

ИЗУЧЕНИЕ ИП ТЕМПЕРАТУРЫ И ИССЛЕДОВАНИЕ САР ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ

1. ПРИНЦИПЫ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Температура – это один из параметров состояния вещества. Она определяет не только характеристики тепловых процессов, от нее зависят многие физические свойства веществ, а также объектов производства. Поэтому температура является одним из важнейших параметров технологических процессов, в частности сельскохозяйственного производства, а ее автоматический контроль и регулирование в производственных условиях находят все более широкое применение

Измерительные преобразователи и регуляторы температуры широко используются в САР температуры воды при ее нагревании для производственных целей, а также при нагревании воздуха в производственных и бытовых помещениях.

Широкое применение в САР температуры находят контактные термометры, биметаллические измерительные преобразователи, терморезисторы, термопары, а также регуляторы температуры типа ТСМ, ПТР и РТ.

В основу принципов измерения и преобразования температуры в другие физические параметры положены различные физические свойства материалов, находящихся в зоне действия температуры. Наиболее широко используются следующие физические явления: тепловое расширение, изменение давления газов, паров и жидкостей, изменение электрического сопротивления и термо-э.д.с.

2. КОНТАКТНЫЕ ТЕРМОМЕТРЫ

Контактный термометр представляет собой стеклянный баллон (рис. 1), в котором расположены две шкалы. Верхняя шкала используется для настройки на заданную температуру, а нижняя – для измерения температуры.

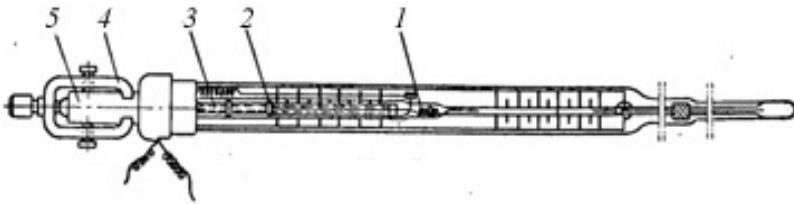


Рис. 1. Контактный термометр
 1 – вольфрамовая проволока; 2 – овальная трубка; 3 – винт;
 4 – магнит; 5 – колпачок

Внутри стеклянного баллона расположено контактное устройство в виде впаянных проводников. Один из них соединен с подвижным контактом – тонкой вольфрамовой проволокой 1, закрепленной на овальной гайке. Второй – неподвижный контакт – подведен ко ртути в нижней части термометра. Контактное устройство позволяет устанавливать заданное значение температуры. Верхняя часть баллона закрыта колпачком 5, на который надет постоянный магнит 4. При вращении магнит увлекает за собой стальной цилиндр, жестко соединенный с винтом 3. В результате винт 3 поворачивается, гайка перемещается по овальной трубке 2, подвижный контакт из вольфрамовой проволоки 1 перемещается ближе либо дальше по отношению к столбику ртути.

При достижении заданной температуры срабатывания ртутный столбик замыкает электрическую цепь между подвижным и неподвижными контактами.

Недостатками термометра являются его непрочность и весьма малые допустимые значения токов и напряжений (ток не должен превышать 0,5 мА, напряжение не более 0,38 В). Поэтому для применения термометра в системах автоматики необходимо использовать дополнительные технические средства.

3. ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ

Термоэлектрические термометры (ТЭТ) – термопары широко применяются для измерения температур от минус 200 до плюс 2500 °С в различных областях техники и научных исследованиях. Однако в области низких температур ТЭТ получили меньшее распространение, чем термометры сопротивления.

Термопара состоит из двух специально подобранных проволок, одни концы которых спаяны или сварены (рис. 2), а другие

подключаются ко вторичному прибору. Если спаянный конец нагреть, то на свободных концах появляется термо-э.д.с., значение которой пропорционально разности температур нагретого и свободного концов и зависит от материала проволок (рис. 2, в). В качестве материалов используются благородные металлы: платина, иридий, золото и их сплавы, а также сталь, никель, хромель, копель, алюмель, константан и др.

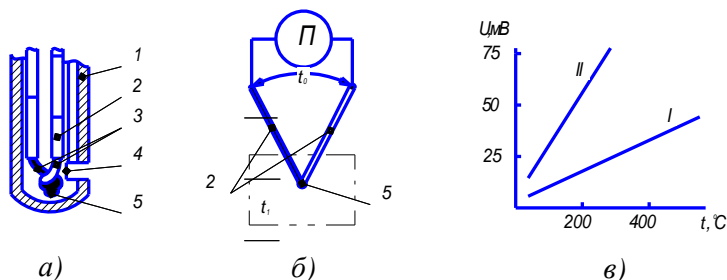


Рис. 2. Термопары и их характеристики: а – конструкция; б – схема включения; в – характеристика хромель-копелевой (I) и карбидкремния-графитовой (II) термопар
1 – защитный корпус; 2 – изоляционные керамические трубки; 3 – проволоки; 4 – окно; 5 – горячий спай.

