

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ И КАДРОВ

БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ

Кафедра механизации животноводства
и электрификации сельскохозяйственного производства

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ИССЛЕДОВАНИЕ САР ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИЗАЦИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ»

Для студентов специальностей
С.03.01.00 – механизация сельского хозяйства
и С.03.03.00 – механизация мелиоративных и водохозяйственных
работ

Горки 2001

УДК 631.171 : 636 (072)

Изучение измерительных преобразователей температуры и исследование САР температуры воды: Методические указания /Белорусская государственная сельскохозяйственная академия; Сост. Г. Е. Радченко, С. И. Козлов, И. В. Дубень. Горки, 2001. 12 с.

Изложены устройство и принцип действия измерительных преобразователей температуры, настройка и регулировка системы автоматического регулирования температуры воды.

Для студентов специальностей С.03.01.00 – механизация сельского хозяйства и С.03.03.00 – механизация мелиоративных и водохозяйственных работ.

Рисунков 6. Библиогр. 3.
Рецензент Э.И. ПЛИСКО.

©Составление. Г. Е. Радченко, С. И. Козлов, И. В. Дубень, 2001
©Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2001

1. ЦЕЛЬ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Целью работы является изучение устройства и принципа действия измерительных преобразователей (ИП) температуры и системы автоматического регулирования температуры воды.

При выполнении работы необходимо:

1. Изучить назначение, устройство и принцип действия ИП и системы автоматики. Усвоить правила пуска, остановки и настройки системы автоматики на необходимый температурный режим работы;
2. Установить пределы регулирования температуры воды (по указанию преподавателя), включить водонагреватель в работу, зафиксировать температуру воды в момент включения и через каждые 5 минут его работы;
3. Составить отчет, который должен содержать: название и цель работы, принципиальную электрическую схему системы автоматики, ее функциональную схему (разрабатывается студентом на основе принципиальной схемы), описание настройки системы автоматики на необходимый температурный режим, результаты измерений и график переходного процесса изменения температуры $t (^{\circ}\text{C}) = f(\tau)$;
4. Составить функциональную схему одного из измерительных преобразователей (по указанию преподавателя).

Материальное обеспечение: лабораторный стенд с ИП и регуляторами температуры, система автоматического регулирования (САР) температуры воды.

2. ПРИНЦИПЫ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

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, термодпары, 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.

3. 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.

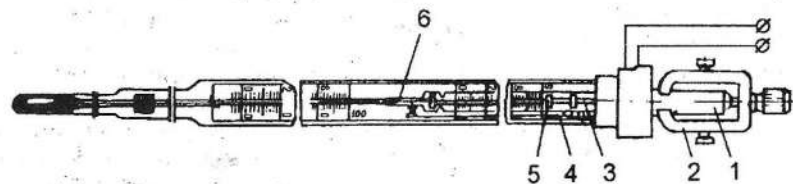


Рис. 1. Контактный термометр: 1 – колпачок; 2 – магнит; 3 – винт; 4 – овальная трубка; 5 – гайка; 6 – вольфрамовая проволока.

Внутри стеклянного баллона расположено контактное устройство в виде впаянных проводников. Один из них соединен с подвижным контактом – тонкой вольфрамовой проволокой 6, закрепленной на овальной гайке 5. Второй – неподвижный контакт – подведен ко ртути в нижней части термометра. Контактное устройство позволяет устанавливать заданное значение температуры. Верхняя часть баллона закрыта колпачком 1, на который надет постоянный магнит 2. При вращении магнит увлекает за собой стальной цилиндр, жестко соединенный с винтом 3. В результате винт 3 поворачивается, гайка 5 перемещается по овальной трубке 4, подвижный контакт из вольфрамовой проволоки 6 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.

4. ТЕРМОПАРЫ

Для дистанционного замера и контроля температур в пределах от -100 до 2000 °С применяют термопары. 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 появится 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, конпель, алюмель, константан и др.

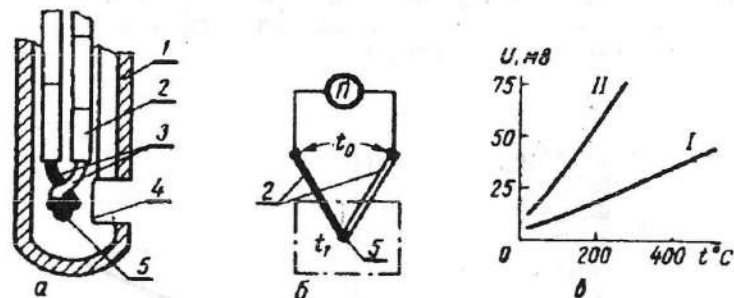


Рис. 2. Термопары и их характеристики: а – конструкция; б – схема включения; в – характеристика хромель-копелевой (I) и карбидкремния-графитовой (II) термопар: 1 – защитный корпус; 2 – изоляционные керамические трубки; 3 – проволоки; 4 – окно; 5 – горячий спай.

