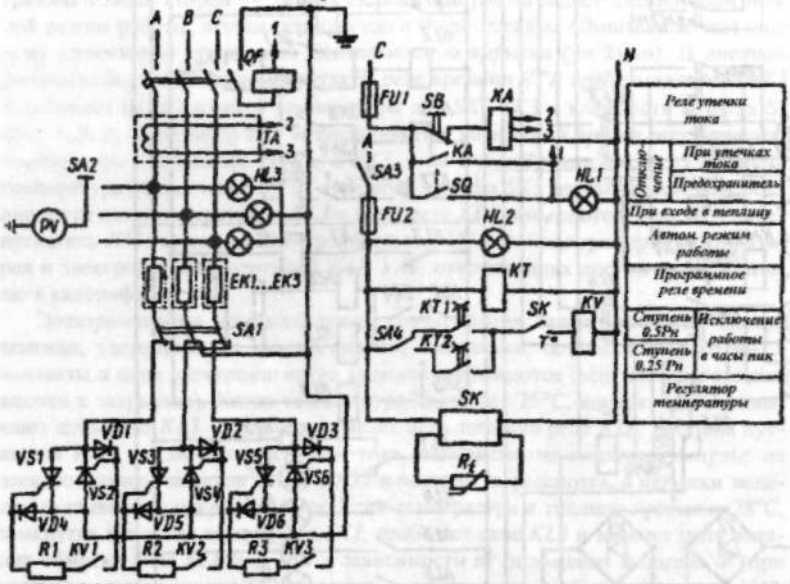


Рис. 1.27. Принципиальная электрическая схема устройства типа КЭПТ

Комплектное устройство типа КЭПТ (рис. 1.27) содержит тиристорный блок (ТБ), состоящий из трех пар включенных встречно-параллельно мощных тиристоров *VS1... VS6* (номинальный ток 100А). Тиристоры включены после нагревательных элементов, что исключает необходимость дополнительных RC-цепей для защиты вентилей от перенапряжения. При разогреве нагревательные элементы *EK1...EK3* включаются на полную мощность $P_н$. В дальнейшем мощностью нагревателей управляет двухпозиционный регулятор *SK*. При понижении температуры регулятор включает реле *KV*, контакты которого замыкают управляющие цепи тиристоров и включают нагревательные элементы.

В связи с тем что объект регулирования характеризуется большой инерционностью и с целью улучшения качества процесса управления в выходные цепи регулятора *SK* включен специальный прерыватель, выполненный на базе реле времени *KT*. В зависимости от положения переключателя *SA4* используется одна из двух программ реле времени: включенное и отключенное состояние по 20мин, что соответствует $0,5P_н$, или включенное состояние на 15мин, а отключенное на 45мин, что соответствует $0,25P_н$. В период максимального энергопотребления реле времени отключает нагреватели. Работа нагревателей прекращается также при увеличении тока утечки (реле *KA*) и в случае открытия двери в теплицу с помощью конечного выключателя *SQ* и автомата *QF* с целью защиты персонала от поражения электрическим током. Реле *KA* подключено по цепям *2, 3* к трансформатору тока *TA*. Оно срабатывает при касании персонала любой фазы напряжения.

1.28. САУ процессами шампиньонниц

В тепличных комплексах широкое применение находят шампиньонницы, т.е. специальные помещения для круглогодичного выращивания шампиньонов. При выращивании грибов помещения должны иметь хорошую вентиляцию, температуру воздуха около 16°С, влажность грунта — 40...45%, относительную влажность воздуха — 85...90%. Грибы выращивают в темноте, освещение включают только в периоды сбора грибов, обслуживания и смены компостов в стеллажах. Компост готовят из смеси соломы, навоза или помета, который подвергают предварительной ферментации. Оптимальные параметры микроклимата шампиньонниц зависят от фазы развития грибов и должны изменяться несколько раз за цикл выращивания. Это обстоятельство накладывает специфические особенности на работу САУ микроклиматом. Цикл выращивания шампиньонов длится 84 дня и состоит из ряда технологических операций: заполнения стеллажей компостом, пастеризации и разогрева компоста, посева мицелия грибов, укладки слоя покровной почвы после прорастания мицелия, сбора шампиньонов, освобождения стеллажей от отработавшего компоста и их стерилизации.

Управление температурой воздуха в камере шампиньонницы осуществляется от датчика температуры воздуха *BK1* (рис. 1.28) пропорциональным регулятором *P* при помощи исполнительного механизма *ИМ* и трехходового смесительного клапана *KP1*. Клапан *KP1* изменяет соотношение подачи горячей и обратной воды, направляемой насосом *H* к установкам водотрубного обогрева *BO*. При повышении температуры в камерах теплицы выше заданной тот же регулятор открывает электромагнитный клапан *KP3*, установленный на трубопроводе подачи холодной воды к калориферу-доводчику *КД*. Через этот калорифер и систему жалюзи *ЖВ* (верхних) в камеру нагнетается свежий воздух, а через нижние жалюзи *ЖН* происходит его рециркуляция. Воздух предварительно обрабатывается в центральном кондиционере .(на схеме не показан), где очищается от механических примесей, обеззараживается ультрафиолетовым облучением и нагревается до температуры 13°С. Его относительная влажность доводится до 80%. Установки охлаждения и доводки воздуха до кондиций имеют свою систему автоматизации. Количество воздуха, проходящего

через калорифер-доводчик, оператор устанавливает вручную при помощи управляемого дистанционного электропривода *М* системы двух механически связанных жалюзи: верхних *ЖВ* и нижних *ЖН*. Воздух от кондиционера к калориферу подводится через воздуховод, расположенный между верхней и нижней системой жалюзи.

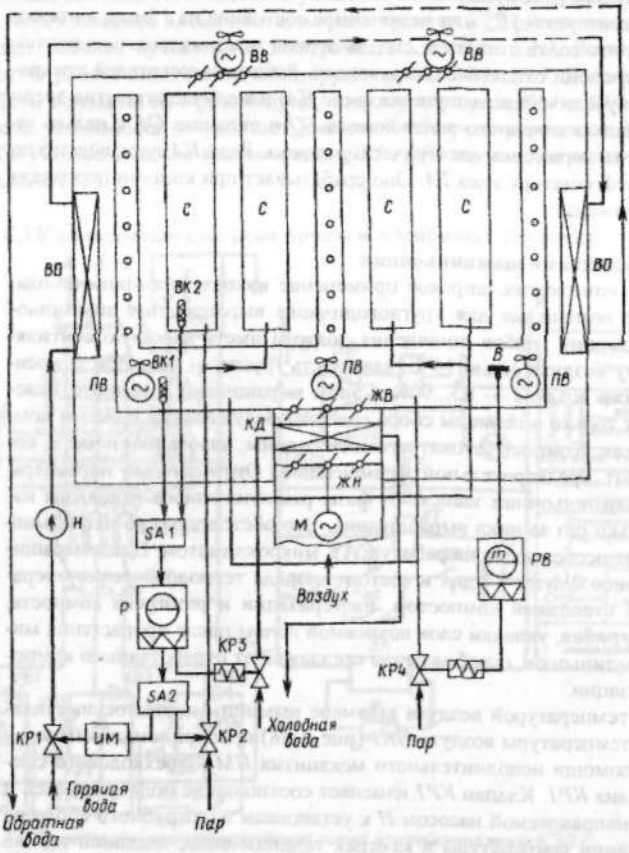


Рис. 1.28. Функциональная схема управления микроклиматом шампиньонниц

При открытии верхних жалюзи нижние закрываются. При этом за счет работы приточных вентиляторов *ПВ* приток в камеру охлажденного воздуха увеличивается, а кратность обмена рециркуляционного воздуха через нижние жалюзи уменьшается. Температуру воздуха в камерах снижают также включением системы вытяжных вентиляторов *ВВ*.При пастеризации компоста к регулятору *РТ* переключателями *SA1* и *SA2* подключают датчик температуры компоста *ВК2* и электромагнитный клапан *КР2* на паропроводе. При помощи этой системы управляют температурой пастеризации компоста в заданных пределах

(55...60°С). Увлажняют воздух в шампиньоннице путем подачи пара на вход приточных вентиляторов *ПВ*, обеспечивающих всасывание пара и перемешивание его с воздухом в камере. Влажностью воздуха управляют путем изменения через регулирующий клапан *КР4* подачи пара при помощи датчика *В* относительной влажности воздуха и двухпозиционного регулятора влажности *РВ*.

1.29. САУ поточной линией приготовления тепличных грунтов и питательных смесей для выращивания рассады в горшочках (рис. 1.29)

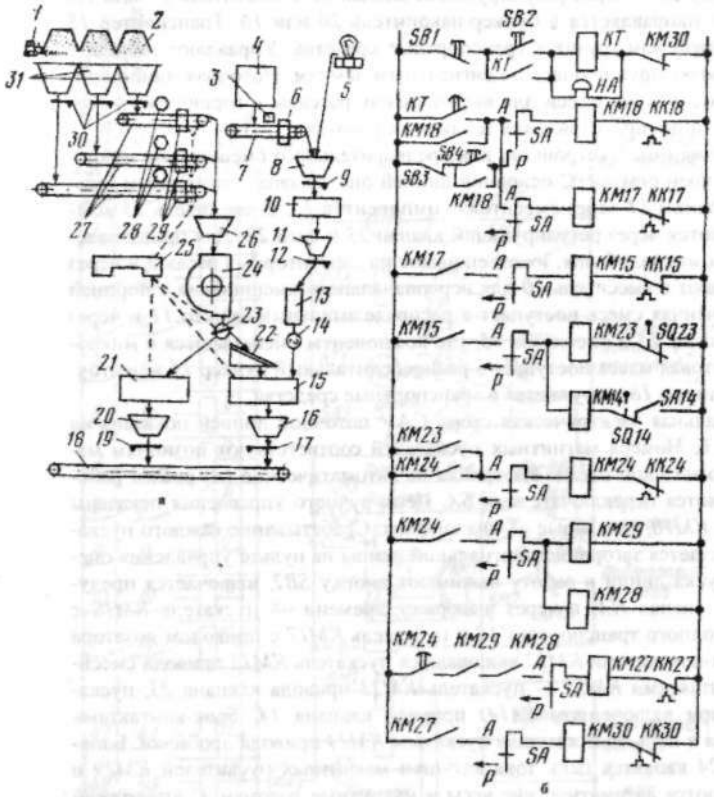


Рис. 1.29. Поточная линия приготовления тепличных грунтов и питательных смесей для выращивания рассады в горшочках: а — технологическая схема; б — электрическая схема: 1 — бульдозер; 2 — бурты; 3, 28 — магнитные колонки; 4 — склад опилок; 5 — лабораторные весы; 6 — ковшовые весы; 7, 18 и 27 — ленточные транспортеры; 8, 11, 16, 20, 26 и 31 — бункера; 9, 12, 17, 19 и 30 — ячеистые дозаторы; 10, 15 и 21 — смесители; 13 — загрузочный шкаф; 14 и 23 — клапаны; 22 — сито; 24 — пальцевая дробилка; 25 — пульт управления; 29 — автоматические ленточные весы

Торф, навоз, древесные опилки и другие компоненты завозят самосвалами и укладывают в бурты *2* (рис. 1.29, а). Затем бульдозер *1* сдвигает их в приемные бункера *31*, откуда ленточные транспортеры *27* подают их в накопительный бункер *26*. Над каждым транспортером установлены магнитные колонки *28*, удаляющие из компонентов ферромагнитные включения. Если торф, навоз, древесные опилки сильно загрязнены обрезками досок и пнями, их отбирают на решетке, расположенной над приемным устройством. Освобожденная от примесей масса через автоматические весы *29* поступает в барабанную пальцевую дробилку *24* и через регулирующий клапан *23* в смеситель *21* или *15*. Готовая смесь направляется в бункер-накопитель *20* или *16*. Транспортер *18* подает ее в отвал или грузит в транспортные средства. Управляют линией с пульта *25*, контролируя процесс по сигнальным лампам. Поточная линия приготовления питательной смеси для выращивания рассады в горшочках — составная часть линии приготовления тепличных грунтов.

Первая линия имеет устройство для предварительного смешивания микродобавок с порцией опилок. С основной линией она связана загрузочным шкафом *13* и клапаном *14* через смеситель компонентов *15*. В смеситель *15* компоненты подаются через регулирующий клапан *23* и сито *22*. Для приготовления и загрузки микродобавок, их взвешивают на лабораторных весах *5* и через дозатор *9* подают в смеситель *10* для первоначального смешивания с порцией опилок. Полученная смесь поступает в распределительный бункер *11* и через загрузочный шкаф *13* в смеситель *15*, где компоненты смешиваются с микродобавками. Готовая масса поступает в распределительный бункер *16* и ленточным транспортером *18* загружается в транспортные средства.

Принципиальная электрическая схема САУ поточной линией показана на рисунке 1.29, б. Номера магнитных пускателей соответствуют позициям машин в технологической схеме. Настройка на автоматический (*А*) режим работы осуществляется переключателями *SA*. Цепи ручного управления показаны для пускателя *КМ18*, остальные — аналогичны. Срабатывание каждого пускателя сопровождается загоранием сигнальной лампы на пульте управления оператора. Для пуска линии в работу нажимают кнопку *SB2*, включается предупредительный сигнал *НА*, а через выдержку времени — пускатель *КМ18* с приводом выходного транспортера *18* и пускатель *КМ17* с приводом дозатора *17*. Далее блок-контактами *КМ17* включаются пускатель *КМ15* привода смесителя, блок-контактами *КМ15* — пускатель *КМ23* привода клапана *23*, пускатель *КМ14* (при включенном *SA14*) привода клапана *14*, блок-контактами *КМ23* вводится в цепь тока катушка пускателя *КМ24* привода дробилки. Блок-контакты *КМ24* вводят в цепь тока катушки магнитных пускателей *КМ29* и *КМ28*, включаются автоматические весы и магнитные колонки. С выдержкой времени, необходимой для разбега дробилки, от пристроенного к пускателю *КМ24* механического реле времени при условии срабатывания *КМ29* и *КМ28* вводится в цепь тока катушка пускателя *КМ27*, которая лавинообразно включает катушку *КМ30*. Включаются ленточные транспортеры *27* и дозаторы *30*. Пуск линии закончен навстречу технологическому потоку. Идет приготовление грунта. При полном заполнении смесителей *15* и *21* датчики уровня *SQ14* и *SQ23* отключают цепь питания магнитных пускателей *КМ14* и *КМ23* соот-

ветственно, которые с помощью соответствующих клапанов 14 и 23 перекрывают поступление компонентов в смесители.

1.30. САУ полива дождеванием с помощью оборудования РА-48

САУ полива дождеванием каплями менее 100 мкм позволяет не только поливать почву, но и увлажнять воздух в теплицах, а также подкармливать растения растворами минеральных удобрений. САУ (рис. 1.30) предусматривает возможность задания времени начала полива, кратности (1...5) повторений и продолжительности полива.

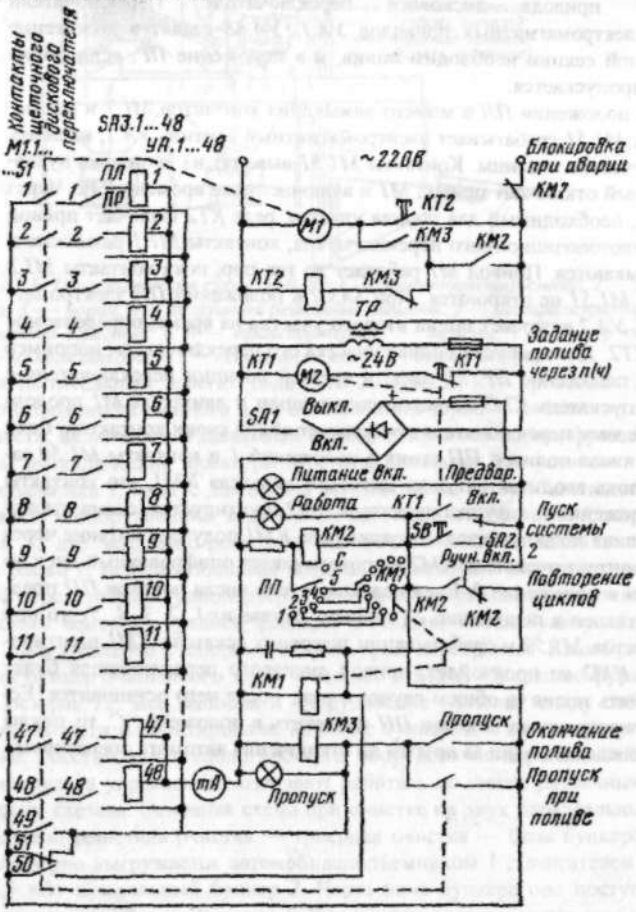


Рис. 1.30. Принципиальная электрическая схема САУ поливом

Вручную САУ включают переключателем *SA2* и кнопкой *SB* при включенном выключателе *SA1*, автоматически — при помощи реле времени *KT1*. Для

задания полива выключатель реле *КТ1* ставят в положение «Предварительно», а указатель рукоятки ставят на деление (1...24), указывающее через сколько часов должно произойти включение. При включении катушки магнитного пускателя *КМ2* в цепь тока происходит блокировка кнопки пуск *SB* и контактов *КТ1* и подготовка цепи двигателя *М1* и катушки шагового искателя *КМ1*. Дисковый переключатель с двигателем *М1* последовательно замыкает свои контакты *1,2, ..., 50*, и одновременно с каждым из них (кроме *50*) размыкается контакт *51*. В исходном положении контакт *51* замкнут, поэтому блок-контакты *КМ2* вводят в цепь тока катушку пускателя *КМ3*, который включает двигатель *М1* привода дискового переключателя. Переключатели *SA3.1...SA3.48* электромагнитных приводов *УА.1...УА.48* ставят в положение *ПЛ*, если в данной секции необходим полив, и в положение *ПР*, если полив данной секции пропускается.

При *SA3.1* в положении *ПЛ* в момент замыкания контактов *М1.1* и размыкания контактов *М1.51* срабатывает электромагнитный вентиль *УА.1*, включая полив первого участка теплицы. Контакты *М1.51* выводят из цепи тока пускатель *КМ3*, который отключает привод *М1* и включает реле времени *КТ2*. Через период времени, необходимый для полива участка, реле *КТ2* включает привод *М1* дискового многопозиционного переключателя, контакты *М1.1* размыкаются, а *М1.51* замыкаются. Привод *М1* работает до тех пор, пока контакты *М1.2* не закроются, а *М1.51* не откроются. При *SA3.2* в положении *ПЛ* электромагнитный вентиль *УА.2* включает полив второго участка на время, определяемое уставкой реле *КТ2*. Для пропуска полива участка его переключатель, например *SA3.3*, ставят в положение *ПР*. И тогда в третьей позиции переключателя с двигателем *М1* пускатель *КМ3* остается включенным и двигатель *М1* продолжает работать, а диск переключателя продолжает обход своих контактов. Если переключатель числа поливов *ПП* стоит в положении *1* и контакты *М1.50* закрыты, в цепь тока вводится катушка шагового искателя *КМ1*, его контакты переходят в положение *1*, катушка пускателя *КМ2* шунтируется, схема отключается, цикл полива заканчивается. Катушка реле *КМ1* получает питание через размыкающий контакт пускателя *КМ2* и проворачивает оцифрованный диск до самоотключения в положение *0*. Если переключатель числа поливов *ПП* предварительно поставлен в положение *2* (в общем случае *n=1, 2, 3, 4, 5*), то при закрытии контактов *М1.50* и срабатывании шагового искателя *КМ1* шунтирование катушки *КМ2* не произойдет, привод дискового переключателя будет повторно включать полив (в общем случае *n* раз), после чего остановится. Если же переключатель числа поливов *ПП* поставить в положение *С*, то циклы поливов будут следовать один за другим до отключения автомата оператором.

1.3. Автоматизация зернопунктов

1.31. САУ зерноочистительным агрегатом типа ЗАВ-20

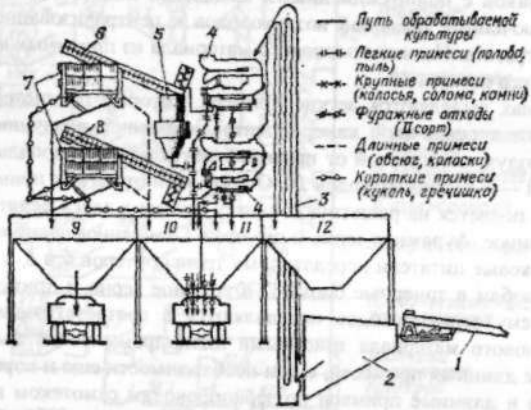


Рис. 1.31.1. Технологическая схема ЗАВ-20: 1 — автомобилеподъемник; 2 — завальный бункер; 3 — нория; 4 — воздушные решетные машины; 5 — централизованная воздушная система агрегата; 6, 8 — транспортеры; 7 — триеры; 9 — бункер чистого зерна; 10 — секция отходов; 11 — секция фуража; 12 — бункер резерва

Зерноочистительный агрегат типа ЗАВ-20 (рис.1.31.1) производительностью 20 т/ч продовольственного и 10 т/ч семенного зерна — состоит из строительной части, включающей завальный бункер *2*, приямок нории, фундаменты под опоры металлической арматуры агрегата, площадку для установки автомобилеподъемника *1*, пандус для въезда автомашин на автомобилеподъемник, набора машин и оборудования, куда входят автомобилеподъемник *1*, загрузочная нория *3*, две воздушно-решетные зерноочистительные машины *4*, два триерных блока *7*, централизованная воздушная система *5* с пневмотранспортером, два передаточных транспортера *6* и *8*, пульт управления с системой автоматического контроля уровней фракций в секциях блока бункеров, зернопроводы, блок бункеров с опорами и арматурой перекрытия. Блок бункеров объединяет бункер очищенного зерна 9, секцию отходов *10*, секцию фуража *11* и бункер резерва *12*. Все машины и оборудование увязаны между собой по производительности и смонтированы на блоке бункеров, к которому крепится перекрытие. Расстановка технологического оборудования агрегата ЗАВ-20 и блокировка пульта управления позволяют работать по шести различным технологическим схемам. Основная схема при очистке на двух параллельных линиях: воздушно-решетная очистка — триерная очистка — блок бункеров. Из автомобиля зерно выгружается автомобилеподъемником *1 с* двигателем мощностью 4,5 кВт в завальный бункер *2*. Через окно бункера оно поступает в нижнюю головку загрузочной нории *3*. Количество поступающего зерна регулируют заслонкой, которой управляет механик со своего рабочего места. Нория поднимает зерно наверх, где распределительный клапан разделяет его на две равные части, и по зернопроводам поступает в приемные камеры двух па-

раллельно работающих воздушно-решетных машин *4*. Система распределительных клапанов и устройств направляет зерно на воздушно-решетные машины в бункер резерва. Из приемных камер машин зерновой материал при помощи питающих валиков с подпружиненными клапанами подается в воздушные каналы, подключенные системой воздуховодов к централизованной воздушной системе *5* агрегата. Излишек зернового материала из приемных камер сбрасывается в бункер резерва *12*.

В воздушных каналах выделяются легкие примеси, которые по системе воздуховодов поступают в осадочную камеру централизованной воздушной системы. Из камеры воздух, очищенный от примесей вентилятором, попадает в атмосферу, а примеси — в секцию отходов *10*. Очищенный от легких примесей зерновой материал подается на решетную очистку машин и здесь делится на три фракции: очищенное, фуражное зерно и примеси. Очищенное зерно поступает в шнековые боковые питатели передаточных транспортеров *6* и *8*, а из них по наклонным желобам в триерные блоки *7*. Фуражное зерно и примеси через воронки и систему зернопроводов направляются в соответствующие бункера. Очистка зернового материала триерными цилиндрами может быть настроена на отделение длинных примесей, а при необходимости еще и коротких. Очищенное зерно и длинные примеси по зернопроводам самотеком поступают соответственно в бункер чистого зерна *9* и секцию отходов *10*. Фуражные отходы пневмотранспортер подает через отстойник примесей в секцию *11*.

Другие схемы работы агрегата составляют часть основной схемы. Например, при малом поступлении зерна или неисправности одной из машин может действовать только первая или вторая линия. В зависимости от назначения зерна все схемы могут работать без триеров. Если наблюдаются перебои в подвозе зерна, используют зерно из резервного бункера. Агрегаты производительностью 5 и 10т/ч однопоточные и имеют двухсекционный блок бункеров. В агрегате производительностью 40т/ч перед триерными блоками по технологической цепочке установлен центробежно-пневматический сепаратор, а в конце — четырехсекционный блок бункеров.

Машинами и механизмами агрегата управляют дистанционно с пульта. В схеме предусмотрены цепи блокировок и сигнализации. Блокировочные электрические связи между отдельными машинами позволяют при аварийном и случайном выходе из строя одной из машин автоматически выключить все предыдущие машины и механизмы технологической линии. Сигнализация облегчает наблюдение за ходом процесса и работой оборудования. Перед пуском зернопункта выбирают в соответствии с требуемой технологией номер технологической схемы и ставят универсальный переключатель *SA* в определенное положение (рис. 1.31.2). Кнопкой *SBC* подают сигнал, кнопкой *SB2* пускают выбранную технологическую линию в последовательности, определяемой таблицей 1.31. Например, технологическую схему № 4 пускают следующим образом. Кнопкой *SB2* включают пускатель *KM1*, в работу вступает двигатель вентилятора мощностью 14кВт. Замыкающие блок-контакты *KM1* замыкаются и кнопками *SB4* и *SB6* вводят в действие блоки триеров *7* (рис. 1.31.1) с двигателями мощностью 3кВт каждый.

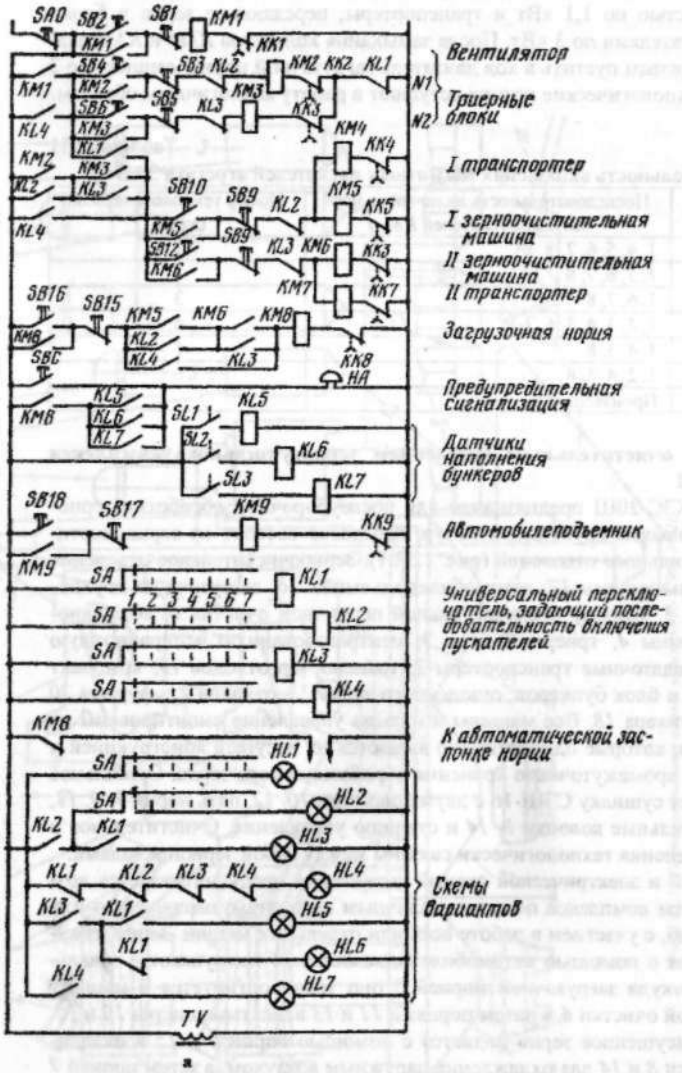


Рис. 1.31.2. Принципиальная схема САУ агрегата ЗАВ-20: SA0 — кнопка аварийной остановки; SB1...SB16 — кнопки управления; KL1...KL7 — промежуточные реле; SL1...SL3 — датчики наполнения бункеров; SA — универсальный переключатель; HL1...HL7 — сигнальные лампы; KM1...K.M9 — магнитные пускатели

Закрываются блок-контакты *KM2* и *KM3* в цепи пускателей *KM4* и *KM5*, *KM6* и *KM7*, начинают работать обе зерноочистительные машины № 4 с двига-

телями мощностью по 1,1 кВт и транспортеры, передающие зерно в блоки триеров, с двигателями по 3 кВт. После замыкания контактов *КМ5* и *КМ6* оказывается возможным пустить в ход двигатель загрузочной нории мощностью 3 кВт. Другие технологические потоки вступают в работу аналогичным образом.

Таблица 1.31

Последовательность включения магнитных пускателей агрегата ЗАВ-20

Положения рукоятки *SA*	Последовательность включения магнитных пускателей *КМ*	Номер технологической схемы
1	1, 4, 5, 6, 7, 8	1
2	1, 3, 6, 7, 8	2
3	1, 6, 7, 8	3
4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	4
5	1, 4, 5, 8	5
6	1, 2, 4, 5, 8	6
7	Произвольная	—

1.32. САУ очистительным отделением зерносушильного комплекса типа КЗС-20Ш

Комплекс КЗС-20Ш предназначен для послеуборочной обработки зерновых, зернобобовых и крупяных культур. Комплекс состоит из зерноочистительного и сушильного отделений (рис. 1.32.1). Зерноочистительное отделение включает завальную яму *17*, автомобилеподъемник *16*, загрузочную двухпоточную норию *5*, машину предварительной первичной очистки *6*, воздушно-решетные машины *4*, триерный блок 7, централизованную аспирационную систему *3*, передаточные транспортеры *2*, транспортер отходов *19*, комплект зернопроводов и блок бункеров: очищенного зерна *22*, отходов *21*, фуража *20* и резервные бункера *18*. Все машины и пульты управления смонтированы на блоке бункеров, которые одновременно являются их несущей конструкцией и емкостями для промежуточного хранения обрабатываемого зерна. Сушильное отделение имеет сушилку СЗШ-16 с двумя шахтами *10*, *12*, пять норий *7*, *9*, *11*, *13*, *15*, охладительные колонки *8*, *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* направляются на ветрорешетные машины *4* для дальнейшей очистки и транспортерами *2* на триерные блоки *1* для сортирования. Очищенные семена и отходы поступают в соответствующие секции блока бункеров. Зерносушилка СЗШ-16 имеет две шахты. При влажности зерна до 20% поток зерна разделяется и одновременно проходит через обе шахты. При влажности свыше 20% весь поток проходит обе шахты последовательно.

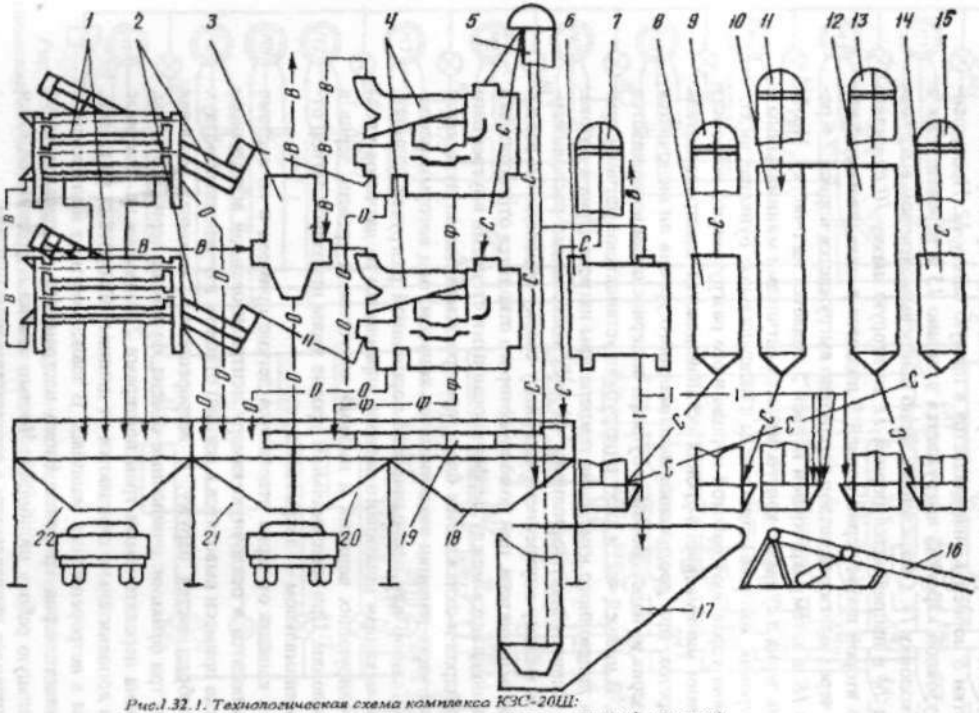


Рис.1.32.1. Технологическая схема комплекса КЗС-20Ш:
——— чистое зерно; —— II —— зерно после вторичной очистки;
—— I —— зерно после первичной очистки; — — — — необработанное зерно; -ф- —фураж; -в- —воздух; ——— распределитель зерна; -о- отходы; -с- сухое зерно

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 нории *5*.

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 охладительную колонку *14*. Охлажденное зерно шлюзовым затвором выгружается из колонки *14* и направляется норией *11* во вторую шахту *10* сушилки. После сушки во второй шахте зерно норией *9* подается в охладительную колонку *8*, откуда через шлюзовой затвор порционно выгружается норией *7* в резервный бункер *18*, а затем загрузочной норией *5* подается на очистку. Необходимый уровень зерна в сушилке контролируется датчиками минимального и максимального уровня, которые установлены в надсушильных бункерах шахт.

Датчики уровня управляют работой порционного разгрузочного устройства: при достижении минимального уровня останавливается электродвигатель разгрузочных кареток, при достижении максимального уровня он включается снова. Излишек зерна из надсушильного бункера по зерносливам возвращается в завальную яму. В нижней части шахт в патрубках установлены датчики температуры для дистанционного измерения температуры нагрева зерна в потоке. Охладительные колонки шахт выполнены из двух коаксиально расположенных цилиндров. К малому внутреннему цилиндру сверху присоединен всасывающий патрубок вентилятора, при помощи которого отводится отработанный воздух. Зерно располагается между перфорированными стенками внутреннего и внешнего цилиндров и охлаждается благодаря просасыванию воздуха через его слой. Нижняя часть колонки заканчивается конусом, под которым расположен шлюзовой затвор для периодической порционной разгрузки колонки. Исполнительный механизм шлюзового затвора управляется от датчиков уровня зерна, контролирующих верхний и нижний допустимый уровень зерна в верхней части колонки. При максимальном уровне зерна шлюзовой затвор открывается, при минимальном — закрывается.

В воздушных каналах от зерна отделяются легкие примеси и по системе воздуховодов выносятся в осадочную камеру централизованной аспирационной системы *3*, где примеси выводятся в секцию отходов, а очищенный воздух вентилятором выбрасывается наружу. В ветрорешетных машинах зерновая смесь делится на три фракции: очищенные семена, фуражное зерно и отходы. Очищенные семена передаточными транспортерами *2* подаются на триерные блоки *1*, где они дополнительно очищаются от длинных и коротких примесей, не отделившихся в ветрорешетных 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 бункера.

Принципиальная электрическая схема управления очистительным отделением комплекса КЗС-20Ш показана на рисунке 1.32.2.

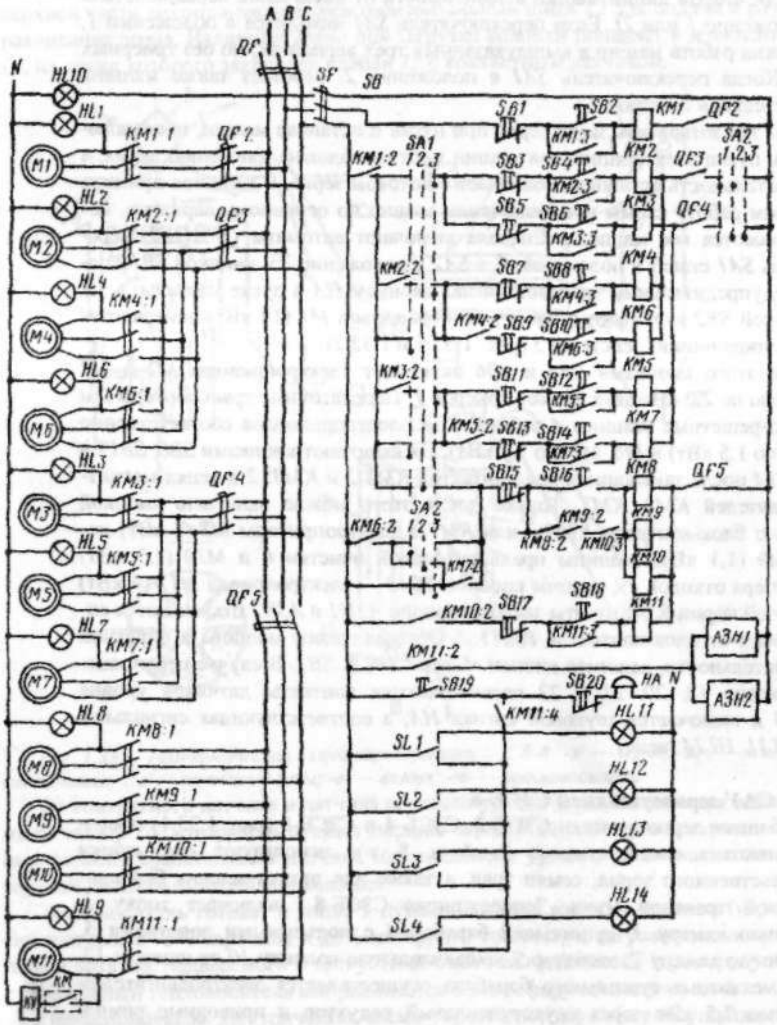


Рис. 1.32.2. Принципиальная электрическая схема дистанционного управления и сигнализации очистительно-сушильного комплекса КЗС-20Ш

В зависимости от количества и засоренности зерновой массы устанавливают соответствующее положение переключателей *SA1* и *SA2*, которыми задается режим работы оборудования по семи различным вариантам: при переводе переключателя *SA1* в положение *3* возможна работа всех машин предварительной, воздушно-решетной и триерной очистки, а также отдельная работа

первой или второй линии машин в зависимости от включения переключателя *SA2* (положение *1* или *2*). Если переключатель *SA1* находится в положении *1*, то возможна работа машин в вышеуказанных трех вариантах, но без триерных блоков. Когда переключатель *SA1* в положении *2*, работает также машина предварительной очистки.

Чтобы предотвратить завал зерна при пуске и останове машин, последовательность пуска электроприводов машин противоположна движению зерна, а последовательность остановки совпадает с потоком зерна. В качестве примера рассмотрим работу схемы при включении машин по основному варианту, когда включаются все машины. Сначала включают автоматы *QF...QF5*, переключатель *SA1* ставят в положение *5*, а *SA2* в положение *2* и кнопкой *SB19* подают предупредительный звуковой сигнал звонком *HA* о пуске машины, а затем кнопкой *SB2* включают в работу электропривод *M1* (14 кВт) централизованной аспирационной системы *3* (рис. 1.32.1 и 1.32.2).

После этого кнопками *SB4* и *SB6* включают электроприводы *M2* и *M3* мощностью по 2,2 кВт двух блоков триеров *1*. Передаточные транспортеры *2* и воздушно-решетные машины *4* работают от электроприводов соответственно *M4, M5* (по 1,5 кВт) и *M6, M7* (по 1,1 кВт). Их включают кнопками *SB8, SB12* и *SB10, SB14* после замыкания блок-контактов *KM2:2* и *KM3: 2* в цепях магнитных пускателей *KM4...KM7*. Только после этого можно включить кнопкой *SB16* через блок-контакты *KM6:2* или *KM7:2* электроприводы *M8* (3 кВт) нории *7*, *M9* (1,1 кВт) машины предварительной очистки *6* и *M10* (1,5 кВт) транспортера отходов *19*, а затем кнопкой *SB18* — электропривод *M11* (4 кВт) загрузочной нории *5*. Автоматы заслонки нории *A3H1* и *A3H2* открываются автоматически от блок-контактов *KM11:2*. Останавливают машины в обратной последовательности, нажимая кнопки «Стоп» *SB17...SB1*. В случае переполнения бункеров *18, 20, 21* и *22* переключаются контакты датчиков уровня *SL1...SL4* и включается звуковой сигнал *HA*, а соответствующая сигнальная лампа *HL11..HL14* гаснет.

