



**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

Кафедра автоматизации технологических процессов и производств

По дисциплине: Технические измерения и приборы
(наименование учебной дисциплины согласно учебному плану)

Выполнил: студент гр. АПГ-22 Скрябнев А.В.
(шифр группы) (подпись) (Ф.И.О.)

Проверил
руководитель работы:

<u>доцент</u>	<u> </u>	<u>Мартынов С.А.</u>
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О.)

Санкт-Петербург
2024

Цель работы: изучение требований, необходимых для выбора средств измерения температуры.

Основные теоретические сведения

Термометр сопротивления - это измерительный прибор, который изготавливается из металлической проволоки или пленки, намотанной на жесткий каркас, выполненный из кварца, фарфора или слюды, и заключенной в защитную оболочку (металлическую, кварцевую или стеклянную).

Используется такой термометр для измерения температуры в жидких и газообразных средах, в нагревательной технике, климатической и холодильной, а также в машиностроении, перестроении и т.п., поскольку имеет прямую зависимость электрического сопротивления от температуры.

Иными словами, такие термометры еще называют терморезисторами, а также термисторами, так как основным чувствительным компонентом такого термометра является именно резистор, который изготавливается из различных материалов, что позволяет определить техпараметры термометра сопротивления, к примеру, область применения прибора или диапазон его рабочих температур.

Принцип действия такого агрегата заключается в изменении электрического сопротивления сплавов, чистых металлов (т.е. без примесей) и полупроводников с температурой.

Самыми распространенными термометрами сопротивления являются те, у которых установлены резисторы из платины. Это объясняется рядом преимуществ, которыми владеет этот материал. Во-первых, плюсом есть высокий температурный коэффициент сопротивления, что значительно облегчает работу с таким термометром. Во-вторых, преимуществом платинового резистора является высокая стойкость платины к окислению, что обеспечивает долгий срок службы прибора.

Главное преимущество термометров сопротивления – высокая стабильность, близость характеристики к линейной зависимости, высокая взаимозаменяемость.

Недостаток термометров сопротивления – необходимость использования для точных измерений трех- или четырехпроводной схемы включения, т.к. при подключении датчика с помощью двух проводов, их сопротивление включается измеренное сопротивление термометра.

Применение термометров сопротивления

Термометры сопротивления используются, как правило, для измерения температуры в среде в диапазоне от $-263\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+1000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Важно, чтобы конструкция такого термистора была чувствительной и стабильной, чего будет достаточно для проведения замеров необходимой точности в определенном диапазоне температур при определенных условиях использования термометра (к примеру, благоприятные условия или неблагоприятные, такие как вибрации, агрессивные среды и т.п.).

Для выбора технических средств измерения необходимо сформулировать требования к ним. Для облегчения формирования этих требований производителями большинства датчиков они сведены в документы получившие названия опросных листов (ОЛ).

Параметры в опросном листе:

Общая информация

Заполняется инженером для закрепления данного запроса к конкретному заказчику, с указанием контактных данных. В этом разделе можно закрепить данный ОЛ за конкретной позицией в проектной или рабочей документации, а на присвоенный номер ОЛ ссылаются в спецификации к проекту.

1. Параметры измеряемой и окружающей среды

Измеряемая среда

Выбирается из двух предложенных вариантов согласно выданному заданию: газ и жидкость.

Диапазон измеряемых температур

Этот параметр является обязательным для подбора датчика, поскольку по нему определяются конструктивные особенности прибора (материал защитной арматуры) и тип чувствительного элемента. Указывается крайние пределы изменения температуры. Как правило, в единицах измерения стоит градус Цельсия ($^{\circ}\text{C}$).

Давление измеряемой среды

Этот параметр также является обязательным для подбора датчика, поскольку по нему определяется тип защитной гильзы. Скорость потока измеряемой среды. Данный параметр необходим для корректной подборки защитной арматуры, если датчик устанавливается на трубу, в которой среда

может согнуть гильзу за счёт высокой скорости потока.

Диапазон окружающих температур

Указывается для подбора необходимого климатического исполнения. При наличии индикатора на датчике температура окружающей среды не может быть ниже -20°C , в противном случае требуется подбор термозащитного чехла.

2. Первичный преобразователь, без защитной гильзы

В данном разделе опросный лист определяет специфические параметры, характерные для выбора двух основных типов первичных преобразователей температуры: термоэлектрических преобразователей температуры (термопара) и термометров сопротивления. Необходимо выбрать, какой именно тип вам необходим.

Количество чувствительных элементов

В ОЛ предлагается выбрать один или два чувствительных элемента будет установлено в прибор.

