

УДК: 681.586

Айтбаев Т.А.

Магистрант

Совместная образовательная программа (НИЯУ МИФИ, ТашГТУ, 1+1)

Ташкент, Узбекистан

Абдурахманов А.А.

Докторант

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама

Каримова

Ташкент, Узбекистан

Эшмурадов Д.Э. к.т.н.

доцент кафедры «Метрологии, стандартизации и сертификации»

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама

Каримова

Ташкент, Узбекистан

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ И ВЫРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К ТЕРМОДАТЧИКУ

Аннотация. В условиях стремительно развивающихся технологий перед разработчиками стоят задачи по решению новых задач, которые позволяют увеличивать объемы выпускаемой продукции; осуществлять трудоемкие технические задания за меньший промежуток времени; сокращать расходы сырья и отходов; выполнять недоступную человеческим рукам работу.

Решить данный ряд задач под силу только инновационным системам, таким, как автоматизация производства, т.е. передача управленческих и контрольных функций от человека к техническому оборудованию.

В данной статье проанализированы характеристики существующих конструкций термодатчиков.

Ключевые слова: термодатчик, датчик, термопара, автоматизация, прибор, измерительное устройство, температура

Aitbaev T.A.

Master student

Joint educational program (NRNU MEPhI, Tashkent State Technical

University, 1+1)

Tashkent, Uzbekistan

Abdurakhmanov A.A.

Doctoral student

Tashkent State Technical University named after Islam Karimov

Tashkent, Uzbekistan

Eshmuradov D.E. Ph.D.

Associate Professor of the Department of Metrology, Standardization and

Certification

Tashkent State Technical University named after Islam Karimov

Tashkent, Uzbekistan

**ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF EXISTING
STRUCTURES AND DEVELOPMENT OF REQUIREMENTS FOR A
THERMAL SENSOR**

Annotation. In the context of rapidly developing technologies, developers are faced with the challenges of solving new problems. These tasks make it possible to increase the volume of products, carry out labor-intensive technical tasks in a shorter period of time, reduce the cost of raw materials and waste, and perform work inaccessible to human hands.

Only innovative systems, such as production automation, can solve this series of tasks. That is, the transfer of management and control functions from a person to technical equipment.

This article analyzes the characteristics of existing designs of thermal sensors.

Keywords: temperature sensor, sensor, thermocouple, automation, instrument, measuring device, temperature

В связи развитием комплексной автоматизации технологических процессов и необходимостью ускоренной автоматической обработки результатов исследований перед измерительной техникой возникают новые задачи, главными из которых являются:

- 1) повышение точности, быстродействия и чувствительности приборов, предназначенных для измерения изменяющихся во времени величин;
- 2) осуществление полной автоматизации измерительного процесса;
- 3) выдача результатов измерений в кодированной форме непосредственно к микроконтроллерам или микро-ЭВМ.

Все эти задачи нельзя решить, пользуясь только аналоговыми измерительными приборами. В последнее время на основе достижения измерительной и цифровой технике создана новая отрасль измерительной техники — цифровая измерительная техника.

Цифровыми называются такие измерительные устройства, в которых измеряемая величина в результате квантования и цифрового кодирования преобразуется автоматически в дискретную форму в виде числа или кода.

Цифровые измерительные приборы являются автономными устройствами, выдают числовое значение измеряемой величины автоматически в виде числа на отдельном цифровом отсчетном или регистрирующем устройстве.

В настоящее время одним из основных направлений развития цифровых приборов является разработка прибора для измерения неэлектрических величин. В этом направлении в последнее время созданы автоматические цифровые приборы на базе датчиков, т.е. преобразователей физических и химических величин в электрические, основанные на новых принципах, отличающиеся дискретной кодированной формой представления результатов измерения, высокими точностью и быстродействием.

Датчик определяется как устройство, принимающее входной сигнал или возбуждение и отвечающее электрическим сигналом. Датчики и связанные с ним цепи используются для измерения различных физических

величин, в частности температуры. Эти величины задают возбуждение датчика, а его выход обуславливается и обрабатывается соответствующим измерением физического свойства.

Таким образом, создание термодатчиков и приборов на их основе для дистанционного и непрерывного контроля температуры различных объектов является одной из актуальнейших и важнейших физико-технических задач, позволяющей решить крупные и важные народнохозяйственные проблемы. Поэтому вопросы, рассмотренные в настоящем отчете по созданию многоканального цифрового прибора для дистанционного контроля и измерения температуры веществ, являются актуальными.