1.33. САУ зерносушилкой СЗСБ-8

Барабанные зерносушилки СЗПБ-2, СЗСБ-4 и СЗСБ-8 (рис. 1.33.1) производительностью соответственно 2, 4 и 8 т/ч используют для сушки продовольственного зерна, семян трав, а также для приготовления белково-витаминной травяной муки. Зерносушилка СЗСБ-8 включает топку *1*, загрузочную камеру *3*, сушильный барабан *4* с подъемными лопатками *5*, разгрузочную камеру *7*, элеватор *9*, охладительную колонку *10* со шнеком *12*. Привод механизма сушильного барабана осуществляется электродвигателем мощностью 7,5 кВт через двухступенчатый редуктор и приводные ремни. Зерно в сушильный барабан должно поступать равномерным и беспрерывным потоком. Зерно в барабан подается по винтовым дорожкам, лишнее зерно пересыпается через подпорное кольцо загрузочной камеры и направляется через клапан-мигалку *13* в приемный бункер. Под воздействием теплоносителя и лопаток *5* зерно перемещается вдоль барабана и высыпается в разгрузочную камеру *7*. Из камеры *7* зерно через шлюзовой затвор *8* направляется элеватором *9* в охладительную колонку *10*. В охладительной колонке зерно перемещается сверху вниз и при помощи вентилятора *11* продувается наруж-

помощи вентилятора *11* продувается наружным воздухом и охлаждается. В верхней части колонки расположен горизонтальный шнек *12* для подачи и разравнивания зерна. Излишнее зерно при загрузке колонки попадает в зерносушилку *14*, на конце которого закреплен клапан *15* с контактным датчиком.

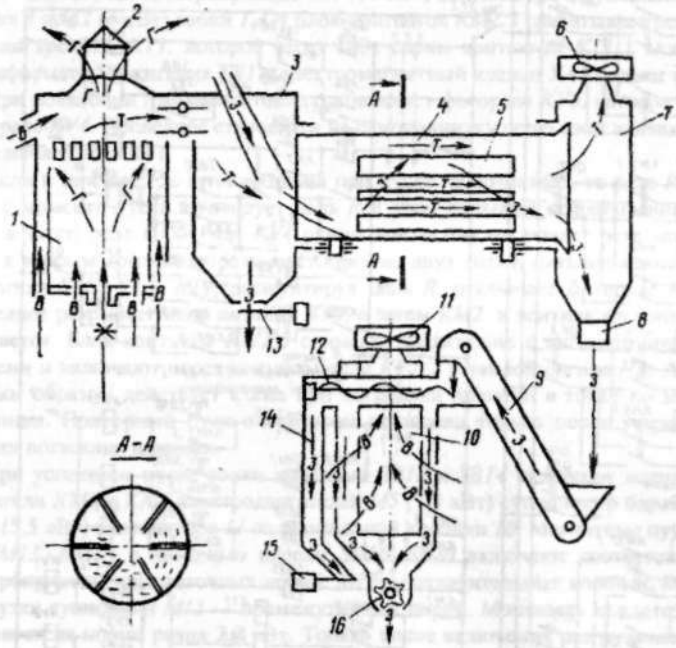


Рис. 1.33.1. Технологическая схема зерносушилки СЗСБ-8: -з- — зерно; -ж- — жидкое топливо; -г- — топочные газы; -в- — воздух; -т- — теплоноситель

От контактного датчика и датчика верхнего уровня зерна включается шлюзовой затвор *16*, который выпускает порцию зерна. Выпуск зерна прекращается в момент срабатывания датчика минимального уровня, установленного в верхней части охладительной колонки.

Теплоноситель готовят в топке *1* путем сжигания жидкого топлива (керосин или смесь 75% керосина и 25% моторного топлива) и нагрева топочными газами воздуха, подаваемого в топку. Побочные газы удаляются через трубу *2*, отработанный теплоноситель выбрасывается в атмосферу вентилятором *6*.

Принципиальная электрическая схема управления двумя зерносушилками СЗБ-8, входящими в комплект КЗС-20Б, показана на рисунке 1.33.2. Она состоит из цепей дистанционного пуска и останова агрегатов, управления топкой, световой и звуковой сигнализации. Автоматами *QF1* и *QF2* и переключателем *SA1* выбирают заданный вариант работы оборудования: работа только первой или второй зерносушилки или их совместная работа (положение переключателя *SA1* будет соответственно в *1, 2* или *3)*.

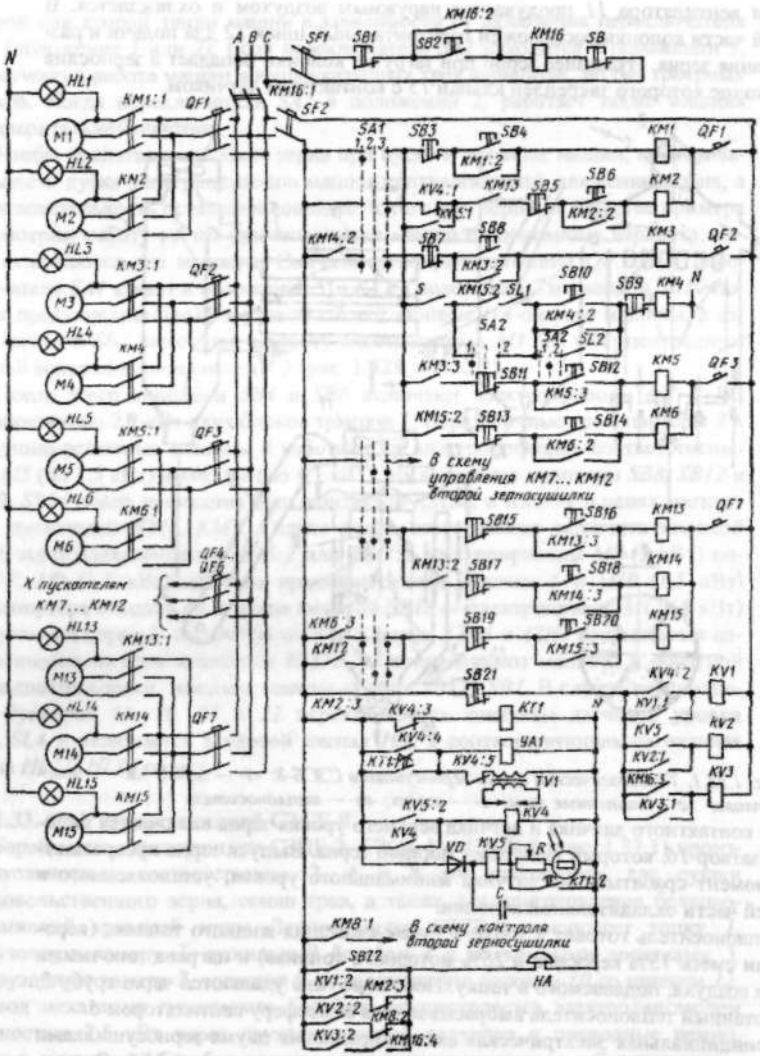


Рис. 1 33.2. Принципиальная электрическая схема управления барабанными зерносушилками СЗБ-8

Перед пуском зерносушилки включают автоматы *SF1* и *SF2*, подающие напряжение в схему управления, и кнопкой *SB2* включают магнитный пускатель *КМ 16*. Блок-контакты *КМ 16:3* через реле *KV3* включают предупреди-

тельный звуковой сигнал звонком *НА*, который после пуска агрегатов снимают кнопкой *SB21* через реле *KV1...KV3*.

Рассмотрим работу схемы при пуске первой зерносушилки. Кнопками *SB4* и *SB6* включаются электроприводы М1 (10 кВт) вентилятора *6* сушильного барабана *4* и М2 (4 кВт) топки *1*. От блок-контактов *KM2:3* срабатывает реле выдержки времени *KT1*, которое через 150с своим контактом *KT1:1* включает трансформатор зажигания *TV1* и электромагнитный клапан *УА1* подачи топлива. При появлении пламени в топке срабатывает фотореле *KV5*, которое включает реле *KV4*. Последнее становится на самоподпитку через свой контакт *KV4* и отключает реле *KT1*.

Если в течение 15с в топке пламя при пуске не возникает, то реле *KT1* на 165с с момента пуска шунтирует цепь *R* и этим вызывает срабатывание реле *KV5*, а затем реле *KV4*. Реле *KV4* одним контактом отключает реле времени *KT1*, а вторым контактом разрывает одну из двух цепей питания магнитного пускателя *KM2*. Реле *KT1*, расшунтируя цепь *R*, отключает фотореле *KV5*, а последнее разрывает цепь питания *KV4*, а затем *KM2*, и вентилятор топки выключается. Блок-контакты *KM2:3* снимают напряжение с автомата контроля пламени и включают через контакты реле *KV1:2* звуковой сигнал *НА*. Аналогичным образом действует схема при погасании пламени в топке по любым причинам. Повторный пуск оператором возможен только после устранения причин погасания пламени.

При успешном пуске топки кнопками *SB12* и *SB14* включают магнитные пускатели *KM5* и *KM6* электродвигателей *M5* (7,5 кВт) сушильного барабана *4* и *M6* (5,5 кВт) вентилятора *11* охладительной колонки *10*. Магнитные пускатели *KM13...KM15* с помощью кнопок *SB16...SB20* включают соответственно электроприводы двухпоточных норий: *M13* — охладительных колонок, *M14* — разгрузки сушилок и *M15* — промежуточных норий. Мощность каждого электродвигателя нории равна 2,2 кВт. Только после включения разгрузочной нории сушилок можно включить кнопкой *SB8* электропривод *M3* разгрузочного устройства *8* сушилки. Аналогичным образом включаются и отключаются электродвигатели *M7...M12* второй зерносушилки.

Электроприводом *M4* разгрузочного устройства *16* охладительной колонки *10* можно управлять вручную при помощи кнопок *SB9* и *SB10* или автоматически при помощи датчиков уровня зерна (переключатель *SA2* во втором случае ставят в положение *2*). Величины нижнего и верхнего уровней зерна в охладительной колонке контролируются датчиками уровня *SL1* и *SL2*. Если уровень зерна достигнет предельного нижнего значения, то размыкаются контакты *SL1* и разгрузка охладительной колонки прекращается. Когда зерно достигает предельного верхнего уровня, то замыкаются контакты вначале *SL1*, а затем *SL2*, и начинается разгрузка колонки.

Останавливает зерносушилку оператор, поочередно отключая оборудование в последовательности, обратной пуску, при помощи кнопок «Стоп» *SB19...SB1*. В экстренных случаях одновременно все машины останавливают кнопкой *SB* или *SB1*.

1.34. САУ процессом активного вентилирования зерна

Активное вентилирование — продувание массы зерна холодным или подогретым воздухом — наиболее эффективный прием временного хранения (консервирования) влажного зерна. Влажное зерно очень быстро портится при хранении. Из-за увеличенной интенсивности дыхания при повышенной влажности и температуре зерно самосогревается, поражается плесневыми грибками, микроорганизмами и быстро теряет семенные и продовольственные качества. 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 1,5ч через 4...6ч.

Для активного вентилирования зерна атмосферным воздухом используют вентилируемые бункеры, которые имеют цилиндрическую форму и выполнены из штампованных перфорированных секций. Внутри бункера находится воздухораспределительная труба (рис. 1.34). Несколько бункеров объединяют в группы. Зерно засыпают между внутренним и внешним цилиндрами. В основе сушки вентилированием лежит зависимость так называемой равновесной влажности зерна w от относительной влажности воздуха φ (рис.1.34,в). 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° нагрева воздуха его относительная влажность снижается примерно на 5%. Обычно воздух при сушке подогревают на 10...12°.

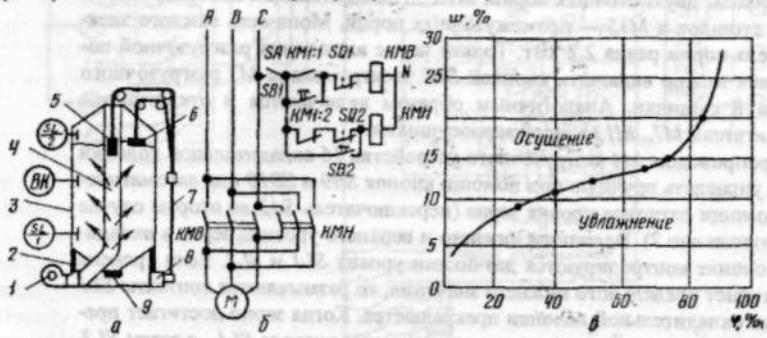


Рис. 1.34. Схемы бункера активного вентилирования (а), управления поршнем-заглушкой (б) и зависимость равновесной влажности зерна от относительной влажности воздуха (в)

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*, в котором происходит вертикальное и радиальное воздухораспределение (рис. 1.34, а). В центре бун-

кера установлена перфорированная воздухораспределительная труба *4*, а внутри нее от электропривода *8* перемещается поршень-заглушка *5*. Разгружается бункер самотеком через люк *9*. Вентилятор *1* прогоняет воздух через электрокалорифер *2* и подает его в массу зерна.

САУ воздухораспределением (рис. 1.34, б) воздействует на электропривод *М*, 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 *КМ1:1* 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 *8* и связанной с ним тросом *7* заглушкой.

1.35. САУ загрузкой, температурой и влажностью зерна бункеров активного вентилирования (рис. 1.35)

Переключатели *SA1* и *SA2* могут быть установлены в два положения: *С* — сушка и *К* — консервация при ручном *Р* и автоматическом *А* управлении. Датчики уровня *SL1* и *SL2* контролируют верхний и нижний уровень зерна в бункере (см. рис. 1.35, а).

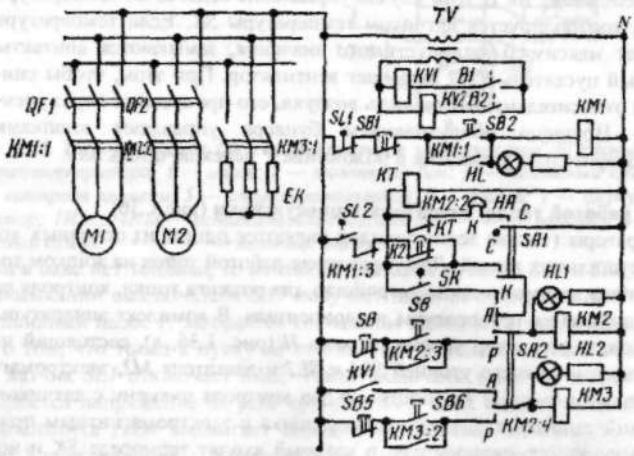


Рис. 1.35. Принципиальная электрическая схема САУ бункера активного вентилирования зерна

Норию загрузки пускают кнопкой *SB2*, в результате чего магнитный пускатель *КМ1* подает питание на электропривод *М1*. Когда уровень зерна в бункере достигает максимального значения, размыкается контакт *SL1*, из цепи тока выводится пускатель *КМ1*, который своими блок-контактами *КМ1:3* включает

реле времени *KT* и магнитный пускатель *KM2* электропривода *M2* вентилятора (переключатели *SA1* и *SA2* находятся в положениях соответственно *C* и *A*).

Влажность воздуха на входе в слой зерна и выходе из него контролируют влагомерами с контактными датчиками *B1* и *B2*, которые замыкаются при повышенной относительной влажности воздуха соответственно на входе и выходе бункера. Если влажность зерна повышенная, то выносимая воздухом влага замыкает контакты *B2*, в результате чего срабатывает реле *KV2*, которое контактами *K2* включает пускатель *KM2* электропривода вентилятора. Процесс сушки продолжается независимо от положения контактов *KT* до тех пор, пока до установленного значения не снизится вынос влаги из зерна. Тогда размыкаются контакты *B2*, отключается реле *KV2*, и лишается питания пускатель *KM2* электропривода *M2* вентилятора *1*. Одновременно размыкающие контакты *KM2:2* включают звонок *HA*, сигнализирующий об окончании процесса сушки. Если при включении вентилятора *M2* влажность воздуха на выходе ниже равновесной, то выноса влаги не будет. В этом случае вентилятор *M2* отключается контактами реле времени *KT* с выдержкой времени, достаточной для выноса влаги из зерна к датчику *B2*.

Электронагревательные элементы *EK* калорифера включаются только при работающем вентиляторе, когда высока влажность воздуха на входе в зерно. В этом случае замыкаются контакты *B1* влагомера, и реле *KV1* включает магнитный пускатель *KM3* калорифера. Отключается калорифер автоматически в результате размыкания контактов *B1* при снижении влажности окружающего воздуха. Чтобы задать режим консервации (хранения) зерна, переключатель *SA1* ставят в положение *K*. В этом случае управление ведется по температуре зерна, которая контролируется датчиком температуры *SK*. Если температура зерна достигнет максимально допустимого значения, замыкаются контакты *SK*, и магнитный пускатель *KM2* включает вентилятор. При этом, чтобы снизить (до 65%) относительную влажность воздуха, его пропускают через электрокалорифер. Вручную оборудованием бункера управляют кнопками *SB1...SB6*, предварительно установив в положение *P* переключатель *SA2*.

1.36. САУ работой теплогенератора зерносушилки (рис.1.36)

Теплогенераторы (топки) зерносушилок являются одним из основных агрегатов зерносушильных линий. Для управления работой топок на жидком топливе разработаны автоматические устройства для розжига топки, контроля ее работы и регулирования температуры теплоносителя. В комплект аппаратуры управления входят: регулятор уровня топлива *H* (рис. 1.36, а), состоящий из датчиков верхнего и нижнего уровней *SL1* и *SL2* и двигателя *M2*, электромагнитный топливный клапан *3*, устройство *Ф* для контроля пламени с датчиком *4*, электрический запальник *5*, воздушная заслонка с электромагнитным приводом *3ИМ*, регулятор теплоносителя, в который входят термореле *SK* и исполнительный механизм *4ИМ*, выключатели *SA1*, *SA2*, переключатель *SA3* и сигнальные лампы *HL1*, *HL2*.

Предварительно пускается основной вентилятор сушилки. Блок-контакты магнитного пускателя *KM3*, включающего электродвигатель основного вентилятора, замыкаются в цепи пускателя *KM1* привода вентилятора *8* топки (рис.

1.36, б). Выключателем *SA1* подают напряжение на схему управления. Пускается привод вентилятора *8* топки, а на пульте управления загорается лампа *HL1*, сигнализирующая о наличии напряжения в схеме и о начале продувки топки.

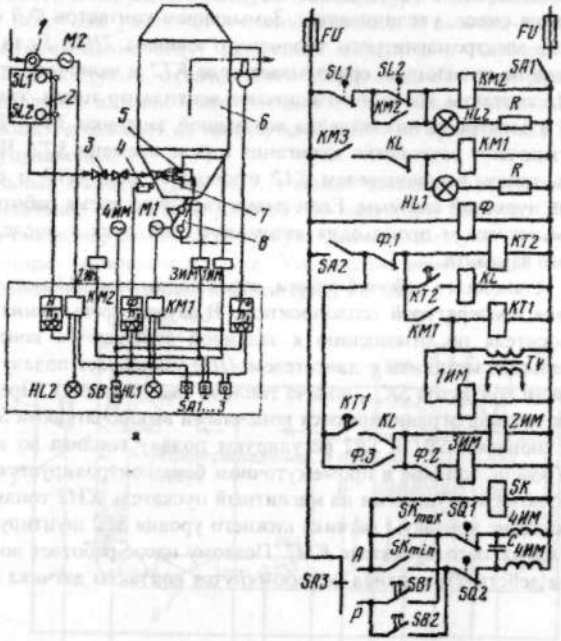


Рис. 1.36. Технологическая (а) и принципиальная электрическая (б) схемы САУ работой теплогенератора; 1 — насос; 2 — топливный бак; 3 — топливный клапан; 4 — датчик контроля пламени; 5 — спираль накаливания; 6 — топка; 7 — форсунка; 8 — вентилятор; 1ИМ... 4ИМ — исполнительные механизмы; ——— топливо; — — — — холодный воздух; —•—•—•—• теплоноситель

Если в баке нет топлива, то контакты датчиков уровней *SL1* и *SL2* закрыты и при замыкании выключателя *SA1* получает питание пускатель *KM2* и включает топливный насос *1*. Загорается сигнальная лампа *HL2*, предупреждая оператора о том, что топка к пуску не готова. При наполнении бака до верхнего уровня датчик *SL1* отключает *KM2*. Топку включают в работу выключателем *SA2*. Подается напряжение на реле времени *KT1*, *KT2*. Исполнительный механизм запальника *1ИМ* выдвигает спираль накаливания из защитного чехла. Спираль *5* присоединена к понижающему трансформатору *TV*. В течение периода, определяемого выдержкой реле времени *KT1*, происходит продувка топки при включенном запальнике. Контакты *KT1* включают электромагнитный привод *2ИМ* топливного клапана и *3ИМ* привода заслонки вентилятора *8*, переводя ее в положение «Закрыто». Поступающее топливо распыляется форсункой *7*, и смесь топлива с воздухом воспламеняется от соприкосновения со

спиралью запальника. При появлении пламени срабатывает устройство его контроля *Ф*, которое контактами *Ф.1* отключает зажигание и питание реле времени *КТ1* и *КТ2*, а контактами *Ф.2* — привод *3ИМ* заслонки вентилятора. Под действием пружины заслонка открывается, подача воздуха, необходимого для полного сгорания смеси, увеличивается. Замыканием контактов *Ф.3* обеспечивается питание электромагнитного топливного клапана *2ИМ*. Если воспламенение топлива не произошло, срабатывает реле *КТ2* и включает промежуточное реле *KL*, контакты которого отключают вентилятор топки, топливный клапан *2ИМ* и электромагнит привода воздушной заслонки *3ИМ*. Блок-контакты *КМ1* отключают устройство зажигания и реле времени *КТ1*. Чтобы повторно разжечь топку, выключателем *SA2* отключают реле *КТ2* и снова включают питание пусковой системы. Если пламя гаснет во время работы, то контакты *Ф.1* замыкаются и происходит автоматический пуск с последовательностью первого варианта.

Когда в топке установился рабочий режим, переключателем *SA3* включают систему управления температурой теплоносителя. В случае превышения температуры теплоносителя по отношению к заданной замыкаются контакты SK_{max} и исполнительный механизм с двигателем *4ИМ* уменьшает подачу топлива. При замыкании контактов SK_{min} подача топлива увеличивается. Пределы изменения подачи топлива ограничиваются конечными выключателями *SQ1* и *SQ2*. Пусковыми кнопками *SB1* и *SB2* регулируют подачу топлива во время наладки схемы. Уровень топлива в промежуточном баке контролируется датчиками *SL1* и *SL2*, воздействующими на магнитный пускатель *КМ2* топливного насоса. Размыкающие контакты датчика нижнего уровня *SL2* шунтируются блок-контактами магнитного пускателя *КМ2*. Поэтому насос работает до того момента, пока под действием топлива не разомкнутся контакты датчика верхнего уровня *SL1*.

1.4. Автоматизация овощехранилищ

1.37. САУ микроклиматом овощехранилищ с помощью оборудования типа ОРТХ в лечебный период

САУ предназначена для управления микроклиматом в хранилищах до 1000т с активной вентиляцией и числом вентиляционных камер до двух. Технологический процесс хранения картофеля и овощей разделяется на периоды: лечебный, охлаждения, зимнего и весенне-летнего хранения. В лечебный период (10...15 дней) залечиваются механические повреждения на поверхности клубней и корнеплодов. Вентиляция проводится 4...6 раз в сутки рециркуляционным воздухом. Температура продукции поддерживается в пределах 15±5°С, а относительная влажность воздуха на уровне 85...95%. В период охлаждения (20...40 дней) температуру продукта снижают до оптимальной (-1...+3°С), в зависимости от продукта). Вентиляция действует 4...6 раз в сутки по 15...30мин, когда температура наружного воздуха ниже температуры продукта. В хранилищах с искусственным охлаждением вентиляция работает непрерывно, а при температуре наружного воздуха, большей температуры продукции или равной

ей, включаются холодильные машины. В зимний период вентиляция включается по программе 4...6 раз в сутки.

При увеличении температуры продукта сверх нормы ее снижают, подавая смесь внутреннего и наружного воздуха. Температуру поддерживают с точностью до ±1°. Воздухом удаляется и излишняя влага. В весенне-летний период активное вентилирование ведут наружным воздухом в наиболее холодное время суток или воздухом, охлажденным холодильными машинами. Автоматическое управление активной вентиляцией обеспечивает более высокую сохранность овощей и снижает их потери на 15...20% по сравнению с хранением при ручном управлении.

Смесительный клапан *1* (рис. 1.37.1) может занимать следующие положения: 1) вертикальное — система работает на наружном воздухе; 2) промежуточное — на смеси наружного и рециркуляционного воздуха; 3) горизонтальное — на рециркуляционном воздухе. Управление вентиляцией может быть ручное, дистанционное и автоматическое (рис. 1.37.2).

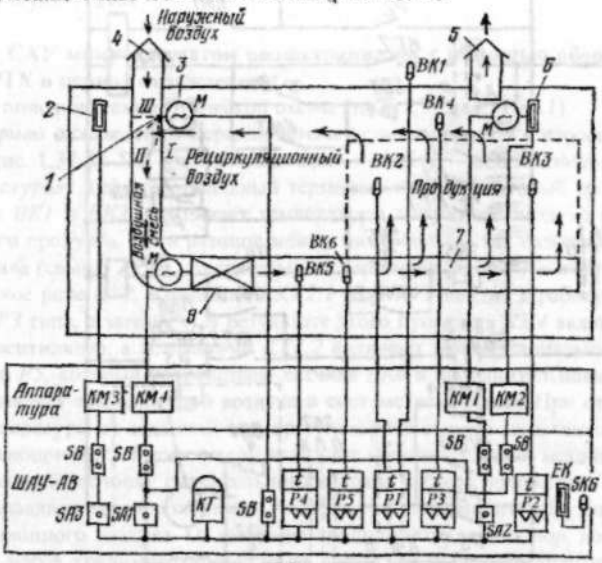


Рис. 1.37.1. Технологическая схема САУ микроклиматом в картофеле- и овощехранилищах: 1 — смесительный клапан; 2 — подогреватель смесительного клапана; 3 — исполнительный механизм смесительного клапана; 4— приточная шахта; 5 — вытяжная шахта; 6 — рециркуляционный отопительный вентиляционный агрегат; 7 — вентиляционный распределительный канал; 8 — вентилятор приточной системы; ШАУ-АВ— шкаф управления; SA1...SA3— универсальные переключатели; SB — пусковые кнопки; SK1, SK1'— датчики дифференциального терморегулятора; датчики терморегуляторов: верхней зоны SK2, массы продукта SK3, аварийной защиты SK4, пропорционального SK5, биметаллический датчик SK6 подогрева шкафа; полупроводниковые регуляторы температуры: пропорциональный SKП, дифференциальный SKD, КТ — двухпрограммное реле времени; КМ — магнитные пускатели; М — двигатели; ЕК — электронагреватель

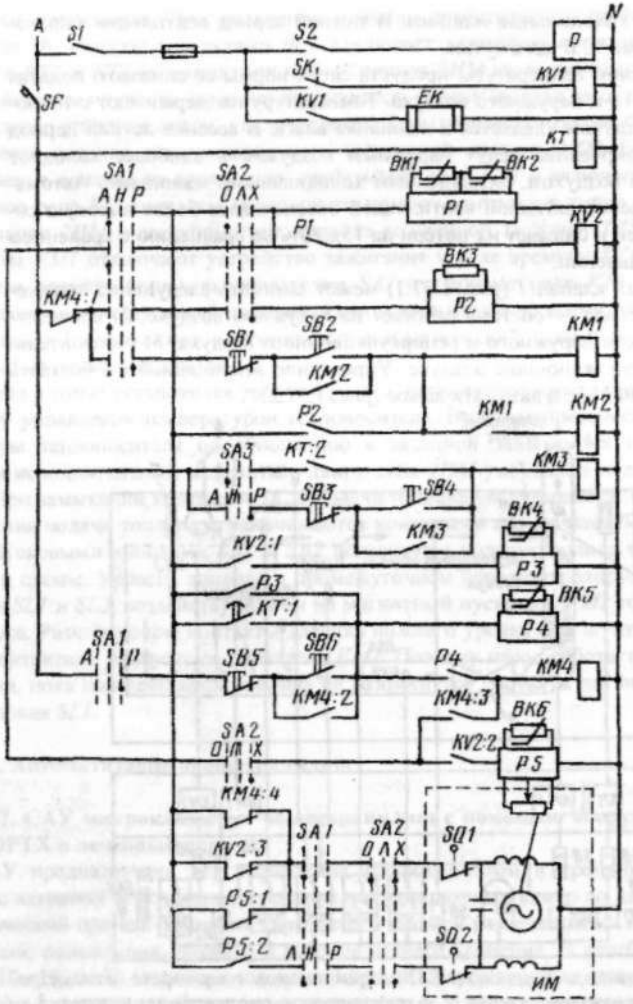


Рис. 1.37.2. Принципиальная электрическая схема САУ микроклиматом в овощехранилище

При ручном управлении переключатель *SA1* ставят в положение *Р*, все приборы, кроме *SK4*, отключены. Приточным вентилятором, рециркуляционным отопительным агрегатом и обогревом смесительного клапана управляют при помощи кнопок *SB*. Регулятор *SK4* при снижении температуры вентиляционного воздуха в подающем воздуховоде ниже нормы отключает приточный вентилятор, чтобы не подморозить продукцию. Ручным управлением пользу-

ются для проверки и настройки работы отдельных агрегатов и при неисправности терморегуляторов.

В лечебный период при автоматическом управлении переключатели устанавливают в следующие положения: *SA1* приточного вентилятора — *«Автоматика» — А* , *SA2* режимов хранения — *«Лечебный» — Л*, *SA3* подогревателя клапана — *«Нулевое» — Н*. Приточный вентилятор периодически включается и отключается магнитным пускателем *KM4*, управляемым контактами *KT* программного реле времени. Программное реле *KT* настраивается на шестиразовое включение приточного вентилятора в сутки в каждом случае на 30мин. В этом режиме исполнительный механизм *3* закрывает смесительный клапан полностью, а вентиляция осуществляется рециркуляционным воздухом. Рециркуляционно-отопительный агрегат и обогрев смесительного клапана выключены. Смесительный клапан нормально закрыт. Если необходимо просушить продукцию, смесительным клапаном и приточным вентилятором управляют вручную.

1.38. САУ микроклиматом овощехранилищ с помощью оборудования типа ОРТХ в период охлаждения

Дать описание технологической схемы (тема 1.37, рис. 1.37.1).

В период охлаждения переключатели устанавливают в следующие положения (рис. 1.37.2): *SA1 — «Автоматика» — А*, *SA2 — «Охлаждение» — О*. В работу вступает дифференциальный терморегулятор *P1*,который при помощи датчиков *BK1* и *BK2* сравнивает температуры наружного воздуха и в массе хранимого продукта. Если разница между ними больше так называемого дифференциала (свыше 2...3^0), то срабатывает терморегулятор *P1* и включает промежуточное реле *KV2*. Контактами *KV2:1* реле *KV2* вводит в работу терморегулятор *P3* типа, а затем *P4*. В результате этого пускатель *KM4* включает приточный вентилятор, а контактами *KV2:2* включает пропорциональный терморегулятор *P5*, который посредством датчика *BK6* и исполнительного механизма *3* управляет температурой воздуха в системе вентиляции.При отклонении этой температуры от заданной терморегулятор *P5* своими замыкающими *P5:2* и размыкающими *P5:1* контактами включает исполнительный механизм *3*, поворачивающий заслонку смесительного клапана в такое положение, при котором устанавливается необходимая температура смешанного наружного и рециркуляционного воздуха. Охлаждение продолжается до тех пор, пока температура в массе хранимого продукта не достигнет заданного значения, после чего посредством датчика *BK3* и терморегулятора *P3* отключается приточный вентилятор.

Если температура наружного воздуха длительное время превышает температуру в массе продукта, то вентиляция ведется только рециркуляционным воздухом. Сигнал на включение вентилятора подается от программного реле времени через контакты *KT*. В этом случае смесительный клапан закрыт, и теплый наружный воздух в хранилище не поступает.

1.39. САУ микроклиматом овощехранилищ с помощью оборудования типа ОРТХ в период хранения

Дать описание технологической схемы (тема 1.37, рис. 1.37.1).

Период хранения начинается после установления в массе хранимого продукта заданной температуры. Переключатели ставят в следующие положения (рис. 1.37.2): *SA1 — «Автоматика» — А* , *SA2 — «Хранение» — Х, SA3 — «Автоматика» — А* (при снижении наружной температуры до минус 15°С; при более высоких температурах включать *SA3* нецелесообразно, так как заслонка не примерзает и нет необходимости ее обогревать). Приточный вентилятор включается 4...6 раз в сутки контактами *КТ1* программного реле *КТ* для снятия температурных перепадов в массе продукта. Магнитный пускатель *КМ4* своими замыкающими блок-контактами *КМ4* через *SA1, SA2* включает терморегулятор *Р1*, реле *KV2* и терморегулятор *Р3*, а дальше работа системы полностью аналогична работе в режиме охлаждения.

Если температура в массе превысила заданную и за время, установленное программой, не снизилась до нормы, то работа вентилятора будет продолжаться (контакты *Р3* шунтируют контакты *КТ1)* до установления в массе нормальной температуры и соответственно размыкания контактов *ВК3*. При отключении вентилятора смесительный клапан автоматически закрывается. Если температура в надзакромном пространстве станет меньше заданной, от датчика *ВК3* сработает терморегулятор *Р2* и через магнитные пускатели *КМ1* и *КМ2* включает рециркуляционно-отопительные агрегаты. Рециркуляционно-отопительные агрегаты работают только при выключенном приточном вентиляторе (блок-контакты *КМ4:1* замкнуты), отключение их осуществляется контактом *Р2* терморегулятора, когда температура верхней зоны равна заданному значению. Автоматическое управление подогревателем смесительного клапана задают переключателем *SA3* (положение *А)* при снижении наружной температуры до минус 15°С. Он включается или автоматически от реле *КТ*, или вручную кнопками *SB3* и *SB4* (*SA3* в положении *Р*).

1.40. САУ микроклиматом овощехранилищ с помощью оборудования типа «СРЕДА-1» в период лечения

Система типа «Среда-1» предназначена для автоматического управления микроклиматом в овоще- и картофелехранилищах, содержащих до 8 секций. «Среда-1» обеспечивает автоматическое пропорциональное управление температурой воздуха, забираемого вентилятором из окружающей среды и направляемого в массу хранимого продукта. Эта система одновременно управляет температурой массы хранимого продукта и температурой воздуха верхней зоны при двухпозиционном регулировании с дифференциалом (зоной возврата) от 0,5 до 10°. В процессе управления система «Среда-1» позволяет автоматически контролировать температуру воздуха в приточном канале в пределах ±20°С и обеспечивает измерение с визуальным отсчетом значения температуры в 39 точках хранилища с ручным переключением датчиков. В качестве датчиков используют термометры сопротивления. При помощи блока управления осуществляется световая сигнализация об отклонении температуры от задан-

ной в .отдельных точках секций хранилища, о работе соответствующих исполнительных механизмов и о режиме управления (автоматическом или ручном).

На рис. 1.40.1 показана схема размещения отопительно-вентиляционного оборудования одной секции овощехранилища, а на рисунке 1.83.2 — функциональная схема системы «Среда-1».

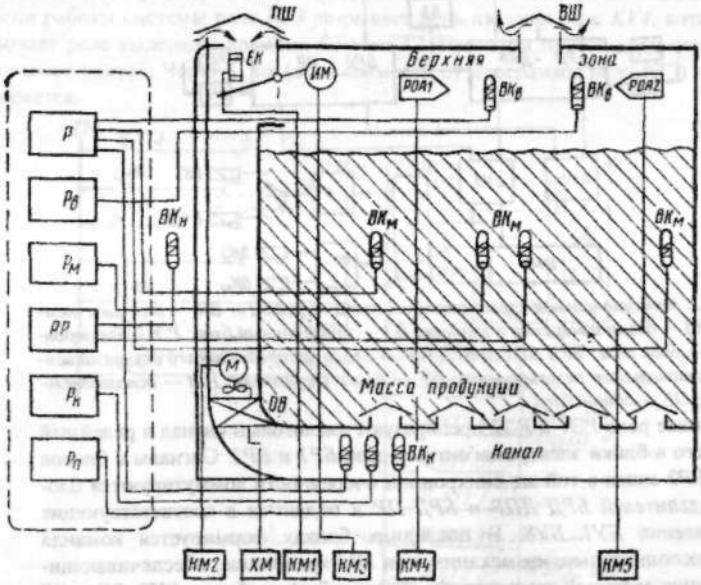


Рис. 1.40.1. Схема размещения отопительно-вентиляционного оборудования хранилищ (одной секции): $ВК_н$ и $Р_н$, $ВК_м$ и $Р_м$, $ВК_к$ и $Р_к$— датчики и регуляторы температуры воздуха в верхней зоне, массе продукции и вентиляционном канале; Р — логометр; $Р_п$— пропорциональный регулятор воздуха в канале; РР — регулятор разности температур; КМ1...КМ5 — магнитные пускатели; ЕК — электрообогреватель клапана; ИМ — исполнительный механизм; М — приводной двигатель приточного вентилятора; ПШ и ВШ — приточная и вытяжная шахты; РОА — рециркуляционно-отопительные агрегаты; ХМ — холодильная машина

Отклонение температуры от заданной в отдельных 8 секциях хранилищ измеряется 32 датчиками температуры $ВК_м1$, $ВК_в1$, $ВК_к1...ВК_м8$, $ВК_в8$, $ВК_к8$ и $ВК_к1...ВК_к8$ (рис. 1.40.2) и формируется в электрический сигнал в 32 блоках измерений и заданий $БИЗ_М1...БИЗ_К8$ и *БИЗ1...БИЗ8* (в каждой из 8 секций 3 блока для двухпозиционного регулирования температуры в верхней зоне, в массе хранимого продукта и канале и один блок для пропорционального регулирования температуры воздуха в подводящем канале). Сформированный аналоговый сигнал от 24 блоков $БИЗ_м1...БИЗ_к8$ поочередно подается при помощи блока распределителей *БРД* двухпозиционных регуляторов *ДПР* на электронное реле *РЭ1*, а от 8 блоков *БИЗ1... БИЗ8* при помощи блока распределителей *БРД* пропорционального регулятора *ПР* — на электронное реле *РЭ2*.

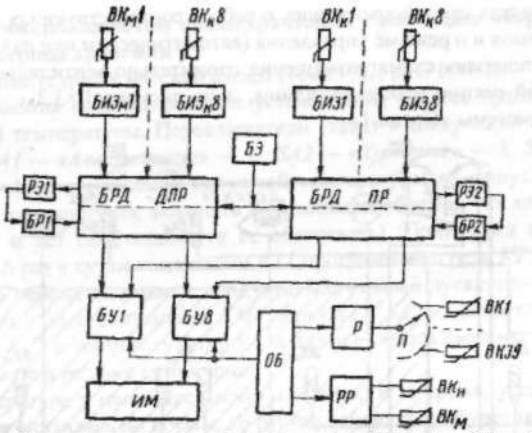


Рис. 1.40.2. Функциональная схема системы типа «Среда-1»: ВК — датчики температуры; БИЗ — блоки измерения и задания; ВЭ — электронный блок; РЭ — электронное реле; БР — блок реле; БРД ДПР и БРД ПР — блоки распределителей двухпозиционного и пропорционального регулирования; БУ — блоки управления; ИМ — исполнительный механизм; ОБ — общий блок

Электронные реле *РЭ1* и *РЭ2* преобразуют аналоговый сигнал в релейный и передают его в блоки электромагнитных реле *БР1* и *БР2*. Сигналы с блоков реле *БР1* и *БР2* снова в той же синхронной очередности коммутируются блоками распределителей *БРД ДПР* и *БРД ПР* и подаются в соответствующие блоки управления *БУ1...БУ8*. В последних блоках формируется команда управления исполнительными механизмами *ИМ* хранилища, обеспечивающими поддержание заданной температуры. Таким образом, блоки *БИЗ, РЭ* и *БР* образуют регуляторы с двухпозиционными и пропорциональными зонами управления, а блоки распределителей *БРД ДПР* и *БРД ПР* — синхронный автоматический переключатель для поочередного опроса температуры в верхней зоне, массе продукта и воздухоподводящем канале каждой секции хранилища. Они же осуществляют синхронное поочередное подключение исполнительных устройств для управления температурой соответствующих секций хранилища и их зон. Электронный блок *БЭ* вырабатывает непрерывные импульсы напряжения, при помощи которых поочередно с определенной выдержкой времени включаются и отключаются электромагнитные реле в блоках распределителей *БРД ДПР* и *БРД ПР*. Общий блок *ОБ* имеет источники питания всех элементов схемы и программные реле времени. Регулятор разности температур *РР* сравнивает температуру наружного и внутреннего воздуха и при температуре наружного воздуха ниже температуры в массе хранимой продукции включает вентилятор в режиме охлаждения массы приточным воздухом.