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.

5. ТЕРМОРЕЗИСТОРЫ

Терморезисторы находят широкое применение в системах автоматики. В основу их принципа действия положено свойство изменения электрического сопротивления материалов от температуры. Различают металлические и полупроводниковые терморезисторы.

Для изготовления чувствительных элементов металлических терморезисторов используются чистые металлы, которые имеют положи-

тельные температурные коэффициенты сопротивления (ТКС): платину, медь, никель, железо. Промышленность выпускает в основном два вида терморезисторов: платиновые ТСП и медные ТСМ.

Металлический терморезистор (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.

Металлические терморезисторы имеют высокую точность измерения (до 0,001°C) и стабильные прямолинейные статические характеристики во времени (рис. 3, б).

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

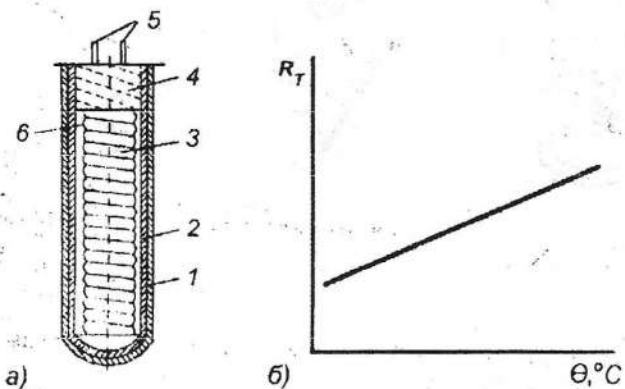


Рис. 3. Конструкция термометра сопротивления (а) и его характеристика (б): 1 – защитная гильза; 2 – металлический патрон; 3 – каркас; 4 – пластинка; 5 – выводы; 6 – проволока.

Различают термисторы и позисторы, каждый из которых имеет свою статическую характеристику. У позистора сопротивление при возрастании температуры увеличивается, у термистора – уменьшается. Некоторые термисторы позволяют получить релейный эффект и на его базе бесконтактные реле и другие устройства.

К основным особенностям термисторов относятся:

относительно высокий (3...6 %/°C) отрицательный коэффициент сопротивления, что приводит к высокой чувствительности приборов с термисторами;

нелинейная зависимость сопротивления от температуры;

значительный разброс параметров по отношению к номинальным (допуск по номинальному сопротивлению ±20 %), что затрудняет взаимозаменяемость датчиков.

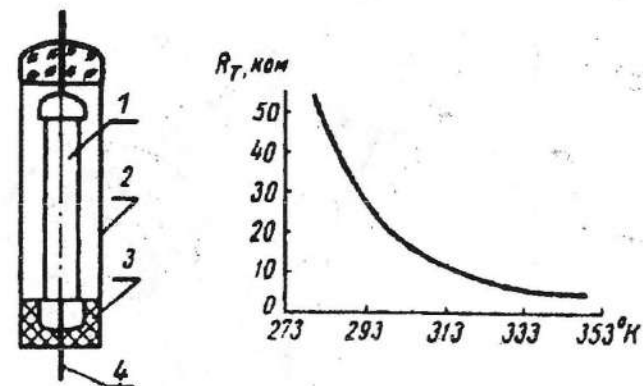


Рис. 4. Конструкция полупроводникового терморезистора сопротивления (термистора) и его характеристика: 1 – чувствительный элемент; 2 – защитный кожух; 3 – изоляционная колодка; 4 – выводы.

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.

6. 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 °C.