Целью данной работы являлась анализ конструкции чувствительных, быстродействующих термодатчиков, обеспечивающих дистанционный и непрерывный контроль температуры нескольких объектов, находящихся в различных условиях и создания на их основе многоканального прибора для одновременного дистанционного контроля температуры сельхозпродуктов.

Рассмотрим далее существующие в настоящее время самые распространенные датчики температуры, их характеристики, преимущества и недостатки.

Термопары являются небольшими, точными и относительно недорогими устройствами работающими в широком диапазоне температур [1]. Они особенно полезны при выполнении измерений с весьма высокими температурами (до + 2300°C) в агрессивных средах. Они дают на выходе милливольтные сигналы и требуют точного усиления для проведения дальнейшей их обработки. Они также требуют принятия мер по компенсации температуры холодного спая. Они более линейны, чем многие другие датчики и их нелинейность хорошо формализована.

Термопары широко применяют для измерения температуры различных объектов, а также в автоматизированных системах управления и контроля. Измерение температур с помощью термопар получило широкое распространение из-за надежной конструкции датчика, возможности

работать в широком диапазоне температур и дешевизны. Широкому применению термопары обязаны в первую очередь своей простоте, удобству монтажа, возможности измерения локальной температуры. Они гораздо более линейны, чем многие другие датчики, а их нелинейность на сегодняшний день хорошо изучена и описана в специальной литературе. К числу достоинств термопар относятся также малая инерционность, возможность измерения малых разностей температур. Термопары незаменимы при измерении высоких температур в агрессивных средах. Термопары могут обеспечивать высокую точность измерения температуры на уровне $\pm 0,01^\circ\text{C}$. Они вырабатывают на выходе термо ЭДС в диапазоне от микровольт до милливольт, однако требуют стабильного усиления для последующей обработки.

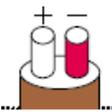
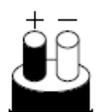
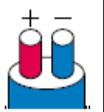
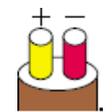
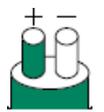
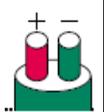
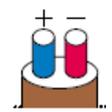
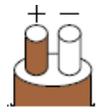
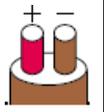
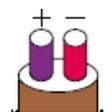
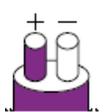
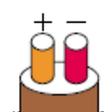
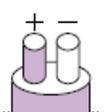
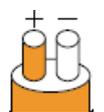
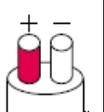
Термопары с открытым контактом имеют малую коррозионную стойкость и малую постоянную времени и пригодны для измерения температуры жидкости и газа в потоке, а также твердых тел. Два других типа термопар пригодны для измерений в агрессивных средах. В таблице 1 приводятся основные типы термопар и их параметры в соответствии с международной спецификацией.

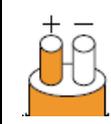
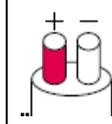
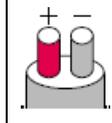
Для понимания поведения термопары необходимо рассмотреть нелинейность ее отклика на перепад температуры. Рисунок 1 показывает, что отклики не совсем линейны. На рисунке 1. показано, как коэффициент Зеебека (изменение выходного напряжения при изменении температуры чувствительного спая – т.е. первой производной выходного напряжения) зависит от температуры, меняется с температурой измерительного спая.

Таблица 1.

Основные типы термопар и их параметры в соответствии с международной спецификацией

Обозначение, ANSI	Тип по ГОСТ*	Материал термоэлектродов		Диапазон и рабочих температ	Максим альная погрешн	Цветовая кодировка		
		+	-			ANSI	МЭК	DIN43

						СПА	584-3	710
J	-	Железо Fe	Констант ан Cu - Ni	от %210 до +1200 °С	2,2 °С или 0,75%			
K	ТХА	Хромель Cr - Ni	Алюмель Ni - Al	от %270 до +1372 °С	2,2 °С или 0,75% выше 0°С			
T	-	Медь Cu	Константан Cu - Ni	от %270 до +400 °С	1 °С или 0,75% выше 0°С, 1 °С или 1,5% ниже			
E	-	Хромель Cr - Ni	Константан Cu - Ni	от %270 до +1000 °С	1,7 °С или 0,5% выше 0°С, 1,7 °С или 1% ниже			
N	-	Никросил Ni - Cr - Si	Нисил Ni - Si - Mg	от %270 до +1300 °С	2,2 °С или 0,75% выше 0°С, 2,2 °С или 2% ниже			
R		Платина-родий (13% Rh)	Платина Pt	от %50 до +1768 °С	1,5 °С или 0,25%			