Большое распространение получили также полупроводниковые термопары. Если для металлов значение термо-э.д.с. составляет всего 0,006...0,06 мВ/°С (кривая I на рис. 2, в), то для полупроводниковых термопар оно достигает 0,1...1 мВ/°С (кривая II), что обеспечивает их более высокую чувствительность.

4. ТЕРМОМЕТРЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Металлические термометры сопротивления (ТС) широко применяют для измерения температуры в интервале от минус 260 до плюс 750°С, в отдельных случаях – до 1100°С.

Принцип действия ТС основан на свойстве металлов изменять свое электрическое сопротивление с изменением температуры. Электрическое сопротивление металла увеличивается с повышением температуры в связи с возрастающим рассеянием электронов проводимости на неоднородностях кристаллической решетки, обусловленным увеличением тепловых колебаний ионов около своих положений равновесия.

В качестве материалов для изготовления ТС используют только чистые металлы, в основном платину и медь, поскольку другие

металлы и сплавы обладают меньшим значением температурного коэффициента сопротивления и недостаточной воспроизводимостью термометрических свойств.

Этим требованиям в широком интервале температур удовлетворяет платина, при невысоком верхнем пределе измеряемой температуры – медь. Платиновые термометры обозначают ТСП, медные – ТСМ.

Термометры сопротивления из чистых металлов изготавливают обычно в виде обмотки из тонкой проволоки диаметром от 0,05 до 0,1 мм на специальном каркасе из изоляционного материала. Эту обмотку называют чувствительным элементом ТС. В целях предохранения от возможных механических повреждений и воздействия контролируемой среды, чувствительный элемент термометра заключают в специальную защитную гильзу.

К числу достоинств ТС следует отнести: высокую степень точности измерения температуры; возможность выпуска измерительных приборов к ним со стандартной градуировкой шкалы; возможность централизованного контроля температуры путем присоединения нескольких взаимозаменяемых термометров сопротивления через переключатель к одному измерительному прибору; возможность использования их с информационно-вычислительными машинами.

Основными недостатками ТС являются: большие размеры, не позволяющие использовать их для измерения температуры в малых объемах, значительная инерционность (постоянная времени до нескольких минут), необходимость в постороннем источнике и учете сопротивления подводящих проводов.

Металлический термометр сопротивления (рис. 3, а) представляет собой защитную гильзу 1, изготовленную из нержавеющей стали, в которой расположен патрон 2 с чувствительным элементом в виде намотанной проволоки 6. Диаметр платиновой проволоки – 0,05...0,07 мм, медной – 0,1 мм. Проволока наматывается на каркас 3, изготовленный из диэлектрика. Чувствительный элемент закрыт с обеих сторон двумя пластинками 4 из диэлектрика и имеет выводы 5.

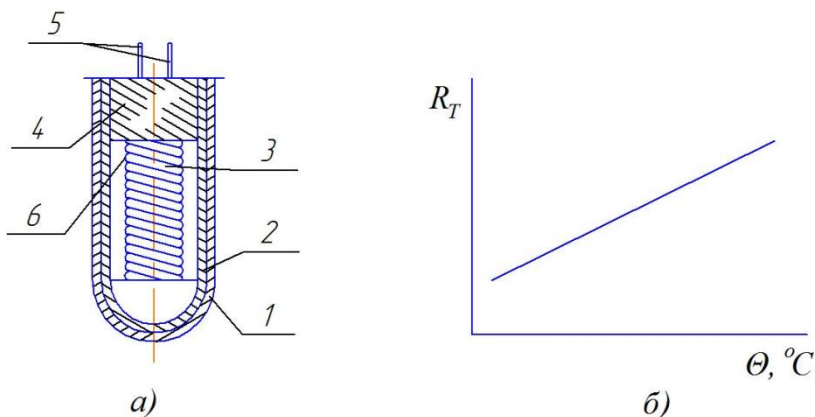


Рис. 3. Конструкция термометра сопротивления (а) и его характеристика (б):
 1 – защитная гильза; 2 – металлический патрон; 3 – каркас; 4 – пластинка;
 5 – выводы; 6 – проволока.