В режиме «Лечение» контакты реле *КТ3* (рис. 1.40.3) включают реле *KV4*, которое, в свою очередь, запускает в работу реле *KV1*, подающее питание на блоки устройства, и реле времени *КТ1*. Реле времени *КТ1* поочередно через 15...30 с при помощи блоков управления *БУ1...БУ4* подает напряжение 220В

на магнитные пускатели приточных вентиляторов первых четырех секций. После включения приточного вентилятора четвертой секции реле *КТ1* включает своими контактами обмотку реле выдержки времени *КТ2*, которое поочередно подает через блоки *БУ5...БУ8* напряжение 220В на магнитные пускатели приточных вентиляторов остальных четырех секций. По окончании заданного времени работы системы реле *КТ3* разрывает цепь питания реле *KV4*, которое отключает реле выдержки времени *КТ1* и *КТ2*. При этом приточные вентиляторы выключаются. Через 4...6ч (в зависимости от программы реле *КТ3*) цикл повторяется.

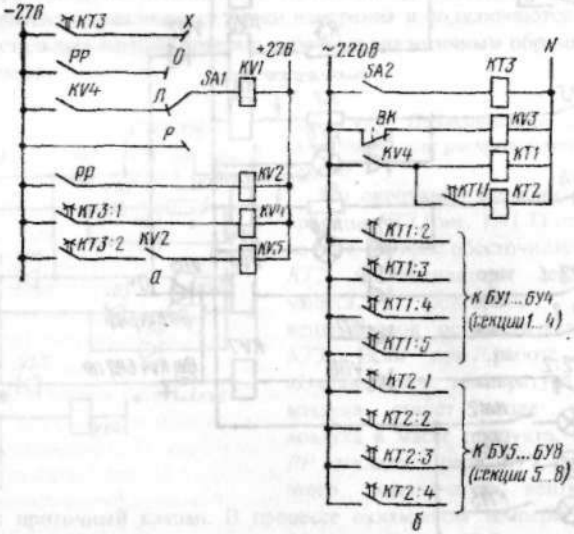


Рис. 1.40.3. Принципиальная электрическая схема включения реле (а) и программных реле времени (б) общего блока

1.41. САУ микроклиматом овощехранилищ с помощью оборудования типа «СРЕДА-1» в период ОХЛАЖДЕНИЯ

Дать описание оборудования и функциональной схемы (тема 1.40, рис. 1.40.1 и 1.40.2).

В режиме «Охлаждение» работа схемы зависит от источника холода для охлаждения хранимой массы (наружный воздух или воздух, получаемый от централизованной или автономной холодильной машины). При отсутствии холодильной машины в момент перевода переключателя *SA1* в положение *О* на регулятор *PP* подается напряжение 220 В (на схеме рис. 1.40.3 не показано), переключатель *SA* (рис. 1.41.1) ставится в положение *1*. Регулятор разности температур замыкает контакты *PP* в цепи реле *KV1* (рис. 1.40.3) только при условии, что температура воздуха в массе продукта выше температуры наружного воздуха. Реле *KV1* подключает напряжение питания на все блоки устройства, а реле *КТ3* своими контактами включает реле *KV4*, которое управляет про-

граммными реле *КТ1* и *КТ2*. Реле *КТ1* и *КТ2* периодически через блоки управления *БУ1...БУ8* (рис. 1.40.2) включают приточные вентиляторы.

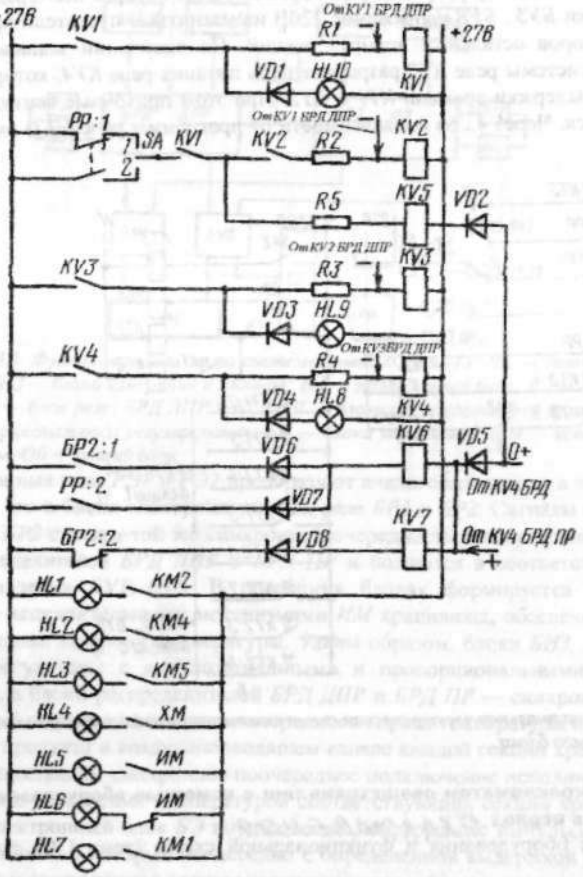


Рис. 1.41.1. Принципиальная электрическая схема блока управления

В этом режиме включение блоков управления *БУ1...БУ8* происходит синхронно с подключением соответствующих блоков измерения и задания *БИ31...БИ38* только системы двухпозиционного регулирования (так как охлаждение приточного воздуха не производится, то выход блока *БР2* пропорционального регулирования заблокирован). В этом режиме работает только системе регулирования температуры в массе картофеля. В первый такт распределения срабатывает реле *KV1* (рис. 1.41.1) блока *БРД ДПР* (рис. 1.40.2), которое своими контактами подключает выход блока *БИ3$_м$1* к входу блока *РЭ1*, а выход блока *БР1* — к реле *KV1* (рис. 1.41.1) блока управления первой секции, Поскольку температура массы продукта выше нормы, то реле *KV1* срабатыва-

ет, становится на самоблокировку и одновременно включает приточный вентилятор первой секции и сигнальную лампу *HL10*, показывающую «отклонение температуры от нормы — в массе». В следующих двух тактах работы блока *БРД* (рис. 1.40.2) поочередно включаются реле *KV2* и *KV3* (рис. 1.41.2), которые подключают блоки $БИЗ_в1$ и $БИЗ_к1$ (рис. 1.40.2) к входу блока *РЭ1*, а выход блока *БР1* — соответственно к реле *KV3* и *KV4* (рис. 1.41.1). Поскольку температура воздуха в верхней зоне и канале выше нормы, а блоки $БИЗ_в1$ и $БИЗ_к1$ выдают сигнал только при понижении температуры, то реле *KV3* и *KV4* блока управления не срабатывают. При последующих тактах работы блока распределителя опрашиваются блоки измерения и подключаются блоки автоматики остальных секций, которые работают аналогичным образом, как и для первой секции.

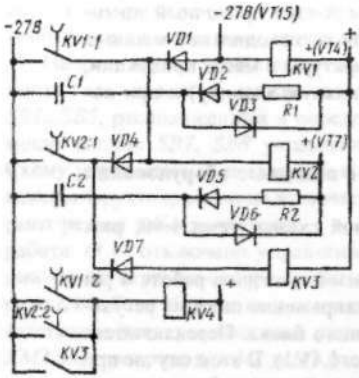


Рис. 1.41.2. Принципиальная электрическая схема блока реле распределителей (для одной секции)

По окончании времени работы реле времени *КТ3* (рис. 1.41.1) отключает реле *KV4*, которое обесточивает реле *КТ1* и *КТ2*, и вентиляторы секций отключаются. Повторное включение вентиляторов осуществляется от реле *КТ3*. Если при работе в режиме «Охлаждение» температура наружного воздуха станет выше температуры воздуха в массе продукта, то контакты *РР* отключат реле *KV1*, в результате этого выключатся вентиляторы и закроется приточный клапан. В процессе охлаждения температура в массе продукта постепенно снижается до нормы, при которой двухпозиционный регулятор температуры перестает выдавать сигнал на включение вентиляторов, а приточный клапан закрывается.

При срабатывании реле *KV4* (рис. 1.41.2) его контакты подают потенциал «+» напряжения питания к реле *KV6* и *KV7* (рис. 1.41.1), управляющих работой смесительного приточного клапана. Одновременно реле *KV4* подключает блоки пропорционального управления *БИ31...БИ38* (рис. 1.40.2) к входу блока электронного реле *РЭ2*. Таким образом, при замыкании контактов *БР2* (рис. 1.41.2) или *РР* срабатывает реле *KV6*, и смесительный клапан закрывается, а при возврате *БР2* — срабатывает реле *KV7*, и смесительный клапан открывается. При достижении температуры в канале секции хранилища заданного значения на реле *KV6* и *KV7* напряжение полярностью «+» не поступает, а приточный клапан занимает одно из промежуточных положений.

Если температура в верхней зоне снизилась до недопустимого значения, то при опросе блоков $БИЗ_в1...БИЗ_в8$ (рис. 1.40.2) контролирующих температуру верхней зоны, через контакты реле *KV2* (рис. 1.41.2) включается реле *KV3* (рис. 1.41.1). Реле *KV3* становится на самоблокировку и включает магнитные

пускатели *КМ4* и *КМ5* (рис. 1.40.1) рециркуляционно-отопительных агрегатов *РОА1* и *РОА2*. Блокировка, выполненная при помощи контактов реле *KV1* (не показанная на рисунке 1.41.2), дает возможность подогревать воздух верхней зоны только после достижения требуемой температуры в массе продукта.

Если в режиме «Охлаждение» невозможно использовать наружный воздух из-за его постоянной высокой температуры, то применяют холодильные машины (автономные и централизованные). Для этого в схеме управления машиной включают переключатель «Холодильная машина». Переключатель *SA* (рис. 1.41.2) ставят в положение *2*, контакт *PP* в этой цепи замыкается при высокой температуре внешнего воздуха. При опросе $БИЗ_м1$ (рис. 1.40.2) срабатывает реле *KV1* (рис. 1.41.2), которое своими контактами включает реле *KV5*. От реле *KV1* срабатывает приточный вентилятор, а реле *KV5* включает холодильную машину. При достижении температуры в массе продукта заданного значения обесточиваются реле *KV1* и *KV5*, которые отключают приточный вентилятор и холодильную машину. Если в процессе работы холодильной машины температура наружного воздуха станет ниже температуры в массе продукции, то контакты реле *PP* отключат реле *KV5* (и холодильную машину) и при помощи реле *KV6* откроют приточный клапан.

1.42. САУ микроклиматом овощехранилищ с помощью оборудования типа «СРЕДА-1» в период хранения

Дать описание оборудования и функциональной схемы (тема 1.40, рис. 1.40.1 и 1.40.2).

Работа системы «Среда-1» в режиме «Хранение» аналогична работе в режиме «Охлаждение». Отличие состоит в том, что напряжение питания регулятора *PP* подключают через контакты реле *KV1* общего блока. Переключатель *SA1* при этом режиме переводят в положение *X* (рис. 1.41.1). В этом случае при нормальной температуре в массе продукта и в верхней зоне работает только реле времени *КТ3*, которое 4...6 раз в сутки подключает реле *KV1* общего блока. Реле *KV1* включает регулятор *PP*, блоки измерения и распределители. Реле времени *КТ1* и *КТ2* включают поочередно приточные вентиляторы, и происходит продувка массы картофеля. Если внешняя температура ниже температуры массы продукта, то регулятор *PP* открывает приточный клапан. Если после продувки температура в массе продукта какой-то секции будет отличаться от нормы, то сработает реле *KV1* или *KV3* (рис. 1.41.2) соответствующего блока управления и включатся исполнительные механизмы. После достижения заданной температуры блоки измерения и распределители выключаются контактами реле *KV1* общего блока.

Устройство «Среда-1» защищает массу продукта от подмораживания вентилируемым воздухом. Для этого температура в канале каждой секции контролируется датчиками температуры $ВК_к1...ВК_к8$ (рис. 1.40.2). При опасных температурах в момент опроса блоков $БИЗ_к1...БИЗ_к8$ и срабатывании реле *KV3* и *KV4* (рис. 1.41.2) включается реле *KV4* (рис. 1.41.1). Реле *KV4* самоблокируется своими контактами и разрывает цепи питания магнитных пускателей приточных вентиляторов, холодильной машины и приточного клапана. Приточный клапан закрывается при помощи реле *KV7*. Для исключения обмерзания

приточного клапана с наступлением холодов включается переключатель *SA2* (рис. 1.41.1). Контакты реле времени *КТ3* включают реле *KV5* за 40 мин перед включением *КТ1* и *КТ2*. Реле *KV5* включает электроподогреватели клапанов всех секций хранилища. Обогрев шкафа автоматики включается при помощи реле *KV3* от датчика температуры *ВК*, который замыкает свои контакты при снижении температуры окружающего воздуха до 10°С и размыкает их при повышении температуры до 20 °С.

1.43. САУ микроклиматом фруктохранилищ

САУ 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 состоянием температуры и влажности воздуха в камерах и температуры в отдельных точках холодильной установки (рис.1.43).

Напряжение на САУ 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, *О* — отключено управление. В автоматическом режиме при повышении температуры в камере срабатывает терморегулятор *Р*, который включает реле *KV1*. Реле *KV1* своими контактами *KV1:1*, *KV1:2* и *KV1:3* включает соответственно электромагнитный аммиачный вентиль *УА1*, магнитный пускатель *КМ3* электроприводов *M2* и *M3* (по 2,2 кВт) вентиляторов воздухоохладительных установок и электропривод одного из аммиачных насосов *M4* или *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 *УА1* 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). 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 (на схеме не показано) и вторым — отключает реле выдержки времени *КТ2*, предназначенное для включения резервного насоса. При неуспешном пуске или при исчезновении давления аммиака в системе рабочего насоса датчик *SP1* размыкает цепь реле *KV5*, которое включает реле *КТ2*. Последнее своим контактом *КТ2* через 10с 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

ЕК1 подключает при помощи магнитного пускателя *КМ5* секции *ЕК2* и *ЕК3* электропарообразователя.

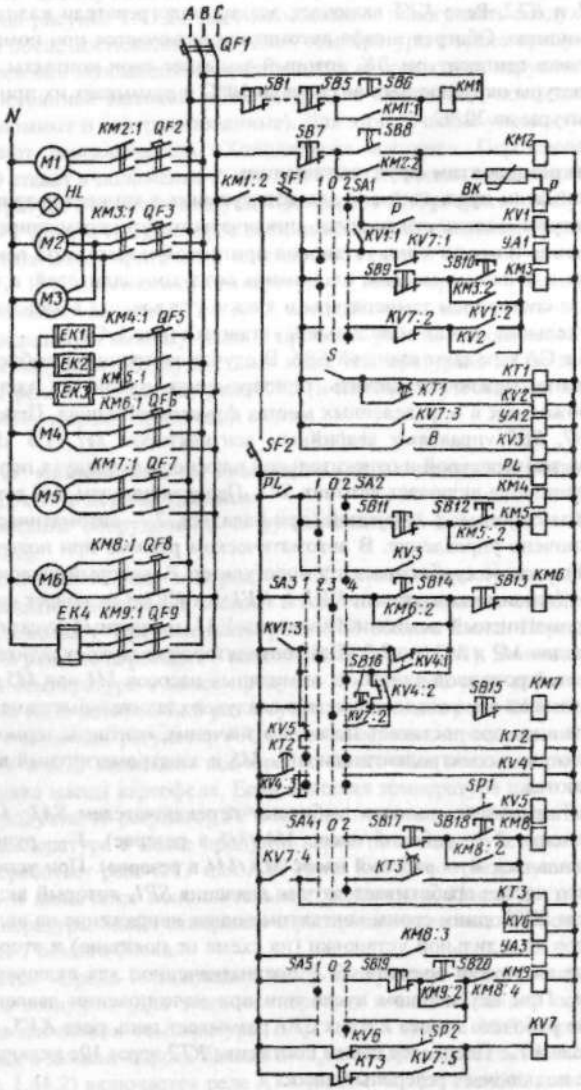


Рис. 1.43. Принципиальная электрическая схема управления микроклиматом фруктохранилищ

Пар в камеру подается для повышения влажности воздуха включением соответствующей задвижки, установленной на паропроводе. При достижении влажности воздуха в камере нормы подача пара прекращается. Подогреватель *EK1* (0,5кВт) включен постоянно для предотвращения замерзания воды при низких внешних температурах. В схеме предусмотрена защита парообразователя от «сухого хода» при помощи регулятора уровня воды *PL*. Если уровень воды в увлажнителе понизится, то регулятор уровня разомкнет контакты *PL* и отключит нагреватели *EK1...EK3*. 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 *KT1*, которое через реле *KV2* и магнитный пускатель *KM3* управляет работой электродвигателей *M2* и *M3* вентиляторов.

Системой автоматики предусмотрено управление процессом удаления льда («снеговой шубы»), который постепенно накапливается на поверхности воздухоохладителей. Режим системы удаления льда выбирают переключателями *SA4* и *SA5: 1* — 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 становится на самоблокировку реле *KV7*. Реле *KV7* контактами *KV7:2* отключает магнитный пускатель *KM3* вентиляторов воздухоохладителей и контактами *KV7:2* — аммиачный электромагнитный вентиль *YA1* и одновременно контактами *KV7:3* включает электромагнитный вентиль *YA2* воды оттаивания, а контактами *KV7:4*— реле выдержки времени *KT3* и реле *KV6*. Реле *KV6* отключает реле *KV7*. Через выдержку времени, равную 3мин и достаточную для стока аммиака из воздухоохладителя, контактом *KT3* включается магнитный пускатель *KM8*, который своими контактами открывает электромагнитный вентиль стока воды *YA3*, включает электропривод *Mб* (4кВт) насоса воды оттаивания и магнитным пускателем *KM9* — электронагреватель *EK4* (15кВт) воды для оттаивания. Через 27мин контактом *KT3* выключаются электропривод *Mб* насоса воды оттаивания и электронагреватель *EK4* и закрывается электромагнитный вентиль *YA3* стока воды. Процесс оттаивания прекращается, а еще через 3мин выключается реле *KV7*. Последние 3мин выдержка обеспечивает сток воды с воздухоохладителя и не дает возможность включить электромагнитный аммиачный вентиль и воздухоохладитель сразу же после окончания оттаивания. Реле *KV7* отключает магнитным пускателем *KM8* электродвигатель *Mб* насоса, электромагнитные вентили *YA2* и *YA3* и нагреватель *EK4* воды оттаивания. Это же реле *KV7* размыкающими контактами *K7:1* и *K7:2* вновь вводит в автоматическую работу цепи управления аммиачным вентилем *YA1* и электроприводами M2 и M3 вентиляторов воздухоохладителя.

1.44. САУ сортировкой клубней картофеля (рис. 1.44)

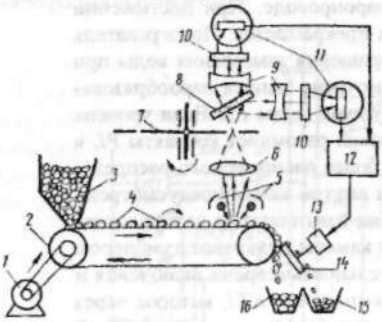


Рис. 1.44. САУ сортировкой клубней картофеля: 1 — электропривод; 2 — транспортер-выстраиватель; 3 — бункер-питатель; 4 — клубни картофеля; 5 — оптические излучатели; 6 — объектив; 7 — анализатор изображения; 8 — делитель излучения; 9 — конденсаторы; 10 — оптические фильтры; 11 — фотоприемники; 12 — блок обработки информации; 13 — исполнительный механизм; 14 — заслонка; 15 и 16 — емкости для отходов и здоровых клубней

Спектральные характеристики коэффициентов отражения здоровых и больных клубней, как и комков почвы и камней, имеют большие различия на определенных длинах волн. Из бункера-питателя *3* клубни картофеля *4* поступают на роликовый транспортер, который поштучно выстраивает и, вращая, перемещает их в зону оптического осмотра. Отраженный от клубня оптический поток инфракрасных излучений *5* проходит через объектив *6* и анализатор изображения *7* на делитель излучения *8*. С делителя излучений оптический поток, разделяемый на два канала, поступает через конденсоры *9* и фильтры *10* к фотоприемникам *11*. Анализатор изображения позволяет поочередно осматривать (сканировать) поверхность клубня. От фотоприемников сигналы, пропорциональные коэффициентам отражения оптического потока от поверхности клубня на двух длинах волн (0,95мкм и 1,25мкм), поступают на электронный блок обработки *12*. Электронный блок вычитает эти сигналы. 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. При осмотре здорового клубня разность сигналов от обоих фотоэлементов положительная, исполнительный элемент *13* не срабатывает, а клубень свободно падает в емкость *16*. Время передачи клубня из зоны осмотра в емкости согласуется со временем прохождения сигнала и срабатывания механизма *13* так, чтобы последний отбрасывал поврежденный клубень при прохождении его мимо заслонки *14*.

1.45. САУ сортировкой листьев табака (рис. 1.45)

Для автоматической сортировки листьев табака на три товарных сорта предложено использовать отражательные свойства листьев табака и их цветовые характеристики в так называемой стандартной калориметрической системе RGB (первые буквы английских слов красный, зеленый и голубой). 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% и к третьему сорту — свыше 50%. Сортирующее устройство определяет процент темной зе-

правляются в емкость *7*, а литья второго и третьего сортов при помощи реле *24* и *25* и пневматических клапанов *13* — в емкости *II* и *III*. Питание пневмоклапанов осуществляется от воздушного компрессора *14*.

2. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ И ПТИЦЕВОДСТВЕ

2.1. САУ дробилкой ДБ-5

Для измельчения фуражного зерна и грубых кормов используют дробилки разных конструкций. Принцип действия и принципиальная электрическая схема управления безрешетной дробилкой типа ДБ-5 показаны на рисунке 2.1. Подлежащее измельчению зерно с помощью шнека *8* (рис. 2.1, а) загружается в бункер *9*, уровень в котором автоматически поддерживается на основе информации от двух датчиков. Подачу зерна на измельчение регулируют заслонкой *10*. При этом продукт дробления по кормопроводу воздушным потоком перемещается в фильтр *6*. Достаточно измельченное зерно, прошедшее решетный сепаратор *4*, представляет собой готовый продукт, который выгружается шнеком *2*. Оставшаяся часть возвращается в дробильную камеру, причем количество этого продукта устанавливает оператор с помощью регулирующей заслонки *5* (в крайнем правом положении весь материал идет на выгрузку без разделения на фракции). Одна часть запыленного воздуха возвращается в дробильную камеру, а другая часть, пройдя фильтр *6*, выбрасывается в атмосферу. Схема управления дробилкой (рис. 2.1, б) обеспечивает последовательный пуск электродвигателей *M1* выгрузного шнека и затем дробилки *M2*, причем с целью снижения пускового тока электродвигатель дробилки включается по схеме «звезда», а затем переключается на схему «треугольник». Загрузочный шнек пускают, нажимая кнопку *SB6* при незаполненном бункере дробилки. Шнек работает до момента замыкания контактов *SL1* мембранного датчика верхнего уровня зерна в бункере. Магнитный пускатель *KM4* и реле *KV* отключаются при их шунтировании контактом *SL1*. Повторный пуск шнека происходит также автоматически после опорожнения бункера и размыкания контактов датчиков верхнего *SL1* и нижнего *SL2* уровней. Производительность дробилки регулируется автоматически в зависимости от силы тока, потребляемого электродвигателем *M2*, с помощью регулирующей заслонки, перемещаемой исполнительным устройством *M4* по команде автоматического регулятора загрузки (АРЗ). При значительных перегрузках двигателя и перерывах в электропитании электромагнитная муфта *УС*, соединяющая заслонку с *M4*, отключается контактом АРЗ, заслонка падает под действием собственного веса и подача зерна в дробильную камеру прекращается. Полное открытие заслонки, свидетельствующее о снижении загрузки дробилки, сигнализируется сиреной *HA* при замыкании конечного выключателя *SQ2*.

Схема управления обеспечивает последовательный пуск двигателей дробилки и затем (через 20с) бункера. При этом пуск дробилки происходит с переключением двигателя со схемы «звезда» на схему «треугольник».

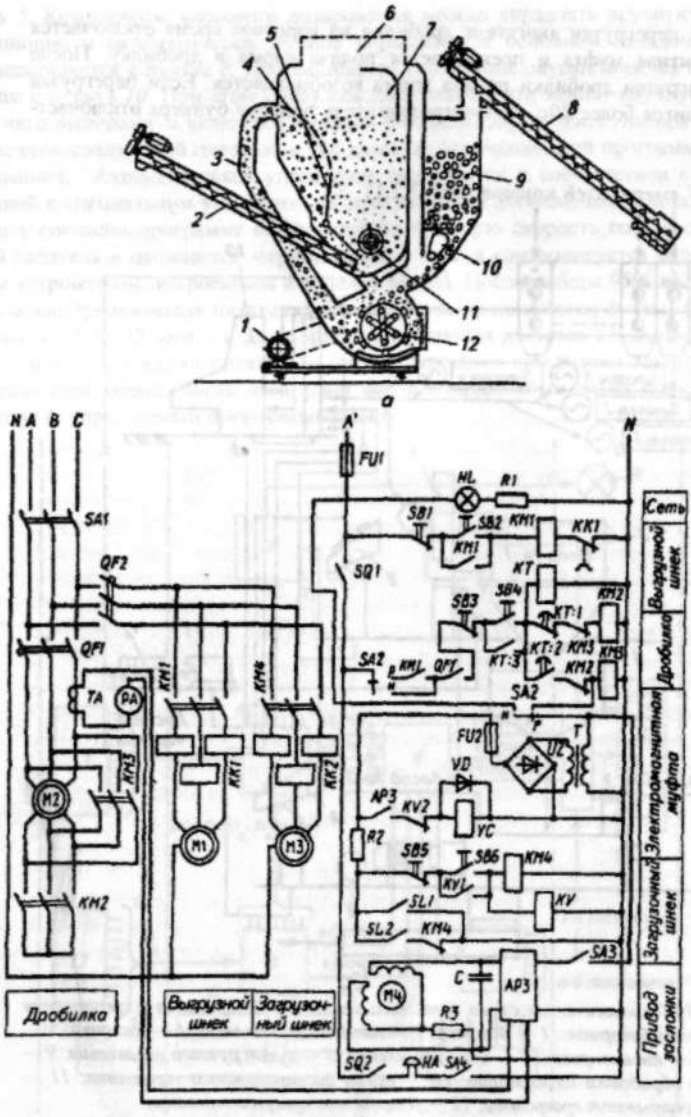


Рис. 2.1.. Функциональная схема (а) и схема управления (б) дробилкой ДБ-5: 1 — двигатель; 2, 8 — шнеки; 3 — воздуховод; 4 — сепаратор; 5, 10 — заслонки; 6 — фильтр; 7 — камера; 9 — бункер зерна; 11 — ворошилка; 12 — ротор

В случае перегрузки двигателя дробилки на короткое время отключается электромагнитная муфта и прекращается подача корма в дробилку. После снижения загрузки дробилки подача корма возобновляется. Если перегрузка двигателя длится более 20с, то электродвигатель привода бункера отключается.

2.2. САУ смесителей кормов (рис. 2.2.1)

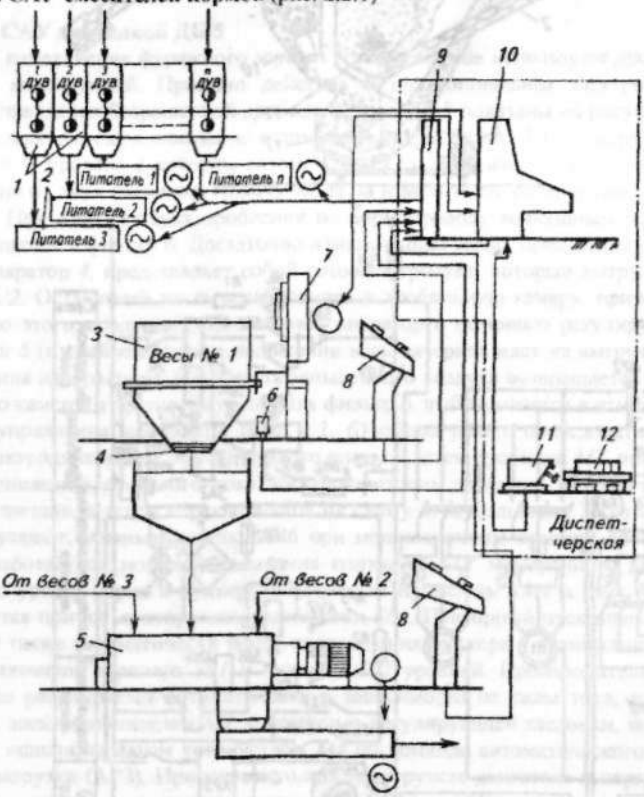


Рис. 2.2.1. Технологическая схема комплекса массового дозирования и смешивания компонентов комбикормов: 1 — дозатор; 2 — питатели; 3 — весы; 4 — заслонки; 5 — смеситель; 6 — пневмопривод; 7 — блок управления; 8 — пульт ручного управления; 9 — блок сбора и обработки информации; 10 — пульт дистанционного управления; 11 — устройство считывания программы; 12 — устройство программирования

Питатель *2* 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 заслонок *4* содержимое дозаторов высыпается в смеси-

тель *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 питатель и так далее до окончания всей программы дозирования. 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*.

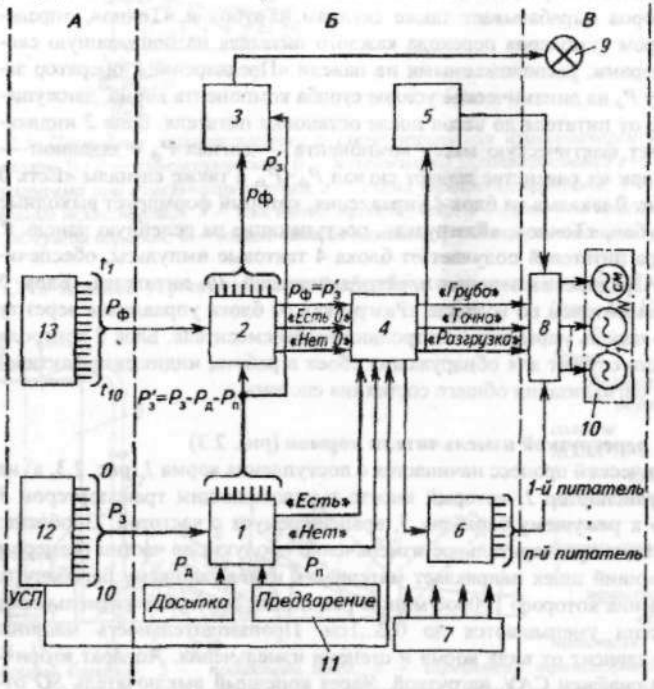


Рис. 2.2.2. Структурная схема САУ массовым дозированием: 1 — блок сумматоров; 2 — блок индикации; 3 — блок контроля; 4 — блок управления весами; 5 — блок управления смесителем; 6 — блок выбора питателей; 7 — блок питания; 8 — выходное устройство; 9 — сигнальные лампы; 10 — электродвигатели питателей; 11 — панель управле-

ния; 12 — устройство считывания программы; 13 — фотоэлектрический указатель массы

САУ массовым дозированием (рис. 2.2.2) включает в себя вводное устройство *А*, фотоэлектрический указатель *13* массы, устройство управления *6* и выходное устройство *8*, объединяющее пускозащитную аппаратуру приводов питателей и смесителя. Устройство *12* считывания программы *(УСП)* выдает в блок *1* сумматоров по проводам *0... 10* код P_3 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. Фотоэлектрический указатель *13* массы преобразует поворот кодового диска, укрепленного на одной оси со стрелкой циферблатного указателя, в комбинацию электрических сигналов $P_ф$ также в виде кода, который подается на блок *2* индикации. Блок *1* сумматоров представляет собой электронное арифметическое устройство параллельного действия, осуществляющее операцию $P'_3=P_3-P_д$, где $P_д$ — 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 $P_д$ на динамическое усилие столба компонента корма, движущегося по трубе от питателя до весов после остановки питателя. Блок *2* индикации сравнивает фактическую массу компонента — сигнал $P_ф$ с заданной — сигнал P'_3 и при их равенстве выдает сигнал $P_ф=P_3$, 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.

2.3. САУ перегрузкой измельчителя кормов (рис. 2.3)

Технологический процесс начинается с поступления корма *1* (рис. 2.3, а) на подающий транспортер *2*, который вместе с уплотняющим транспортером *3* подводит его к режущему барабану *5*, вращающемуся с частотой 730об/мин. Здесь происходит предварительное измельчение продукта до частиц размером 2...8см. Подающий шнек направляет материал к измельчающему барабану *6*, частота вращения которого 1000об/мин. В результате повторного измельчения размеры частиц уменьшаются до 0,2...1см. Производительность машины (0,3...4,2кг/с) зависит от вида корма и степени измельчения. Аппарат вторичного резания снабжен САУ нагрузкой. Через конечный выключатель *SQ* отключается электродвигатель измельчителя при перегрузках, нарушениях режима и т.п. (рис. 2.3, г) Механическая характеристика на холостом ходу имеет вентиляторный вид (рис. 2.3, б). Режим работы электропривода длительный с переменной нагрузкой (рис. 2.3, в).

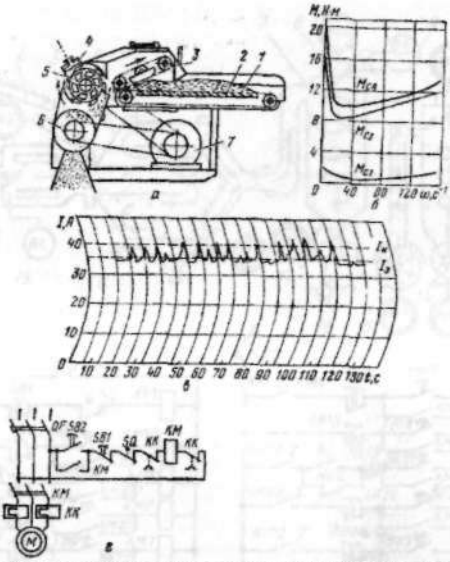


Рис. 2.3. Приводные характеристики и схема управления измельчителем кормов типа «Волгарь-5»: а — кинематическая; б — механическая характеристика; в — нагрузочная диаграмма при измельчении куузики; г — схема управления приводом: 1 — корм; 2 — подающий транспортер; 3 — нажимной транспортер; 4 — заточное приспособление; 5 — режущий барабан; 6 — измельчающий барабан; 7 — электродвигатель

2.4. САУ линией термохимической обработки соломы цеха КОРК-15-2 (рис. 2.4.1)

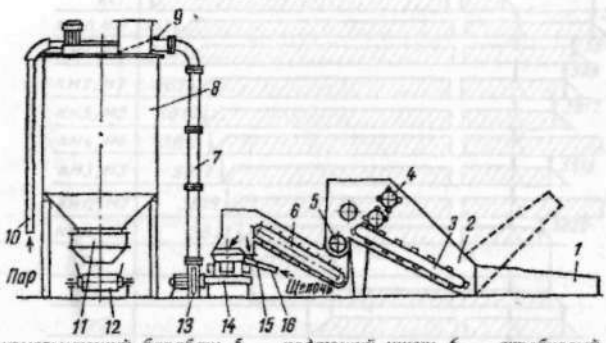


Рис. 2.4.1. Линия термохимической обработки соломы цеха КОРК-15-2: 1 — приемная часть питателя соломы; 2 — бункер питателя; 3 — транспортер-дозатор питателя; 4 — измельчающий барабан; 5 — подающий шнек; 6 — скребковый транспортер; 7 — пневмопровод подачи соломы швырялки; 8 — камера для термохимической обработки соломы; 9 — затвор подачи соломы; 10 — паропровод; 11— дозирующее выгрузное устройство камеры; 12 — сборный транспортер; 13 — швырялка соломы; 14 — измельчитель-смеситель для соломы; 15 — ловушка посторонних примесей; 16 — трубопровод подачи раствора щелочи

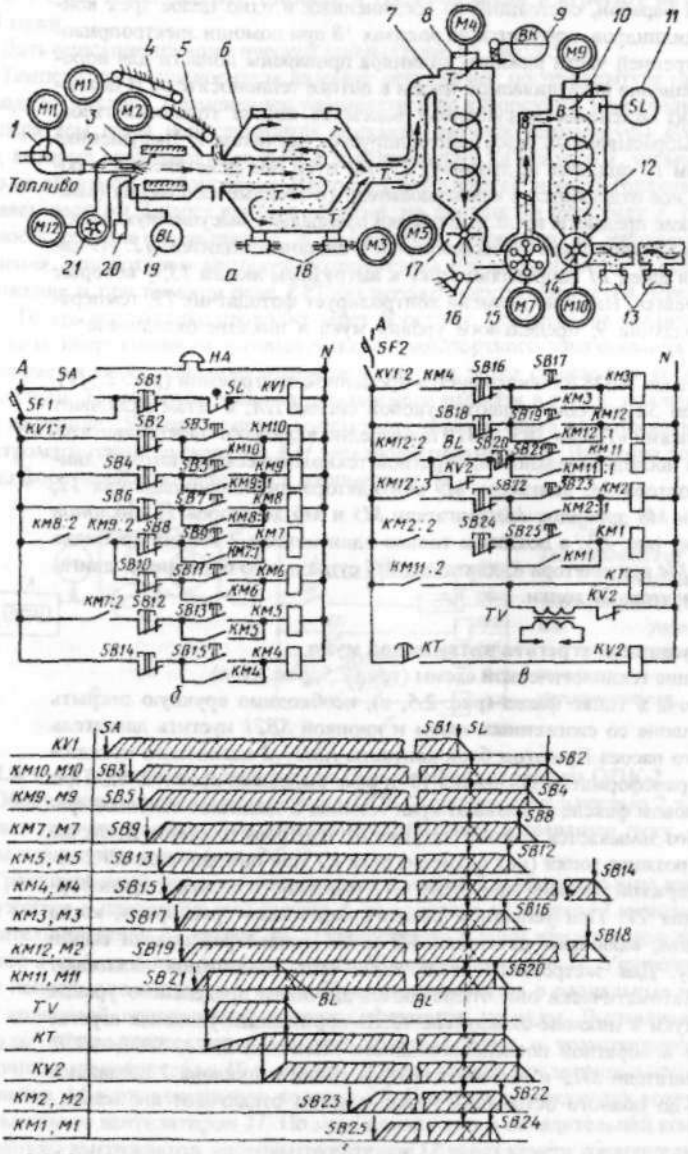


Рис. 2.5. Технологическая (а) и принципиальные электрические схемы управления механизмами (б) и сушилкой (в); временная диаграмма работы АВМ (г)

Сушильный барабан, состоящий из соединенных в одно целое трех концентрических цилиндров, вращается на роликах *18* при помощи электропривода *М3*. На внутренней части каждого цилиндра приварены 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 в камнеуловителе *16* твердые включения (камни, металлические предметы и т.п.). Дробилка превращает высушенную массу в муку, которая вентилятором *10* засасывается в циклон-охладитель *12*. Из циклона дозатор и шнек *14* направляют муку к выгрузным люкам *13*, у которых прикреплены мешки. Наличие пламени контролирует фотодатчик *19*, температуры — термодатчик *9*, предельного уровня мука в циклоне-охладителе — датчик уровня *11*.