S	ТПП	родий Pt - Rh (10% Rh)	Платина Pt	от %50 до +1768 °С	1,5 °С или 0,25%	—		
B	ТПР	родий t - Rh (30% Rh)	Платина Pt % Rh (6% Rh)	от 0 до +1820 °С	0,5% свыше +800 °С	—	—	
C	ТВР	Вольфрам-рений W - Re (5% Re)	Вольфрам-рений W - Re (26% Re)	от 0 до +2320 °С	4,5 °С до +425 °С, 1% до +2320 °С	—	—	—

В зависимости от конструкции и назначения различают термопары погружаемые и поверхностные; с обыкновенной, взрывобезопасной, влагонепроницаемой или иной оболочкой, герметичной или негерметичной, а также без оболочки; обыкновенные, вибро-тряскоустойчивые и ударопрочные; стационарные и переносные и т.д. [1].

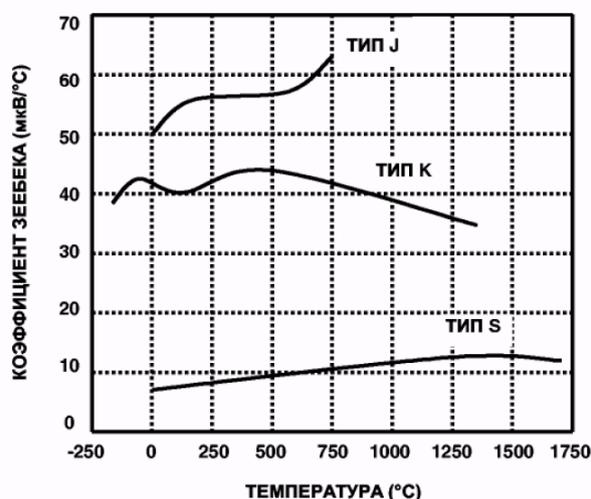


Рис. 1. Зависимость коэффициента Зеебека термопары от температуры

В настоящее время выпускаются электронные термометры [2] для измерения температуры контактным способом. Так, например [3], налажено производство серии измерителей температуры, каждый из которых состоит из электронного блока и набора сменных датчиков температуры, представляющих собой стандартные хромель-алюмелевые термопары (тип К)

в различных конструктивных исполнениях. Серия состоит из трех приборов: ЕТІ-2001, ЕТІ-2002 и ЕТІ-2003 (таблица 2). Прибор ЕТІ-2001 имеет 2 диапазона температур, переключение между которыми выполняется кнопками на лицевой панели. Узкий диапазон температур характеризуется более высоким разрешением и точностью. Приборы ЕТІ-2002 и ЕТІ-2003 имеют только по одному диапазону. Приборы имеют кнопку HOLD, с помощью которой можно зафиксировать измеренное значение температуры на индикаторе.

Разработан миниатюрный высоконадежный и удобный в обращении термометр Thermaren™ широкого применения [4-5]. Термометр оснащен встроенным складывающимся зондом. Диапазон измерения температуры: $\sim 49,9 \dots 199,9^{\circ}\text{C}$.

Существуют не только специализированные приборы с термодатчиками для измерения температуры, но и универсальные мультиметры с функцией измерения температуры [6].

Таблица 2

Характеристики электронных термометров

Тип прибора	ЕТІ-2001	ЕТІ-2002	ЕТІ-2003
Число диапазонов	2	1	1
Диапазон измерений, °C	-49,9... 199,9 -50... 1000	-49,9... 199,9	-50... 1000
Разрешение	0,1 °C	0,1 °C	1 °C
Точность	$\pm 0,5^{\circ}\text{C} + 1\% \pm 1\text{C} \pm 0,5\%$	$\pm 0,5^{\circ}\text{C} \pm 1\%$	$\pm 1^{\circ}\text{C} \pm 0,5\%$
Питание	батареяка 9 В (типа «Крона»)		
Срок работы батареи	150 часов	175 часов	175 часов
Тип сенсора	ТХА термопара (К тип)		
Тип индикатора	ЖК, высота знака 13 мм		
Размеры	141x73x35 мм		
Вес	220 г.	210 г.	210 г.

Резистивные датчики температуры или РДТ – датчики [7], сопротивление которых меняется с изменением температуры. РДТ обычно изготавливают из платинового провода (ПТ), намотанного на керамический каркас. Характеристики РДТ более точны и линейны в широком диапазоне

температур, чем в случае термопар рис. 2. Следовательно, процесс линеаризации РДТ более прост.

