



TEMPERATURE MEASUREMENT OF METALS USING THERMOCOUPLES

Muzaffarova N. G.

Bukhara Engineering and Technology Institute

Kuziev G. Sh.

Bukhara Engineering and Technology Institute

Annotation

This article discusses and investigates the problem of measuring the temperature of metals using thermocouples. Temperature measurement using thermocouples has changed the reliability of the design of the sensor, the ability to work in what temperature range and the reasons for its widespread use.

Keywords: thermocouple, thermoelectrode, cold junction compensation, thermal converter.

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ МЕТАЛЛОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕРМОПАР

Музаффарова Н. Г. Кузиев Г. Ш.

Бухарский инженерно-технологический институт

Аннотация

В данной статье рассматривается и исследуется проблема измерения температуры металлов с помощью термопар. Измерение температуры с помощью термопар изменило надежность конструкции датчика, возможность работы в каком диапазоне температур и причины его широкого применения.

Ключевые слова: термопара, термоэлектрод, компенсации холодного спая, термопреобразователя

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. К числу достоинств термопар относятся также малая инерционность, возможность измерения малых разностей температур. Термопары незаменимы при измерении высоких температур (вплоть до 2200°C) в агрессивных средах. Термопары могут обеспечивать высокую точность измерения температуры на уровне $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$. Они вырабатывают на выходе термоЭДС в диапазоне от микровольт до милливольт.

В сочетании с электроизмерительным прибором термопара образует термоэлектрический термометр. Измерительный прибор или электронную измерительную систему подключают либо к концам термоэлектродов (рис. 3а) либо в разрыв одного из них (рис 1,б).

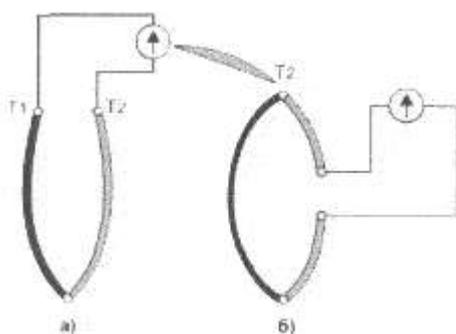


Рис. 1. Подключение термопары к измерительному прибору.

В местах подключения проводников термопары к измерительной системе возникают дополнительные термоЭДС. В результате их действия на вход измерительной системы фактически поступает сумма сигналов от рабочей термопары и от «термопар», возникших в местах подключения. Существуют различные способы избежать этого эффекта. Самым очевидным из них является поддержание температуры холодного спая постоянной.

На практике при измерении температур металлов широко используется техника «компенсации холодного спая»: температура холодного спая измеряется другим датчиком температуры, а затем величина термоЭДС холодного спая программно или аппаратно вычитается из сигнала термопары (рис. 2). Места подключения термопары к измерительной системе должны иметь одинаковую температуру, то есть находиться в изотермальной зоне. Кроме того, в схеме с компенсацией холодного спая в этой же зоне должен находиться и датчик температуры холодного спая.

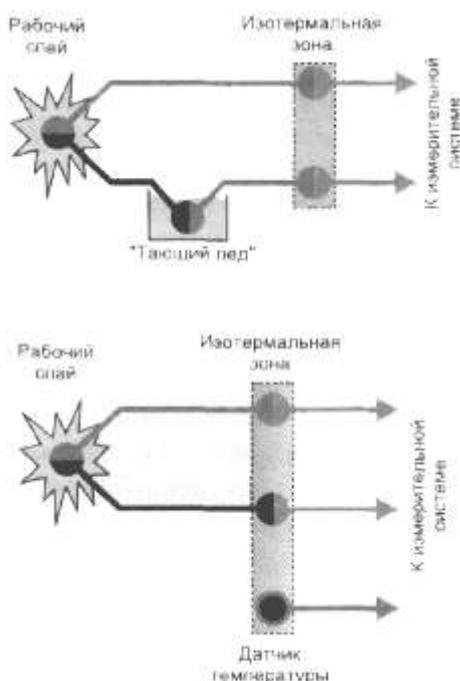


Рис. 2, Техника компенсации холодного спая.

На рис. 3 представлены зависимости ЭДС от температуры наиболее распространенных типов термопар, у которых температура холодного спая поддерживается равной 0°C . Из него видно, что термопары типа E наиболее чувствительны и развивают наибольшее выходное напряжение при одном и том же изменении температуры, чем другие. С другой стороны, термопары типа S являются наименее чувствительными. К сожалению, у большинства термопар эти зависимости в некоторых диапазонах температур носит нелинейный характер.