Пуск и останов АВМ иллюстрируется временной диаграммой (рис. 2.5, г). Переключателем *SA* вначале подают звуковой сигнал *HA*, а затем включают реле *KV1*. Кнопками «Пуск» *SB3...SB19* поочередно включают электродвигатели установок в последовательности, обратной технологическому потоку: двигатель *M10* дозатора *14*, двигатель *M9* вентилятора циклона-охладителя *12*, двигатели *M7* и *M8* дробилок *15*, двигатели *M5* и *M6* дозаторов *17* циклонов сухой массы (на рис. 2.5, а показаны только один циклон 7 и одна дробилка *15*), двигатель *M4* вентилятора *8*, двигатель *M3* сушильного барабана *6*, двигатель *M12* вентилятора *21* топки.

2.6. САУ сушилкой агрегата витаминной муки

Дать описание технологической схемы (тема 2.5, рис.2.5, а).

Чтобы зажечь в топке факел (рис. 2.5, в), необходимо вручную открыть вентиль на баллоне со сжиженным газом и кнопкой *SB21* пустить 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 открывают кран топлива и зажигают основной факел. После этого замыкается контакт датчика *BL* контроля пламени. В случае безуспешного розжига топки (нет пламени) реле *KT* при помощи реле *KV2* отключает с выдержкой времени двигатель *M11* топливного насоса и трансформатор зажигания *TV*. При успешном розжиге через некоторое время, когда прогреется топка, включают двигатели *M2* и *M1* 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 *M12* и *M4* вентиляторов топки и циклона *7* оставляют включенными до полного остывания топки, а затем отключают кнопками - *SB18* и *SB14*.

2.7. САУ температурой топлива и теплоносителя в агрегате витаминной муки

Дать описание технологической схемы (тема 2.5, рис.2.5, а).

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. 2.7), которые включают реле *KV2* и электромагнит *YA* 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 *YA* через реле *KV2*. Теперь все топливо проходит через форсунку. Температура увеличивается. Из-за инерционности термодатчика и транспортного запаздывания часто наблюдается пересушивание травяной муки, что резко снижает ее кормовые показатели. Температура топлива, подаваемого насосом в топку, поддерживается на уровне 75°С при помощи контактного термодатчика *SK*, управляющего электромагнитным пускателем *КМ* электронагревателя *ЕК*. Давление топлива перед форсункой контролируется манометром *Р*.

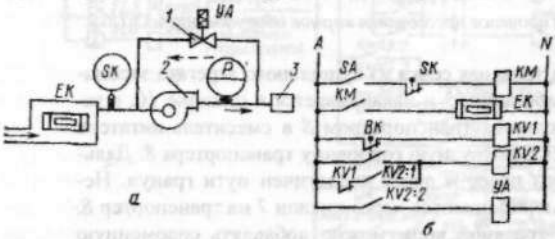


Рис. 2.7. Технологическая (а) и принципиальная электрическая (б) схемы управления температурой топлива и теплоносителя

2.8. САУ процессом прессования кормов оборудованием ОПК-2

Оборудование прессования кормов ОПК-2 производительностью 2 т/ч позволяет гранулировать и брикетировать комбикорма и травяную пуку, сечку травы и кормовые смеси (рис. 2.8.1).

Гранулируемый корм горизонтальным шнеком *2* и вертикальным шнеком загружается в накопительный бункер *4*, из которого дозатором *3* выводится в смеситель-питатель *22* пресса *20*. Одновременно в корм вводятся или вода в дозатор *3* из бака *1* или пар в смеситель *22* из паропроводов *21*. Увлажненный корм непрерывно вводится в пресс *20* и продавливается в радиальные отверстия кольцевой неподвижной матрицы, формируя гранулы. Выдавливаемые гранулы обламываются вращающимся обламывателем и транспортируются ленточным транспортером *19* и норией *18* через камеру предварительного сортирования *14* в охладительную колонку *15*. Гранулы охлаждаются воздухом, засасываемым вентилятором *11*. По мере накопления в охладительной колонке *15* гранулы выгружаются вибровыгружателем *17* через камеру окончательного сортирования *16* на затаривание. Крошка и нестранулированный корм в каме-

рах *14* и *16* отделяются от гранул воздушным потоком, создаваемым вентилятором *6*, и через циклон *7* возвращаются транспортером *5* в бункер *4*.

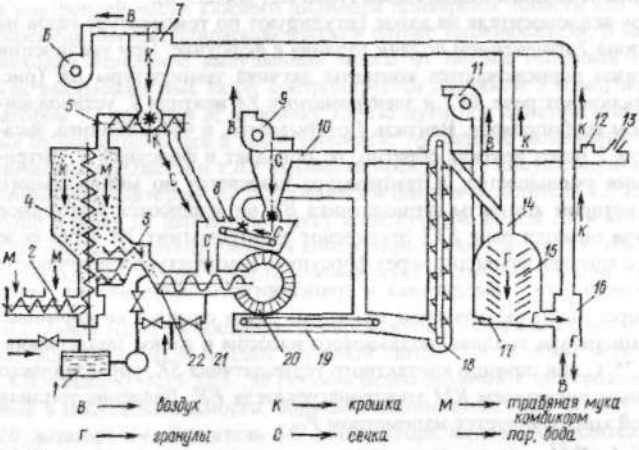


Рис. 2.8.1. Технологическая схема процесса прессования кормов оборудованием ОПК-2

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*. Дальнейший путь брикетов — через пресс и далее аналогичен пути гранул. Неспрессованный корм и крошка возвращаются через циклон *7* на транспортер *8*. Через шлюзовый 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*.

Электрическая схема САУ ОПК-2 предусматривает включение и отключение шестнадцати асинхронных электроприводов механизмов, их защиту и сигнализацию о нормальных и аварийных режимах (рис. 2.8.2). Для облегчения пуска двигателя *M15* пресса, мощность которого составляет 90кВт, предусмотрено его переключение по схеме со «звезды» на «треугольник». Суммарная мощность остальных 15 двигателей не превышает 50кВт. Электродвигатели к сети подключаются автоматами *QF1...QF15*, цепи управления защищены автоматами *SF16* и *SF17*. Пускает и останавливает электроприводы оператор при помощи кнопочных постов *SB1...SB20*, для экстренного отключения всего оборудования предназначена кнопка *SB*. Режим работы выбирают при помощи переключателя *SA2*: в положение *1* — «Смеси» работают все электродвигатели и брикетируют кормовые смеси, в положении *2* — «Сечка» брикетируют травяную сечку, в положении *3* — «Мука» гранулируют травяную муку или комбикорм. Этим же переключателем переводят схему в режим наладки (на рисунке 2.8.2, а цепи переключателя, используемые при наладке, а также цепи сигнализации не показаны).

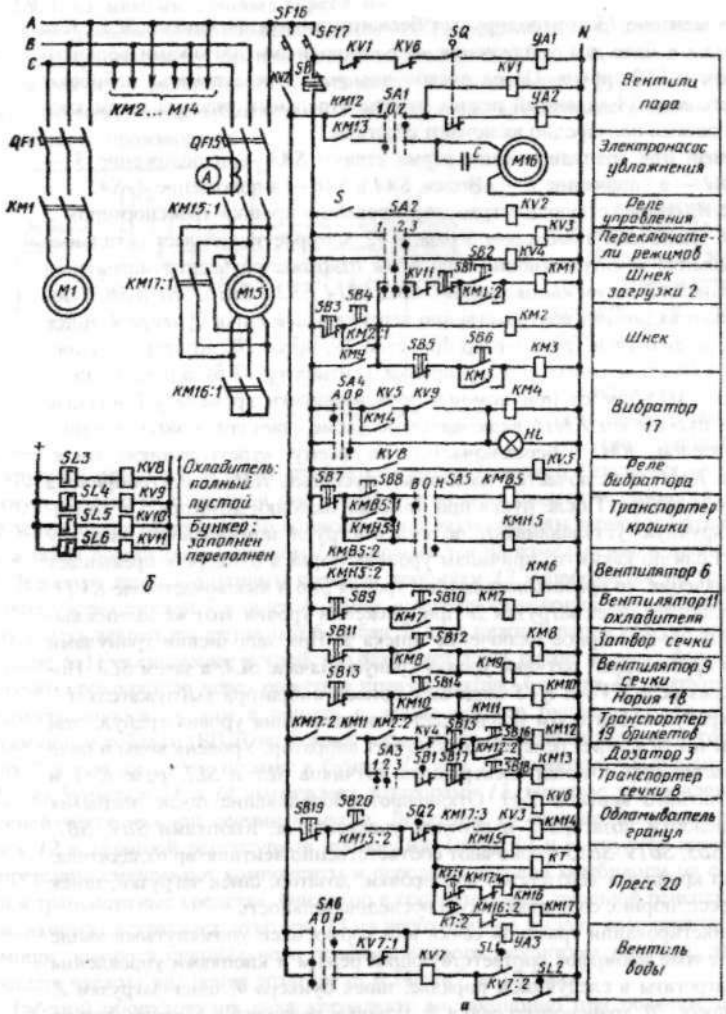


Рис. 2.8.2. Принципиальные электрические схемы САУ ОПК-2 (а), контроля уровня корма (б)

Переключателем *SA1* (рис. 2.8.2, а) устанавливают вид увлажнения при прессовании корма: положение *1*— «Вода», *2*— «Пар». Тумблером *S* и реле *KV2* включают и отключают вторичные цепи. Переключателями *SA4* и *SA6* устанавливают ручной или автоматический режимы работы соответственно вибровыгружателя *17* спрессованного корма и вентиля *YA3*, подающего воду на увлажнение корма до 17%. Уровень исходного сырья в бункере *4* и готового

корма в охладителе *15* контролируется бесконтактными датчиками *SL3...SL6*, уровень воды в баке для увлажнения — электродными датчиками верхнего *SL1* и нижнего *SL2* уровня. Перед пуском включают все автоматы, набирают переключателями *SA* 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 *A*, *SA5* — в положение *B*, соответствующее транспортированию крошки транспортером *5* в бункер *4*. Включают тумблером *S* реле *KV2*, которое запитывает остальные цепи управления и сигнализации. При этом открывается электромагнитный вентиль воды *YA3*. Затем кнопками *SB4, SB2, SB14, SB20, SB16, SB8* и *SB10* последовательно включают соответственно вертикальный шнек бункера *4*, шнек загрузки *2*, норию *18* и транспортер брикетов *19*, пресс *20*, дозатор *3*, транспортер *8* крошки и вентилятор *6* сортировки, вентилятор *11* охладителя. Электродвигатель *M15* пресса при помощи реле выдержки времени *KT* вначале магнитным пускателем *KM16* включается по схеме «звезда», а затем магнитным пускателем *KM17* переключается на схему «треугольник». Блок-контактами *KM17:3* включается магнитный пускатель *KM14* электропривода обламывателя гранул. После пуска при помощи заслонки дозатора *3* и вентилей воды вручную устанавливают по амперметру *A* номинальную загрузку пресса *20*. Если по каким-то причинам уровень сырья в бункере *4* превышает заданное значение, то срабатывает датчик уровня *SL6* и выключает 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 вибратора выгружателя *17*. Разгрузка гранул вибратором продолжается до снижения уровня гранул, при котором датчик *SL4* через реле *KV9* отключает вибратор. Уровень воды в 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, SB19, SB13* отключают соответственно вентилятор охладителя, транспортер крошки и вентилятор сортировки, дозатор, шнек загрузки, шнек бункера, пресс, норию, соблюдая такую последовательность.

При брикетировании травяной сечки или кормосмеси упомянутыми выше переключателями набирают 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, вентилятор *6* сортировки и вентилятор *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 пресса. Если смеситель-питатель *22* забивается сечкой, то от давления сечки срабатывает конечный выключатель *SQ1* и отключает транспортер сечки *8*.

2.9. САУ комбикормовых агрегатов

Оборудование комбикормовых цехов (ОКЦ) предназначено для производства полнорационных рассыпных комбикормов (рис. 2.9.1). Задача комбикормовых цехов — максимально использовать местное сырье (фуражное зерно, травяную муку, пищевые отходы и т.п.) и белково-витаминные добавки промышленного производства.

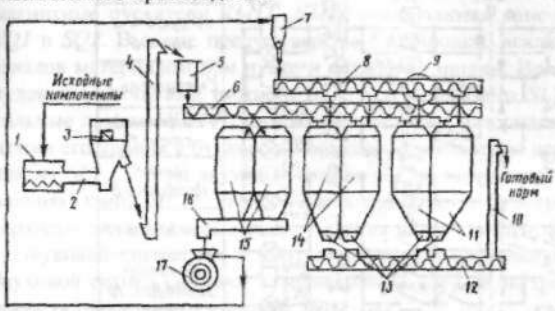


Рис. 2.9.1. Технологическая схема комбикормового агрегата ОКЦ-15

Фуражное зерно из транспортных средств или транспортером из зерносклада подается на решетный стан *1*, где оно очищается от крупных примесей, а затем, пройдя смеситель *3*, норией *4* подается на магнитную колонку *5*, в которой оно очищается от металлических примесей. Далее зернофураж распределяется шнеком *6* по двум секциям зернового бункера *15*, а затем дозирующим шнеком *16* направляется на измельчение в дробилку *17*. Зерновая дерть воздушным потоком дробилки *17* направляется по трубопроводу через циклон *7* в шнек *8*. Шнек имеет просеивающее устройство. На валу шнека закреплен щеточный барабан *9*, а на нижней части кожуха шнека — решето. Просеивающее устройство разделяет дерть на две мучных 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 и БВД из бункеров *11* и *14* выгружают дозаторами *13*, которые установлены в нижней части каждой секции бункера. Дозаторы *13* выдают компоненты в шнек *12* в заданной рецептурной пропорции. Шнек *12* и выгрузной шнек *10* непрерывно смешивают компоненты и передают готовой комбикорм на склад или в транспортные средства. Оператор в соответствии с заданной рецептурой комбикорма настраивает дозаторы *13* на необходимую выдачу компонента при помощи поворота специального лимба храпового механизма привода, изменяющего частоту вращения дозатора от 0,24мин$^{-1}$ до 17,7мин$^{-1}$.

Работой оборудования цеха управляют дистанционно при помощи электрической схемы САУ (рис. 2.9.2). Автоматическими выключателями *QF5...QF9* и *SF10* подают напряжение в САУ. Переключатель *SA1* имеет три положения: *Р* — «Работа», *О* — «Отключено» и *Н* — «Режим наладки». Оборудование пускают в работу в следующем порядке (переключатель *SA1* в положении *Р*). Кнопкой *SL24* подают предупредительный сигнал *НА* о начале пуска машин. Кнопками *SB1, SB3, SB5* последовательно включают: магнитный пускатель *КМ2* электропривода *М2* (2,2 кВт) нории *4* и шнека *6*, пускатель *КМ3* электропривода *М3* (3 кВт) смесителя *3* и пускатель *КМ4* 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*.

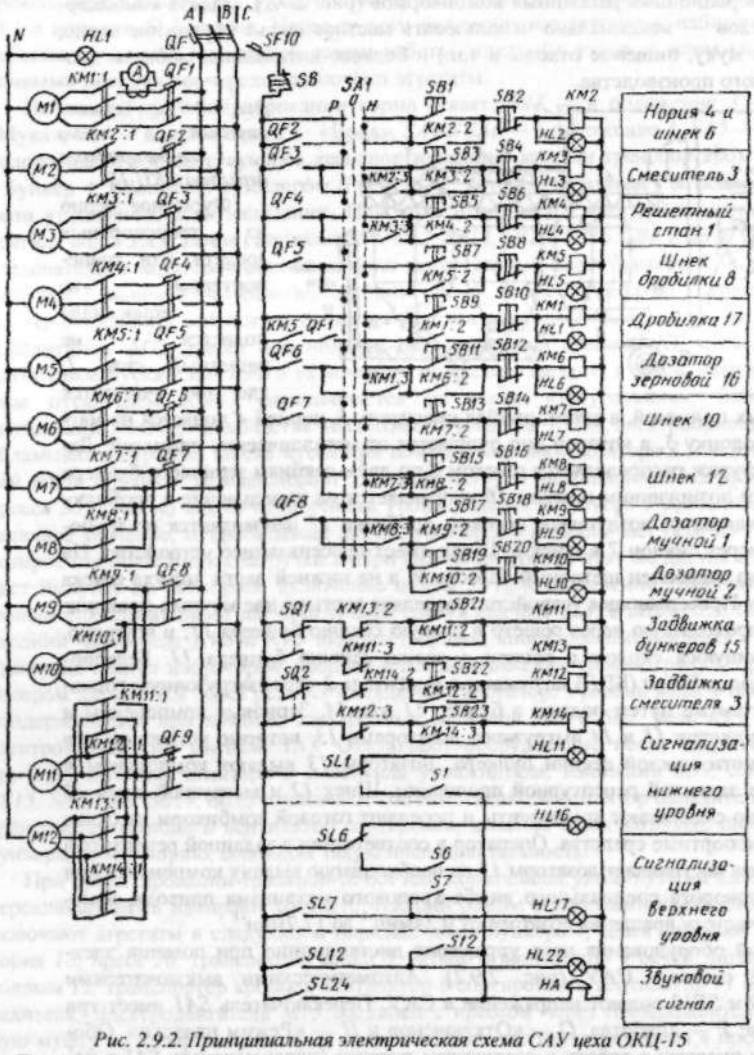


Рис. 2.9.2. Принципиальная электрическая схема САУ цеха ОКЦ-15

Перед пуском дробилки кнопкой *SB7* включают электропривод *М5* (2,2 кВт) шнека *8*, а затем кнопками *SB9* и *SB 11* включают электропривод *М1* (30 кВт) дробилки *77* и электропривод *М6* (0,8 кВт) дозатора *16*. Загрузка дробилки контролируется по амперметру *А*. Смешивание исходных компонентов и

выгрузка готового комбикорма происходят при включении кнопками *SB13* и *SB15* электропривода *M7* (3 кВт) вертикального шнека *10* и электропривода *M8* (2,2 кВт) мучного шнека *12*. Электроприводами *M9* и *M10* (по 2,2 кВт) дозаторов выгрузки *13* компонентов в шнек *12* управляют кнопками *SB17...SB20*. Электроприводами *M11* и *M12* (по 0,27 кВт) задвижек бункера и смесителя *3* управляют кнопками *SB21...SB23*. В крайних конечных положениях задвижек магнитные пускатели *KM11...KM14* отключаются конечными выключателями *SQ1* и *SQ2*. В схеме предусмотрены блокировки, исключающие возможность завалов материалом 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 *HA*, 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 *HA* и соответствующую сигнальную лампу *HL17...HL22*. Звуковой сигнал снимают тумблерами *S1...S12*. В экстренных случаях все машины останавливают кнопкой *SB*.

2.10. САУ поточной линией приготовления корнеклубнеплодов

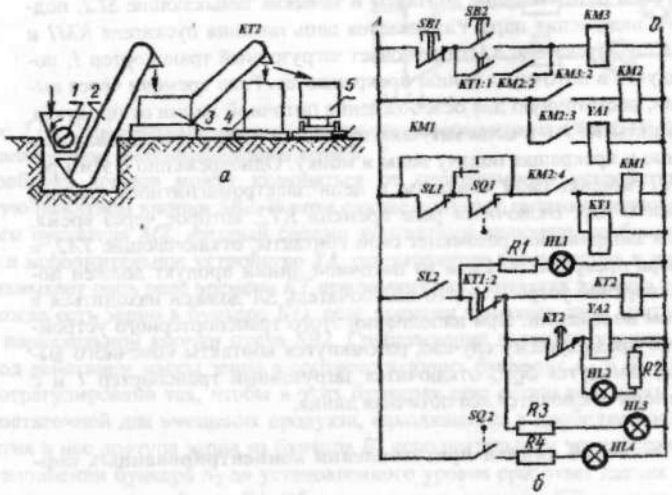


Рис. 2.10. Технологическая схема (а) и принципиальная электрическая схема (б) линии приготовления кормов

При работе и корнеклубнеплоды загрузочным транспортером *1* подаются в подающий транспортер *2*, из которого они поступают в камнеотделительное устройство и в моющую и измельчающую машину *3*. В зависимости от принятой технологии корнеклубнеплоды могут направляться в запарный чан *4* или в транспортное устройство в неизмельченном или измельченном виде (рис.

2.10,а). Поточная линия может включаться от специального программного устройства в соответствии с заданной программой или вручную при помощи кнопки *SB1* (рис. 2.10, б). Номера катушек пускателей соответствуют номерам включаемых ими машин. САУ приготовления корнеклубнеплодов работает следующим образом. При нажатии кнопки *SB1* получает питание пускатель *КМ3*, который включает электродвигатель моющей и измельчающей машины *3*. Контактами *КМ3:2* включается пускатель *КМ2*, подающий напряжение на электродвигатель транспортера *2*, а контакты *КМ2:3* замыкают цепь электромагнитного клапана *YA1*, подающего воду в мойку, и контактами *КМ2:4* пускателем *КМ1* включается загрузочный транспортер *1*. Реле времени *КТ1* при помощи контактов *КМ2:2* также замыкает свои замыкающие и размыкает размыкающие контакты. Таким образом, все машины поточной линии включились последовательно против потока, тем самым исключая возможность завала машины и подающего транспортера продуктом. В запарном чане *4* в верхней части установлено реле уровня *SL1*, так, чтобы при наполнении чана продуктом до этого уровня оно срабатывало, отключая загрузочный транспортер *1*, но в верхней части чана еще оставалась бы часть свободной емкости, достаточной для размещения оставшегося в поточной линии продукта. В этом случае в электрической схеме происходят следующие переключения. При наполнении запарного чана до установленного уровня срабатывает реле уровня *SL1*, размыкая свои размыкающие контакты и замыкая замыкающие *SL2*, подготавливая цепь включения пара. Разрывается цепь питания пускателя *КМ1* и реле времени *КТ1*. Пускатель *КМ1* отключает загрузочный транспортер *1*, поступление продукта в поточную линию прекращается. Реле времени через выдержку времени, достаточную для освобождения поточной линии от продукта, размыкает контакты *КТ1:1* в цепи катушки пускателя *КМ3*, останавливая всю поточную линию и прекращая подачу воды в мойку. Одновременно с этим реле времени *КТ1* замкнет свои контакты в цепи электромагнитного клапана *YA2*, включающего пар. Включится реле времени *КТ2*, которое через время, достаточное для запаривания, разомкнет свои контакты, отключающие *YA2*, и поступление пара прекратится. Если из поточной линии продукт должен поступать в транспортное устройство, то выключатель *SA* должен находиться в левом замкнутом положении. При наполнении этого транспортерного устройства, аналогично предыдущему случаю, разомкнутся контакты конечного выключателя *SQ1*, замкнутся *SQ2*, отключится загрузочный транспортер *1* и с выдержкой времени отключится вся поточная линия.

2.11. САУ поточной линией приготовления концентрированных кормов

Перерабатываемое зерно поступает в приемный бункер $Б_0$, из которого оно направляется в норию *1*, и далее в бункер $Б_1$ (рис.2.11,а). На выходе из бункера установлена заслонка с электромагнитным приводом *YA*. При обтекании обмотки электромагнита током заслонка открывается. В обесточенном состоянии электромагнита пружина заслонки возвращает последнюю в исходное положение, перекрывая выход зерну из бункера. Переработанное в дробилке *2* зерно поступает в циклон, из которого распределяется по бункерам $Б_2$ или $Б_3$.

В рабочем режиме выключатель *SA1* (рис. 2.11,б) должен быть включен, а выключатель *SA2* — находиться в положении, соответствующем наполняемому бункеру. Например, при наполнении бункера $Б_2$ контакты его конечного выключателя *SL4* должны быть закорочены выключателем *SA2*, т.е. *SA2* должен находиться в правом замкнутом положении.

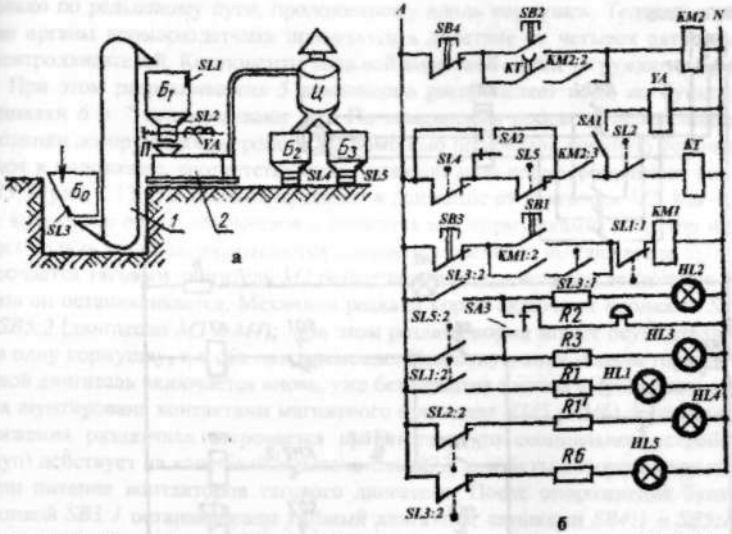


Рис. 2.11. Схемы технологическая (а) и принципиальная электрическая САУ (б) линии приготовления концентрированных кормов

Дробилка кормов может включаться от программного устройства или вручную нажатием кнопки *SB2*. В этом случае получает питание катушка магнитного пускателя *M2*, который своими контактами включает дробилку кормов *2* и исполнительное устройство *YA*, открывающее доступ зерна в дробилку, и замыкает цепь реле времени *KT* при замкнутых контактах датчика уровня *SL2* (когда есть зерно в бункере *Б1*), реле времени замыкает свои контакты в цепи, параллельной кнопки пуска *SB2*. Срабатывание датчиков уровня *SL4* и *SL5* под действием массы зерна в соответствующих бункерах $Б_2$ и $Б_3$ должно быть отрегулировано так, чтобы в этих бункерах еще оставалась часть емкости, достаточной для вмещения продукта, находящегося в дробилке после перекрытия в нее доступа зерна из бункера $Б_1$ исполнительным устройством *YA*. При наполнении бункера $Б_2$ до установленного уровня сработает датчик уровня *SL4*, отключая устройство *YA*. Обесточится реле времени *KT*, которое через время, необходимое для переработки оставшегося в дробилке зерна и его транспортировки в бункер $Б_2$, разомкнет свои контакты, отключая дробилку кормов. Нория пускателем *KM1* включается самостоятельно от программного устройства или при нажатии кнопки *SB1*. При наличии в загрузочном бункере $Б_0$ зерна контакты датчика уровня *SL3* замкнуты. Нория отключается при по-

мощи датчика уровня *SL1*, который размыкает свои контакты при наполнении бункера *Б1* зерном.

2.12. САУ ленточным раздатчиком корма КРС типа РВК (рис. 2.12)

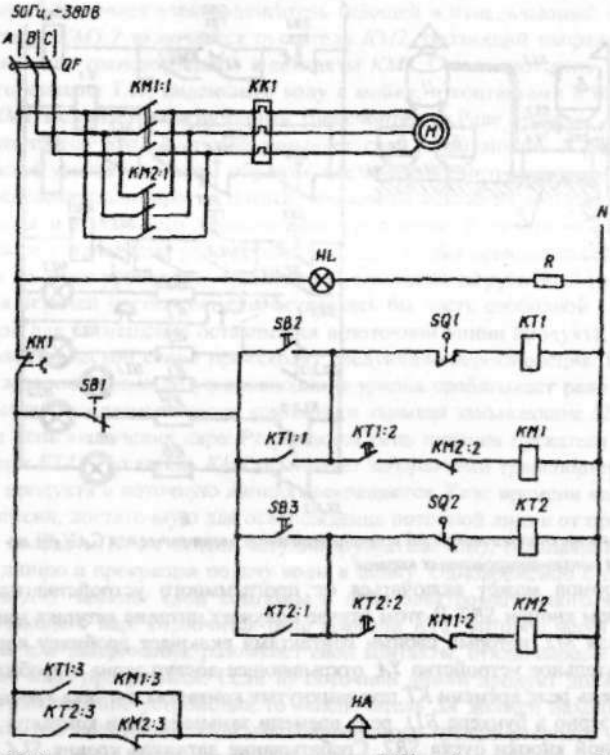


Рис. 2.12. Принципиальная электрическая схема САУ раздатчика кормов РВК-Ф-74

Раздатчик типа РВК предназначен для раздачи кормов всех видов, кроме жидких, на фермах КРС. Рабочий орган этого раздатчика в зависимости от исполнения представляет собой ленту или скребковое полотно. Корм из бункера равномерно транспортируется в кормушки с помощью электропривода *М*. Кнопкой *SB2* включается реле времени *KT1*, которое своими контактами включает звуковую сигнализацию *HA* и с выдержкой времени магнитный пускатель *KM1* электропривода *М*. При заполнении кормушки по всей длине срабатывает конечный выключатель *SQ1*, который отключает кормораздачу. Перед началом следующего кормления кнопкой *SB3* включается реле *KT2*, которое аналогичным образом включает звуковой сигнал *HA* и с выдержкой времени магнитный пускатель *KM2*. Электропривод *М* возвращает ленту в исходное положение до размыкания контактов конечного выключателя *SQ2*. При этом лента очищается от остатков корма.

2.13. САУ кормораздатчиком-смесителем типа КС-1,5

Для раздачи кормов свиньям также используют мобильные и стационарные раздатчики, в том числе и кормораздатчик-смеситель типа КС для раздачи влажных кормовых смесей на небольших свинофермах. Мобильность кормораздатчика-смесителя КС (рис. 2.13,а) ограничена, поскольку он перемещается только по рельсовому пути, проложенному вдоль кормушек. Тележка и рабочие органы кормораздатчика приводятся в действие от четырех автономных электродвигателей. Компоненты влажной кормовой смеси загружают в бункер *4*. При этом разравниватель *5* равномерно распределяет корм по бункеру, а мешалки *6* и *7* перемешивают его. По завершении процесса перемешивания заслонки дозирующих устройств *3 с* помощью штурвалов вручную устанавливают в положение, соответствующее заданной дозе корма. Нажимают кнопку *SB3:2* (рис. 2.13,б) и тележка приходит в движение от двигателя *M2*. Как только выгрузные отверстия шнеков *2* окажутся над кормушками, оператор нажимает педаль тормоза, размыкаются контакты конечного выключателя *SQ1*, отключается тяговый двигатель *M2* раздатчика и под действием ленточного тормоза он останавливается. Механизм раздачи корма включают кнопками *SB4:2* и *SB5:2* (двигатели *M3* и *M4*); при этом раздача корма может осуществляться и в одну кормушку, и в обе одновременно. При отпускании педали тормоза тяговой двигатель включается вновь, уже без нажатия кнопки «Пуск», поскольку она шунтирована контактами магнитного пускателя *KM5 (KM6)*. Если на пути движения раздатчика встречается препятствие, то специальное устройство (щуп) действует на конечный выключатель *SQ2*, контакты которого разрывают цепи питания контакторов тягового двигателя. После опорожнения бункера кнопкой *SB3:1* останавливают тяговый двигатель, кнопками *SB4:1* и *SB5:1* — шнеки и затем кнопкой *SB3:3* переключают тяговый двигатель на обратный ход.

2.14. САУ приготовления и раздачи жидких кормов

САУ (рис. 2.14) рассчитывает компоненты кормовой смеси, дозирует их и раздает готовый корм в соответствии с заданной программой. Система выполняет управляющие и информационные функции. К управляющим функциям относится вся последовательность команд, обеспечивающих нормальный ход технологического процесса (ТП) и защиту механизмов в случае его нарушения. Информационные функции системы предоставляют оператору возможность контроля за ходом ТП. В числе информационных каналов: индикация рекомендуемого рецепта корма и количество подаваемых комбикормов и воды, информация о количестве корма, поступившего в каждую кормушку, о состоянии исполнительных устройств системы.

Работа САУ начинается с установки оператором необходимых количеств комбикорма и воды. После нажатия кнопки «Пуск» вся последующая цепь операций выполняется по команде микроконтроллера *17*: открывается клапан *10* подачи подогретой до 40°С воды, а спустя несколько минут включаются шнек *6* подачи комбикорма из бункера в ванну и привод *4* мешалки. Подача воды и комбикорма автоматически прекращается после выдачи заданных доз, а привод мешалки продолжает работать до окончания процесса раздачи корма.

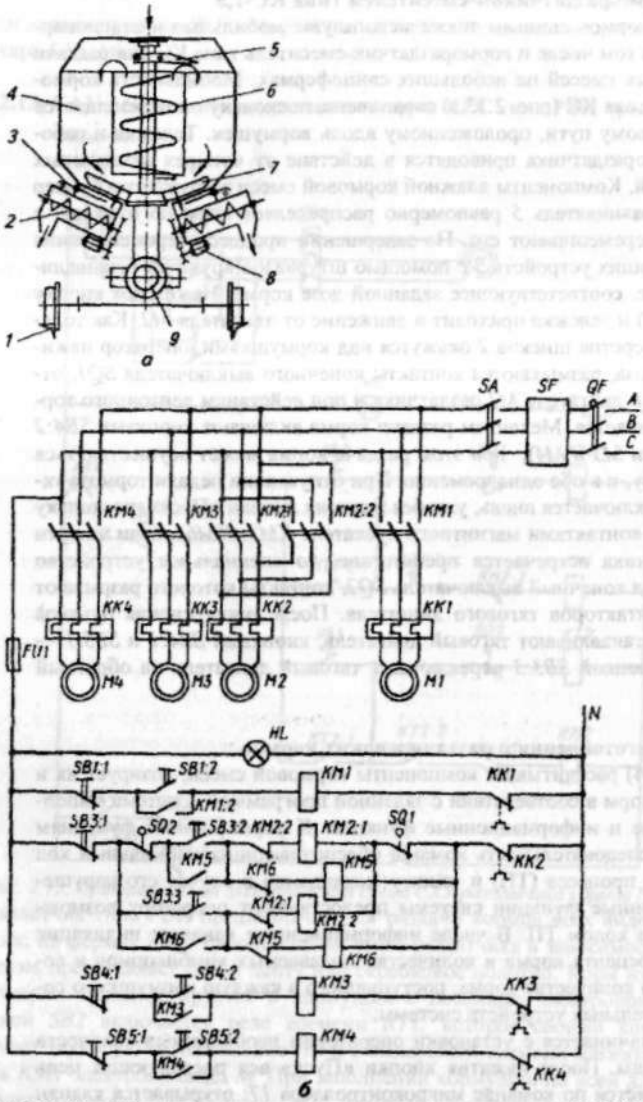


Рис.2.13. Конструкция (а) и принципиальная электрическая схема (б) САУ кормораздатчиком-смесителем типа КС-1,5: 1 - рельсовый путь; 2 - выгрузной шнек; 3 - дозатор; 4 – бункер; 5 – разравниватель; 6, 7 – шнековая и лопастная мешалки; 8 – привод шнека 2; 9 – мотор-редуктор

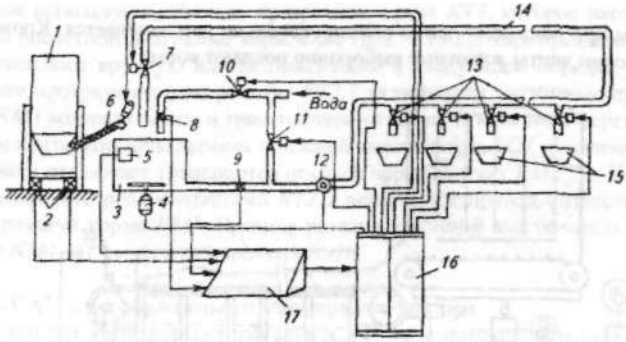


Рис. 2.14. Технологическая схема автоматизации приготовления и раздачи жидких кормов: 1 — бункер; 2 — тензометрические преобразователи массы; 3— смеситель; 4 — двигатель мешалки; 5 — датчик температуры корма; 6 — шнек подачи комбикорма; 7, 10, 11, 13 — клапаны; 8 — расходомер воды; 9 — расходомер корма; 12 — насос; 14 — кормопровод; 15 — кормушки; 16 — шкаф управления; 17 — микроконтроллер

Система выдает информацию о количестве поданной в ванну воды (расходомер *8*), массе комбикорма в бункере (тензометрические преобразователи *2*) и температуре корма (в случае ее отклонения от нормы включается сигнализация). Раздача приготовленного корма начинается по команде оператора. В соответствии с программой кормления микроконтроллер выдает команды на открытие клапана *7* и включение насоса *12*. Так начинается процесс заполнения кормопровода *14*, по окончании которого закрывается клапан *7* и открывается клапан *13* для подачи корма в первую кормушку. Доза поступившего в кормушку корма измеряется расходомером *9*, выходной сигнал которого через аналого-цифровой преобразователь подается в микроконтроллер, и, когда поступившая доза корма сравнивается с заданной, клапан первой кормушки закрывается, а клапан подачи корма во вторую кормушку открывается. Процесс подачи корма отражается на специальном индикаторе с указанием номера кормушки и количества загружаемого корма. В случае опорожнения ванны-смесителя система переходит в режим «Ожидание» на время подготовки новой порции корма.

2.15. САУ кормораздаточных поточных линий типа ТВК-80Б

Кормораздатчик типа ТВК-80Б представляет собой движущуюся челночно ленту *3* (рис. 2.15.1) в кормушках *4*, приводимую в действие реверсивным электроприводом *5*. При движении вперед лента уносит к месту стойла животных определенное, загружаемое питателем *1* количество корма. В качестве питателя может быть использован кормораздатчик, который имеет накопительную емкость *2*. С возвратом ленты (реверс) кормушки самоочищаются от остатков корма, который удаляется из помещения транспортером *6*. Таким образом, ТВК-80Б способен транспортировать корма к месту потребления и убирать их отходы, то есть выполнять наиболее трудоемкие технологические операции. Но нормированное кормление на ТВК-80Б осуществить невозможно,

поскольку корм при движении ленты самопроизвольно разравнивается. Кроме того, при движении ленты животные выборочно поедают корм.

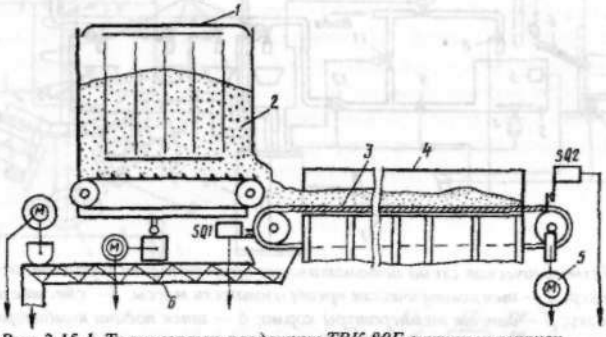


Рис. 2.15.1. Транспортер-раздатчик ТВК-80Б внутри кормушек

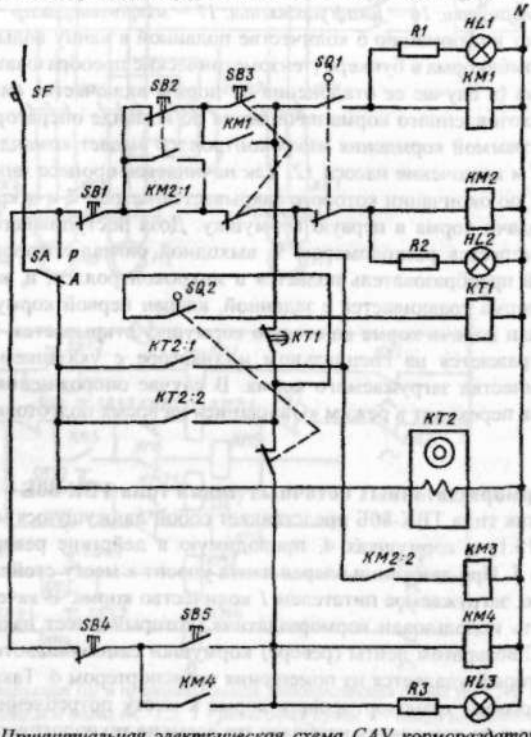


Рис. 2.15.2. Принципиальная электрическая схема САУ кормораздаточной линией ТВК-80Б

Технологическая линия раздачи корма с кормораздатчиком ТВК-80Б может функционировать в автоматическом режиме. Для раздачи кормов в тече-

ние суток используют суточное программное реле *КТ2*, которое настраивают согласно расчетной диаграмме кормления (рис. 2.15.2). Кормораздаточной линией управляют вручную или автоматически в следующем порядке. Вначале контактом программного устройства *КТ2:1* включаются магнитные пускатели *КМ2* и *КМ3* возврата ленты и транспортера отходов. В конечном переднем положении ленты кормораздатчика концевой выключатель *SQ1* останавливает ее движение и отключает транспортер отходов через контакт *КМ2 : 2*. По команде программного реле контактами *КТ2:2* включается привод питателя *КМ4* и привод раздачи корма *КМ1*. В конце раздачи концевой выключатель *SQ2* отключает *КМ4* и с выдержкой времени *КМ1*.