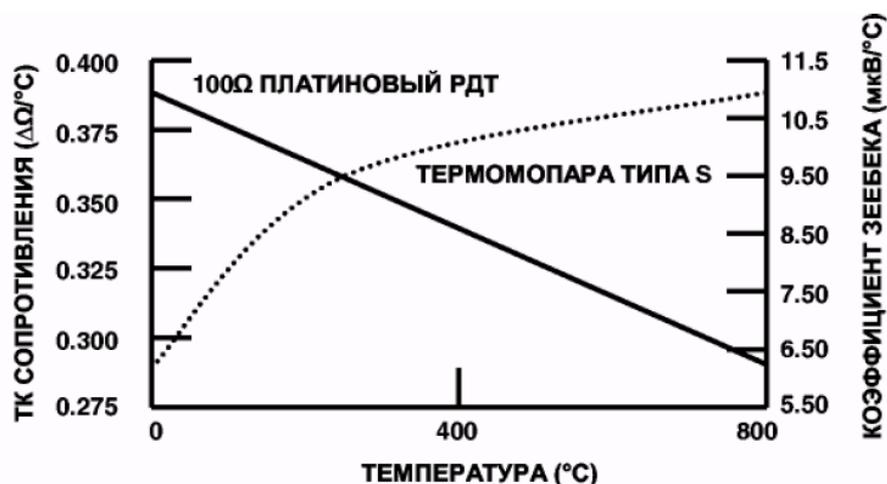


Рис. 2. Характеристики резистивных датчиков температуры (РДТ)

Параметры ПТ:

- Стандартные величины РДТ 100 и 1000 Ом.
- Типовой температурный коэффициент = 0,385 Ом/К для 100 Ом.
- Высокая линейность (лучше, чем у термопар).

В противоположность термопарам, РДТ требуют наличия тока возбуждения. Малый температурный коэффициент РДТ требует схемы нормирования сигналов с высокими рабочими характеристиками, как и для термопар. Хотя стоимость РДТ и выше, чем стоимость термопары, в них применяются медные выводы и термоэлектрические эффекты, связанные соединительными проводами, не влияют на точность. И, наконец, поскольку их сопротивление является функцией абсолютной температуры, РДТ не требуют компенсации холодного спая.

При использовании тока возбуждения необходимо быть осторожным, поскольку протекание тока через РДТ приводит к его разогреву. Этот само разогрев изменяет температуру РДТ и проявляется как ошибка измерения. Другим эффектом, который может дать ошибки измерения является падение напряжения на соединительных проводах к РДТ.

Современные интегральные датчики температуры [10] дают высокую точность и высокую линейность в рабочем диапазоне от -55°C до $+150^{\circ}\text{C}$. Встроенные усилители могут масштабировать выходные сигналы датчика, приводя их к удобным величинам, как, например, $10\text{ мВ}/^{\circ}\text{C}$. Датчики также весьма полезны в цепях компенсации температуры холодного спая для термопар.

Список использованной литературы

1. К.С. Аюпов, С.А. Валиев, Х.М.Илиев и др. «Разработка и создание прибора для дистанционного управления температурой сельхозпродуктов». г.Москва, сб.трудов конференций, 2009, стр. 7-10.

2. Н. Норкулов, Б.Э.Эгамбердиев, С.С. Насриддинов и др. «Молекулообразование примесных атомов в полупроводниках – новый способ создания наноразмерных структур». Андижан, сб. трудов конференции, 2009, стр. 32-33.

3. Н.Ф.Зикриллаев, С.С.Насриддинов, С.А.Тачилин и др. «Прибор для дистанционного одновременного контроля температуры нескольких объектов». Журнал «Кимёвий технология назорат ва бошқарув», 2009, № 1, стр. 59-60.

4. С.Валиев, С.С.Насриддинов, А.Ханбобоев и др. «Влияние - облучения на параметры термодатчиков». Казахстан, Чимкент, 2009, стр. 294-301.

5. Эгамбердиев Б.Э., Ковешников С.В. Физика и диагностика поверхности. – Ташкент: ТГТУ, 2009, 90 с.

6. Эгамбердиев Б.Э., Мочалов А.И. Средства отображения информации (Учебное пособие).– Ташкент: ТГТУ, 2009, 165 с.

7. Эгамбердиев Б.Э., А.С.Маллаев, А.Р.Тошев. Особенности электронной структуры ионимплантированных слоев Ni, Fe и Co в кремнии. Межд. Конф. Россия, г.Томск.-2009 г., с.77-80.

8. Бахадырханов М.К., Эгамбердиев Б.Э., Тошев А.Р.и др.
Использование солнечной энергии в Узбекистане. – 2-я Межд. конф., г.
Бишкек.- 2009 г, с.99.