Номинальная статическая характеристика (НСХ)

Следующий этап – выбор НСХ (материал чувствительного элемента). У термометров сопротивления на выбор есть медные и платиновые чувствительный элементы (ЧЭ) номиналом 50 и 100 Ом, также можно прописать свой вариант.

У термопар также нужно выбрать из списка тип ЧЭ, или прописать свой. Также требуется указать, какой спай необходим: изолированный или нет.

Класс допуска

Для термометров сопротивления необходимо выбрать класс допуска: А, В или С. Для термопар необходимо выбрать 1 или 2.

Схема соединения

Этот параметр касается только термометров сопротивления с естественным (не унифицированным) выходным сигналом. Нужно выбрать одну из предложенных схем: 2-х, 3-х или 4-х проводную.

Диаметр защитной арматуры

В данной графе, нужно выбрать какой диаметр будет у штока датчика (без учёта защитной арматуры, она подбирается отдельно).

Глубина погружения (длина монтажной части)

Данный параметр является обязательным. Выбирается, как правило, из стандартных величин: 60, 80, 100, 120, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150. Дополнительно длина монтажной части может выбираться из представленного ряда длин в границах диапазона, указанного в

таблице с шагом в 5 мм.

Материал защитной арматуры

Также выбирается из списка предложенных вариантов.

Способ скрепления первичного преобразователя

В данном пункте имеется в виду, какое именно соединение будет использовано для крепления самого датчика (не) к гильзе или к технологическому процессу. Необходимо выбрать из предложенного списка.

3. Защитная гильза

Пункт обязательный для заполнения. Сварная гильза отличается от цельноточенной только пределом максимального давления, которое может выдержать гильза. Прикрепляются к самому датчику посредством резьбы. Фланцевая гильза прикрепляется только к такому же ответному фланцу, поэтому часто в дополнительных требованиях указывают, что в поставку необходимо включить ответный фланец. Вварная гильза вваривается в технологический объект.

В данном пункте нужно указать материал гильзы. В графе способ установки на объекте нужно указать тип соединения, каким будет соединяться гильза с технологическим объектом.

4. Соединительная головка

Пункт является обязательным для заполнения. Если соединительная головка не требуется, то необходимо указать длину провода от датчика. При выборе измерительной головки стоит учитывать, что не все типы взрывозащиты (если она нужна) могут обеспечить все типы головок. Нужно выбрать из предложенного списка материал соединительной головки.

Помимо этого, нужно указать резьбу кабельного ввода, нужно в том случае, если кабельный ввод покупается отдельно или необходима определенная резьба. В этом пункте нужно выбрать тип пылевлагозащиты из предложенного списка.

5. Измерительный преобразователь

Пункт обязательный для заполнения. Здесь выполняется подбор измерительного преобразователя, который будет установлен в соединительную головку, поэтому если он нужен, то в предыдущем пункте она должна быть выбрана. Выбирается тип выходного сигнала из предложенного списка. У некоторых производителей КИП есть возможность установки местной индикации (ЖК-индикатор).

6. Взрывозащита Пункт обязательный для заполнения.

Указывается какой тип взрывозащиты необходим из предложенного

списка.

7. Предел допускаемой основной погрешности

Здесь прописывается необходимая точность прибора.

8. Дополнительные требования

В последнем пункте можно прописать важные комментарии необходимые для корректного подбора датчика температуры. Например, что нужен комбинированный тип взрывозащиты.

Ход работы

Таблица 1. Исходные данные

Вариант	16
Функциональные признаки прибора	Сигнализация, блокировка
Величина и размерность измеряемого параметра	-45...+40°C
Погрешность измерения	2,5
Проч. параметры раб. среды для выбора прибора (темп., давление)	16...20 Бар
Наименование измеряемой среды	Сжижение УГВ
Агр. по отношению к угл. сталям	нет
Место показания	на приборе
Класс зоны по ФЗ №123/(ПУЭ)	1(В-І2)
Место расположения прибора, парам. окр. среды	улица -40...+45 °С
Механическое присоединение	G1/4
Кабельный ввод	+
Наличие защитной гильзы	+

Сначала в опросном листе была заполнена общая информация – контактные данные, адрес и другое.

Далее параметры измеряемой и окружающей среды. Датчик температуры выбран Метран. Первичный преобразователь с типом ЧЭ термометр сопротивления с НСХ Pt100 класса допуска А и 4-х проводной схемой соединения. Диаметр защитной арматуры 8 мм, глубина погружения 100 мм. Материал защитной арматуры 12Х18Н10Т, способ крепления преобразователя – М12х1.5 резьба.