2.16. САУ платформенными кормораздатчиками

В дозаторах корм отрегулированным вручную потоком перемещается по наклонному транспортеру (рис. 2.16.1) на раздаточную платформу *2*, которая, двигаясь вдоль фронта кормления, сбрасывает корм в кормушки *3* сначала на одной, а затем на другой половине фронта кормления по длине помещения. Когда платформа движется влево, на нее поступает корм, но поднятые вверх скребки пропускают его. При обратном движении платформы в левой части помещения скребки опускаются и сбрасывают корм в кормушки. Аналогично происходит раздача корма в правой части помещения.

Работой кормораздатчиков управляют как автоматически, так и вручную. В автоматическом режиме в заданное время программное реле *КТ* замыкает свои контакты (рис. 2.16.2), включает магнитный пускатель *КМ1* загрузочного транспортера и *КМ2* бункера-дозатора. Кроме того, подготавливается к включению цепь магнитного пускателя *КМ3* раздаточной платформы. Когда корм начинает поступать на платформу, датчик кормов *BL* включает пускатель *КМ3*, а через него — привод платформы. В крайнем положении платформы срабатывает конечный выключатель *SQ1*, реверсирующий движение платформы. Во втором крайнем положении конечный выключатель *SQ2* выполняет обратный реверс. Челночное движение платформы происходит до тех пор, пока не выключатся контакты реле времени *КТ* или датчика потока корма *BL*. Продолжительность раздачи корма 20...30 мин. Автоматическое управление дублируется ручным через переключатель *SA* и кнопки *SB1...SB7*.

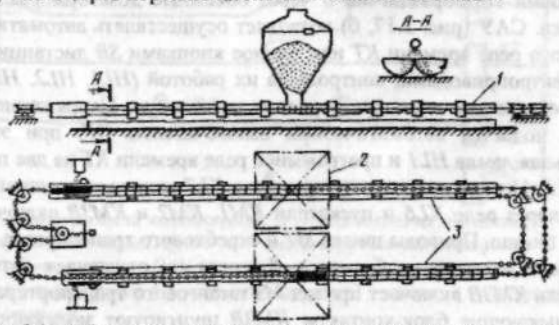


Рис. 2.16.1. Схема устройства кормораздатчика платформенного типа

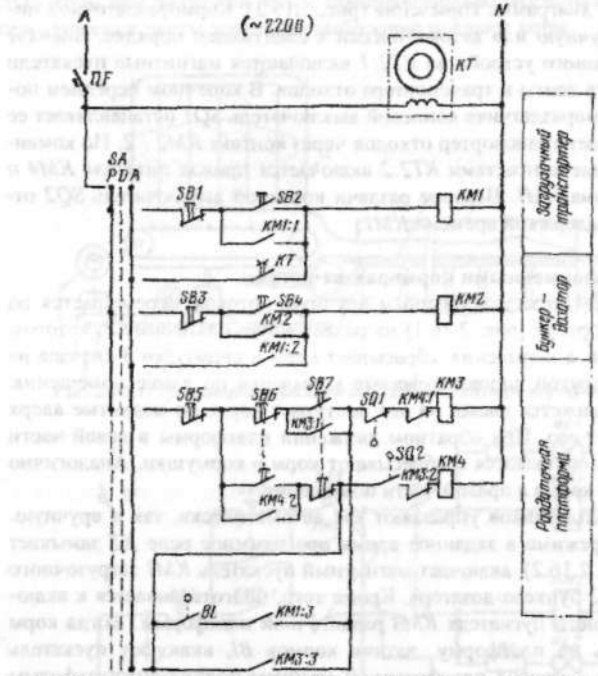


Рис. 2.16.2. Принципиальная схема САУ платформенным кормораздатчиком

2.17. САУ поточной линией раздачи гранулированных кормов свиньям с применением раздатчика кормов РКА-2000 (рис. 2.17)

Корм автозагрузчиком *1* подается в бункер-хранилище *2* (рис. 2.17, а). Шнек *7* и скребковый транспортер *4* загружают кормоприемные бункера *8*. Штанговый с шайбами кормораздатчик *6* через объемные дозаторы раздает гранулы в кормушки. САУ (рис. 2.17, б) позволяет осуществлять автоматическое от программного реле времени *KT* или ручное кнопками *SB* дистанционное управление электроприводами, контроль за их работой *(HL1, HL2, HL3)*, защиту от перегрузок и отключение при коротких замыканиях. Напряжение на схему управления подается автоматическим выключателем *QF*, при этом включается сигнальная лампа *HL1* и программное реле времени *KT* на две программы *KT:1* и *KT:2*. Первая программа через реле *KL7* включает освещение, вторая программа через реле *KL6* и пускатели *KM1*, *KM2* и *KM3B* включает кормораздаточную линию. Приводы шнека *M1* и скребкового транспортера *M2* работают до полного наполнения бункеров *8*, когда их отключает датчик уровня *SL*. Пускатель *KM3B* включает привод *M3* штангового транспортера на ход «Вперед». Замыкающие блок-контакты *KM3B* шунтируют замыкающие контакты конечного выключателя *SQH*. Штанги перемещаются из одного крайнего положения в другое на 44 мм.

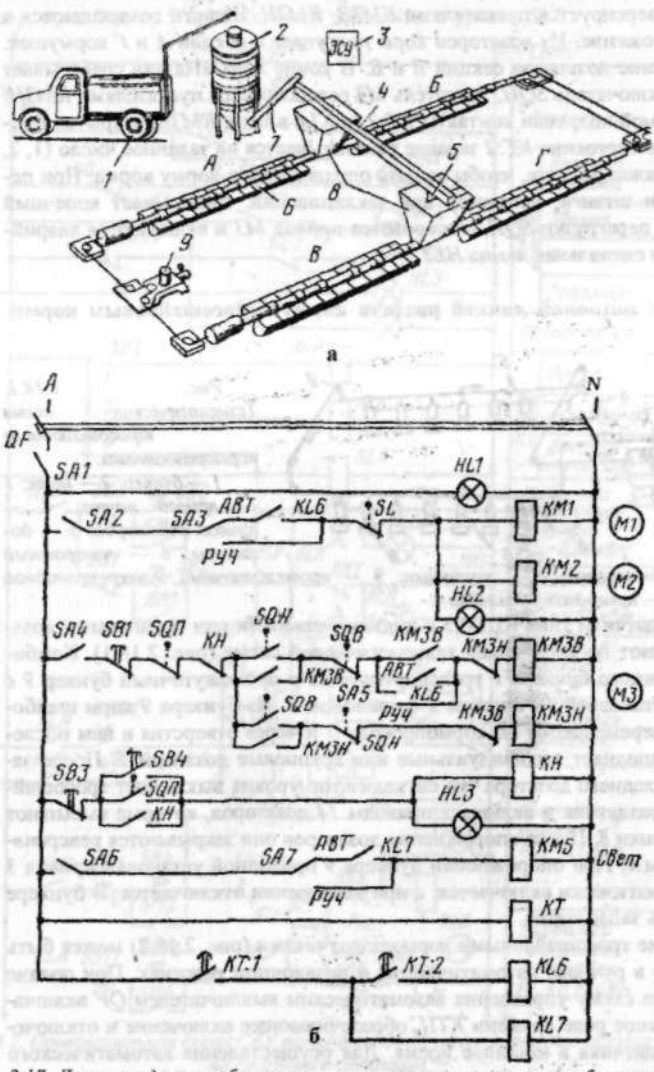


Рис. 2.17. Линия раздачи комбикормов: а — технологическая схема; б — принципиальная электрическая схема САУ: 1— автозагрузчик комбикормов; 2 — бункер-хранилище комбикормов; 3 — САУ; 4 — горизонтальный скребковый транспортер; 5 — датчик уровня комбикормов; 6 — кормораздатчик; 7 — шнек; 8 — приемный бункер; 9 — приводная станция

Корм из бункеров *8* доставляется в объемные дозаторы секций *А* и *Г* кормушек. В конце хода «Вперед» срабатывает конечный выключатель *SQB*, дви-

гатель *М3* реверсируется пускателями *КМ3В, КМ3Н.* Штанги возвращаются в исходное положение. Из дозаторов корм поступает в секции *А* и *Г* кормушек. Идет заполнение дозаторов секций *Б* и *В.* В конце хода «Назад» срабатывает конечный выключатель *SQH,* двигатель *М3* реверсируется пускателями *КМ3Н, КМ3В* на прямой ход, если контакты *КТ:2* (и *KL6* в цепи *КМ3В)* закрыты. Время замкнутого состояния *КТ:2* заранее рассчитывается на заданное число (1, 2, 3) полных циклов раздачи, чтобы выдать определенную норму корма. При перегрузке цепи штанги, например при заклинивании, срабатывает конечный выключатель перегрузки *SQП,* отключается привод *М3* и включаются аварийное реле *КН* и сигнальная лампа *HL3.*

2.18. САУ поточной линией раздачи кормов тросошайбовым кормораздатчиком

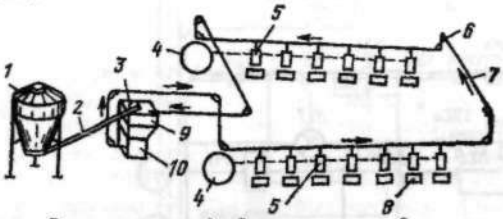


Рис. 2.18.1. Технологическая схема тросошайбового кормораздатчика:
1 — бункер; 2 — шнек; 3 — привод шнека; 4 — привод дозаторов; 5 — дозаторы; 6 — поворотный узел; 7 — кормопровод; 8 — кормушки; 9 — промежуточный бункер приводной установки; 10 — приводная установка

Кормораздатчики типа КШ-0,5 с индивидуальными или групповыми дозаторами работают по следующей технологической схеме (рис. 2.18.1). Комбикорм из наружного бункера *1* транспортируется в промежуточный бункер *9* с приводной установкой *10* шнеком *2* с приводом *3.* Из бункера *9* корм шайбовым тросом перемещается по кормопроводу *7* и через отверстия в нем последовательно заполняет индивидуальные или групповые дозаторы *5.* После заполнения последнего дозатора его сигнализатор уровня выключает тросошайбовый кормораздатчик и включает приводы *14* дозаторов, которые высыпают корм в кормушки *8.* После опорожнения дозаторов они закрываются реверсивным приводом *4.* При опорожнении бункера *9* приводной установки привод *3* шнека *2* автоматически включается, а при заполнении отключается. В бункере *1* должен быть запас корма.

Управление тросошайбовыми кормораздатчиками (рис. 2.18.2) может быть осуществлено в ручном, автоматическом и наладочном режимах. При подаче напряжения на схему управления автоматическим выключателем *QF* включается программное реле времени *КТП,* обеспечивающее включение и отключение кормораздатчика в заданное время. Для осуществления автоматического режима управления переключатель *SA1* ставят в положение *3* («Автоматика»), переключатель *SA2* — в положение *2* («Автоматика»), включается цепь реле времени *КТ2,* дозирующее увлажнение. Программное реле времени *КТП* подает сигналы на включение установки. При отсутствии комбикорма в промежуточном бункере *9* контакты датчиков нижнего *SLH2* и верхнего *SLB2* уровней замкнуты, магнитные пускатели *КМ1* и *КМ3* включают электродвигатели за-

грузочного шнека *М1* и вибратора бункера-накопителя *М3*, которые работают до тех пор, пока бункер *9* не заполнится до верхнего уровня *SLB*.

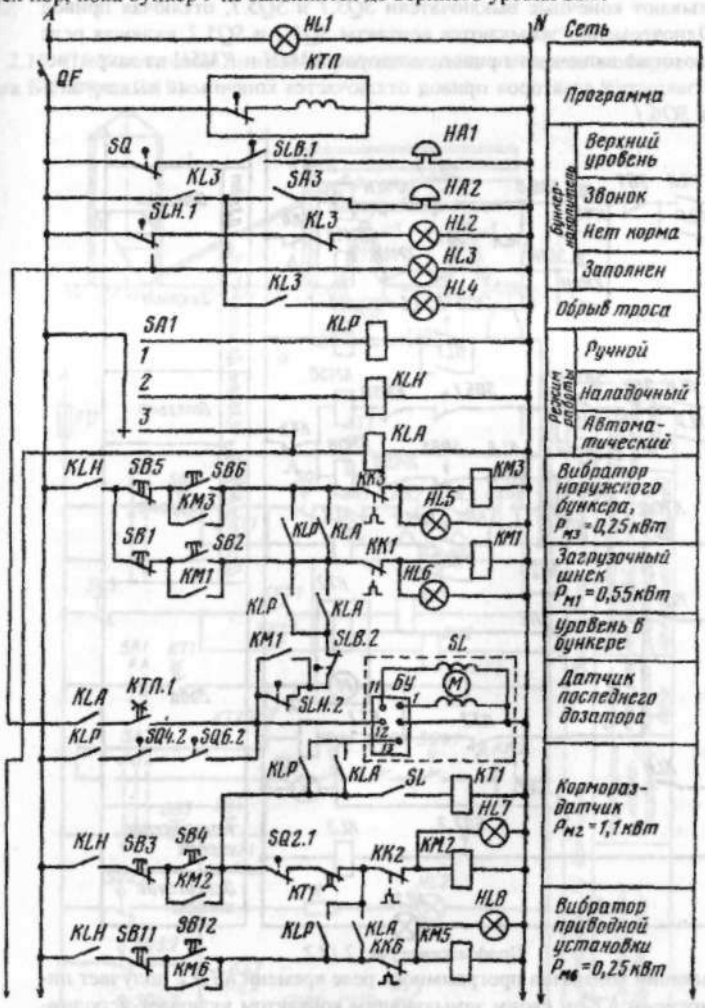
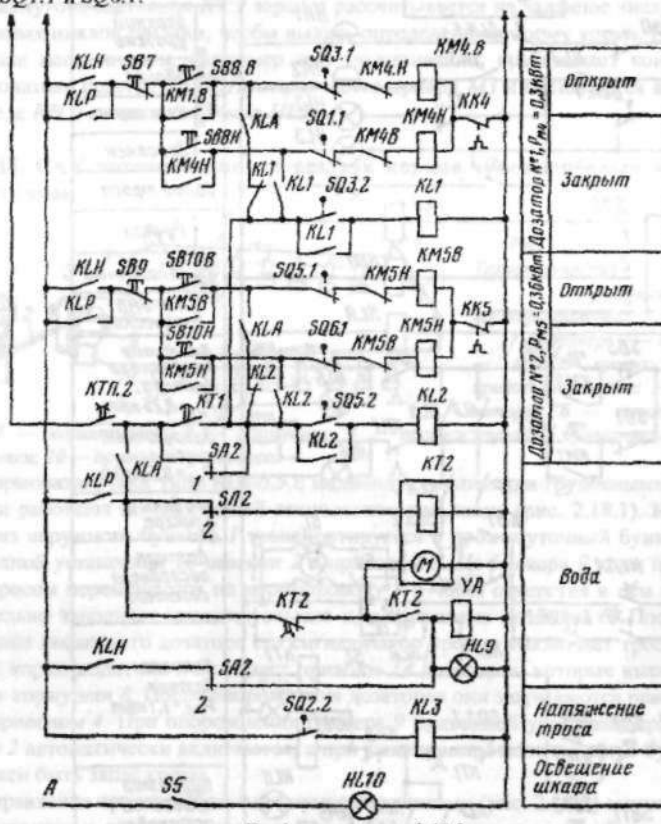


Рис. 2.18.2. Принципиальная схема САУ тросошайбовым транспортером (продолжение на следующей странице)

При заполнении последнего дозатора *5* срабатывает его сигнализатор уровня *SL*. Реле времени *КТ1* получает питание и размыкающим контактом *КТ1* с выдержкой времени, необходимой для освобождения кормопровода от корма, при замкнутом контакте *КТП.2* отключает электродвигатель *М2* кормораздатчика и вибратора приводной установки *Мб*, а замыкающим контактом

включает привод дозаторов *M4* и *M5* на открытие. При полном открытии дозаторов срабатывают конечные выключатели *SQ3.1* и *SQ5.1*, отключая привод дозаторов. Одновременно замыкаются контакты *SQ3.2* и *SQ5.2*, включая реле *KL1* и *KL2*, которые включают привод дозаторов *KM4H* и *KM5H* на закрытие. При полном закрытии дозаторов привод отключается конечными выключателями *SQ1.1* и *SQ6.1*.



Продолжение рис. 2.18.2

При замыкании контактов программного реле времени *КТП.2* получает питание реле времени *КТ2* и своим замыкающим контактом включает исполнительное устройство (электромагнит) *YA*, который открывает вентиль. Вода поступает в кормушки. Через 4...7мин размыкающий контакт *КТ2* разрывает цепь питания электромагнита *YA*. Вентиль закрывается. При обрыве, ослаблении или чрезмерном нажатии троса отключается электродвигатель *M2* кормораздатчика размыкающими контактами конечного выключателя, приводимого в действие датчиком натяжения троса *SQ2.1*. Одновременно замыкается контакт

SQ2.2, срабатывает реле *KL3* и включаются сигнальная лампа *HL4* и звонок *HA2*.

2.19. САУ поточной линией кормления птиц с помощью оборудования типа БКМ (рис.2.19)

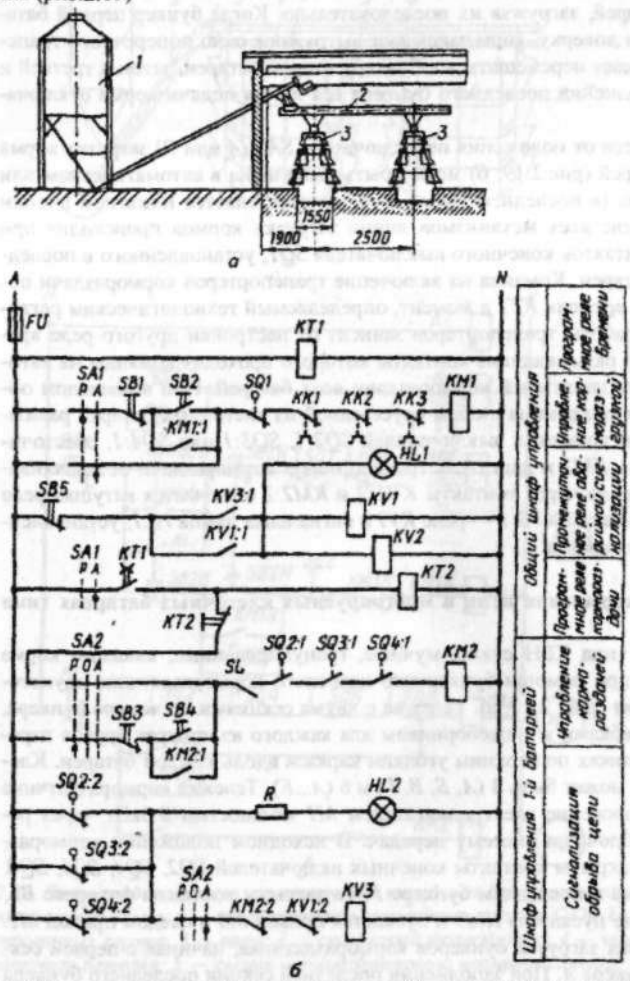


Рис. 2.19. Технологическая (а) и электрическая (б) схемы САУ линией кормления птицы: 1 — бункер; 2 — поперечный транспортер; 3 — кормушки

Линия кормления птицы включает в себя бункер *7* (рис. 2.19, а) сыпучих кормов, поперечный транспортер *2*, бункер батареи, линию кормушек *3* с про-

дольным транспортером. Бункер сыпучих кормов загружается кормом через верхние люки, а опорожняется с помощью системы из трех шнеков.

Корм из бункера *7* наклонным транспортером подается в приемник горизонтального поперечного транспортера *2*, который доставляет его в бункеры клеточных батарей, загружая их последовательно. Когда бункер первой батареи заполняется доверху, корм закрывает выгружное 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.

В зависимости от положения переключателя *SA1 (А* или *Р)* загрузка корма в бункеры батарей (рис.2.19, б) может быть выполнена в автоматическом или ручном режимах (в последнем случае пуск осуществляется нажатием кнопки *SB2*). Отключение всех механизмов линии загрузки кормов происходит при размыкании контактов конечного выключателя *SQ1*, установленного в последнем бункере батареи. Команда на включение транспортеров кормораздачи поступает от реле времени *КТ1* в момент, определяемый технологическим регламентом.Время работы транспортеров зависит от настройки другого реле времени *КТ2*, через размыкающие контакты которого проходят команды на автоматический пуск двигателей кормораздачи всех батарей. При возможном обрыве цепи кормораздачи на любом ярусе одной из клеточных батарей размыкаются контакты конечных выключателей *SQ2:1, SQ3:1* или *SQ4:1*, обесточивается пускатель *КМ2* и двигатель транспортеров кормораздачи останавливается. Одновременно через контакты *KV1:2* и *КМ2:2* включается катушка реле *KV3*, а через контакты *KV3:1* — реле *KV1* и сигнальная лампа *HL1*, установленная в зале обслуживания.

2.20. САУ кормления птиц в многоярусных клеточных батареях типа КБН

В батареях типа КБН сухие, мучные, гранулированные, влажные корма раздают птице при помощи бункерного навесного кормораздатчика двухстороннего действия (рис. 2.20, а). Тележка с двумя секциями по четыре бункера, пометными скребками и яйцесборником для каждого из четырех ярусов перемещается на роликах по верхним уголкам каркаса вдоль каждой батареи. Клеточных батарей может быть 4 (*А, Б, В, Г*) и 6 (*А...Е*). Тележка кормораздатчика приводится в движение электродвигателем *М1* мощностью 0,6кВт через редуктор и трособлочную систему передач. В исходном положении кормораздатчиков *А...Г* закрыты контакты конечных включателей *SQ2, SQ4, SQ6, SQ8*. И если нет корма в последнем бункере *Г*, то закрыты контакты фотореле *BL*, получает питание пускатель *КМ3* и пускается привод *М3* и следом привод *М2*. Идет поочередная загрузка бункеров кормораздатчика, начиная с первой секции первого бункера *А*. При заполнении последней секции последнего бункера *Г* фотореле *BL* останавливает приводы *М3* и *М2* загрузочной линии. При автоматическом управлении в соответствии с графиком раздачи корма кратковременно закрываются контакты программного реле времени *КТ* в цепи промежуточного реле *KL*. Реле *KL* замыкает свои контакты в цепях катушек магнитных пускателей *КМ1В (КМ2В, КМ3В, КМ4В)*, которые включают приводы *М1А*

(M1Б, M1В, M1Г) раздатчиков кормов, и все раздатчики одновременно начинают раздавать корм в четыре клеточные батареи.

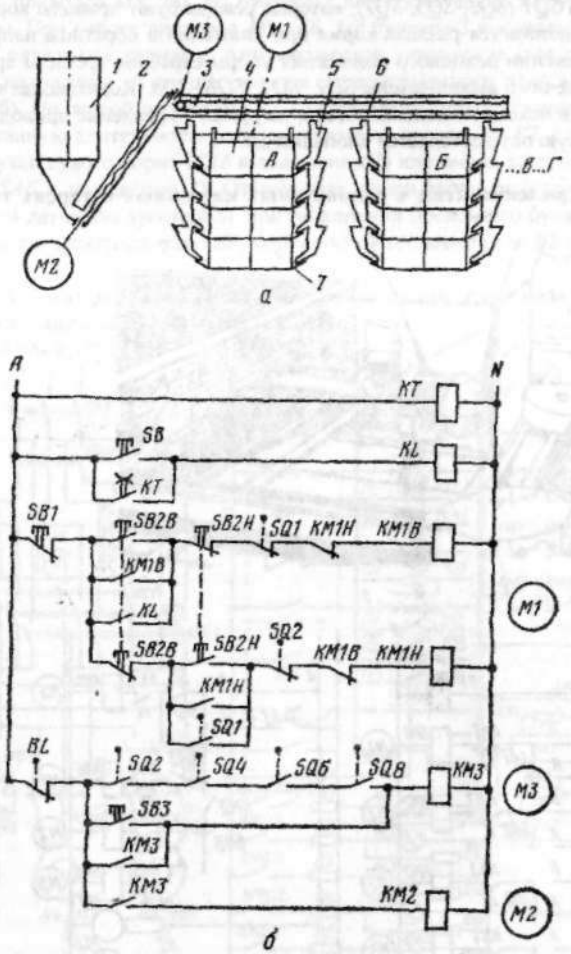


Рис. 2.20. Линия раздачи кормов в многоярусных клеточных батареях типа КБН: а — технологическая схема; б — принципиальная электрическая схема САУ; 1 — бункер концентрированных кормов; 2 — шнек; 3 — скребковый транспортер; 4 — четырехъярусная клеточная батарея; 5 — секция четырехбункерного кормораздатчика; 6 — выгрузное окно; 7 — кормушка

На рис. 2.20, б показана схема включения одного привода *M1A* батареи *А*. Для управления приводами кормораздатчиков клеточных батарей *Б, В, Г* схемы управления аналогичны. При движении кормораздатчиков от исходного

положения к конечному идет одновременно сбор яиц и очистка батарей от помета. Дойдя до конца, упоры скребков четвертых ярусов нажимают на конечные выключатели *SQ1 (SQ3, SQ5, SQ7)*, которые реверсируют приводы кормораздатчиков. Продолжается раздача корма при движении в обратном направлении. При достижении исходного положения упоры скребков третьего яруса нажимают на конечные выключатели *SQ2, SQ4, SQ6, SQ8*. Кормораздатчики останавливаются в исходном положении для загрузки. Управление приводами *M1, M2, M3* вручную осуществляется кнопками *SB*.

2.21. САУ кормления птиц в одноярусных клеточных батареях типа ОБН (рис. 2.21)

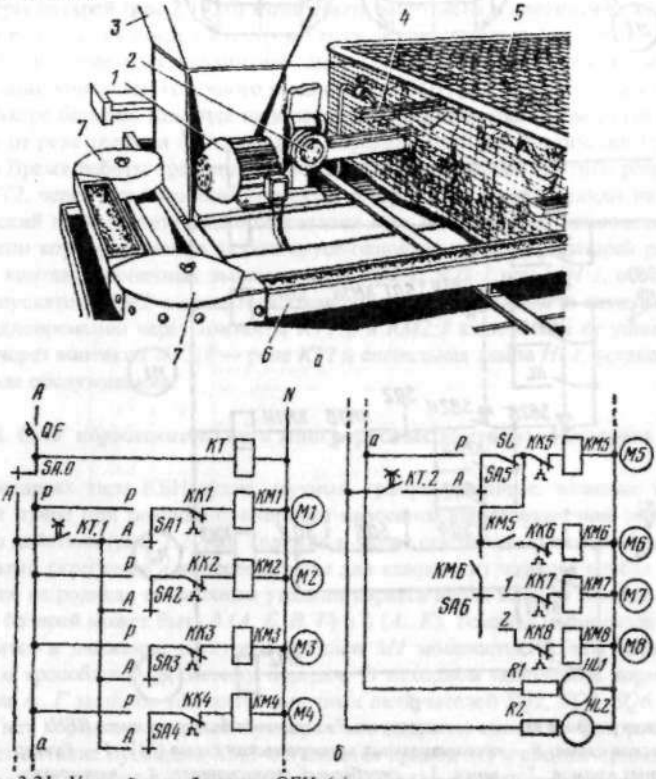


Рис. 2.21. Устройство батареи ОБН (а) и принципиальная электрическая схема САУ кормораздачей (б)

Раздача кормов в одноярусных клеточных батареях ОБН осуществляется цепочно-ленточными транспортерами, огибающими батареи ОБН (рис. 2.21,а), привод которых осуществляется от электродвигателя *1* мощностью 0,6кВт через редуктор *2*. Всего двигателей 4 (*M1, M2, M3, M4*) по одному на линию раз-

дачи. Четыре привода *М5, М6, М7, М8* работают в линии загрузки бункеров *3*. При работе приводов *М5, М6, М7* бункера *3* последовательно загружаются сухим кормом. При работе приводов *М5, М6, М8* бункера *3* последовательно загружаются влажными кормами. Автоматическое управление (все переключатели *SA* в положении *А*) осуществляется от программного реле времени *КТ* (рис. 2.21 ,б). По первой программе *КТ.1* включаются четыре линии кормораздачи на заданную длительность работы, по второй программе *КТ.2* включается линия загрузки сухого корма (*SA6* в положении *1*) или линия загрузки влажного корма (*SA6* в положении *2*). Отключение линии загрузки осуществляется мембранным датчиком уровней *SL* при заполнении последнего бункера доверху. Для защиты электродвигателей используются тепловые реле *КК1...КК8*.

2.22. САУ микроклиматом в животноводческом помещении с помощью оборудования «Климат-4» (рис.2.22)

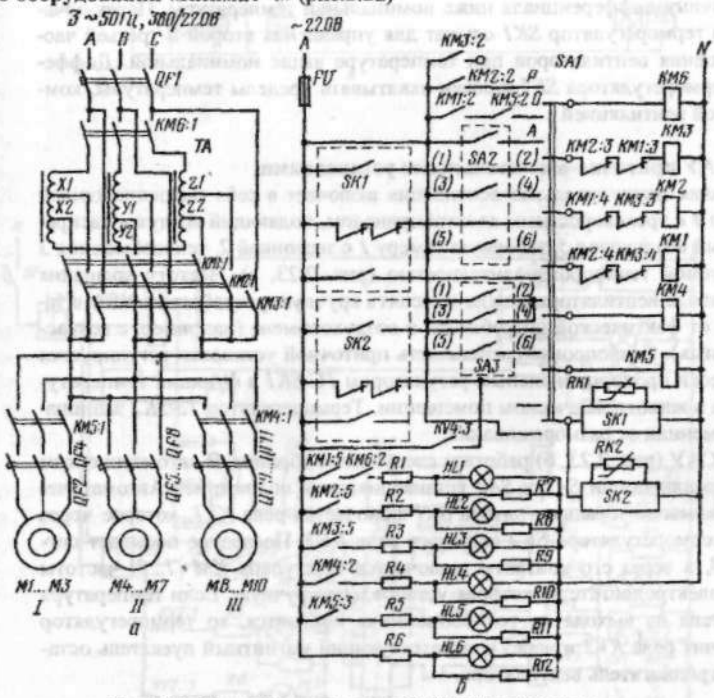


Рис. 2.22. Принципиальная схема САУ микроклиматом

В комплект оборудования «Климат-4» входит от 8 до 24 вентиляторов. Тип и число устанавливаемых в одном помещении вентиляторов определяются расчетами воздухообмена по «летнему» режиму. Оборудование «Климат-4» комплектуется устройствами автоматического регулирования напряжения на зажимах электродвигателей вентиляторов.

Общий автоматический выключатель *QF1* выполняет функции коммутации силовых цепей и их защиты, автотрансформатор *TA* имеет две выводные отпайки на пониженное напряжение, контакторы *KM1* и *KM2* коммутируют это напряжение на вентиляторы, обеспечивая первую и вторую частоты вращения, контактор *KM3* подает номинальное напряжение 380В — третья частота вращения, а контакторы *KM4* и *KM5* установлены для управления вентиляторами групп *I* и *III*. Вторая группа вентиляторов включается вместе с подачей напряжения низшей частоты вращения. Система управления располагает пятью ступенями регулирования подачи вентиляции в помещении. Переключатель *SA3* и соответствующий ему автоматический трехпозиционный терморегулятор *SK2* осуществляют ручное или автоматическое управление вентиляторами групп *I* и *III* на низшей частоте вращения. Это управление осуществляют при температуре в помещении ниже номинальной.

Дифференциал терморегулятора *SK2* выбирают минимальным, а уставку — на величину дифференциала ниже номинальной температуры. Переключатель *SA2* и терморегулятор *SK1* служат для управления второй и третьей частотой вращения вентиляторов при температуре выше номинальной. Дифференциал терморегулятора *SK1* должен охватывать пределы температуры, компенсируемой вентиляцией.

2.23. САУ приточно-отопительными установками

Приточная принудительная вентиляция включает в себя высоконапорный вентилятор *4 с* трехскоростным электроприводом, подающий воздух в распределительный воздуховод *5*, заборную камеру *1* с заслонкой *2*, теплообменник *3* с регулируемой теплопроизводителностью (рис. 2.23, а). Частоту вращения электропривода вентилятора можно изменять вручную устройством NSA в зависимости от фактической потребности в воздухообмене (например, с возрастом животных). Теплопроизводительность приточной установки регулируется автоматически пропорциональным регулятором *TC/SK1* в функции температуры воздуха в животноводческом помещении. Терморегулятор *TS/SK2* защищает теплообменник от размораживания.

Схема САУ (рис. 2.23, б) 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 та ступень *KM (1...3)* 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.

2.24. САУ теплогенератором

Температура в отапливаемом помещении контролируется двухпозиционным регулятором. При ее понижении включается вентилятор горелки и после 24...30с вентиляции в камеру сгорания *5* подается топливо и включается зажигание.

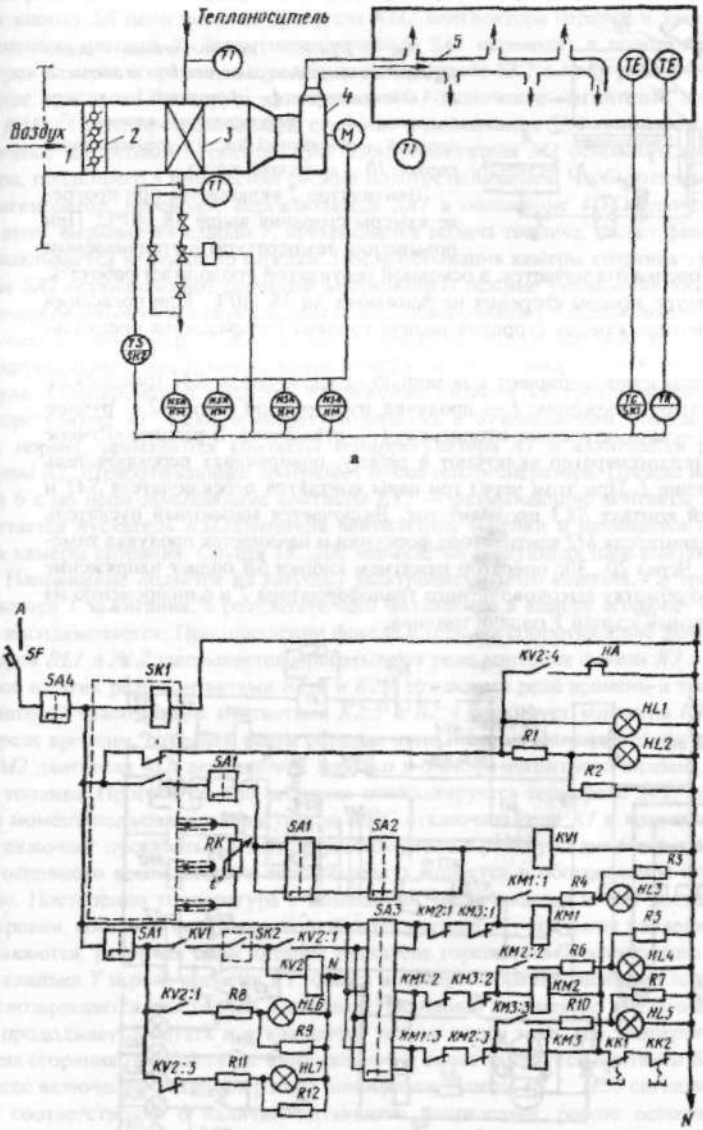


Рис. 2.23. Функциональная (а) и принципиальная электрическая (б) схемы САУ

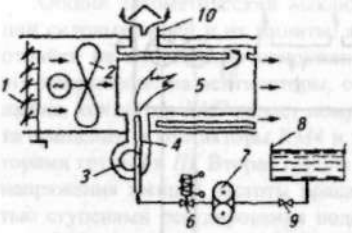


Рис. 2.24.1. Технологическая схема управления теплогенератором: 1 — жалюзи; 2, 3 — вентиляторы; 4 — форсунка; 5 — камера сгорания; 6 — регулирующий клапан; 7— насос; 8 — топливный бак; 9 — редукционный клапан; 10 — выпускная труба

Вентилятор *2* включается при прогреве камеры сгорания выше 38...40°С. При повышении температуры в отапливаемом помещении горелка отключается, а основной вентилятор продолжает работать, пока температура камеры сгорания не понизится до 38...40°С. При погасании факела и перегреве камеры сгорания подача топлива прекращается специальной защитой.

Режим управления выбирают с помощью переключателя *SA1* (рис.2.24.2), имеющего четыре положения: *1* — продувка, пуск, ручной режим; *2* — ручное отопление; *3* — автоматическое отопление; *4* — отключено. В режиме *«Ручное отопление»* теплогенератор включают в работу, поворачивая переключатель *SA1* в положение *1*. При этом через три пары контактов переключателя *SA1* и размыкающий контакт *SK3* проходит ток. Включается магнитный пускатель *KM2* электродвигателя *M2* вентилятора форсунки и начинается продувка камеры сгорания. Через 20...30с оператор нажатием кнопки *SB* подает напряжение на первичную обмотку высоковольтного трансформатора *T* и одновременно на электромагнитный клапан *Y* подачи топлива.

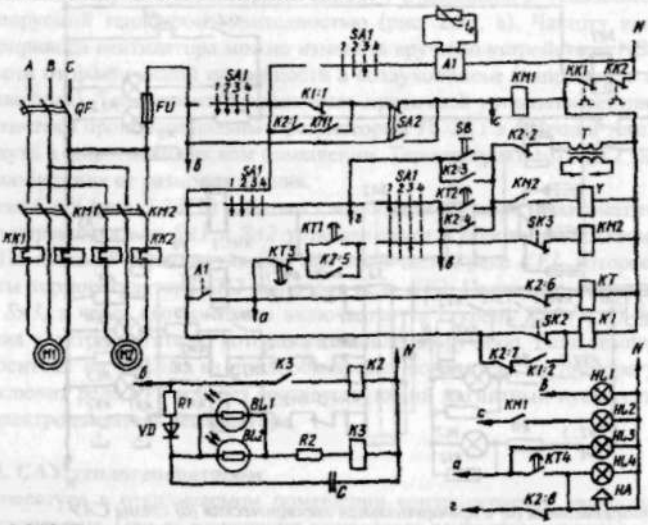


Рис. 2.24.2. Принципиальная электрическая схема управления теплогенератором

Воспламенение топливовоздушной смеси фиксируется реле контроля пламени, выполненным на двух фоторезисторах: *BL1* и *BL2*. Контакты включив-

шихся реле *K2:2* и *K2:3* разрывают цепь трансформатора зажигания и блокируют кнопку *SB* цепи питания пускателя *KM2 вентилятора горелки и электромагнитного клапана Y*. Затем переключатель *SA1* переводят в положение *2*. Прогрев камеры сгорания контролируется термореле *SK2* в цепи реле *K1*. Последнее при пуске блокирует контактами *K1:1* включение магнитного пускателя *KM1*. После прогрева камеры сгорания и размыкания *SK2* тумблером *SA2* включают магнитный пускатель *KM1* электродвигателя *M1* основного вентилятора, подающего в помещение свежий подогретый воздух. Чтобы отключить теплогенератор, переводят переключатель *SA1* в положение *4* «Отключено». При этом закрывается клапан *Y*, прекращается подача топлива, гаснет факел и останавливается вентилятор горелки. После остывания камеры сгорания тумблером *SA2* останавливают основной вентилятор.В режиме управления *«Автоматическое отопление»* переключатель *SA1* поворачивают в положение *3*, что вызывает включение реле *K1*, размыкающие контакты которого в цепи *KM1* блокируют включение главного вентилятора и подачу в помещение холодного воздуха. Одновременно подается *напряжение питания на трехпозиционный* терморегулятор *A1*. Если температура воздуха в отапливаемом помещении ниже нормы, замыкаются контакты терморегулятора *A1* и включается реле времени *KT*, отрабатывающее программу пуска теплогенератора. Прежде всего через 6 с по цепи замыкающие контакты *KT1* — размыкающие контакты *KT3* включается пускатель *KM2*двигателя вентилятора горелки и начинается продувка камеры сгорания. Спустя 18...20с замыкается следующая пара контактов *KT2*. Напряжение подается на катушку электромагнитного клапана *Y* и трансформатора *T* зажигания, в результате чего подаваемое в камеру сгорания топливо воспламеняется. При появлении факела в горелке сопротивление фоторезисторов *BL1* и *BL2* уменьшается, срабатывают реле контроля факела *K3* и *K2*. Второе из этих реле контактами *K2:2* и *K2:6* отключает реле времени и трансформатор *T* зажигания, а контактами *K2:5* и *K2:4* блокирует контакты *KT1* и *KT2* реле времени, сохраняя таким образом цепи питания магнитного пускателя *KM2* двигателя *M2*, *вентилятора горелки и электромагнитного клапана* подачи топлива. Прогрев камеры сгорания контролируется термореле *SK2*, которое в момент подъема температуры до 40°С отключает реле *K1* и контактами *K1:1* включает пускатель *KM1*. В результате этого в работу включается двигатель основного вентилятора и теплый воздух подается в обогреваемое помещение. Постепенно температура в помещении увеличивается и при достижении уровня, соответствующего настройке регулятора *A1*, контакты последнего размыкаются, разрывая цепи питания пускателя горелки *KM2*, электромагнитного клапана *Y* и реле времени *KT*. Факел в камере сгорания гаснет, реле времени возвращается в исходное положение. Основной вентилятор теплогенератора продолжает работать и отключается только после того, как температура камеры сгорания понизится до минимальной и снова замкнутся контакты *SK2*. Процесс включения теплогенератора повторится. Лампы *HL1...HL3* сигнализируют соответственно о наличии питающего напряжения, работе основного вентилятора и *срабатывании терморегулятора A1*. Схема управления предусматривает защиту оборудования при некоторых нарушениях в его работе. Если при пуске теплогенератора факел сразу не появился, попытка его розжига

продолжается до момента размыкания контактов *КТ2* и *КТ4* реле времени. Первая пара контактов отключает подачу топлива, питание трансформатора зажигания и электромагнитного клапана, а вторая — включает сигнальную лампу *HL4* и сирену *НА*.

