

Лабораторная работа

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ТЕПЛИЦАХ

1. Автоматическое управление микроклиматом в ангарных теплицах

Общие сведения. 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. Основным 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 распыления воды через форсунки, закрепленные в подвешенных в теплице водопроводах на расстоянии примерно 3 м одна от другой. Для сбора и отвода воды, образующейся на конструкциях теплицы при распылении и конденсации влаги, устроены специальные желоба, по которым вода стекает в канализацию. Вода на увлажнение воздуха и полив почвы поступает из водоподогревателя под постоянным давлением, создаваемым насосной станцией. Полив осуществляется при помощи дождевальной установки или шлангов водой с температурой 16... 25 °С.

Отечественной промышленностью разработано несколько комплектов оборудования для управления микроклиматом ангарных теплиц, например, типа АМТ-600, СК-2, ОРМ-1, УТ-12 и Другие. В качестве примера рассмотрим принцип работы комплекта УТ-12.

Основной элементной базой УТ-12 являются логические элементы на микросхемах серии К-155 и др.

Комплектное оборудование УТ-12 размещено в отдельных шкафах и включает следующие 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.

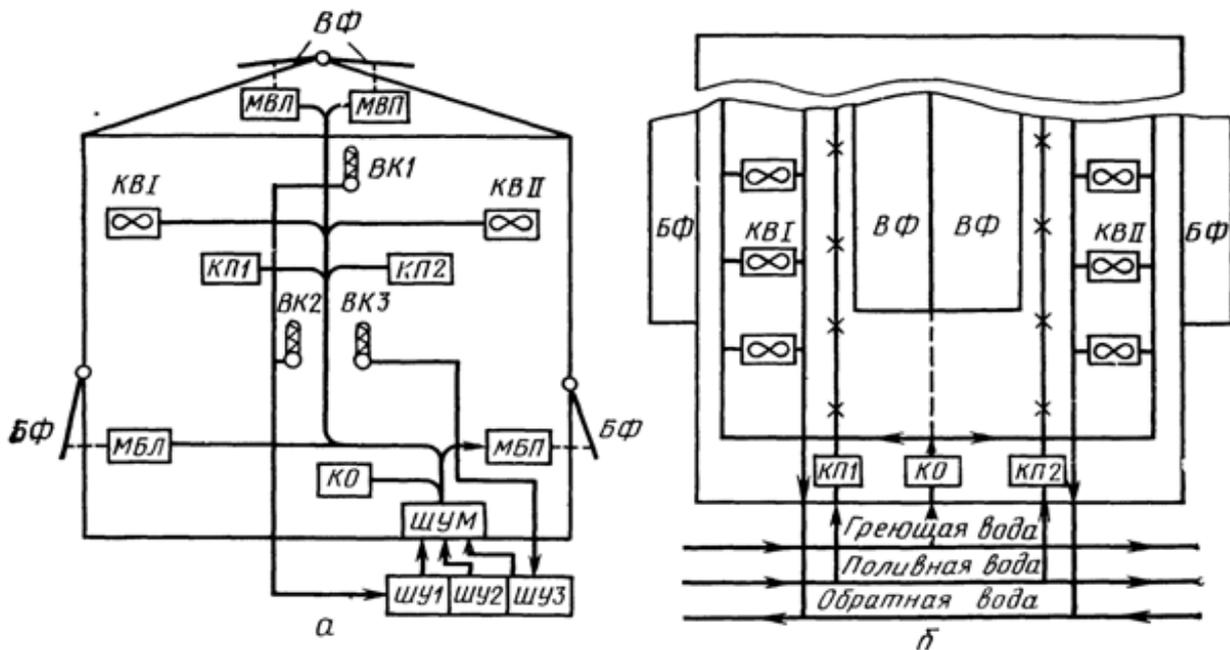
Комплект рассчитан на управление указанными параметрами в 12 отделениях теплицы, а также температурой в соединительном коридоре и в бытовых помещениях. Он обеспечивает поддержание температуры воздуха, почвы и поливной воды с точностью до $\pm 1,5^\circ$ в диапазоне заданных температур (0...40 °С), концентрации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

В первом шкафу управления ШУ1 (рис. 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.



Оборудование		Состояние оборудования при отклонении температуры от заданной, град												
		-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
Клапан отопления		Открыт						Закрыт						
Вентиляционная	Верхняя	правая												
		левая												
	Боковая	правая												
		левая												
Отопительные калориферы	КВ I	Включен						Отключен						
	КВ II	Включен						Отключен						

Рис. 1. Схема размещения оборудования УТ-12 в теплице (а) — вид с торца, (б) - вид сверху) и последовательность его работы (в).