Защитная гильза сварная, до 25 МПа, установка через резьбу М12х1.5. Соединительная головка нужна, так как есть измерительный преобразователь.

Материал – алюминиевый сплав, защита IP65.

Измерительный преобразователь требуется, выходной сигнал будет 4-20 HART. Местная индикация – отсутствует и не требуется.

Взрывозащита комбинированная Exd и Exia. Предел допускаемой основной погрешности $\pm 1,5$. Опросный лист представлен на рисунке 2.

Вывод: были изучены требования, необходимые для выбора средств измерения температуры, получены новые навыки заполнения опросного листа, исходя из имеющихся требований к выбору датчика.

Опросный лист для выбора датчика температуры

* - поля, обязательные для заполнения!
F1!

Для получения подсказки по выбранному полю нажмите

Общая информация			
Предприятие *: Горный университет		Дата заполнения: 01.05.2024	
Контактное лицо *: Скрыбнев Антон Витальевич		Тел. / факс *: +7923 325 64 12	
Адрес *: г. Пушкин, ул. Губкино, д.18а		E-mail: toni.skryabnev@inbox.ru	
Опросный лист № 1	Позиция по проекту (тэг): 1	Количество *: 1	
Параметры измеряемой и окружающей среды			
Измеряемая среда: Сжиженные УГВ		Фазовое состояние: <input checked="" type="checkbox"/> газ <input type="checkbox"/> жидкость	
Диапазон измеряемых температур, С*	Мин -45	Макс +40	
Давление измеряемой среды, МПа*		0.16...0.20	
Скорость потока измеряемой среды, м/с		-	
Диапазон окружающих температур, °С	Мин -40	Макс +45	
Датчик температуры			
<input type="checkbox"/> Rosemount (Emerson) *		<input checked="" type="checkbox"/> Метран *	
Первичный преобразователь (ПП), без защитной гильзы			
<input type="checkbox"/> Требуется *		<input type="checkbox"/> Не требуется *	
Тип чувствительного элемента (ЧЭ)		Тип чувствительного элемента (ЧЭ)	
<input type="checkbox"/> Термопара	<input type="checkbox"/> Термометр сопротивления	<input type="checkbox"/> Термопара	<input checked="" type="checkbox"/> Термометр сопротивления
Количество чувствительных элементов		Количество чувствительных элементов	
<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2		<input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2	
Номинальная статическая характеристика (НСХ) *		Номинальная статическая характеристика (НСХ) *	
<input type="checkbox"/> К <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> Pt100	<input type="checkbox"/> Pt100	<input type="checkbox"/> К <input type="checkbox"/> В <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> 50М <input type="checkbox"/> 100М <input type="checkbox"/> 50П	<input type="checkbox"/> 50М <input type="checkbox"/> 100М <input type="checkbox"/> 50П
<input type="checkbox"/> J _____ (другие НСХ)	_____ (другие НСХ)	<input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> S _____ (другие НСХ)	<input type="checkbox"/> 100П <input checked="" type="checkbox"/> Pt100 _____ (другие НСХ)
Рабочий спай		Рабочий спай	
<input type="checkbox"/> изолированный <input type="checkbox"/> неизолированный		<input type="checkbox"/> изолированный <input type="checkbox"/> неизолированный	
Класс допуска		Класс допуска	
1 <input type="checkbox"/> А <input type="checkbox"/> В		<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> А <input type="checkbox"/> В <input type="checkbox"/> С	
Схема соединений		Схема соединений	
2-хпроводная <input type="checkbox"/> 2-хпроводная		2-хпроводная <input type="checkbox"/> 2-хпроводная	
<input type="checkbox"/> 3-хпроводная		<input type="checkbox"/> 3-хпроводная	
<input type="checkbox"/> 4-хпроводная		<input checked="" type="checkbox"/> 4-хпроводная	
Диаметр оболочки ЧЭ		Диаметр защитной арматуры (без защитной гильзы)	
6мм		<input type="checkbox"/> 20мм <input type="checkbox"/> 10мм <input type="checkbox"/> 8мм <input type="checkbox"/> 6мм <input type="checkbox"/> 5мм <input type="checkbox"/> 3мм	
Глубина погружения (длина монтажной части)*		Глубина погружения (длина монтажной части)*	
_____ мм		100 мм	
Материал оболочки кабеля		Материал защитной арматуры	
321 SST (НСХ J) Inconell 600 (НСХ K) Microbell B (НСХ N)		316/321 SST	
		<input checked="" type="checkbox"/> 12X18Н10Т <input type="checkbox"/> 10X17Н13М2Т <input type="checkbox"/> 15X25Т <input type="checkbox"/> ХН78Т <input type="checkbox"/> 10X23Н18 <input type="checkbox"/> Латунь <input type="checkbox"/> ХН45Ю _____ (другие мат-лы)	
Способ крепления первичного преобразователя		Способ крепления первичного преобразователя*	
<input type="checkbox"/> 1/2" NPT _____ (другая резьба) <input type="checkbox"/> Без резьбы		<input type="checkbox"/> М20х1.5 <input checked="" type="checkbox"/> G1/4 (другая резьба) <input type="checkbox"/> Без резьбы	
		<input type="checkbox"/> Фланец _____ <input type="checkbox"/> Вварной	