Полупроводниковые термометры сопротивления (ПТС) в отличие от металлов в полупроводниках наблюдается иная картина – число электронов проводимости резко возрастает с увеличением температуры. Поэтому электрическое сопротивление типичных полупроводников столь же резко (обычно по экспоненциальному закону) уменьшается при их нагревании. При этом температурный коэффициент электрического сопротивления (ТКС) полупроводников на порядок выше, чем у чистых металлов. ПТС с отрицательным ТКС называют термисторами, а с положительным – позисторами.

Для изготовления чувствительных элементов термисторов, используемых для измерения температуры от минус 100 до плюс 300 °С применяют смеси различных полупроводниковых веществ. Форма и виды изготавливаемых термисторов разнообразны. Наиболее распространенными видами их являются цилиндрические, шайбовые и бусиновые.

Полупроводниковые терморезисторы (рис. 4) имеют большую чувствительность. Их изготавливают из окислов меди, кадмия, никеля и других полупроводниковых материалов.

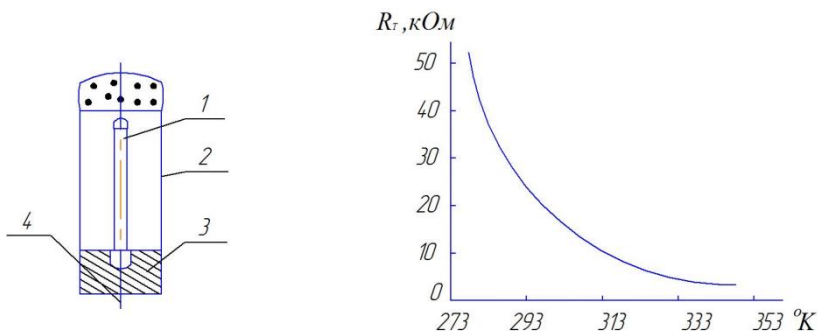


Рис. 4. Конструкция полупроводникового терморезистора сопротивления (термистора) и его характеристика
 1 – чувствительный элемент; 2 – защитный кожух;
 3 – изоляционная колодка; 4 – выводы

Термисторы и позисторы применяются в системах автоматического регулирования температуры, в системах тепловой защиты и противопожарной сигнализации. Термисторы используются для измерения температуры в широком диапазоне, позисторы – как наиболее чувствительные – в ограниченном диапазоне температур.

5. ТЕРМОМЕТРЫ МАНОМЕТРИЧЕСКИЕ СИГНАЛИЗИРУЮЩИЕ ТИПА ТСМ

Термометры манометрические сигнализирующие (термометрические сигнализаторы) типа ТСМ-100 и ТСМ-200 используются для измерения температуры в пределах 0 ... 100 и 0 ... 200 °С.

Термометрический сигнализатор представляет собой парожидкостный манометрический дистанционный термометр с электродным устройством (рис. 5).

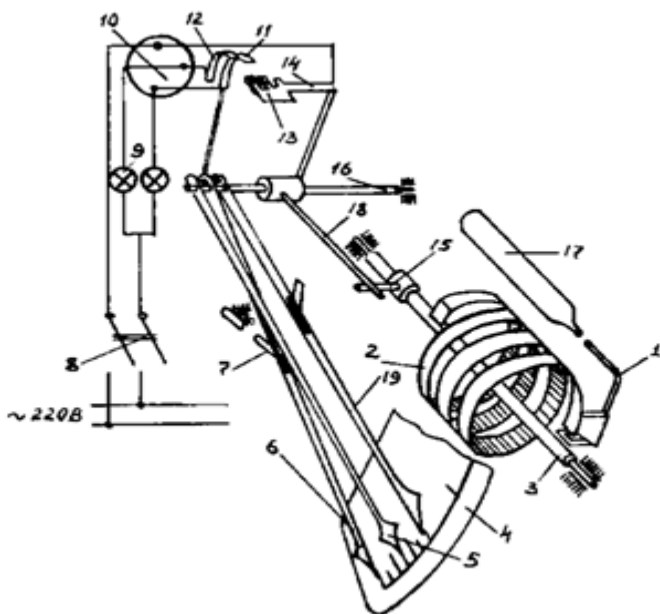


Рис. 5. Схема манометрического сигнализирующего термометра типа ТСМ
 1 – соединительная трубка; 2 – манометрическая пружина; 3 – ось; 4 – шкала;
 5 – указатель температуры (черный); 6 – указатель нижнего уровня (желтый);
 7, 15, 18 – поводки; 8 – выключатель; 9 – сигнальные лампочки; 10 – переходная
 колодка; 11 – ламель желтого указателя; 12 – ламель красного указателя;
 13 – контактные щетки; 14 – угольник; 16 – ось стрелки; 17 – термобаллон;
 19 – указатель верхнего уровня (красный)

Принцип действия ИП основан на зависимости между температурой и давлением насыщенных паров заполнителя (хлорметил в ТСМ-100 и ацетон в ТСМ-200). Заполнитель находится в герметически замкнутой системе, состоящей из термобаллона 17, соединительной трубки (дистанционного капилляра) 1 и манометрической пружины 2, имеющей внутри полость.