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 КВ I и КВ II 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 КП I и КП II. 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 в). Электрическая схема управления температурой воздуха приведена на рис. 2

Блок дешифрации *BD1* генерирует импульсы с периодом 15 с, Кольцевой счетчик *BD2* и 16-позиционный переключатель поочередно подключают датчики температуры *BK1...BK16* и задатчики *R31...R316* 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 $+6^\circ$ от заданной. Элементы *D7* и *D14* срабатывают соответственно при коротком замыкании и обрыве в цепях датчиков температуры.

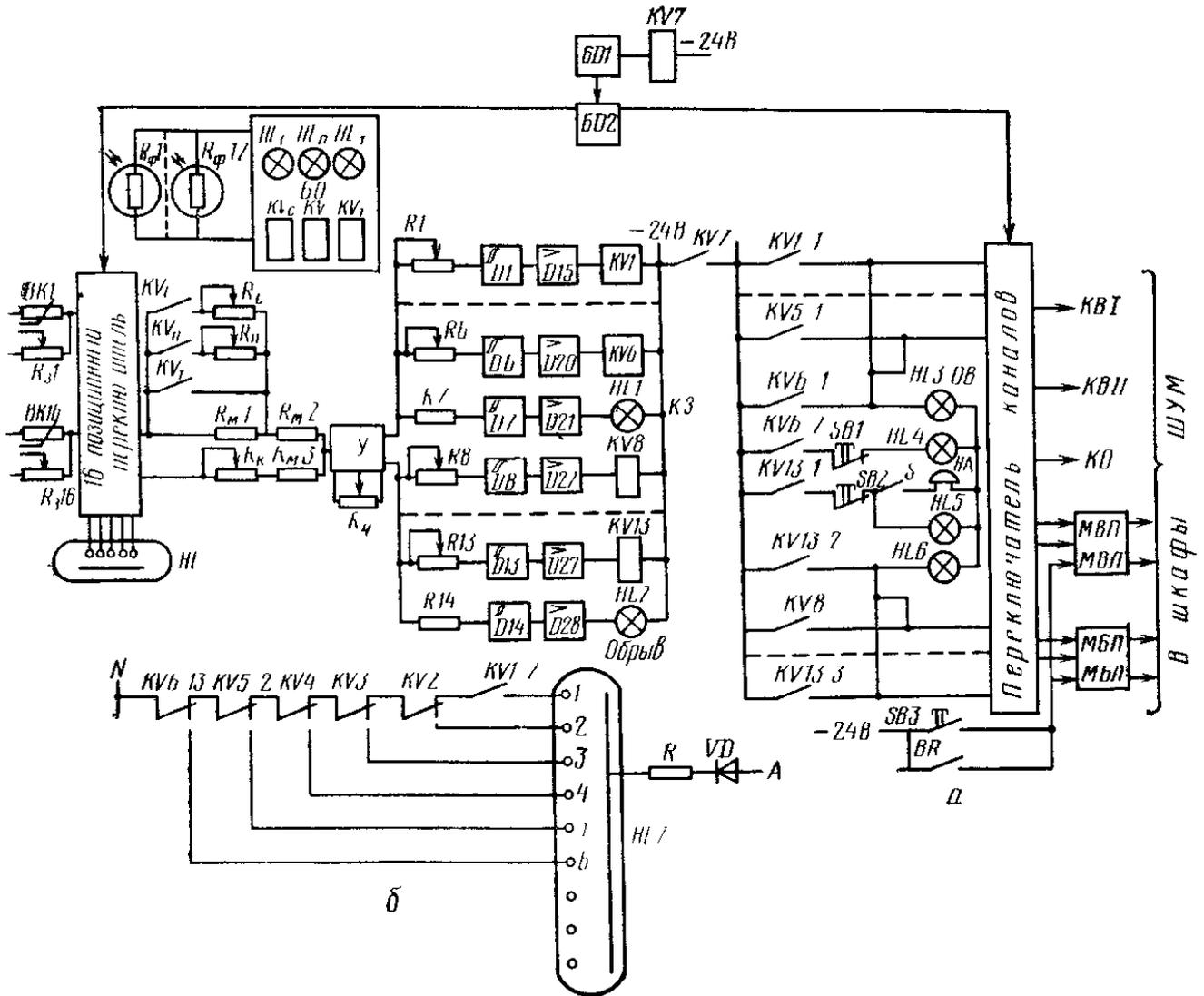


Рис. 2 Принципиальные электрические схемы управления температурой воздуха (а) и включение цифровой ангарной лампы (б).