После обнаружения и устранения неисправности повторный пуск теплогенератора выполняют вручную с последующим переводом переключателя *SA1* в положение «Автоматическое отопление». Если факел погас во время работы теплогенератора, то катушки реле *К3* и *К2* обесточиваются; при этом реле *К2* вновь включает трансформатор зажигания и реле времени. Если повторная попытка розжига не удалась и факел не воспламенился, то теплогенератор отключается с подачей светозвукового сигнала.

2.25. САУ приточно-вытяжной установкой типа ПВУ

Комплекты приточно-вытяжных установок ПВУ, включающие 6, 9, 12 шахт, автоматически обеспечивают постоянную циркуляцию воздуха в помещениях, поддерживают температуру в заданных пределах в холодный и переходный периоды года, регулируют воздухообмен в зависимости от наружной и внутренней температуры.

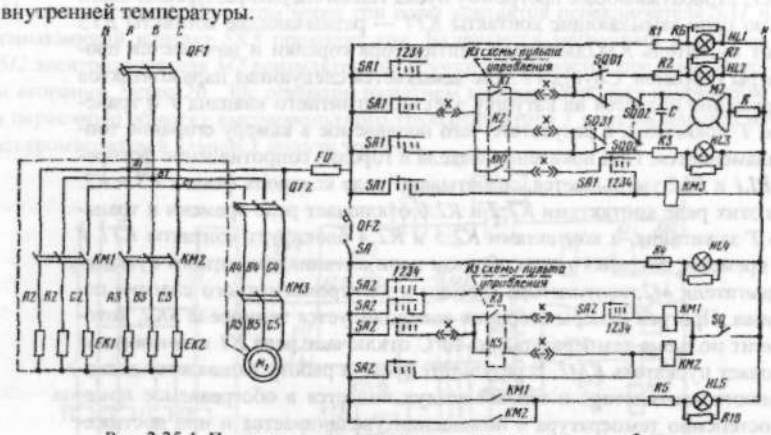


Рис. 2.25.1. Принципиальная электрическая схема силового блока

Автоматическая приточно-вытяжная вентиляционная установка с подогревом воздуха в холодный период года ПВУ-6 (рис. 2.25.1, 2.25.2) состоит из основного двигателя *М1* с вентилятором двухстороннего действия, вспомогательного *М2* для привода заслонок, трубчатых электронагревательных элементов, смонтированных в выходных соплах, магнитных пускателей *КМ1, КМ2, КМ3*, терморегуляторов *SK1, SK2, SK3*. Терморегулятор *SK1* управляет по температуре внутреннего воздуха работой привода заслонок и первой секции нагревательных элементов. Летом заслонки полностью открыты, в переходный период и зимой частично или полностью закрыты. Терморегулятор *SK2* управляет работой нагревательных элементов второй секции и подает сигнал «холодно». Терморегулятор *SK3* контролирует температуру наружного воздуха.

Переключатели *SA1, SA2, SA3* служат для настройки схемы на заданный режим и для ручного управления.

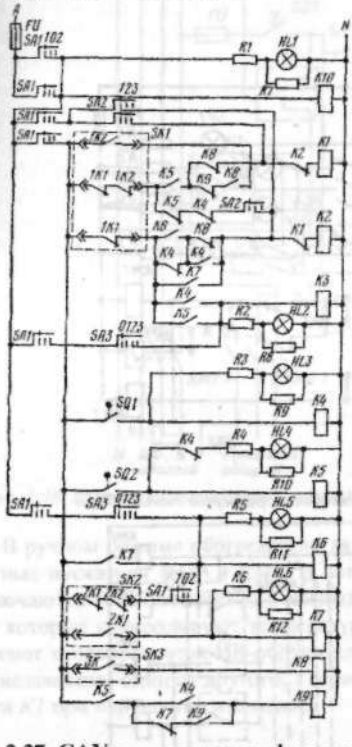


Рис. 2.25.2. Принципиальная электрическая схема пульта управления САУ

2.26. САУ электрокалориферами типа СФОА

САУ калориферной установкой электроподогрева СФОА (рис. 2.26) позволяет осуществлять как ручное, так и автоматическое управление в функции температуры воздуха в помещении. В автоматическом режиме *SA1* и *SA2* устанавливают в положение «Автоматическое». Если температура в помещении ниже нормы, то терморегулятор *SK1* замыкает контакты и включает реле *KV*, а через его контакты — магнитный пускатель *KM3*, т.е. с работающим вентилятором включается первая секция электронагревателей. При дальнейшем понижении температуры терморегуляторы *SK2* и *SK3* включают вторую и третью секции электронагревателей через контакторы *KM2* и *KM1* соответственно.

2.27. САУ электрокалориферами типа СФОЦ

Электрокалориферная установка типа СФОЦ объединяет в себе электрический калорифер и радиальный вентилятор. В зависимости от типоразмера установки мощность ее находится в диапазоне 23,6...97,5кВт, а подача воздуха составляет 2,5...5,0 тыс. м^3/ч. Все ТЭНы (мощность каждого 2,5кВт) разбиты на три секции, первая и вторая из которых управляются позиционным регулятором *A1*, а третья — регулятором *A2* (рис. 2.27). Режим работы электрокалорифера и его теплопроизводительность задают с помощью переключателя *SA* на 1/3, 2/3 и полную установленную мощность *P*. Если температура в помещении ниже нормы, то при переключении *SA* в положение *A* термореле *SK* включает магнитный пускатель *KM4* электродвигателя *M* вентилятора и через контакты термореле напряжение подается в схему управления. При этом через замкнутые контакты терморегулятора *A1* включается секция *I* электронагревателей. Если температура теплоносителя (подогреваемого воздуха) не достигает заданного значения, то терморегуляторы *A1* и *A2* поочередно включают магнитными пускателями *KM2* и *KM3* секций *II* и *III*.

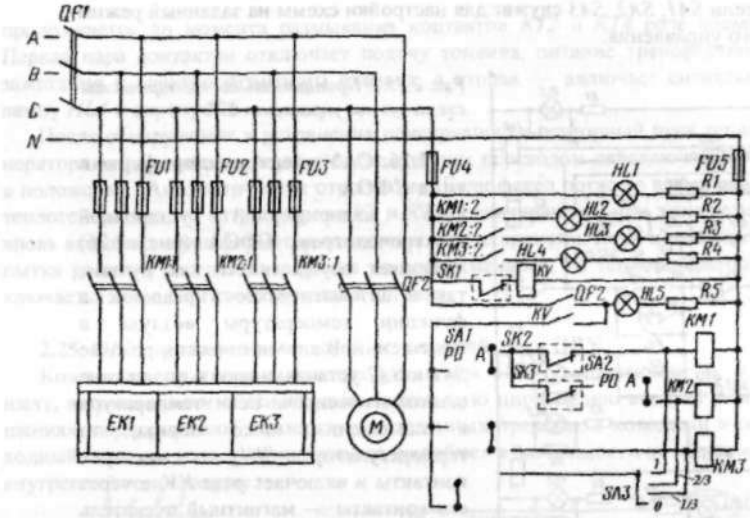


Рис. 2.26. Принципиальная электрическая схема САУ электрокалорифером типа СФОА

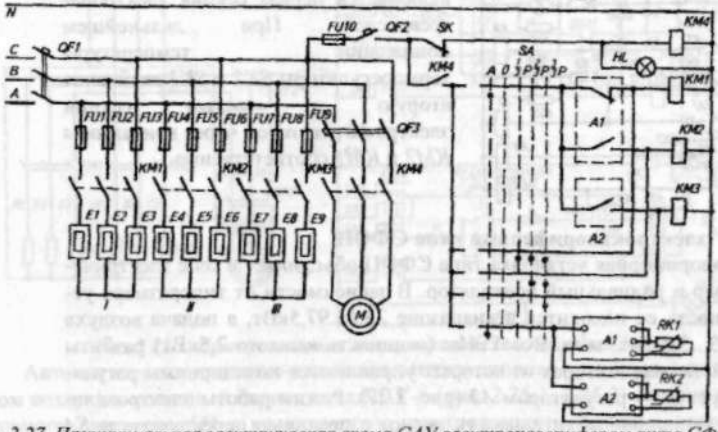


Рис. 2.27. Принципиальная электрическая схема САУ электрокалорифером типа СФОЦ

2.28. САУ установкой для обогрева молодняка животных и птицы

Установка «Комби» состоит из 30 электрообогревательных устройств, каждое из которых включает в себя электрообогревательную панель (мощностью 0,25 кВт) напольного обогрева и инфракрасный обогреватель (мощностью 0,12кВт) для обогрева поросят сверху. Режим работы установки (*Р* — ручной, *А* — автоматический) задают тумблерами *SA1* и *SA2* (рис. 2.28).

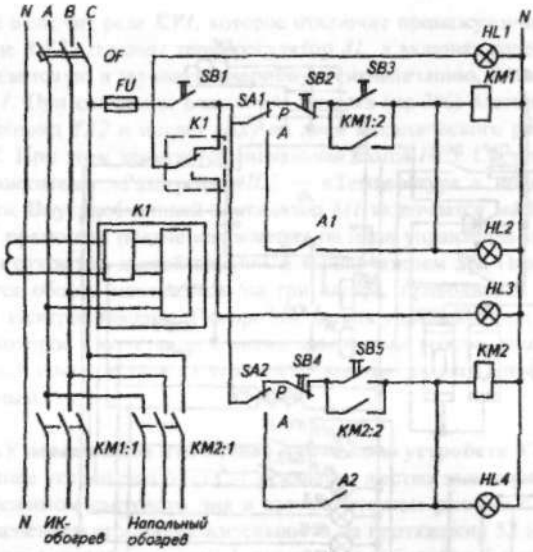


Рис. 2.28. Принципиальная электрическая схема САУ обогрева молодняка животных

В ручном режиме обогреватели включают кнопками *SB3* и *SB5* через магнитные пускатели *KM1* и *KM2*. В автоматическом режиме эти же пускатели включаются (отключаются) по команде позиционных терморегуляторов *A1* и *A2*, которые контролируют температуру на поверхности панели *A1* и воспринимают тепловой поток ИК-облучателя *A2*. При этом оба нагревателя работают независимо один от другого. Токовое реле *K1* отключает установку контактами *K1* при нарушении изоляции.

2.29. САУ режимами инкубатора

Инкубаторы типа «Универсал-55» имеют унифицированные устройства регулирования климатических режимов инкубации и управления поворотом лотков в инкубационных камерах. Инкубационная камера оборудована вентилятором, который обеспечивает выравнивание температуры по объему камеры и улучшает теплопередачу между воздухом и яйцом. Двумя электронагревателями управляют совместно в двух режимах: на полном напряжении сети и на половинном через тиристор. Увлажнитель имеет отдельный электромашинный привод, вода подается через управляемый клапан. Приточная и вытяжная заслонки воздухообмена спарены и управляются электромагнитным соленоидным приводом. Для поворота лотков предназначен механизм с моторным электроприводом, имеющим два ограничительных концевых выключателя. Температурным режимом управляют при помощи трехпозиционного терморегулятора, поворотом лотков — при помощи реле времени, влажность регулируют контактным термометром.

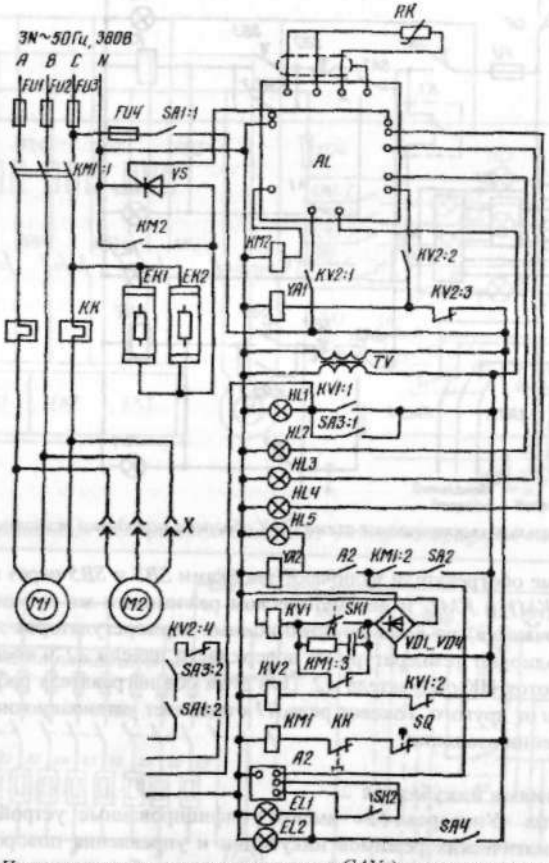


Рис. 2.29. Принципиальная электрическая схема САУ для управления инкубатором

Автоматическое управление дублируется ручным. Каждый режим работы устройств и механизмов контролируется световой сигнализацией *HL1...HL4*. Температуру и влажность в шкафу оператор контролирует при помощи показывающих сухого и влажного термометров.

В автоматическом режиме при снижении температуры в камере терморегулятор *AL* (рис.2. 29) посылает сигнал на открытие тиристора *VS*. Электрическое напряжение обратной последовательности, 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 подает на нагревательные элементы полное напряжение. При повышении температуры в шкафу сначала отключается *KM2*, а затем посылается сигнал, запирающий тиристор. Если температура превысит 38,3°С, замкнется контакт тер-

мореле *SK1* и включит реле *KV1*, которое отключит промежуточное реле *KV2*. Контакты реле *KV2* отключат терморегулятор *AL*, а включат соленоид охлаждения *YA1* и световую и звуковую аварийную сигнализацию, а также местную световую *HL1*. При снижении влажности воздуха (на 3%) влагорегулятор *A2* включает соленоид *YA2* и подает воду на диск механического распылителя с приводом *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* прямо при подаче напряжения на цепи управления и отключается только при открытии дверей конечным выключателем *SQ*. 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 выполняет челночный поворот вала на угол ±45°. Автоматическое управление дублируется ручным.

2.30. САУ освещением птичников с помощью устройств УПУС-1

Программное устройство УПУС-1 реализует жестко заданную программу управления режимом светового дня в автоматическом режиме с медленным (3...5мин) изменением его продолжительности на протяжении 52 недель. САУ (рис. 2.30) имеет часовой механизм *1*, программный барабан *3* с ходовым винтом *4* и втулкой *5*. Через шестерни *2* часовой механизм вращает программный барабан с частотой вращения один оборот в сутки и одновременно через винт передвигает контактный ролик вдоль барабана на 0,75мм в сутки. На токопроводящую поверхность барабана наклеивают бумажную диаграмму программы управления освещением. Перекатываясь по барабану, контактный ролик попадает на бумажную наклейку, цепь тока разрывается, и с некоторой (15с) выдержкой времени, определяемой *RC* цепочкой, отключается реле *KV1*, контакты которого отключают управление освещением (магнитный пускатель *KM*). Когда ролик попадает на токопроводящую поверхность, с выдержкой времени (3с) включается реле *KV1*, подающее питание на катушку магнитного пускателя *KM1* включения освещения.

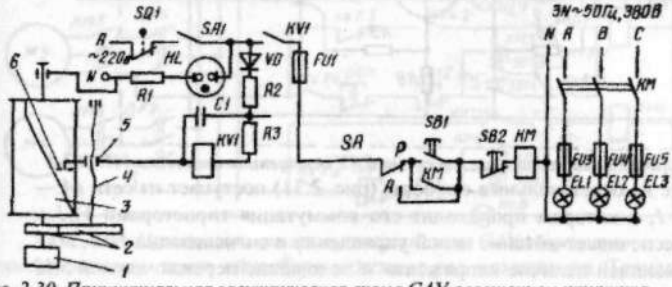


Рис. 2.30. Принципиальная электрическая схема САУ освещением птичника

2.31. САУ освещением птичников с помощью устройств ТИРОС-1

В птичниках для выращивания молодняка, особенно мясного поголовья, практикуется снижение интенсивности освещения в промежутках между кормлениями. Кроме экономии энергии, это дает положительный технологический эффект — уменьшается травмирование птицы, повышаются привесы.

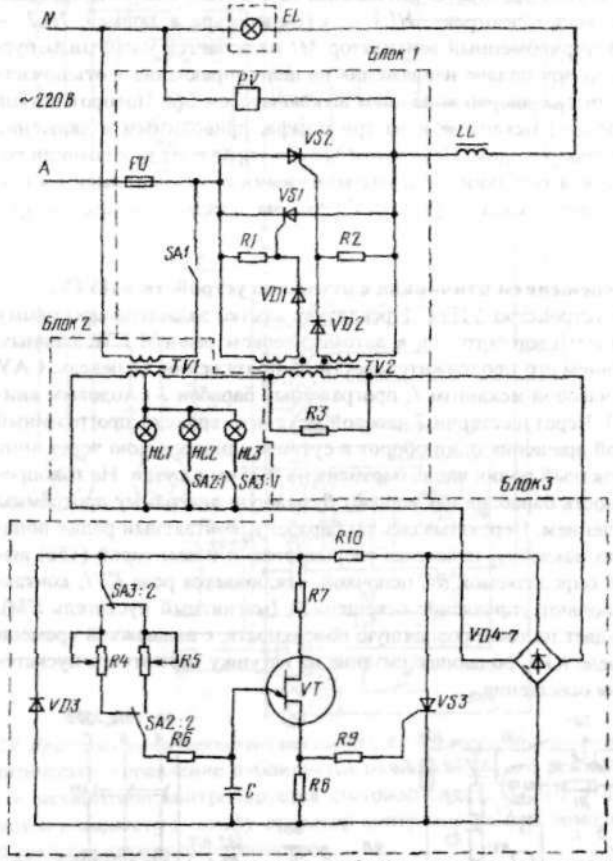


Рис. 2.31. Принципиальная электрическая схема САУ освещением птичника ТИРОС-1

Напряжение на осветительные приборы (рис. 2.31) поступает из сети *(A — N)* через блок *1*, в котором происходит его коммутация тиристорами *VS1* и *VS2*. Блок *2* обеспечивает питание цепей управления и сигнализации *HL1*, *HL2* и *HL3*, показывающей наличие напряжения и положение переключателей *SA2* и *SA3*. Блок *3* создает выдержки времени снижения интенсивности освещения, которые настраивают резисторами *R4*, *R5* и переключателями *SA2* и *SA3*, установленными в блоке *2*.

2.32. САУ сбором яиц в птичниках (рис. 2.32)

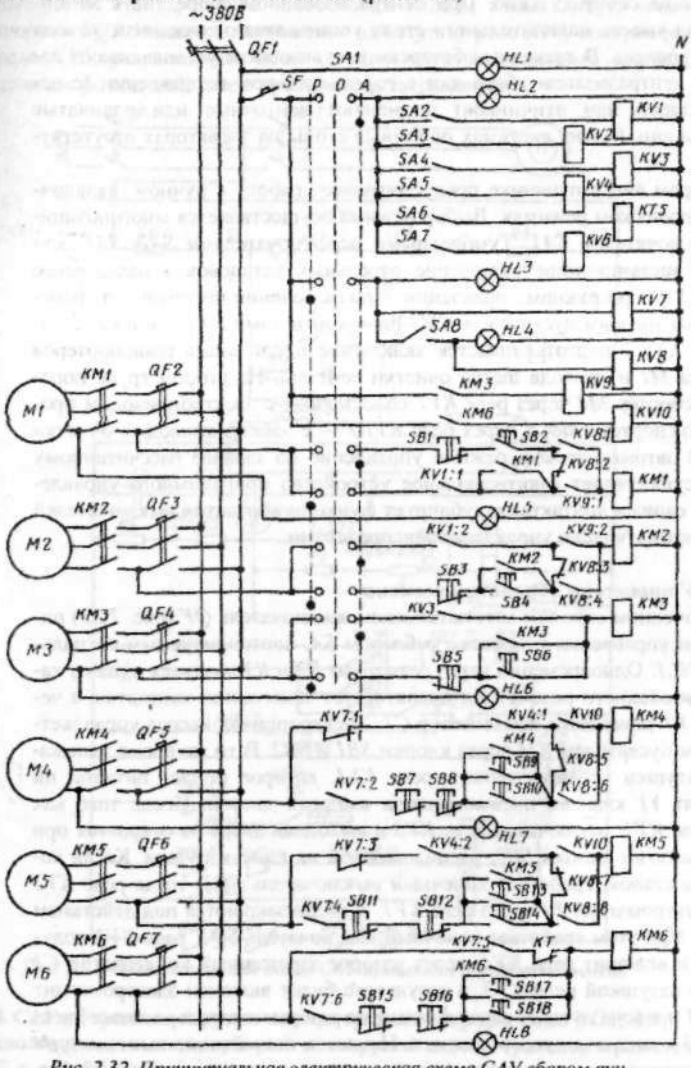


Рис. 2.32. Принципиальная электрическая схема САУ сбором яиц

Технологическая линия яйцесбора включает ряд механизмов. Транспортеры сбора яиц расположены вдоль гнезд, в которых содержится (клеточные батареи) или несется (напольное содержание) птица. Снесенное яйцо выкатывается из гнезда по наклонной решетке на ленту, приводимую в движение от вала электропривода. В конце ряда гнезд установлен накопительный стол, с ко-

торого птичница собирает яйцо. При централизованном сборе яиц с многоярусных гнезд вместо накопительного стола устанавливают механизм вывода яиц на один уровень. В каскадных батареях этот механизм устанавливают наклонно. Для централизации сбора яиц в горизонтальном направлении (с нескольких батарей или птичников) применяют ленточные или планчатые транспортеры яиц. В этих системах приемные столы на элеваторах отсутствуют.

САУ сбором яиц в птичнике предусматривает работу в ручном, наладочном и автоматическом режимах. Выбор режима осуществляется многопозиционным переключателем *SA1*. Тумблерными переключателями *SA2...SA7* осуществляется дистанционное включение отдельных установок в наладочном режиме, а *SA8* — при ручном управлении. При включении поперечного транспортера *M3* магнитным пускателем *KM3* блок-контактами *KV1:1* и *KV1: 2* через *KV9:1* и *KV9:2* подготавливается включение продольных транспортеров первого яруса *M1* и привода щеток очистки лент *M2*. На втором ярусе поперечный транспортер *M4* через реле *KV7* сблокирован с электроприводом продольного транспортера *M6*, а через реле *KV10* — с электроприводом очистки щеток *M5*. В автоматическом режиме управление по заранее рассчитанному алгоритму осуществляет многоканальное устройство программного управления, которое своими контактами дублирует функции контактов выключателей *SA2...SA7* и автоматически управляет транспортерами.

2.33. САУ процессом обработки вымени

При включенном силовом автоматическом выключателе *QF* (рис. 2.33) питание на цепи управления подается тумблером *SA*, контролируемым сигнальной лампой *HL1*. Одновременно через резисторы *R2* и *R3* вводится одна из катушек поляризованного реле *KV3* и препятствует замыканию контактов, а через резистор *R1* заряжается конденсатор *C1*. Электропривод насоса управляется магнитным пускателем *KM* через кнопки *SB1* и *SB2*. В то же время замыкается цепь катушки промежуточного реле *KV1*, которое подает питание на электромагнит *Y1* клапана пневмопривода входных дверей. После того как сработает реле *KV1*, отключится реле *KV5* и выходная дверь не откроется при случайном нажатии кнопки *SB3*, расположенной на панели пульта. Когда корова зайдет в станок, сработает конечный выключатель *SQ1*, тогда реле *KV2* отключит электромагнит *Y1* через реле *KV1*, и двери закроются под действием противовеса. При этом сработает конечный выключатель *SQ2*, реле *KV3* получит питание и включит реле *KV4*, через которое заряженный конденсатор *C1* соединится с катушкой реле *KV3*, в результате будет включен электромагнит соленоида *Y4* привода дуги, которая фиксирует разбрызгиватель, а также электромагнит *Y2* клапана водяного вентиля. Начнется подмывание вымени, длительность которого определяется значением сопротивления резистора *R3*. После того как конденсатор *C1* зарядится, реле *KV3* под действием тока во второй обмотке возвратится в исходное положение и отключит реле *KV4*, а через его контакты отключатся электромагниты соленоидных клапанов *Y2* и *Y4*, прекратится подача воды, противовес возвратит дугу в исходное положение. Операция подмывания вымени закончится. После нажатия кнопки *SB3* реле *KV5*

включается и включает электромагнитный клапан *У3* открытия выходных дверей. Выходя из станка, корова освобождает педаль, замыкающую конечный выключатель *SQ3*. Подается напряжение на катушку реле *KV1*, которое отключает реле *KV5*, разрывающее цепь катушки электромагнитного клапана *У3*. Выходная дверь под действием противовеса закрывается.

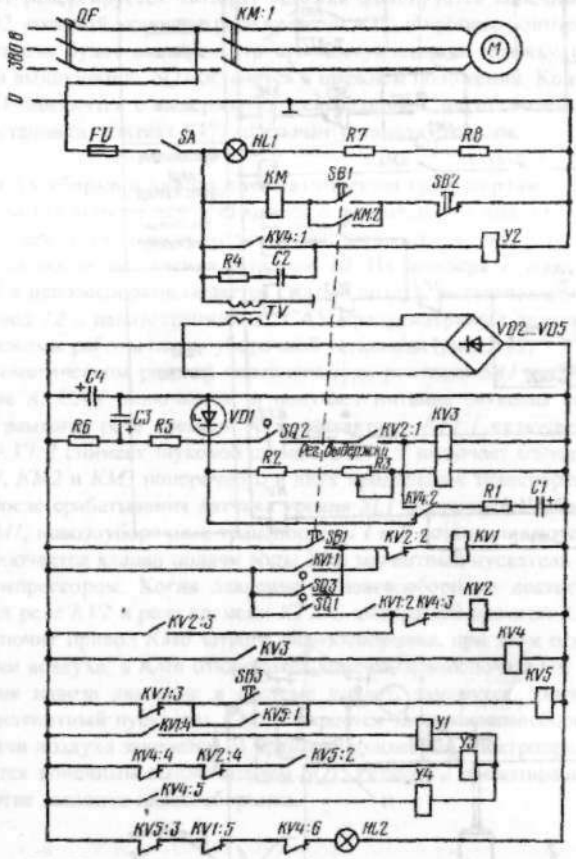


Рис. 2.33. Принципиальная схема САУ процессом обработки вымени

2.34. САУ уборки и погрузки навоза транспортерами типа ТСН-3Б

Технологическая линия уборки и погрузки навоза транспортерами типа ТСН-3Б в тележки подвесной дороги может функционировать как в ручном, так и автоматическом режимах (рис. 2.34, а). В автоматическом режиме замыкают тумблер *SA* или нажимают кнопку *SB5*. Получает питание реле времени *KT1*, которое включает магнитные пускатели *KM3* и *KM4* наклонного и горизонтального транспортеров соответственно. Когда тележка наполнена навозом,

срабатывает весовое устройство и через конечный выключатель *SQ3* отключает реле времени *KT1*

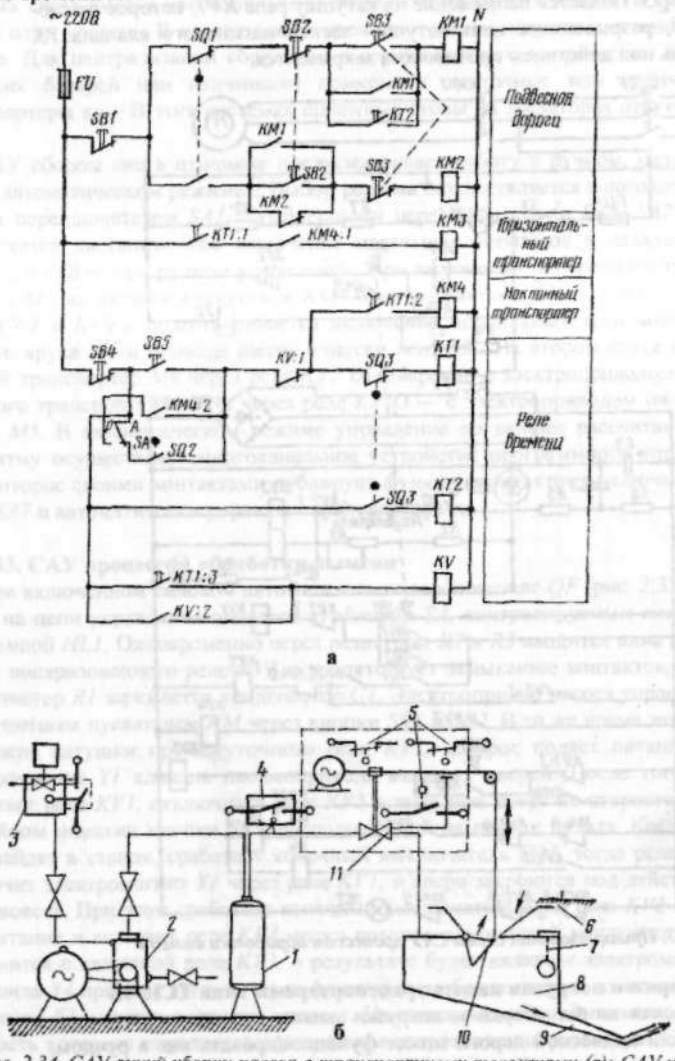


Рис. 2.34. САУ линий уборки навоза с транспортными тележками (а); САУ уборки навоза пневмотранспортом (б): 1 — ресивер; 2 — компрессор; 3 — регулятор давления; 4 — электроконтактный манометр; 5 — конечные выключатели; 6 — навозоуборочный канал; 7 — датчик уровня; 8 — навозосборник; 9 — трубопровод; 10 — затвор; 11 — воздушный затвор

С выдержкой времени, необходимой для очистки от навоза, останавливаются сначала горизонтальный, а затем и наклонный транспортеры. 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, то его поступление в тележку прекратится, конечный выключатель *SQ3* останется в прежнем положении. Контакты *КТ1:3* в цепи *KV* замкнутся с выдержкой, превышающей продолжительность цикла работы установки, контакт *KV:1* отключит установку от сети.

2.35. САУ уборки и навоза пневматическим транспортом

По этой технологии навоз из канала *6* перемещается вначале продольным, а затем поперечным транспортером в навозосборник *8* (рис. 2.34, б), который закрывается после заполнения затвором *10*. Из ресивера *1* через воздушный клапан *11* в навозосборник подается сжатый воздух, вытесняющий навоз через трубопровод *12* в навозохранилище. САУ предусматривает автоматический и ручной режимы работы навозоуборочной установки (рис. 2.35).

В автоматическом режиме переключатель режимов *SA1* устанавливают в положение *А*, САУ включается, и получает питание звуковая сигнализация *НА*. Программное реле времени *КТ1* контактами *КТ1:1* включает реле *KV1*. Контакт *KV1:2* снимает звуковой сигнал, а *KV1:3* включает магнитные пускатели *КМ1*, *КМ2* и *КМ3* поперечного и двух продольных транспортеров уборки навоза. После срабатывания датчика уровня *SL1* отключается магнитный пускатель *КМ1*, навозоуборочные транспортеры *I и II* останавливаются. Одновременно включается клапан подачи воды *Y1* и магнитный пускатель *КМ4* управления компрессором. Когда давление в навозосборнике достигнет нормы, включится реле *KV2* и реле времени *КТ2*. С выдержкой времени 2...5с контакт *КТ2:2* включит привод *КМ6* затвора навозосборника, при этом откроется клапан подачи воздуха, а *КМ6* отключится конечным выключателем *SQ2*. После вытеснения навоза давление в системе упадет, замкнутся контакты *SP2* и включат магнитный пускатель *КМ5*. Откроется затвор навозосборника, а вентиль подачи воздуха закроется. В крайнем положении электропривод затвора отключается конечным выключателем *SQ1*. Реле *KV2* предотвращает повторное закрытие заслонки навозосборника.

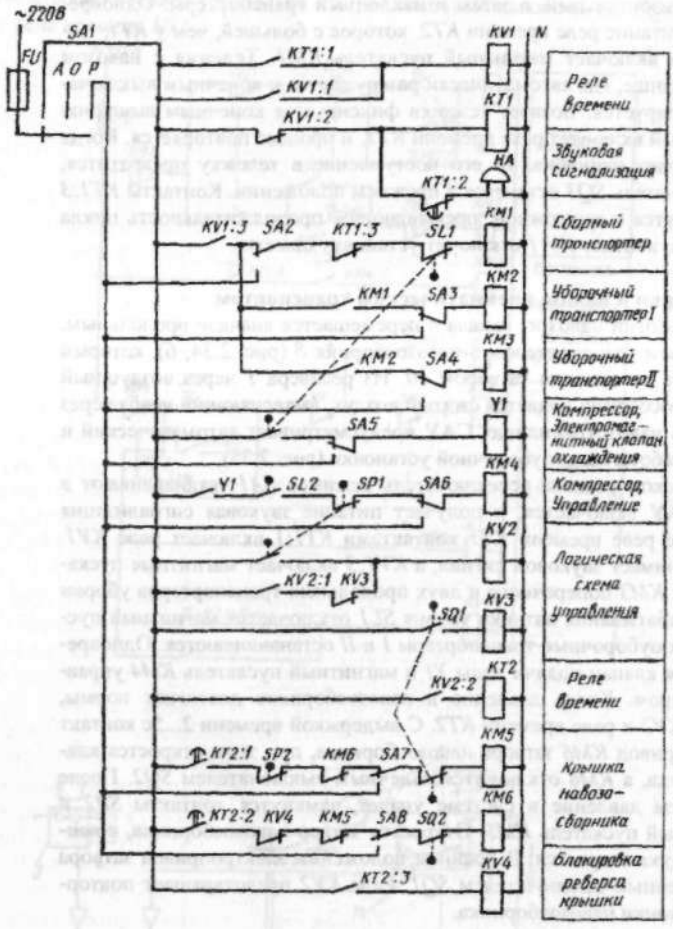


Рис. 2.35. Принципиальная электрическая схема САУ уборкой навоза с пневмотранспортированием

3. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ, ТЕПЛО-ВОДО- И ГАЗОСНАБЖЕНИЯ, МЕЛИОРАЦИИ, РЕМОНТА И ТЕХОБСЛУЖИВАНИЯ ТЕХНИКИ

3.1. САУ охлаждением молока установкой АВ-30

Установка работает по замкнутому циклу. Пары хладагента поступают в компрессор 1 (рис. 3.1, а), сжимаются и попадают в конденсатор *10*, где превращаются в жидкость, стекающую в ресивер *9*. Из ресивера жидкий хладагент

поступает в испаритель *12*, проходя последовательно через теплообменник *6*, фильтр-осушитель *7* и терморегулирующий вентиль *8*.

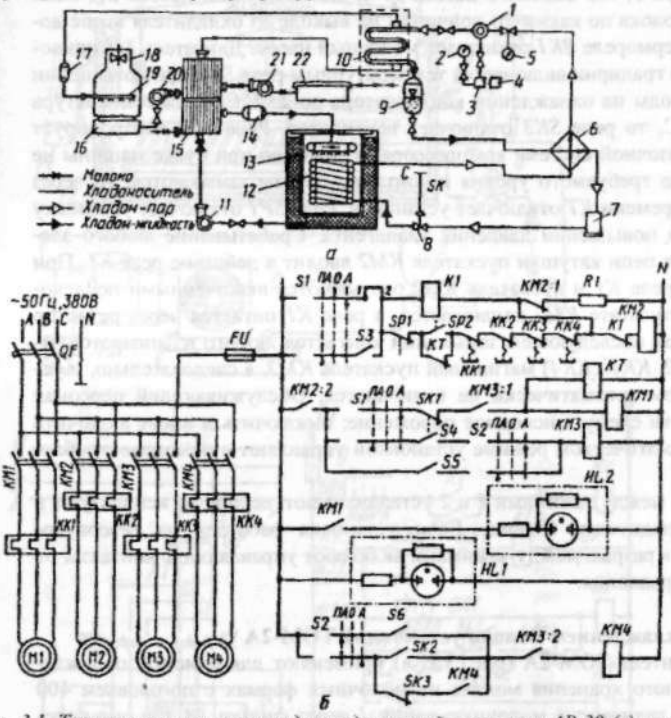


Рис. 3.1. Технологическая схема водоохладительной установки АВ-30 (а) и принципиальная электрическая схема САУ (б): 1 — компрессор; 2, 5 — манометры; 3, 4 — реле давления и контроля смазочного материала; 6 — теплообменник; 7 — фильтр-осушитель; 8 — терморегулирующий вентиль; 9 — ресивер; 10 — конденсатор; 11, 20 — водяные насосы; 12 — испаритель; 13 — бак; 14, 17 — фильтры; 15 — охладитель молока; 16 — градирня; 18 — вентилятор; 19 — ороситель; 21 — молочный насос; 22 — молочный бак

За терморегулирующим вентилем давление хладагента падает, он оказывается перегретым относительно этого давления и потому вскипает, отбирая теплоту у воды, орошающей поверхность испарителя *12*. Эта вода насосом *11* перекачивается в охладитель *15* молока, после которого возвращается через фильтр *14* в испаритель. Пары хладагента из испарителя поступают в теплообменник *6*, где охлаждают фреон, и затем засасываются в цилиндр компрессора. Для охлаждения воды, омывающей трубки конденсатора *10*, используют малогабаритную градирню *16* с вентилятором *18*. Вода перекачивается насосом *20*. Молоко из бака *22* забирается насосом *21* и после охладителя *15* направляется на дальнейшую обработку или хранение. Режим работы автоматический *А* или полуавтоматический *ПА* устанавливают переключателями *S1* и *S2* (рис. 3.1, б).

При подаче питающего напряжения последовательно включаются двигатели *M2* компрессора *1*, *M3* водяного насоса *11* и *M1* молочного насоса *21*. Если температура молока по каким-то причинам на выходе из охладителя выше допустимой, то термореле *SK1* отключает молочный насос. Двигатель *M4* 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 *SP2* контролирует давление в смазочной системе компрессора, и если оно при пуске машины не поднимается до требуемого уровня и контакты *SP2* не замыкаются, то через 1...2мин реле времени *KT* отключает установку. Реле *SP1* отключает установку при аварийном повышении давления хладагента. 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* питается 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 вновь включить *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 его системы управления.