Давление пара заполнителя действует на пружину 2, деформация которой через рычажное устройство 15 и 18 вызывает отклонение указателя температуры 5 черного цвета. Ось 16 жестко соединена со стрелкой 5 и контактами 13, которые скользят по контактам 11, 12. Каждый из контактов 11 и 12 соединен с желтым 6 и красным 19 указателями, которые принудительно перемещаются при помощи

отдельного плавка 7 и устанавливаются на нужное значение температуры.

При повышении температуры перемещается черная стрелка 5 и происходит замыкание контактов 13 с контактами 11 и 12.

6. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ

Элементами системы автоматики (рис. 6) являются термометрический сигнализатор ТСМ-100, реле напряжения КV1, КV2, автоматический выключатель QF, магнитный пускатель КМ и нагревательные элементы ЕК.

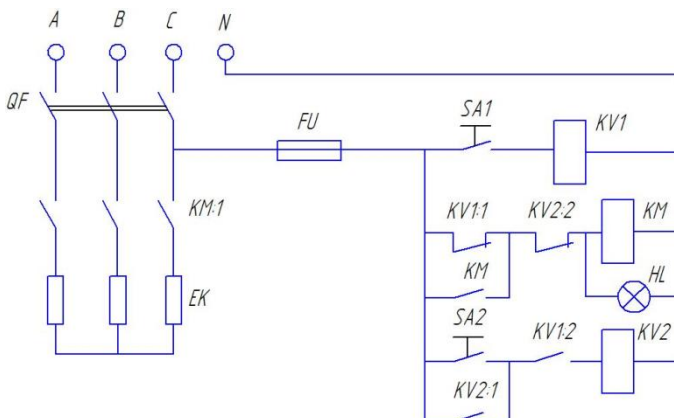


Рис. 6. Принципиальная электрическая схема системы автоматического регулирования температуры воды в электроводонагревателе

Объектом управления является водонагреватель типа ВЭТ-150М. Он представляет собой резервуар и наружный кожух, между которыми заложена минеральная вата для тепловой изоляции. Нагревательные элементы соединены по схеме «звезда».

При включении автоматического выключателя QF запитывается катушка магнитного пускателя КМ, о чем сигнализирует лампа НЛ. В результате его срабатывания замыкаются силовые контакты КМ:1 и вспомогательные КМ:2. Силовые контакты запитывают нагревательные элементы, а вспомогательные шунтируют контакты КV1:1 реле напряжения. В результате происходит нагревание воды. Термобаллон измерительного преобразователя ТСМ-100,

погруженный в воду, также нагревается. В его герметичном объеме повышается давление и свободный конец манометрической пружины поворачивает указатель черного цвета.

При нагреве воды до температуры, соответствующей нижнему заданному уровню, черный указатель совпадает с желтым и замыкаются контакты SA1. Запитывается катушка реле KV1, которое срабатывает. Размыкающие его контакты KV1:1 размыкаются, а замыкающие KV1:2 замыкаются.

Нагревание воды продолжается и при достижении верхнего заданного значения температуры замыкаются контакты SA2. Черный указатель совпадает с красным, запитывается катушка KV2 реле напряжения. Замыкающие его контакты KV2:1 замыкаются, а размыкающие KV2:2 размыкаются. В результате этого обесточивается катушка KM магнитного пускателя, который срабатывает. Размыкаются его силовые и вспомогательные контакты, обесточивая нагревательные элементы. Происходит остывание воды до температуры, при которой система автоматики снова вступает в работу.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните устройство и принцип действия измерительных преобразователей температуры.

2. Объясните устройство и принцип действия САР температуры воды.

3. Проанализируйте работу системы автоматики и объясните возникновение следующих неполадок:

– температура нагрева воды достигает только нижнего заданного значения;

– температура нагрева воды превышает максимальное заданное значение.

4. Какие функции в системе автоматики выполняет автоматический выключатель?