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 24 В подается в шкафы ШУМ (см. рис. 1 и 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 механизмам, 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 $2 (3)^\circ$, а правая (левая) боковая стенная вентиляция — на $4 (5)^\circ$.

При отклонении температуры от заданной на -1° клапан отопления KO (рис. 1) 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 $\pm 6^\circ$ 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 д. (рис. 2, б). Сигнальная лампа HL показывает в цифрах номер подключенного отделения теплицы.

Резисторами $R_31...R_316$ устанавливают заданное значение температуры в 16 объектах, резистором R_K корректируют измерительный мост, а резистором R_U — изменяют чувствительность (коэффициент усиления) усилителя U .

Блоком BO вместе с 12 датчиками освещенности $R_{\Phi 7}...R_{\Phi 12}$ автоматически корректируется заданное значение температуры в зависимости от освещенности в теплице. При освещенности более 10 клк срабатывает реле KV_C , контакты которого включают сигнальную лампу HL_C «Светло» и резистор R_C , вызывающий температурную надбавку до 5° . При снижении освещенности до $5...10$ клк срабатывает реле KV_D , которое включает сигнальную лампу HL_D «Пасмурно» и резистор R_D , соответствующий температурной надбавке около $2,5^\circ$. 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 в обратном направлении 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. Положение форточек, текущее значение температуры наружного воздуха и температуры в теплицах контролируют приборы.

3. Автоматическое управление концентрацией растворов минеральных удобрений

Система автоматического управления концентрацией растворов минеральных удобрений (рис. 7) позволяет измерять концентрацию растворов в диапазоне от 0 до $0,2$ МПа осмотического давления с точностью до $\pm 10\%$ и управлять ею. Концентрированный раствор минеральных удобрений готовят в специальном бассейне B , откуда насосами-дозаторами HD подают его через регулирующий клапан $KP1$ в поливную воду. Насосы HD включаются от реле $KV22$, $KV23$ и $KV24$.

Концентрацию удобрений в поливной воде измеряют датчиком DKU (рис. 3) 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 AU к регулирующему прибору PP , который настраивают на двухпозиционное управление исполнительным механизмом IMI 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 $KP1$ концентрированного раствора. При этом загорается

сигнальная лампа *HL1*. Если концентрация удобрений меньше заданной, то срабатывает реле *KV2* и исполнительный механизм открывает регулирующий клапан *KP1*. При достижении концентрации заданного значения реле *KV1* или *KV2* отключает исполнительный механизм.

Одной из основных характеристик растворов минеральных удобрений является показатель величины рН, который обеспечивает протекание кислотно-щелочной реакции в гидропонной теплице.

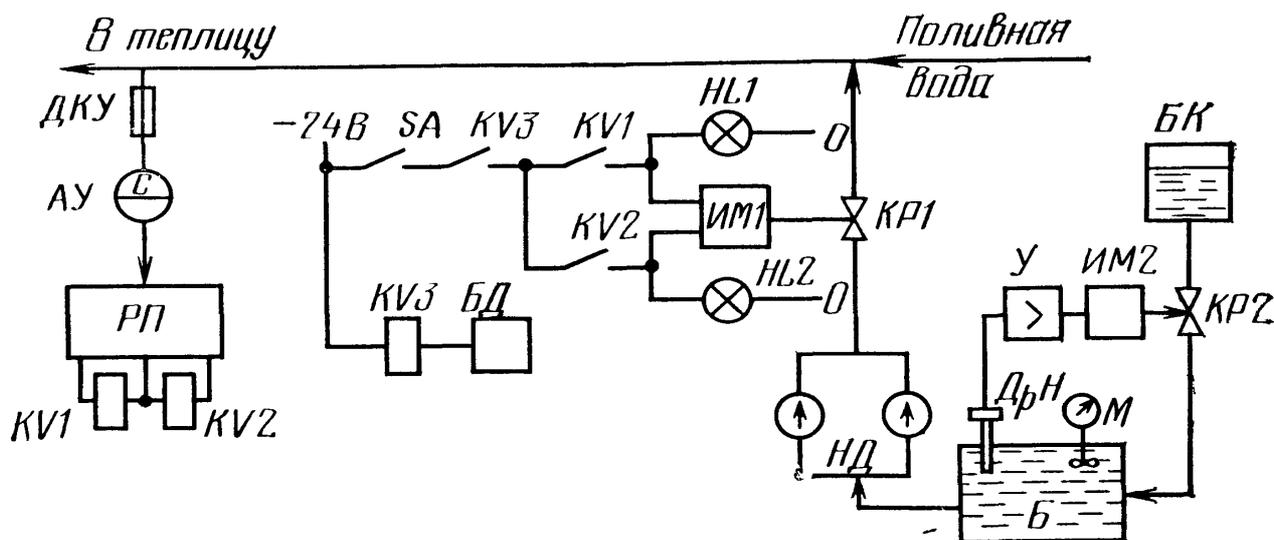


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема управления концентрацией растворов минеральных удобрений.