3.2. САУ охлаждением молока установкой ТОМ-2А

Танк-охладитель ТОМ-2А (рис. 3.2, а) применяют для очистки, охлаждения и длительного хранения молока на молочных фермах с поголовьем 400 коров. Молоко заливают в молочную ванну *1* через фильтр *18*, где оно перемешивается мешалкой *17* и охлаждается .от 36 до 6°С за 2,5ч, соприкасаясь с холодными стенками и днищем ванны. Наружная поверхность ванны орошается водой из системы орошения *2*. Подогретая вода стекает в ванну и, омывая лед, намороженный на панелях испарителя *12*, охлаждается, а затем насосом *13* снова подается в систему орошения через фильтр *14*. При работе поршневой компрессор *11* сжимает пары фреона и нагнетает их в конденсатор *8* воздушного охлаждения. В конденсаторе пары фреона превращаются в жидкость, стекающую в ресивер *9*. Из ресивера фреон поступает через змеевик теплообменника *7*, фильтр-осушитель *6* в терморегулирующий вентиль *4*, где дросселируется с давления конденсации до давления кипения и заполняет панели испарителя. В испарителе *12* фреон отнимает тепло от окружающей его воды и в парообразном виде вновь засасывается компрессором. Терморегулирующий вентиль настраивают таким образом, чтобы перегрев в линии всасывания составлял 10...15°С. За 3,5 ч до залива молока в ванну на панелях испарителя намораживают лед. Автоматическим выключателем *QF* (рис. 3.2, б) подают напряжение на цепи управления. Реле *KL1* получает питание и меняет положение своих контактов.

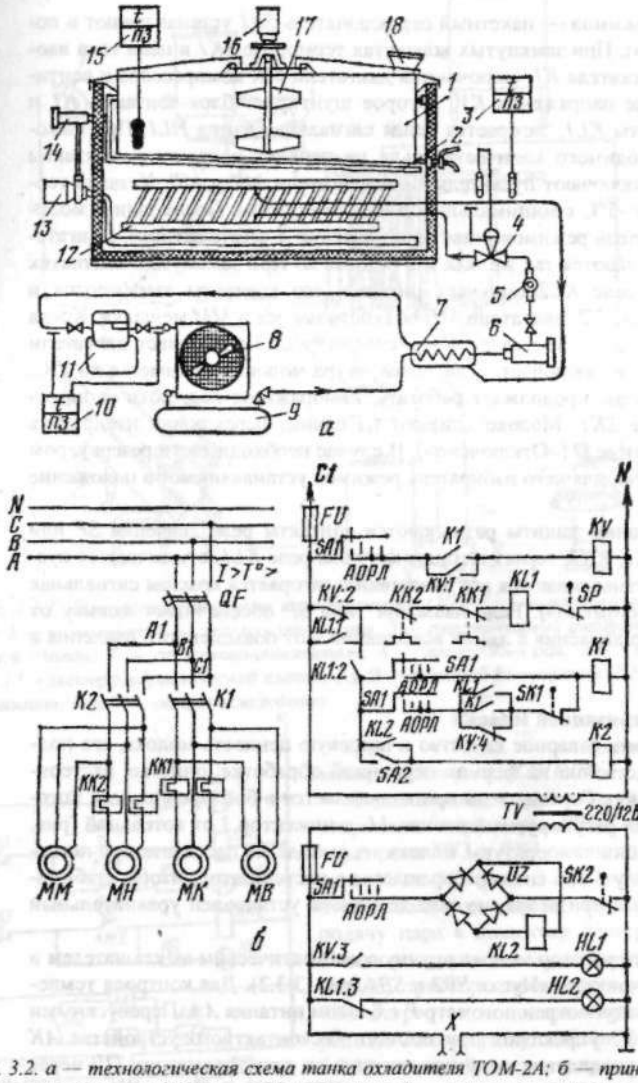


Рис. 3.2. а — технологическая схема танка охладителя ТОМ-2А; б — принципиальная электрическая схема САУ: 1 — молочная ванна; 2 — трубчатая система орошения; 3 — термореле; 4 — терморегулирующий вентиль; 5 — смотровое окно; 6 — фреоновый фильтр-осушитель; 7 — теплообменник; 8 — конденсатор; 9 — ресивер; 10 — реле давления; 11 — компрессор; 12 — панельный испаритель; 13 — водяной насос; 14 — водяной фильтр; 15 — контактный термометр; 16 — двигатель мешалки; 17 — мешалка; 18 — молочный фильтр

Избиратель режимов — пакетный переключатель *SA1* устанавливают в положение *Л* («Лед»). При замкнутых контактах термореле *SK1* в цепь тока вводится катушка пускателя *K1*, включаются двигатели *МК* компрессора и вентилятора *МВ*, и реле напряжения *KV*, которое шунтирует блок-контакты *K1* и размыкает контакты *KL1;* загорается белая сигнальная лампа *HL1*. При намораживании необходимого количества льда на панелях испарителя контакты термореле *SK1* выключают пускатель *K1* и двигатели *МК* и *МВ*. Уставка термореле составляет -5°С с минимальным дифференциалом. После залива молока в ванну избиратель режимов ставят в положение *А* «Автоматика». Двигатели *МК* и *МВ* включаются так же, как и в режиме *Л*. При замкнутых контактах термометра *SK2* реле *KL2* получает питание, его контакты замыкаются и включают пускатель *K2*, двигатели *МН* водяного насоса и *ММ* мешалки. Когда температура молока снижается до 6°С, термометр *SK2* выключает двигатели *МН* и *ММ* и вновь их включает, если температура молока повышается до 7°С. Холодильная машина продолжает работать, намораживая лед, пока ее не отключит термореле *SK1*. Молоко сливают из ванны, переключив избиратель режимов в положение *О* («Отключено»). В случае необходимости резервуаром управляют вручную, для чего избиратель режимов устанавливают в положение *Р* («Ручное»).

При срабатывании защиты размыкаются контакты реле давления *SP* или тепловых реле *KK1*, *KK2*, теряет питание катушка реле *KL1*, отключаются пускатели *K1*, *K2*, останавливаются все двигатели и загорается красная сигнальная лампа *HL2* («Неисправно»). Реле давления типа *SP* обеспечивает защиту от чрезмерно низкого давления в линии всасывания и от повышенного давления в линии нагнетания.

3.3 САУ пастеризацией молока

Чтобы сохранить товарное качество и пищевую ценность молока, его подвергают непосредственно на фермах первичной обработке: очистке, пастеризации и охлаждению. Горячая вода приготавливается в бойлере *2* паром, который подается через регулируемый клапан *11* и инжектор *3* от котельной (рис. 3.3.1). При снижении температуры молока на выходе из пастеризатора по перепускному клапану *6* оно снова возвращается в пастеризатор. Чтобы стабилизировать работу пастеризатора, на выходе молока установлен уравнительный бачок *9*.

Включают пастеризатор молока вручную автоматическим выключателем в силовой цепи и кнопками «Пуск» *SB2* и *SB4* (рис. 3.3.2). Для контроля температуры в схеме предусмотрен логометр *P* с блоком питания *AA*. Перепускными клапанами *У1* и *У2* управляют при помощи бесконтактного устройства *AK* (рис. 3.3.3). Блок управления получает питание от трансформатора *TV1* через стабилизирующее устройство на транзисторах *VT5...VT7*. Сюда поступает сигнал от электронных компараторов, собранных по регенеративной схеме блокинг-генера-тора на транзисторах *VT3*, *VT4* и *VT8*. Когда температура пастеризации ниже нормы, триггер находится в исходном состоянии, компараторы на триодах *VT4* и *VT8* работают в автоколебательном режиме, а компаратор на транзисторе *VT3* заперт.

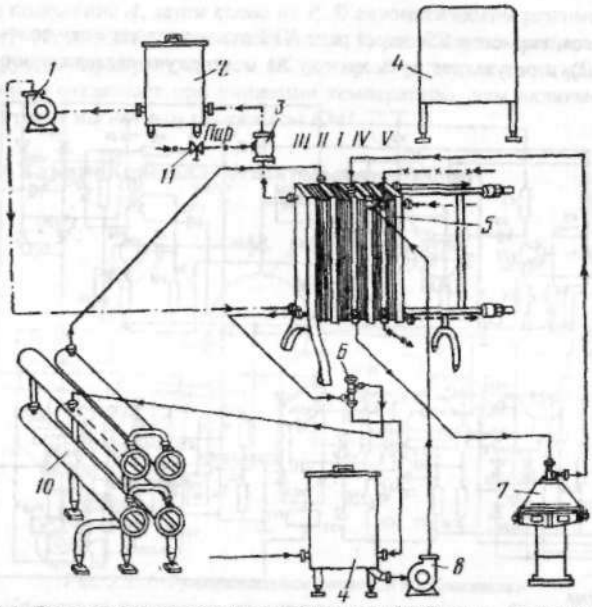


Рис. 3.3.1. Технологическая схема пастеризатора ОПФ-1: 1 — водяной насос; 2 — бойлер; 3 — инжектор; 4 — станция управления; 5 — пластинчатый аппарат; 6 — перепускной клапан; 7 — сепаратор-очиститель; 8 — насос; 9 — бак; 10 — выдерживатель; 11 – электрогидравлический клапан; I и II — станции регенерации; III — секция пастеризации; IV и V — секции охлаждения

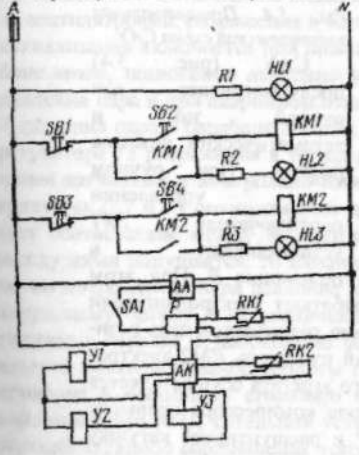


Рис. 3.3.2. Принципиальная электрическая схема САУ ОПФ-1

Возникающие при этом импульсы открывают тиристоры *VS16* и *VS34*, и через реле *KV3* и *KV4* соленоиды виброреле *У1* и *У2* (рис. 3.3.2) включаются, открывая выход воде из гидрокамеры и подачу пара в инжектор пастеризатора. После того как температура достигнет нормы, триггер опрокинется, тиристор *VS8* откроется и подаст питание через реле *KV5* на катушку соленоида *У3* (рис. 3.3.2), который откроет проход воде в гидрокамеру, и подача пара прекратится. Когда температура пастеризации в пределах нормы, компаратор на транзи-

сторе *VT3* закрывается, тиристор *VS1* через реле *KV5* отключает катушку соленоида *У1* (рис. 3.3.2), в результате путь молоку на повторную пастеризацию перекрывается.

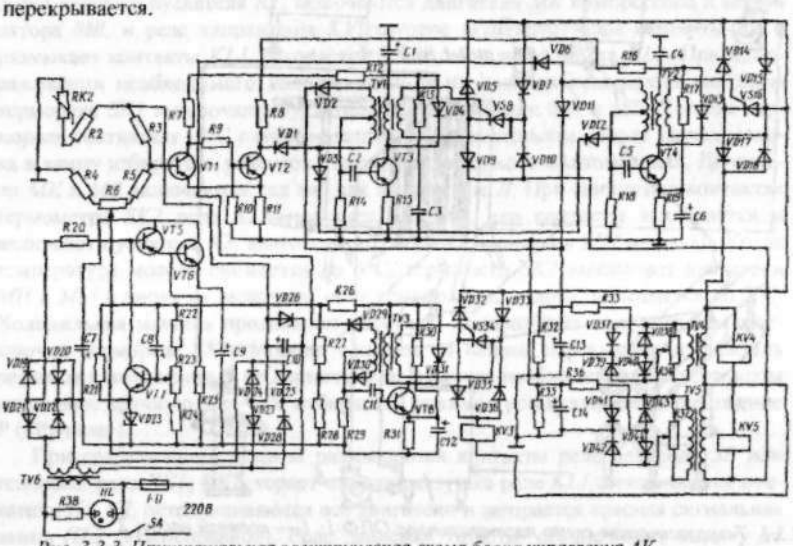


Рис. 3.3.3. Принципиальная электрическая схема блока управления АК

3.4. САУ охладителей молока с помощью установки МХУ-8С

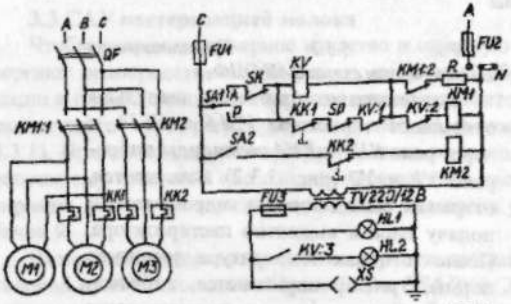


Рис. 3.4. Принципиальная электрическая схема САУ

САУ (рис. 3.4) предусматривает как ручной, так и автоматический режимы работы. При ручном управлении переключатель *SA1* устанавливают в положение *Р*. При этом включается катушка магнитного пускателя *KM1*, работают электродвигатели *M1* (вентилятора) и *M2* (компрессора). Одновременно разрывается цепь резистора *R*. Переключателем *SA2* включают магнитный пускатель *KM2* электродвигателя *M3* насоса. При этом работа холодильного агрегата осуществляется в автоматическом режиме. Если давление на выходе компрессора превысит норму, то разомкнется контакт реле давления *SP* и расшунтирует катушку промежуточного реле защиты *KV*, которое отключит магнитный пускатель *KM1* (компрессор и вентилятор агрегата) и включит сигнальную лампу *HL2*. Чтобы снова включить агрегат вручную, нужно переключатель *SA1* перевести

сначала в положение *А*, затем снова на *Р*. В автоматическом режиме переключатель *SA1* устанавливают в положение *А*. В этом случае температура воды контролируется терморегулятором *SK*, который включает свои контакты при повышении, а отключает при снижении температуры, чем включает или отключает агрегат магнитным пускателем *KM1*

3.5. САУ типа «Кристалл» отопительных котлов

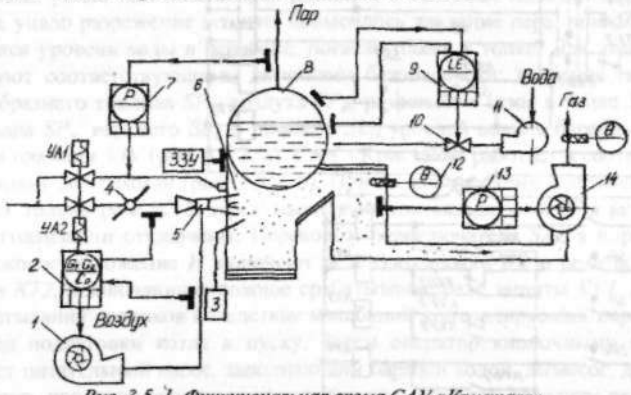


Рис. 3.5.1. Функциональная схема САУ «Кристалл»

САУ «Кристалл» построена по агрегатному принципу. Она обеспечивает автоматическое управление давлением пара и уровнем воды в барабане *8* котла (рис. 3.5.1), разрежением в топке *6*, расходом воздуха и розжигом котла при помощи зажигателя *3*, дистанционное управление электроприводами дымососа *14* и насоса *11* питательной воды, дистанционный контроль давления воздуха за вентиляторами, разряжения в топке и температуры дымовых газов. Световая сигнализация включается при повышении или понижении уровня воды в барабане котла, понижении давления воздуха и разрежения в топке, повышении давления пара и при аварийном отключении котла. САУ состоит из регулятора *7* давления пара в барабане *8* котла, регулятора *2* соотношения газа и воздуха, регулятора *13* разрежения в топке, регулятора *9* уровня воды с соответствующими датчиками и контрольно-измерительных приборов *12* температуры. Регуляторы *2, 7* и *13* оптимизируют процесс горения. Давление пара характеризует соответствие между выработкой и потреблением пара. Если равенство между ними нарушается, то изменяется давление пара. Например, при увеличении потребления пара давление падает и регулятор *7* выдает импульс регулирующему органу *4* на увеличение подачи топлива. Для полного сгорания топлива в горелке *5* необходимо определенное количество воздуха, избыток воздуха повышает вынос теплоты с дымовыми газами, а недостаток воздуха приводит к неполному сгоранию топлива. Следовательно, для обеспечения максимального КПД котельной установки необходим регулятор *2*, поддерживающий заданное соотношение топливо — воздух. Регулятор *2* по сигналу от датчиков расхода топлива и подачи воздуха управляет производительностью вентилятора *1*. Для полного удаления дымовых газов используется дымосос

14, который при помощи регулятора *13* обеспечивает заданное разрежение газов в верхней части топки.

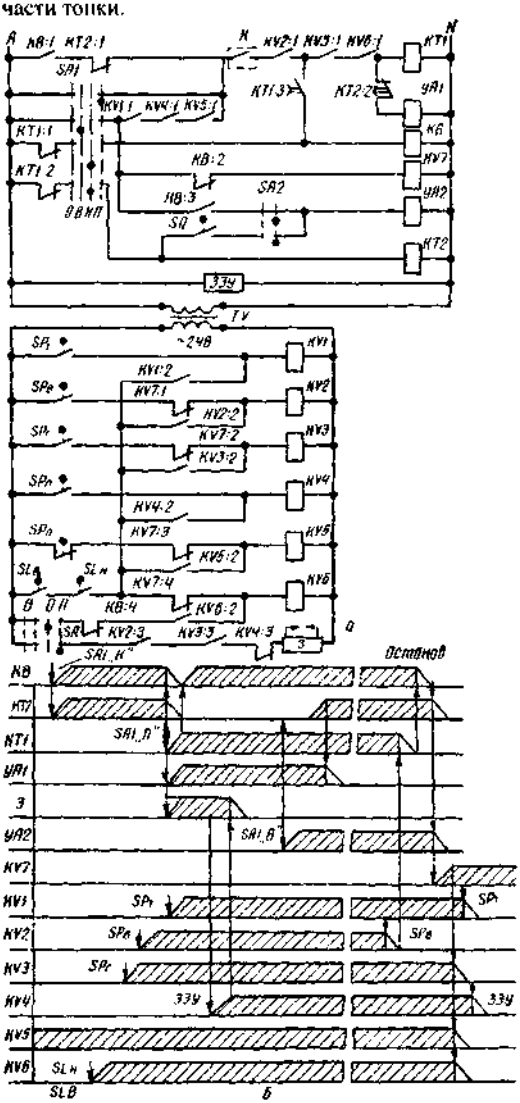


Рис 3.5.2. Принципиальная электрическая схема САУ «Кристалл» (а) и временная диаграмма ее работы (б)

При избыточном разрежении увеличивается вынос теплоты через дымосос, при недостаточном — дымовые газы прорываются внутрь помещения котельной. Уровень воды в барабане котла поддерживается постоянным при помощи регулятора *9*, получающего сигналы об изменении уровня от манометра. При отклонении уровня от заданного значения регулятор *9* воздействует на регулирующий клапан *10*. В аварийном режиме котел останавливают, прекращая подачу топлива при помощи клапана УА2, если произошло одно из следующих нарушений: упало или повысилось давление в системах подачи топлива или воздуха, упало разрежение в топке, повысилось давление пара, понизился или повысился уровень воды в барабане, погасло пламя в топке. Для этого котел оборудуют соответствующими датчиками безопасности: давления газо- или жидкообразного топлива SP_T, воздуха SP_B, разрежения газов в топке SP_r, давления пара $SP_п$, верхнего SL_B п нижнего SL_H уровней воды в барабане котла, наличия пламени *ЗЗУ* (рис. 3.5.2, а). САУ «Кристалл» работает в соответствии с временной диаграммой (рис. 3.5.2, б). При подаче на схему напряжения срабатывает только реле *KV5* через замкнутый контакт датчика $SP_п$, остальные реле сигнализации отключены. Переводом переключателя *SA1* в нормальное предпусковое положение *Н* включают реле блокировки *KB* и реле выдержки времени *KT2*, исключающие ложное срабатывание реле защиты *KV1...KV6* из-за срабатывания датчиков вследствие колебаний контролируемых параметров в период подготовки котла к пуску. Затем оператор кнопочными постами включает питательный насос, заполняющий барабан водой, дымосос, дутьевой вентилятор, продувку топливопроводов (на рис. 3.5.2 эти элементы не показаны). По мере достижения указанными параметрами заданных значений срабатывают датчики SL_B, SL_H, SP_r, SP_B и включают соответственно реле *KV6, KV3* и *KV2*. Для розжига топки от запальников переключатель *SA1* переводят в положение *П* — «Пуск», при котором срабатывают реле выдержки времени *KT1* по цепи *К* (из схемы управления дымососом), *KV2 :1. KV3 : 1* и *KV6 : 1;* электромагнит *YA1* клапана топлива на запальнике и электроискровой зажигатель *3*. Одновременно отключаются реле *KB* и *KT2*, но реле *KB* вновь включается замыкающими контактами *KT1:3*. Далее переключатель *SA1* переводят в положение *В* — «Включено» и вручную полностью открывают электромагнит *YA2* отсечного клапана (рис. 3.5.1) на топливопроводе. При этом замыкаются контакты *SQ* (рис. 3.5.2). Одновременно срабатывает реле *KT2*, которое с выдержкой времени снимает напряжение с пускового электромагнита *YA1*, и последний закрывается. На этом пуск заканчивается. Для нормального останова переводят переключатель *SA1* в положение *О*—«Отключено». Аварийный останов происходит при срабатывании соответствующих защит. Например, при снижении давления воздуха за дутьевым вентилятором размыкаются контакты SP_B датчика давления, и реле *KV2* отключается. Затем отключаются другие элементы схемы в последовательности, показанной на диаграмме рис. 3.5.2, б.

3.6. САУ теплогенераторов типа ТГ (рис.3.6)

Теплогенераторы используют для воздушного отопления и вентиляции животноводческих и птицеводческих ферм, гаражей и ремонтных мастерских, а также для сушки и активного вентилирования подогретым воздухом различ-

ной сельскохозяйственной продукции. В качестве источника энергии для теплогенераторов служит жидкое и газовое топливо, реже твердое топливо.

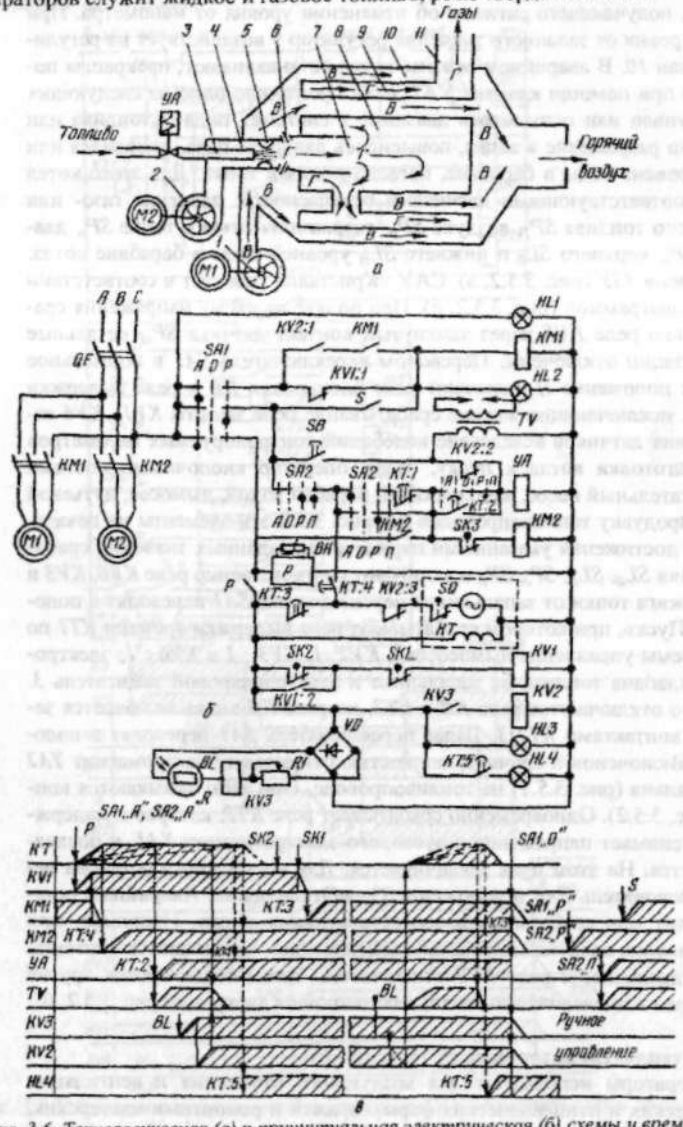


Рис. 3.6. Технологическая (а) и принципиальная электрическая (б) схемы и временная диаграмма работы (в) теплогенератора типа ТГ

Теплогенератор состоит из корпуса *10* (рис.3.6, а), к которому присоединены или встроены в него вентилятор *1* подогреваемого воздуха, вентилятор *2* топочного блока, горелка *5* с диффузорными распылителями топлива, камера газификации *7*, топочная камера *8*, теплообменник-воздухонагреватель *9*, дымовая труба *11*. Топливо подается в топку по топливопроводу *3* и распыляется воздухом от вентилятора *2*. Открытие и закрытие топливопровода осуществляет электромагнитный вентиль *УА*, зажигают топку при помощи электроискровых электродов *6*, для контроля наличия пламени предназначен фоторезистор *4*. САУ теплогенератором предусматривает возможность его работы в трех режимах: отопление автоматическое, отопление ручное, вентиляция ручная. В режиме автоматического отопления переключатели *SA1* и *SA2* ставят в положение *А* (рис. 3.6, б, в). Когда температура в помещении в результате вентиляции снижается, замыкаются контакты полупроводникового терморегулятора *Р* и получают питание программное реле времени *КТ* и реле *KV1*, которое отключает магнитный пускатель *КМ1* электровентилятора *М1*. Вентиляция помещения прекращается. Через 5с после включения реле времени замыкается его контакт *КТ:4*, и магнитный пускатель *КМ2* получает питание (по цепи — контакты *КТ:3*, *КТ:4*, *SA2*, *КТ:1* и датчик температуры *SK3*). Включается двигатель вентилятора горелки *М2*, и начинается продувка камеры сгорания. По истечении 20...25с замыкаются контакты *КТ:2* реле времени, и напряжение подается на высоковольтный трансформатор зажигания *TV* и электромагнитный клапан *УА*, открывающий доступ топливу в камеру сгорания. Воздушно-топливная смесь вспыхивает, освещая камеру сгорания. Под действием света сопротивление *R* фотореле *BL* уменьшается, что приводит к срабатыванию сначала промежуточного реле *KV3*, а затем и реле *KV2*, контакты *KV2:2* и *KV2:3* которого отключают трансформатор зажигания и реле времени. После прогрева камеры сгорания последовательно размыкаются контакты датчиков температуры *SK2* и *SK1*.Реле *KV1* теряет питание и включает магнитный пускатель *КМ1* привода вентилятора *1*. В помещение начинает поступать воздух, подогретый в теплогенераторе. Если пуск теплогенератора затягивается более чем на 20...25с и оказывается безуспешным, то контакты *КТ:1* отключают электромагнитный вентиль *УА* и подача топлива прекращается. Затем контактом *КТ:5* включается сигнальная лампа *HL4*, а размыкающим контактом *КТ:3* отключается вентилятор *М2* топки (на рис. 4.4, в показано пунктиром). В случае кратковременного срыва факела при нормальной работе теплогенератора реле *KV3* фотореле *BL* отключает реле *KV2*, и через его размыкающий контакт *KV2:2* включается *TV* и подается искра зажигания. Если смесь не воспламенится, теплогенератор отключится контактами *КТ:1* и *КТ:3*. Повторно его включают вручную, поворачивая рукоятку *SA1* сначала в положение *0*, а затем обратно в положение *А*. При этом программное устройство *КТ* возвращается в исходное состояние.

Когда температура теплогенератора превысит допустимую, контакты датчика *SK3* разомкнутся и отключат теплогенератор. Для нормального останова теплогенератора переключатель *SA1* переводят в положение *0*.

В режиме ручного отопления, к которому обращаются для наладки, опробования, а также в случае отказов автоматики, переключатели *SA1* и *SA2* ста-

вят в положение *Р*. Получает питание катушка магнитного пускателя *КМ2*, и начинается продувка топки. Затем переключатель *SA2* переводят в положение *П*. Включается электромагнитный клапан *УА*, и топливо подается в камеру сгорания. После необходимого прогрева камеры сгорания замыкается тумблер *S*, и магнитный пускатель *КМ1* включает электродвигатель вентилятора *М1*. В режиме ручной вентиляции вентиляторами теплогенератора управляют при помощи тумблера *S*.

3.7. САУ водонагревателя типа 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. Холодная вода подается через штуцер *4*, а горячая уходит через штуцер *7* с предохранительным клапаном *6* (рис. 3.7, а). Контактный термодатчик закрепляется в штуцере *5*. В корпусе водонагревателя, состоящем из двух металлических цилиндрических стенок *1* и *2*, установлена группа нагревателей *3* мощностью 12кВт, подключенных к трехфазной сети.

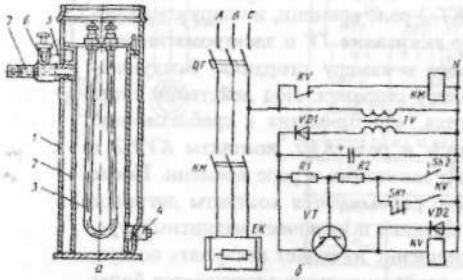


Рис. 3.7. Устройство проточного водонагревателя ЭПВ-2А (а) и принципиальная электрическая схема САУ (б)

САУ осуществляет двухпозиционное релейное регулирование температуры воды при помощи контактов *SK1* и *SK2* термодатчика. При повышении температуры воды до заданного верхнего значения замыкаются контакты *SK2*, открывается транзистор *VT* и включается реле *KV*, которое своими контактами отключает при помощи магнитного пускателя *КМ* электронагреватель *ЕК*. При снижении температуры воды вначале размыкаются контакты *SK2*, а затем при нижнем значении температуры размыкаются контакты *SK1*, транзистор *VT* закрывается, реле *KV* обесточивается и своими контактами включает магнитный пускатель электронагревателей *ЕК*.

3.8. САУ водонагревателя типа ВЭП-600

Водонагреватель состоит из проточного нагревательного бака *1* с предохранительным клапаном *2* (рис. 3.8, а), термометром *3*, термодатчиком *SK1* и нагревательного блока *7*. Циркуляция воды осуществляется при помощи насоса *6*, который направляет теплую воду (20°С) из бака *1* к автопоилкам на ферму КРС. Неиспользованная в автопоилках вода возвращается в бак *1*. Электрооборудование изолируется от водопроводов изоляционными вставками-трубками 5. Перекрытие водопотоков осуществляется запорными вентилями *4*. САУ водоподогревателя ВЭП-600 поддерживает заданную температуру воды в автопоилках коровника до 200 коров. Температура контролируется термодат-

чиком *SK2*, устанавливаемым в самой холодной зоне системы поения (рис. 3.8, б). При малой температуре контакты *SK1* и *SK2* термодатчиков замкнуты, реле *KV1* и *KV2*, а также магнитные пускатели *KM1* и *KM2* включены. При повышении температуры воды в баке размыкается контакт *SK1*, транзистор *VT1* закрывается, реле *KV1* отключается и отключает своим контактом магнитный пускатель *KM1* электронагревателя *EK*. Таким же образом действует на отключение пускателя *KM2* насоса термореле *SK2*. При снижении температуры возвратной воды контакты *SK2* замыкаются, транзистор *VT2* открывается, срабатывает реле *KV2* и включает магнитный пускатель *KM2* электронасоса, благодаря этому охлажденная вода в автопоилках заменяется на теплую из бака. Ручное включение и отключение установки осуществляется переводом переключателя *SA* соответственно в положение *P* и *O*.

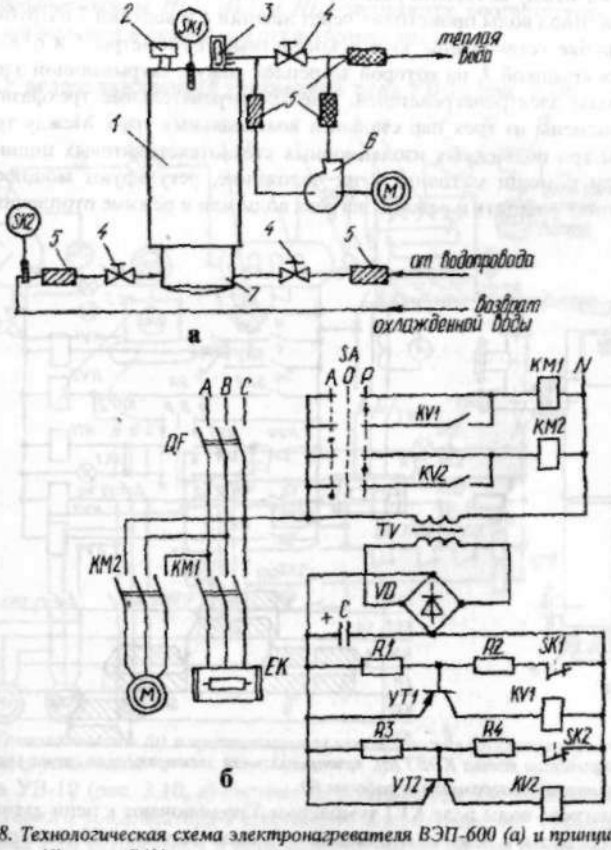


Рис. 3.8. Технологическая схема электронагревателя ВЭП-600 (а) и принципиальная электрическая (б) схема САУ

3.9. САУ водонагревателя типа КЭВЗ

Автоматическое управление электродными водогрейными и паровыми котлами осуществляется по температуре, давлению и уровню воды в котле. Электродный метод нагрева воды и получения пара обеспечивает простоту конструкции и глубокое регулирование мощности от 10 до 100%. Недостатками следует назвать зависимость мощности от температуры и засоленности воды, а также отложение солей на электродах. Эти котлы используют в системах горячего водоснабжения в центральных и местных электрокотельных. Для уменьшения накипеобразования воду предварительно смягчают или одна и та же вода используется как теплоноситель между котлом и теплообменным аппаратом (бойлером). Корпус *1* котла цилиндрической формы с двойными стенками (рис. 3.9, а), между которыми расположена теплоизоляция *2* из стекловолокна. Подвод и отвод воды происходит через нижний *8* и верхний *7* патрубки. В верхнем патрубке установлены электроконтактные термометры *5* и *6*. Корпус закрывается крышкой *3*, на которой закреплен кожух, закрывающий электрические выводы электронагревателей. Электронагревательные трехфазные электроды выполнены из трех пар стальных коаксиальных труб. Между трубами вставлены 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.

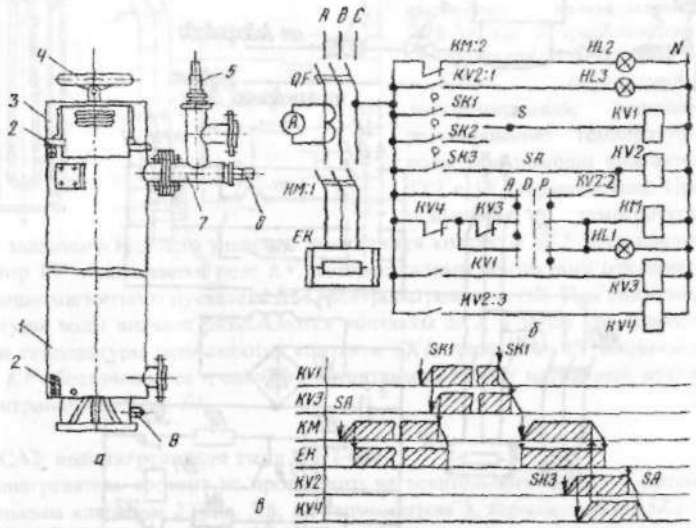


Рис. 3.9. Устройство котла КЭВЗ (а), принципиальная электрическая схема управления им (б) и временная диаграмма его работы (в)

В режиме нагрева воды реле *KV1* тумблером *S* подключают к цепи датчика *SK1* температуры воды, в режиме отопления — к цепи датчика *SK2* температуры воздуха в помещении (рис. 3.9, б). Контакты термодатчика *SK3* замыкаются при достижении температуры воды максимально допустимого значения. Ав-

томатическое *А* или ручное *Р* управление устанавливают переключателем *SA*. САУ в автоматическом режиме работает в соответствии с временной диаграммой (рис. 3.9, в). 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 *ЕК*. Повторное включение происходит при помощи реле *KV1*, *KV3* и пускателя *КМ* при размыкании контактов *SK1* вследствие снижения температуры воды. Затем цикл повторяется. При недопустимом повышении температуры замыкаются контакты *SK3* и при помощи реле *KV2* и *KV4* выполняют аварийное отключение электронагревателя. После этого отключенный котел может включить только обслуживающий персонал. Сигнальные лампы *НЫ*, *HL2* и *HL3* загораются соответственно при включении, нормальном и аварийном отключениях котла.

3.10. САУ водоохлаждающей установкой типа УВ-10 (рис. 3.10)

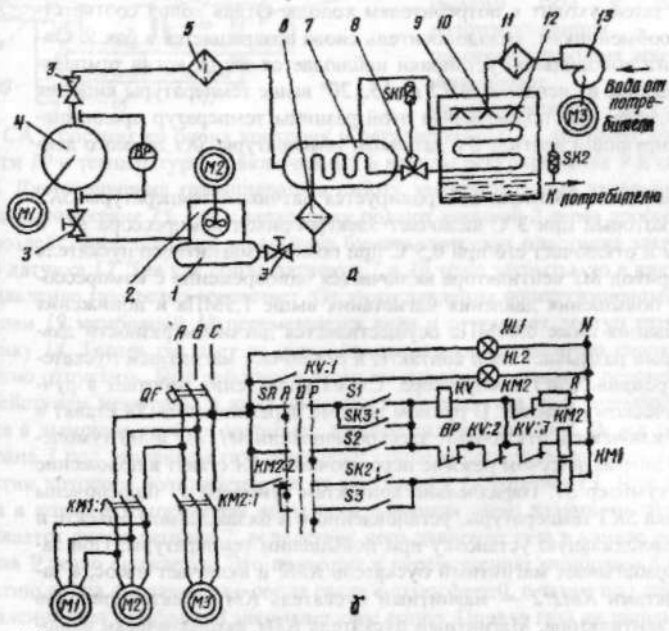


Рис. 3.10. Технологическая (а) и принципиальная электрическая (б) схемы управления водоохлаждающей установкой

Установка УВ-10 (рис. 3.10, а) состоит из компрессора *4* с электроприводом *М1*, воздушного конденсатора *2* с приводом вентилятора *М2*, ресивера *1*, теплообменника *7* со встроенным в него осушителем-фильтром *6*, терморегулирующего вентиля *8*, оросительного змеевикового испарителя *12*, размещенного в баке *9*, холодоносителя с оросителем *10*, центробежного насоса *13* для

перекачки холодоносителя, фильтров *5, 6* и *11* и вентилей *3*.Установка работает по двум замкнутым контурам: по холодильному агенту и по хладоносителю (воде). Первый контур работает следующим образом. Компрессор *4* отсасывает пары хладагента из испарителя *12*, сжимает их и нагнетает в конденсатор *2*, где хладагент охлаждается и конденсируется за счет теплообмена с воздухом, прогоняемым вентилятором *M2*. Жидкий хладагент скапливается в ресивере *1*, а затем проходит через фильтр-осушитель *6* и теплообменник 7. В фильтре *6* он освобождается от влаги и грязи, а в теплообменнике 7 дополнительно охлаждается за счет регенеративного теплообмена с парами хладагента, идущего из испарителя. Охлажденный хладагент поступает в терморегулирующий вентиль *8*, в котором снижается его давление, а затем в виде паро-жидкостной смеси поступает в испаритель *12*. В испарителе эта смесь превращается в пар, отбирая теплоту от водяного холодоносителя и вынося ее 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 из испарителя *12* на 15...20° выше температуры кипения холодильного агента. Для поддержания этой разницы температур предназначен терморегулирующий вентиль *8* с датчиком температуры *SK1* прямого действия.

Температура холодоносителя контролируется датчиком температуры *SK2* (рис. 3.10, б)., который при 3°С включает электропривод компрессора *M1* и вентилятора *M2* и отключает его при 0,5°С при помощи магнитного пускателя *KM1*. Электропривод *M2* вентилятора включается одновременно с компрессором Защита от повышения давления нагнетания выше 1,5МПа и понижения давления всасывания ниже 0,04МПа осуществляется датчиком разности давления *BP*, 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 *P*. Включают и отключают электродвигатели *M1*, *M2* и *M3* тумблерами *S2* и *S3*. В автоматическом режиме переключатель *SA* ставят в положение *A* 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* электроприводов 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 давлений *BP*, а также контактов тепловых реле магнитных пускателей *KM1* и *KM2* (они включаются последовательно с контактами *BP*, на схеме не показаны) реле *KV* расшунтируется и срабатывает. Оно своими

контактами включает сигнальную лампу *HL2*, отключает магнитный пускатель *KM2* насоса, а затем блок-контактами *KM2* отключается магнитный пускатель *KM1*. После этого схему в исходное состояние можно привести только вручную путем отключения и включения тумблера *S1*.