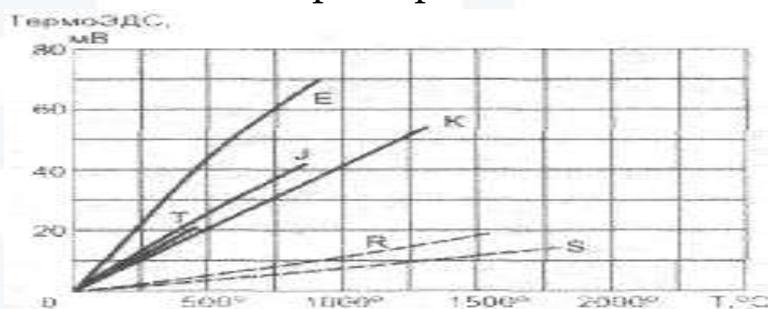


Рис. 3 Зависимости ЭДС от температуры наиболее распространенных типов термопар.

Термопреобразователи сопротивления основаны на свойстве электрического сопротивления изменяться с изменением температуры. У большинства чистых металлов при температуре около 20°C сопротивление увеличивается примерно на $0,4\%$ на градус температуры.



Чувствительные элементы стандартных термометров сопротивления изготавливают либо из тонкой медной проволоки с лаковой изоляцией, либо из платиновой проволоки. Медные термометры сопротивления применяют для измерений температур от -200 до $+200^{\circ}\text{C}$. Платиновые термометры сопротивления применяют в более широком диапазоне температур — от -260 до 1100°C . Чувствительные элементы медных термометров сопротивления отличаются более прочной конструкцией, чем платиновых.

Номинальные сопротивления термометров сопротивления из медной проволоки при температуре 0°C могут иметь значения 10; 50; (53) или 100 Ом, а из платиновой проволоки — 1; 5; 10; (46); 50; 100 или 500 Ом. Чувствительные элементы термометров сопротивления помещают обычно сначала в тонкостенную защитную трубку, а затем во внешний защитный чехол. Чувствительные элементы термометров сопротивления в защитных чехлах имеют довольно большую рабочую длину — обычно около 100 мм.

Сопротивление термомоупреобразователя (а следовательно, и температуру) можно измерить обычными в электротехнике мостовыми измерительными схемами: уравновешенными (равновесными) и неуравновешенными (неравновесными).

Простейшая двухпроводная схема уравновешенного моста (рис. 6) состоит из четырех плеч: двух постоянных R_1 и R_2 , переменного R_3 и термопреобразователя R_t , последовательно включенного с двумя известными сопротивлениями линий $R_{л}$. Питание моста подается к вершинам (диагонали) D и B от батареи Б. В диагональ C A включен чувствительный магнитоэлектрический гальванометр G.

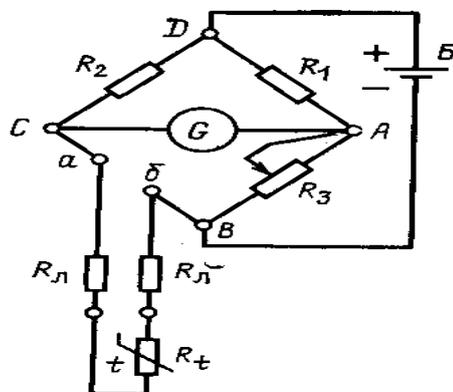


Рис. 4. Схема простейшего уравновешенного моста



Для измерения значения сопротивления термопреобразователя R_t добиваются, изменяя сопротивление резистора R_3 , равенства падения напряжения на плечах DA и DC и плечах CB и AB моста. Тогда сила тока в диагонали CA будет равна нулю, а отношение сопротивлений плеч $R_1/R_3 = R_2/(R_t + 2R_L)$. Отсюда, зная R_3 и постоянные значения R_1 , R_2 и R_L , легко определить $R_t = \frac{R_2}{R_1} R_3 - 2R_L$. Измерение не зависит практически от напряжения батареи Б и может быть осуществлено с высокой точностью. Положение движка резистора R_3 можно отградуировать в градусах температуры для определенной номинальной статической характеристики преобразователя. Значения сопротивлений линий R_L при нормальной температуре (20°C) окружающей среды должно быть доведено до расчетного значения при помощи подгоночных катушек.

Недостатком уравновешенных мостовых схем является необходимость, прежде чем произвести отсчет, выполнить определенные ручные манипуляции.

Литература

1. Никонов Н.В. – Вольфрам. Свойства, применение, производство, продукция (http://www.metotech.ru/articles/art_volfram_1.pdf)
2. Никонов Н.В. – Термопары. Типы, характеристики, конструкции, производств Москва 2015. г.