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

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

Схема управления значением рН раствора минеральных удобрений показана в правой части рис. 3. При отклонении рН раствора от заданного значения на выходе датчика *ДрН* 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 рН раствора удобрений в бассейне *Б*. Мешалка с электроприводом *М* обеспечивает выравнивание концентрации минеральных удобрений и значения рН по всему объему раствора.

4. Автоматическое управление поливом

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 полива можно устанавливая на высоте от 0 до 2,2 м.

Поливная вода распределяется по группе труб через электромагнитный вентиль. В каждой теплице установлена группа вентиля, которая поочередно включается на 2...4 мин в одной теплице, затем в другой и т. д.

Увлажнение воздуха в теплице происходит за счет кратковременного (на 10...30 с) открытия вентиля системы труб верхнего полива. Высота подвески системы верхнего полива не изменяет-

ся. Воду, используемую для полива и увлажнения, предварительно подогревают до заданной температуры.

Система автоматического управления температурой поливной воды размещается в шкафах ШУЗ, а в четвертом шкафу—оборудование управления насосами и регулирующим клапаном КП. Она работает следующим образом (рис. 4).

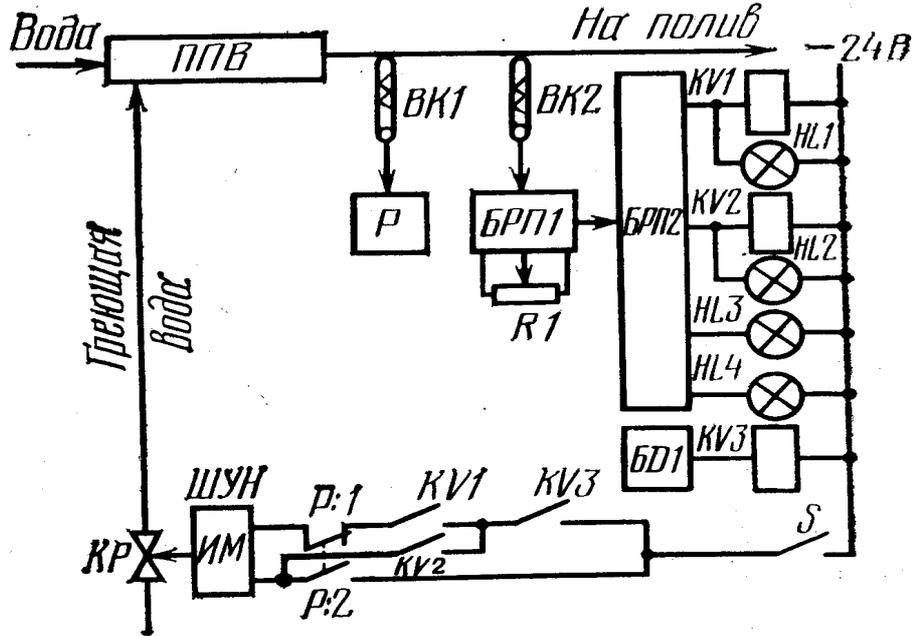


Рис. 4. Принципиальная схема управления температурой поливной воды.

Датчик температуры поливной воды *BK2* и задатчик *R1* температуры в диапазоне от 0 до 40 °С подсоединяют к блоку регулирующего прибора *БРП1*. При отклонении температуры от заданной на $\pm 1^\circ$ включается реле *KV1* или *KV2*. При снижении температуры на 1° включается реле *KV1*, которое вызывает срабатывание исполнительного механизма *ИМ*, увеличивающего через регулирующий клапан *КР* выпуск греющей воды в подогреватель поливной воды *ППВ*. При повышении температуры на 1° включается реле *KV2*, 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 *BD1* и реле *KV3*. На реле *KV3* от блока *BD1* поступают через каждые 20 с импульсы с установленной при наладке длительностью от 1 до 10 с. Изменение выпуска греющей воды происходит кратковременно только при замкнутом положении контактов реле *KV3* и *KV1* или *KV2*, что исключает перерегулирование температуры из-за инерционности *ППВ*.

Логометр *P* при помощи датчика *BK1* измеряет температуру поливной воды и ограничивает ее максимальное значение в случае возникновения аварийной ситуации.

При достижении максимально допустимого значения температуры воды логометр размыкает контакты *P1* и замыкает контакты *P2*, 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.