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

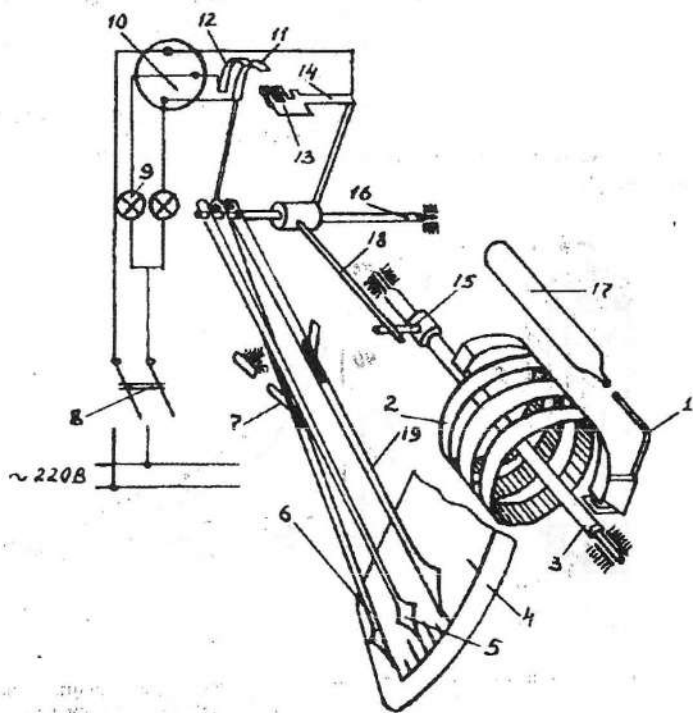


Рис. 5. Схема манометрического сигнализирующего термометра типа TCM:
 1 - соединительная трубка; 2 - манометрическая пружина; 3 - ось; 4 - шкала;
 5 - указатель температуры (черный); 6 - указатель нижнего уровня (желтый);
 7, 15, 18 - поводки; 8 - выключатель; 9 - сигнальные лампы; 10 - переходная колодка;
 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 TCM-100 и ацетон в TCM-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 ука-

зателями, которые принудительно перемещаются при помощи отдельного поводка 7 и устанавливаются на нужное значение температуры.

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

7. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ

Элементами системы автоматики (рис. 6) являются термометрический сигнализатор TCM-100, реле напряжения KV1, KV2, автоматический выключатель QF, магнитный пускатель КМ и нагревательные элементы ЕК.

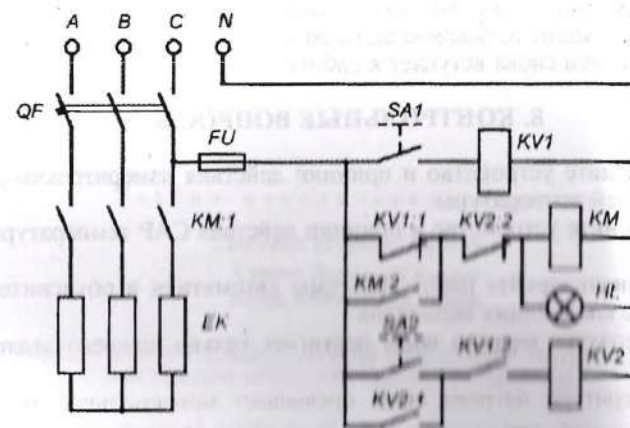


Рис. 6. Принципиальная электрическая схема системы автоматического регулирования температуры воды в электроводонагревателе.

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 KV1:1 реле напряжения. В результате происходит нагревание воды. Термобаллон измерительного преобразователя TCM-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.

8. 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?

ЛИТЕРАТУРА

1. Мухин З.О., Санов И.А. Приборы контроля и средства автоматики тепловых процессов. - М: Высшая школа, 1986.
2. Иваков А.И. и др. Контрольно-измерительные приборы в сельском хозяйстве. - М: Колос, 1984.
3. Бородин И.Ф. Основы автоматики. - М., Колос, 1970.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и порядок выполнения работы	3
2. Принципы измерения и преобразования температуры	3
3. Контактные термометры	4
4. Термопары	5
5. Терморезисторы	5
6. Термометры манометрические сигнализирующие типа ТСМ	7
7. Система автоматического регулирования температуры воды	9
8. Контрольные вопросы	10
Литература	10

Учебно-методическое издание

Григорий Егорович Радченко
Степан Иванович Козлов
Игорь Викторович Дубеня

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ИССЛЕДОВАНИЕ САР ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ

Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Электропривод
и автоматизация сельскохозяйственной техники»

Редактор О.Г. Толмачева
Техн. редактор Н.К. Шапрунова
Корректор Е.В. Ковалева

Подписано в печать 27.07.2001.

Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага для множительных аппаратов.

Печать ризографическая. Гарнитура «Таймс».

Усл. печ. л. 0,70. Уч.-изд. л. 0,54.

Тираж 150 экз. Заказ 385. Цена 735 руб.

Редакционно-издательский отдел БГСХА

213410, г. Горки Могилевской обл., ул. Студенческая, 2

Отпечатано на ризографе лаборатории множительных аппаратов

БГСХА, г. Горки, ул. Минчурина, 5