Rosemount (Emerson)	Метран
Защитная гильза	
Требуется*: <input type="checkbox"/> Трубчатая (max D=9..12мм) <input type="checkbox"/> Литая коническая (max D=17..26,5мм) <input type="checkbox"/> Литая вварная <input type="checkbox"/> Не требуется* Материал защитной гильзы _____ Способ установки на объекте* <input type="checkbox"/> Резьба _____ <input type="checkbox"/> Фланец _____ <input type="checkbox"/> Вварной _____	Требуется*: <input checked="" type="checkbox"/> Сварная (до 25 МПа) <input type="checkbox"/> Цельноточеная (до 50 МПа) <input type="checkbox"/> Фланцевая (до 16 МПа) <input type="checkbox"/> Вварная (до 50 МПа) <input type="checkbox"/> Не требуется* Материал защитной гильзы Нержавеющая сталь Способ установки на объекте* <input checked="" type="checkbox"/> Резьба G1/4 <input type="checkbox"/> Фланец _____
Соединительная головка	
<input type="checkbox"/> Требуется* <input type="checkbox"/> Не требуется* Материал соединительной головки <input type="checkbox"/> Алюминиевый сплав <input type="checkbox"/> Нержавеющая сталь Резьба кабельного ввода <input type="checkbox"/> 1/2" NPT <input type="checkbox"/> M20x1.5 Степень защиты от воздействия пыли и воды <input type="checkbox"/> IP65 <input type="checkbox"/> IP68	<input type="checkbox"/> Требуется* <input type="checkbox"/> Не требуется* (удлин. провода _____ мм) Материал соединительной головки <input type="checkbox"/> Полиамид Технамид® <input type="checkbox"/> Пластик АБС <input checked="" type="checkbox"/> Алюминиевый сплав Резьба кабельного ввода M20x1.5 Степень защиты от воздействия пыли и воды <input checked="" type="checkbox"/> IP65 <input type="checkbox"/> IP5X
Измерительный преобразователь	
Требуется для монтажа*: <input type="checkbox"/> В соединительную головку ПП <input type="checkbox"/> На DIN рейку <input type="checkbox"/> На кронштейн <input type="checkbox"/> Не требуется* Входной сигнал <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/> Pt100 <input type="checkbox"/> J _____ (другие НСХ) Выходной сигнал* <input type="checkbox"/> 4-20+HART <input type="checkbox"/> Foundation Fieldbus <input type="checkbox"/> HART Wireless Наличие индикации <input type="checkbox"/> Требуется <input type="checkbox"/> Не требуется	<input checked="" type="checkbox"/> Требуется* (только встроенный в соединительную головку ПП) <input type="checkbox"/> Не требуется* Входной сигнал Определяется типом выбранного первичного преобразователя Выходной сигнал* <input type="checkbox"/> 4-20мА <input type="checkbox"/> 0-5мА <input checked="" type="checkbox"/> 4-20+HART Местная индикация отсутствует
Взрывозащита	
Требуется*: <input type="checkbox"/> Искробезопасная электрическая цепь Exia <input type="checkbox"/> Взрывонепроницаемая оболочка Exd (указать внешний диаметр кабеля _____ мм) <input type="checkbox"/> Не требуется*	Требуется*: <input checked="" type="checkbox"/> Искробезопасная электрическая цепь Exia Взрывонепроницаемая оболочка Exd: <input type="checkbox"/> Кабельный ввод для бронированного кабеля – БК <input type="checkbox"/> Кабельный ввод для трубного монтажа – ТБ <input type="checkbox"/> Не требуется*
Предел допускаемой основной погрешности	
Первичного преобразователя (ПП) Класс допуска указывается в разделе «Первичный преобразователь» Измерительного преобразователя (ИП) ± _____ °C Сборки ПП+ИП ± _____ °C	± 2,5 (для датчиков серий Метран-270, -270МП, -2700, -280)
Дополнительные требования	