3.11.САУ газовых водогрейных и паровых установок

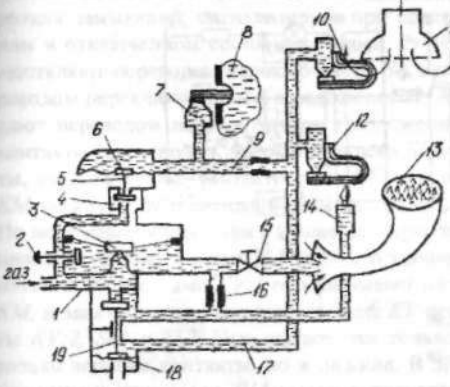


Рис. 3.11. САУ газовых водогрейных и паровых установок

Для регулирования температуры воды или давления пара и контроля пламени, регулирования разряжения в дымоотводящем канале и давления сжигаемого газа в газовых водонагревающих и парогенерирующих аппаратах используют газовые универсальные регуляторы типа. САУ состоит из блока контроля и регулирования *1*, датчиков пламени *12*, тяги *10* и температуры 7, включенных в каналы регулирования *9* и контроля *17*. Для включения газоаппарата в работу зажигают пламя запальника *14* при закрытом кране *15*. Газ к запальнику подают кнопкой *2* через дроссель *16*. Под воздействием пламени запальника биметаллическая пластинка закрывает сопло датчика *12*. Так как сопла датчиков *7* и *10* тоже закрыты, то в каналах *9* и *17* давление газа резко возрастает. От этого давления подпружиненный микроклапан *19* мембраной *18* перемещается вниз и открывает доступ газа к запальнику *14*. Теперь газ идет из газоподводящего канала помимо кнопки *2*, и ее можно отпустить. Под действием этого же давления клапан *5*, перемещаясь под действием мембраны *6* вниз, выпускает порцию газа из надмембранного объема в дымовую трубу и закрывает нижнее силовое сопло *4*. Вслед за этим мембрана *3* под давлением газа открывает сопло и подает газ к крану *15*, при открытии которого воспламеняется от запальника *14* горелка *13*. При достижении в котле *8* температуры воды (или давления пара) заданного значения открывается сопло датчика *7*, вследствие чего давление газа в канале регулирования *9* резко снижается. Это приводит к перемещению мембраны *6* вверх, открытию сопла *4* и закрытию сопла связи с атмосферой, а затем под действием давления газа мембрана *3* закрывает свое сопло. Подача газа на запальник и в небольшом объеме на горелку будет поддерживаться только через верхнее седло клапана *19*. Когда снижается температура воды, седло датчика *7* и седло *4* вновь закрываются и на горелке *13* устанавливается номинальный режим горения. При нарушении тяги в вытяжной трубе *11* или погасании пламени открывается сопло датчика *10* или *12*, что вызывает сброс давления в каналах регулирования *9* и контроля *17*. Это приводит к закрытию клапаном *19* и мем-

браной *3* доступа газа соответственно к запальнику *14* и горелке *13* в описанной выше последовательности. Открытие сопла датчика *10* происходит вследствие изменения траектории движения дымовых газов при нарушении тяги и нагрева ими биметаллической пластинки.

3.12. САУ башенной водонасосной установкой

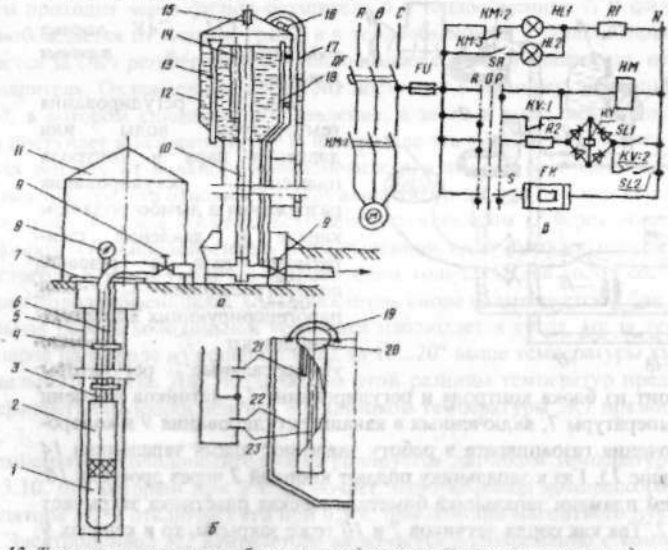


Рис. 3.12. Технологическая схема башенная водокачки с погружным электродвигателем (а), схема датчика уровня воды (б) и принципиальная электрическая схема САУ (в)

Погружной электродвигатель *1* (рис. 3.12, а) в монолите с многоступенчатым: насосом *2* закрепляют на водоподъемных трубах *3* и опускают в скважину *5*. Трубы подвешивают к плите *7*, установленной в помещении *11*. Скважины выполняют из обсадных труб диаметром 100...450мм. Электродвигатели выполняют сухими, полусухими и заполненными маслом или водой. Наиболее распространены электродвигатели, заполненные водой. Смазывают резинометаллические или пластмассовые подшипники также водой. К электродвигателю подводят кабель *6*, закрепленный на водоподъемных трубах хомутами *4*. Всасывающая часть имеет сетку, задерживающую крупные примеси, находящиеся в воде. Бак башни *12* выполняют сварным из листовой стали и устанавливают на кирпичную, железобетонную или металлическую опору. К баку подводят напорно-разводящий трубопровод *10*. Конец напорной трубы доводят до верхнего уровня, а отвод воды из бака происходит через обратный клапан у нижнего уровня. Бак оборудуют внешней *17* и внутренней *18* лестницами, люком *16*, вентиляционным клапаном *15*, датчиками уровня *14* и водосливной трубой *13*, исключающей переполнение бака водой в случае неотключения насоса от датчиков верхнего уровня. На водопроводе ставят манометр *8* и задвижки *9*. Электродный датчик уровня состоит из защитного корпу-

са *20* (рис. 3.12, б), скобы *19* для крепления датчика в баке и трубчатых электродов: верхнего уровня *21*, нижнего уровня *23* и общего *22*. Внутри центрального электрода расположен нагревательный элемент, который включают в холодное время года для исключения обмерзания электродов.

САУ (рис. 3.12, в) 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 состоянии насоса. Ручное включение электронасоса осуществляют переводом переключателя *SA* в положение *P*, а отключение — переводом переключателя *SA* в положение *O*. Автоматический режим работы задают переводом переключателя в положение *A*. Если в башне нет воды, то контакты (электроды) датчика верхнего *SL1* и нижнего *SL2* уровня разомкнуты, следовательно, контакты реле *KV* в цепи катушки магнитного пускателя *KM* замкнуты. Магнитный пускатель срабатывает и включает электронасос *M*. По мере накопления воды в башне перекрываются водой сначала контакты *SL2* нижнего уровня, а затем *SL1* верхнего уровня, и реле *KV* через воду получает питание. Контактами *KV:1* оно разрывает цепь питания магнитного пускателя *KM*, и электронасос отключается. Реле *KV* остается включенным через контакты *KV:2*, *SL1* и *SL2*. Оно отключится 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 определяют по зеленой лампе *HL1*, а включенное — по красной лампе *HL2*. Защита двигателя осуществляется при помощи тепловых расцепителей магнитного пускателя *KM* и автомата *QF*. На холодный период года выключателем *S* включается электрообогреватель *EK* датчика, предотвращающий обледенение и вмерзание электродов датчика уровня воды в лед.

3.13. САУ управления насосными агрегатами типа ШЭТ

Бесконтактная станция управления типа ШЭТ выполнена на полупроводниковых логических элементах. По сравнению с контактными схемами бесконтактные станции дороже, но удорожание окупается увеличением срока службы и надежности работы как самой САУ, так и электродвигателя. Для защиты электродвигателя от перегрузок и коротких замыканий имеется специальный блок защиты. САУ (рис. 3.13) работает следующим образом. Когда в водонапорной башне нет воды, то контакты верхнего *SL1* и нижнего *SL2* уровней разомкнуты. Вследствие этого на входах *Вх.5* и *Вх.6* логического элемента ИЛИ—НЕ сигналы отсутствуют, а на его выходе сигналы появляются и через диоды *VD8* и *VD9* поступают на усилитель *У*, который усиливает входной сигнал, вызывающий срабатывание промежуточного реле *KV* и загорание сигнальной лампы *HL*. Реле *KV* своими контактами включает магнитный пускатель *KM*, а последний — электронасос *M*.

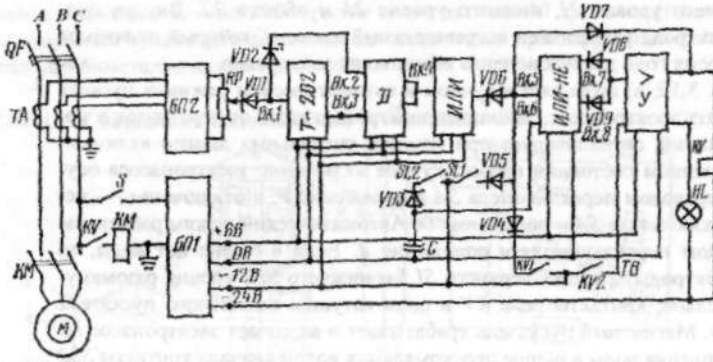


Рис. 3.13. Принципиальная электрическая схема САУ водонасосной станции типа ШЭТ

По мере заполнения башни водой вначале замыкаются контакты *SL2* датчика нижнего уровня, а затем контакты *SL1* верхнего уровня. При замыкании контактов *SL2* на *Вх.6* подается отрицательный потенциал, вследствие чего на диоде *VD9* выходной сигнал исчезает, а на диоде *VD8* выходной сигнал есть, благодаря чему насос не отключается. Когда вода замыкает контакты *SL1* датчика верхнего уровня, на *Вх.5* поступает сигнал и на диоде *VD8* выходной сигнал также исчезает. Вследствие этого лампа *HL* и реле *KV* отключаются, что вызывает выключение электронасоса. При расходе воды вначале размыкаются контакты *SL1* верхнего уровня, но это не приводит к включению электродвигателя, так как вместо выходного сигнала от датчика на вход *Вх.5* через диод *VD7* и реле *KV* подается отрицательный потенциал от источника -24В. При размыкании контактов *SL2* нижнего уровня на *Вх.6* сигнал исчезает, что вызывает автоматическое повторное включение электронасоса. Логические элементы Т-202, выдержки времени *D* и элемент *ИЛИ* вместе с блоком питания *БП2* защищают двигатель от перегрузок и от работы в аварийных режимах. Датчиком тока является трансформатор тока *TA*, выпрямленный ток которого поступает на потенциометр *RP*. Движком потенциометра *RP* устанавливают значение токов срабатывания защиты при перегрузках и коротких замыканиях электродвигателя. При токах перегрузки срабатывает бесконтактное реле Т-202, с которого поступает на вход *Вх.3* сигнал, вызывающий срабатывание элемента выдержки времени *D*. С элемента *D* сигнал с выдержкой времени через элемент ИЛИ поступает на вход *Вх.5* элемента ИЛИ—НЕ, что вызывает отключение реле *KV* и электронасоса *M*. При токах короткого замыкания напряжение на потенциометре *RP* возрастает в несколько раз, вследствие этого открывается стабилитрон *VD2* и через вход *Вх.2* на элемент *D* поступает сигнал, минуя цепочку выдержки времени в элементе *D*. С элемента *D* сигнал последовательно поступает на входы *Вх4* и *Вх.5* и исчезает с входа *Вх.7*, что вызывает отключение электронасоса без выдержки времени. Логические элементы питаются от блока питания *БП1*, который к напряжению подключается выключателем *S*.

3.14. САУ двухагрегатной водоотливной насосной станцией

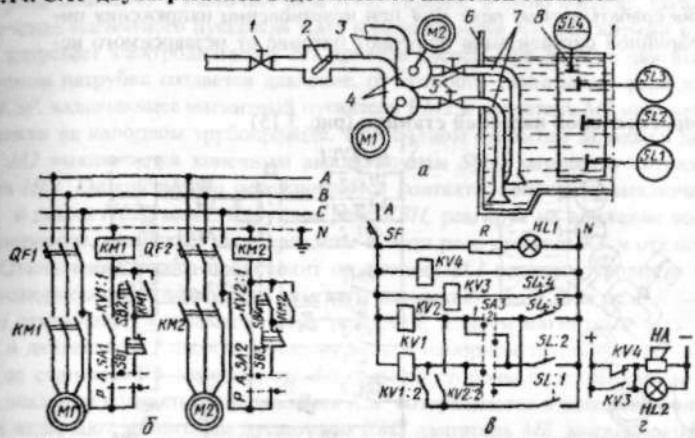


Рис. 3.14. Технологическая (а) и принципиальные электрические (б, в и г) схемы САУ двухагрегатной откачивающей насосной станцией

Для откачки сточных, дренажных и хозяйственно-фекальных вод используют низконапорные (8...95м) высокопроизводительные канализационные электронасосы. Канализационным насосам свойствен ряд отличительных особенностей. Такие насосы имеют незасоряющееся одно-трехлопастное уширенное рабочее колесо, самоуплотняющееся соединение насоса с напорным трубопроводом, направляющие аппараты в них отсутствуют. Вручную агрегаты включают и отключают кнопками *SB1...SB4*, а в автоматическом режиме — при помощи электродных датчиков уровня *SL1...SL4* (рис. 3.14). Задвижки *1* и *5* с ручным приводом закрывают при ремонте насосов. При работе насосов они открыты. Обратный поток жидкости через неработающий насос *4*, нагнетающую *3* и всасывающую *7* трубы предотвращает клапан *2*. Сточные воды и навозная жижа собираются в резервуар *6*. По мере повышения уровня жидкости они перемыкают промежутки электродов нижнего уровня *SL1*, *SL2* и общий электрод *8* (заземленная труба). Вначале от датчика *SL2* включается один насос. Если приток сточных вод больше, чем производительность насоса, то уровень стоков повышается и датчиком *SL3* включается второй электронасос. Очередность включения агрегатов определяется переключателем *SA3*. Например, в положении *1* переключателя *SA3* вначале от датчика *SL2* срабатывает реле *KV1*, которое включает электродвигатель *M1* первого насоса, а затем от датчика *SL3* — реле *KV2* и второй электронасос *M2*. В положении *2* переключателя очередность включения насосов будет обратной. Вторыми парами контактов реле *KV1* и *KV2* шунтируют через датчик *SL1* цепи датчиков *SL2* и *SL3*. Благодаря этому шунтированию отключение реле *KV1* и *KV2*, а затем и насосов при снижении уровня сточной воды произойдет только тогда, когда разомкнется цепь датчика *SL1* нижнего уровня. Если производительность и двух агрегатов оказывается меньше притока сточных вод, то от повышения уровня замыкается цепь датчика *SL4* и срабатывает реле *KV3*, которое включает ава-

рийно-предупредительную звуковую *HA* и световую *HL2* сигнализации. Эта же сигнализация срабатывает от реле *KV4* при исчезновении напряжения питания. Цепи аварийной сигнализации получают питание от независимого источника.

3.15. САУ оросительной насосной станции (рис. 3.15)

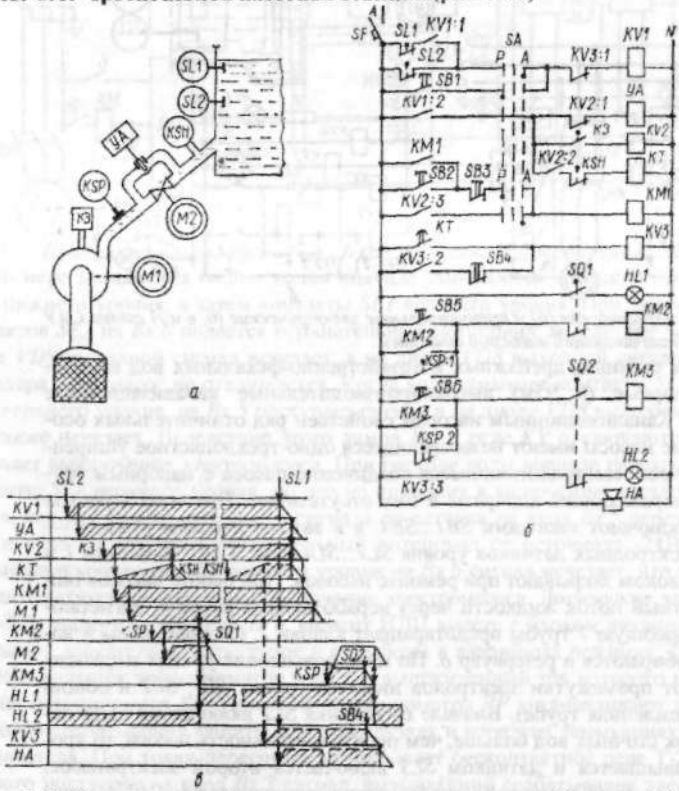


Рис. 3.15. Технологическая (а) и принципиальная электрическая (б) схемы САУ оросительной насосной станцией и временная диаграмма (в) ее работы

В режиме ручного управления переключатель *SA* (рис. 3.15, б). ставят в положение *P* и управляют работой оборудования при помощи кнопок *SB1...SB6*. В автоматическом режиме переключатель *SA* ставят в положение *A*, тогда схема работает в соответствии с временной диаграммой (рис. 3.15, в). При понижении уровня в водоприемном сооружении до минимально допустимого значения замыкаются контакты *SL2* датчика уровня (рис. 3.15, а) и включается реле *KV1*, которое включает электромагнитный клапан *YA*, установленный на заливной линии насоса. Насос через этот клапан заливается водой, а воздух в насосе выходит через реле залива *K3*. В конце заполнения насоса водой срабаты-

вает реле залива *K3* и включает реле *KV2*, которое, в свою очередь, вызывает включение магнитного пускателя *KM1* и реле времени *KT*. Магнитный пускатель запускает электродвигатель *M1* привода насоса. При разгоне двигателя в напорном патрубке создается давление, от которого срабатывает реле давления *KSP*, включающее магнитный пускатель *KM2* и двигатель *M2* на открытие задвижки на напорном трубопроводе. При полном открытии задвижки двигатель *M2* выключается конечным выключателем *SQ1*, загорается сигнальная лампа *HL1*. Одновременно переключаются контакты конечного выключателя *SQ2*, и лампа *HL2* гаснет. Струйное реле *KSH*, реагируя на движение воды в трубопроводе, размыкает свои контакты в цепи реле времени *KT* и отключает его. Отключение насоса происходит от датчика *SL1* верхнего уровня воды в водонапорном сооружении. Его контакты размыкают цепи тока реле *KV1*, которое отключает электромагнит *YA*, реле *KV2*, а затем магнитный пускатель *KM1* и двигатель *M1* насоса. Давление воды в напорном трубопроводе снижается до статического давления столба воды со стороны водохранилища. При этом давлении контакты реле давления *KSP* возвращаются в исходное положение и включают магнитным пускателем *KM3* двигатель *M2*, закрывающий задвижку. При полном закрытии контакты конечных выключателей *SQ1* и *SQ2* занимают исходное состояние, контакты *SQ2* отключают двигатель *M2*. Повторный автоматический пуск произойдет при снижении уровня воды до замыкания контактов *SL2*. Реле времени *KT* предназначено для аварийного отключения насоса. Если, например, при пуске вода не поступает в водоприемное сооружение, то контакты струйного реле *KSH* остаются замкнутыми, реле времени включает аварийное реле *KV3*, которое отключает реле *KV1* и включает аварийную сигнализацию *HA*. От реле *KV1* отключаются реле *KV2*, магнитный пускатель *KM1* и электронасос *M1* останавливается. Аварийное реле включено до тех пор, пока обслуживающий персонал не нажмет кнопку деблокировки *SB4*. Одновременно отключится электромагнитный клапан *YA*. Такая же последовательность работы схемы на отключение насоса будет и при случайном перерыве подачи воды (пунктирные линии на рисунке 3.15, в).

3.16. САУ стендом обкатки ДВС с реостатом при плавном изменении параметров обкатки

Выключателем *Q* подают напряжение на схему (рис. 3.16), загорается лампа *HL1*. Кнопкой *SB2* пускают главный двигатель *M3* и двигатель центробежного насоса *M1*. Конечный выключатель *SQ4* замкнут при верхнем положении электродов. Загорается сигнальная лампа *HL3*. Вручную опускают электроды и устанавливают начальную частоту вращения коленчатого вала 500...550об/мин при централизованной смазке или 600...700об/мин при смазке двигателя от собственного масляного насоса. Включают муфту электропривода реостата, нажимают кнопку *SB4* и включают тумблер *SA*. Происходит пуск двигателя *M2*, ножи реостата по заданной программе опускаются в жидкость, сопротивление реостата *R1* уменьшается, частота вращения двигателя *M3* увеличивается, идет процесс холодной обкатки, горит лампа *HL4*. Для осуществления заданной программы предварительно выбирают соответствующее передаточное число электропривода реостата. Для этого по технологическим картам опреде-

ляют длительность режима холодной обкатки и определяют положение ножей реостата и угол поворота ножевого вала, необходимый для уменьшения сопротивления.

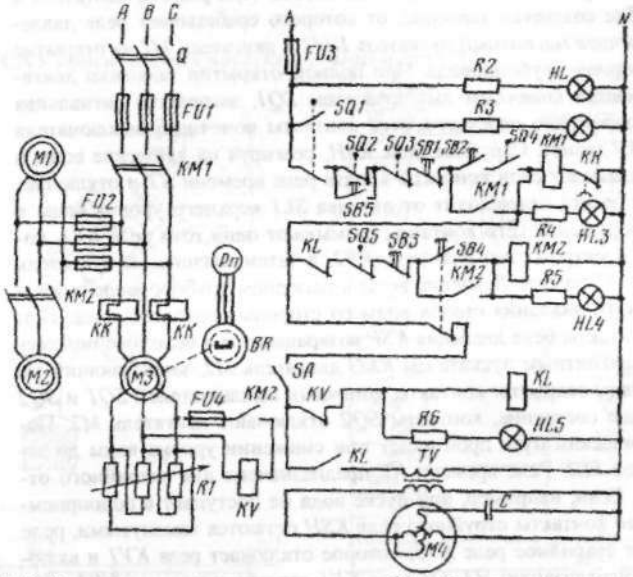


Рис. 3.16. Принципиальная электрическая схема САУ обкаточно-тормозным стендом при плавном изменении параметров обкатки

При срабатывании пускателя *KM2* закрываются блок-контакты *KM2*, получает питание реле напряжения *KV*, размыкается цепь промежуточного реле *KL*. С увеличением частоты вращения двигателя *M3* напряжение на его кольцах уменьшается до заданного. Реле *KV* замыкает свои контакты в цепи реле *KL*, которое отключает пускатель *KM2*, двигатель *M2*, реле *KV* и включает трансформатор *TV* и двигатель *M4*. Двигатель *M4* плавно перемещает рейку топливного насоса, увеличивая подачу топлива. Вначале происходит выбор зазоров в передаче, ДВС продолжает работать с прежней частотой вращения. Затем топливо начинает поступать в цилиндры, двигатель запускается и работает на холостом ходу, а по мере увеличения количества подаваемого топлива повышает частоту вращения и принимает на себя нагрузку от асинхронного двигателя *M3*, который при частоте вращения выше синхронной работает в тормозном генераторном режиме. Происходит процесс горячей обкатки с увеличивающимися частотой вращения и моментом, горит лампа *HL5*. Через заданный промежуток времени момент достигает заданного максимального значения. Кулачок воздействует на конечный выключатель *SQ1*, отключающий стенд от сети и включающий сигнальную лампу *HL2* «Обкатка окончена». ДВС остается работать на холостом ходу до подхода оператора. Конечный выключатель *SQ2* останавливает стенд при холодной обкатке в случае перегрузки. Для кратковременного преодоления большого момента трогания *SQ2* шун-

тируется кнопкой *SB5*. Выключатель *SQ3* отключает стенд при перегрузке в горячем режиме обкатки. Выключатель *SQ5* останавливает привод реостата, когда электроды реостата займут крайнее нижнее положение в режиме холодной обкатки при выключенном тумблере *SA*.

3.17. САУ стендом обкатки ДВС с реостатом при ступенчатом изменении частоты вращения и плавном изменении параметров обкатки (рис. 3.17)

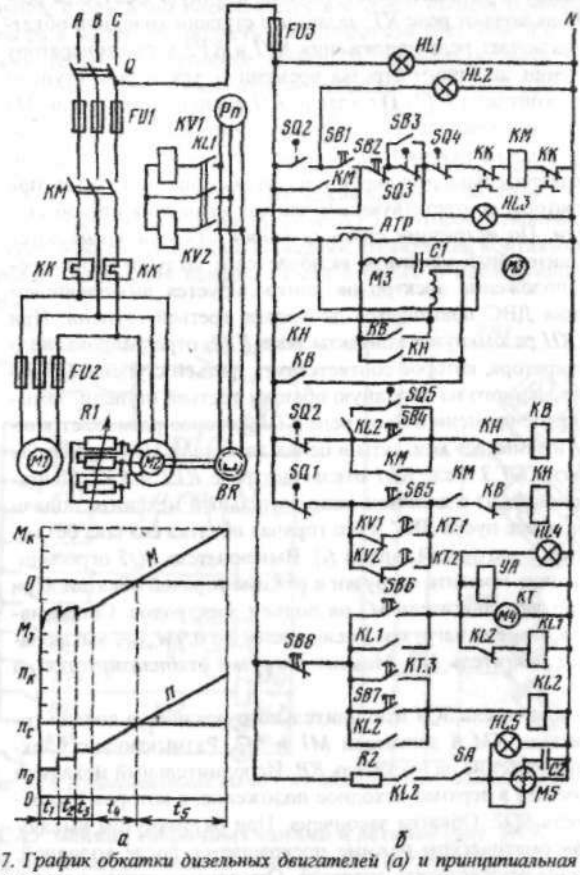


Рис. 3.17. График обкатки дизельных двигателей (а) и принципиальная электрическая схема (б) САУ стендом при ступенчатом изменении параметров холодной обкатки и плавном изменении параметров горячей обкатки

Ступенчатое изменение частоты вращения при холодном режиме обкатки, линейное изменение частоты вращения и момента нагрузки при горячем режиме обкатки тракторных двигателей осуществляются на стендах с автоматическим управлением. Напряжение на схему подают рубильником *Q*. Пускают

стенд кнопкой *SB1* в цепи катушки *KM*. Электроды реостата в это время находятся в верхнем положении, контакты конечного выключателя *SQ2* в цепи *KM* закрыты, а в цепи *KB* открыты. Конечный выключатель *SQ3* ограничивает чрезмерное повышение момента сопротивления при холодной обкатке. Положение выключателя *SQ3* регулируется на срабатывание при моменте, превышающем на 10...15% момент начального периода холодной обкатки данного двигателя (устанавливается через 20с работы на первой ступени). Начальную ступень частоты вращения n_0 устанавливают, опуская вручную электроды реостата *R1*. Кнопкой *SB6* включают реле *KT*, задающее ступени холодной обкатки ДВС. Реле *KL1* подключает реле напряжения *KV1* и *KV2* к тахогенератору *BR*. Реле *KT* по истечении заданного отрезка времени t_1 для первой ступени (рис. 3.17, а) замыкает контакты *KT1*. Пускатель *KH* включает двигатель *M3* исполнительного механизма привода электродов реостата *R1*. Электроды заглубляются до тех пор, пока не разомкнутся контакты реле *KV1* в цепи катушки *KH*. Реле *KV1* предварительно регулируют на размыкание контактов при напряжении тахогенератора, соответствующем частоте вращения второй ступени холодной обкатки. По истечении срока t_2 второй ступени замыкаются контакты *KT.2*. Исполнительный механизм включается и заглубляет электроды. Крайнее нижнее положение электродов контролируется выключателем *SQ1*. Частота вращения ДВС повышается до уровня третьей ступени. При этом в цепи катушки *KH* разомкнутся контакты реле *KV2*, отрегулированного на напряжение тахогенератора, которое соответствует третьей ступени. По истечении времени t_3, отведенного на холодную обкатку третьей ступени, замыкаются контакты *KT.3 реле времени в цепи реле KL2*, которое размыкает контакты в цепи реле *KL1* и замыкает контакты в цепях двигателя *M5* и пускателя *KB* и блокирует контакты *KT.3*. Реле *KL1* отключает реле *KV1* и *KV2*. Двигатель *M5* включается и приводит в действие исполнительный механизм подачи топлива. Начинается процесс пуска ДВС и его горячая обкатка сначала без нагрузки (время t_4), а затем с нагрузкой (время t_5). Выключатель *SQ5* ограничивает чрезмерное повышение момента нагрузки в режиме горячей обкатки. При этом его контакты включают двигатель *M3* на подъем электродов. Сопротивление *R1* увеличивается, момент нагрузки уменьшается до $0{,}9M_{нДВС}$, выключатель *SQ5* останавливает двигатель *M3*. Момент нагрузки стабилизируется на верхнем уровне.

В конце обкатки выключатель *SQ4* исполнительного механизма подачи топлива отключает пускатель *KM* и двигатели *M1* и *M2*. Размыкающие блок-контакты *KM* подают напряжение на пускатель *KB*. Исполнительный механизм выводит электроды реостата в верхнее исходное положение, в котором его останавливает выключатель *SQ2*. Обкатка закончена. При разомкнутом выключателе *SA* обкатка в автоматическом режиме прекращается после холодной. Перевод в горячий режим осуществляет оператор. Отключают стенд кнопкой *SB2*. Задерживают обкатку на любом этапе кнопкой *SB8*. Лампы на табло сигнализируют о наличии напряжения *HL1*, конце горячей обкатки *HL2*, включении стенда в работу *HL3*, о процессах холодной *HL4* и горячей *HL5* обкаток.

3.18. САУ температурой моющей жидкости

Все ТЭНы разделены на две группы (рис. 3.18): 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 *KV5*, которое отключает нагрев и включает световую сигнализацию «Авария». Включение контактора *КМ1* происходит после устранения неисправности в схеме и последующего нажатия кнопки *SB2*.

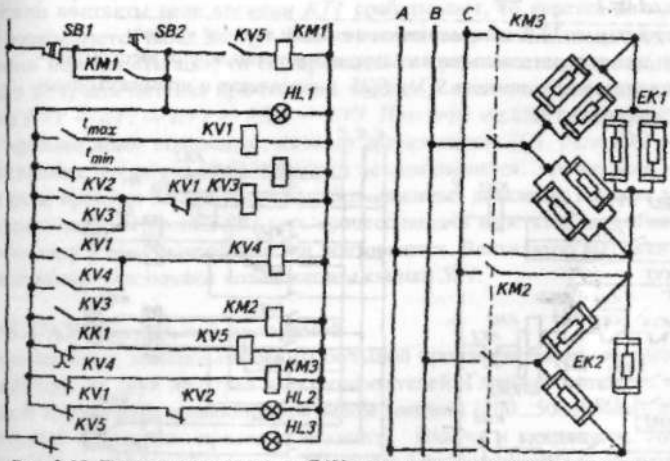


Рис. 3.18. Принципиальная схема САУ температуры моющей жидкости

3.19. САУ мойкой сборочных единиц и деталей (рис. 3.19)

Мойка заключается в подаче в камеру мойки сборочных единиц и деталей, опускании шторки, закрывающей проем 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 проем, поднимается, и корзина с деталями возвращается в исходное положение.

Для удаления паров моющей жидкости на всем протяжении мойки работает вытяжная вентиляция (рис. 3.19.1).

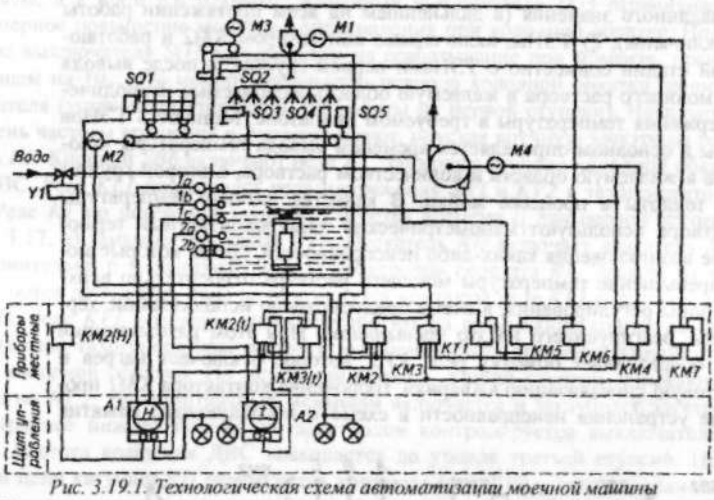


Рис. 3.19.1. Технологическая схема автоматизации моечной машины

Для управления исполнительными механизмами установлены бесконтактные путевые конечные выключатели *SQ1...SQ5* в комплекте с промежуточными реле *KV1...KV5* (рис. 3.19.2).

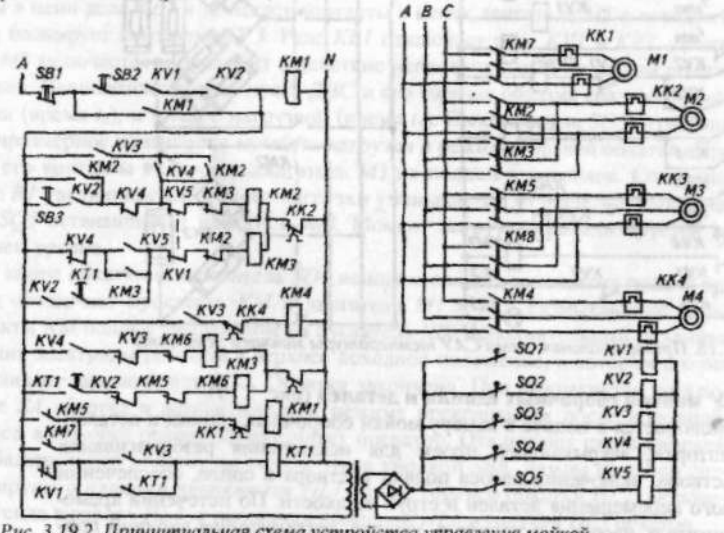


Рис. 3.19.2. Принципиальная схема устройства управления мойкой

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 к путевому выключателю *SQ4* последний включает реле *KV4*, размыкающий 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-включателя 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*.

3.20. САУ лесопильной пилорамой

Вертикальные лесопильные рамы большой производительности приводятся в действие от двух или трех электродвигателей. Главный двигатель связан ременной передачей с кривошипным валом машины (200...500об/мин), а вспомогательные двигатели приводят механизм подачи и гидронасос. Вначале при помощи пускателя *KM2* (рис. 3.20) вводят в работу двигатель гидронасоса. Замыкающий контакт *KM2* подготавливает цепь основного двигателя к пуску. Конечный выключатель *SQ1* включится при условии, если с маховика пилорамы *снят* ручной тормоз. Ручным тормозом останавливают пилораму в верхней мертвой точке для облегчения последующего пуска. После этого, нажимая кнопку *SB4*, включают сирену и промежуточное реле *KV1*; кнопкой *SB6* в цепь тока вводится катушка магнитного пускателя *KM1*, которая включает основной двигатель, сирена отключается. Кнопкой *SB7* через промежуточное реле включают соленоид, открывающий доступ масла в цилиндр подъема переднe-

го вальца. Если при этом задние вальцы были в верхнем положении, то в цепи тока оказывается промежуточное реле *KV5*, включающее соленоид на их опускание. Кнопкой *SB9* подают команду на опускание передних вальцов, а кнопкой *SB11* — на подъем задних вальцов. Форсированное питание на катушку *KM1* можно подать тумблером *SA2*, который включают только на период пуска. Сигнальная лампа *HL* освещает табло «Поставь *SA2* на работу». При помощи тумблера *SA3* осуществляют пробный пуск главного двигателя.

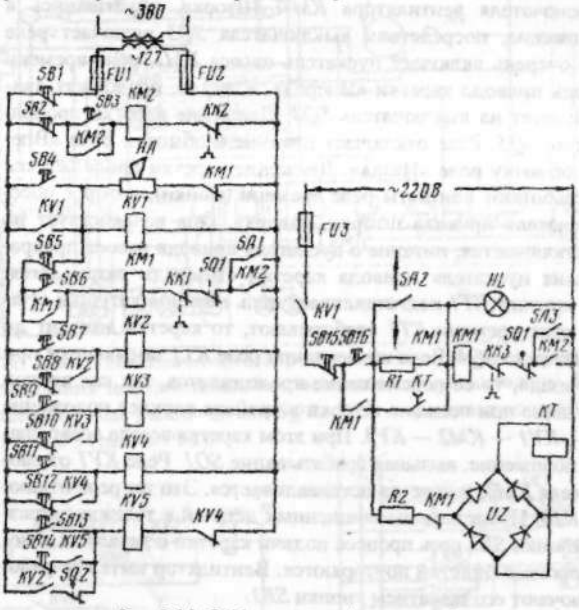


Рис. 3.20. САУ лесопильной пилорамой

Литература

1. Бородин И. Ф., Судник Ю.А. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления. -М.: Колос.-2005.
2. Бородин И. Ф., Рысс А.М. Автоматизация технологических процессов. -М.: Агропромиздат.-1996.
3. Бородин И. Ф., Недилько Н. М. Автоматизация технологических процессов. -М.: Агропромиздат.-1986.
4. Бохан Н.И., Бородин И.Ф. Технические средства автоматики и телемеханики. М.: Агропромиздат.-1992.
5. Иофинов Ф. Я. и др. Автоматизация в растениеводстве. М.: Агропромиздат, 1992.
6 Добролюбов И.П. Автоматика: Учебное пособие / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженерный ин-т. - Новосибирск: 2002.
7. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Альт В.В. Идентификация состояния сельскохозяйственных объектов измерительными экспертными системами / РАСХН, Сиб. отд-ние- СибФТИ.- Новосибирск. 2003.
8. Добролюбов И.П., Программируемые системы управления (учебное пособие) // Новосибирский гос. аграр. ун-т. Инженерный ин-т. -Новосибирск. - 2004.
9. Мартыненко И.И., Лысенко В.Ф. Проектирование систем автоматики. М.: Агропромиздат, 1990.
10. Савченко О.Ф., Добролюбов И.П., Альт В.В., Ольшевский С.Н. Автоматизированные технологические комплексы экспертизы двигателей // РАСХН, Сиб. отд-ние - СибФТИ.- Новосибирск, 2006.
11. Славин Р. М. Автоматизация процессов в животноводстве и птицеводстве. М.: Агропромиздат.-1991.
12. Соколов В.А. Автоматизация технологических процессов пищевой промышленности. -М.: Агропромиздат, 1991.
13. Утенков Г.Л., Добролюбов И.П. Автоматизированные технологические комплексы почвообработки // Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние. СибИМЭ.- Новосибирск, 2006.
14. Фоменков А.П. Электропривод сельскохозяйственных машин, агрегатов и поточных линий. М.:Колос-1984.
15. Фурунжев Р.И. МикроЭВМ в динамических системах. -Мн.: Выш. шк., 1982.
16. Фурунжиев Р.Н., Бохан Н.И. Микропроцессорная техника в автоматике. - Мн.: Ураджай, 1991.
17. Шичков Л.П. Электрооборудование и средства автоматизации сельскохозяйственной техники. М.: Агропромиздат, 1995.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Автоматизация технологических процессов в растениеводстве 3
1.1. Автоматизация мобильных процессов 3
1.2. Автоматизация процессов защищенного грунта 22
1.3. Автоматизация зернопунктов 49
1.4. Автоматизация овощехранилищ 64
2. Автоматизация процессов в животноводстве и птицеводстве 80
3. Автоматизация переработки продукции, тепло- водо- и газоснабжения, мелиорации, ремонта и техобслуживания техники 130

Составитель Иван Петрович Добролюбов

Автоматизация технологических процессов сельского хозяйства

Учебное пособие

Подписано в печать 9 октября 2007 г.

Формат 60 x 84 $^{1}/_{16}$ Объем 10,2 уч.- изд. л

Заказ № 559 Тираж 150 экз.

Отпечатано в минитипографии ИЗОП НГАУ
630039, Новосибирск, ул. Никитина, 155