

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ ТЕРМОМЕТРИИ

Игнатова А.Д., студент 4 курса
факультета информационных систем и технологий
Научный руководитель – Горбоконенко В.Д., доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский государственный технический
университет

Ключевые слова: температура, термодинамическая температура, Кельвин, постоянная Больцмана, термопара, терморезистор.

Работа посвящена изучению нормативной базы в области термометрии

Введение. Температура является важнейшим параметром различных технологических процессов и лабораторных исследований. Диапазон значений температуры очень широк и может быть разделен на следующие характерные поддиапазоны: сверхнизкая температура (0 – 4,2 К), низкая (4,2 – 273 К), средняя (273 – 1300 К), высокая (1300 – 5000 К) и сверхвысокая (от 5000 К и выше). Требования по точности определяются измерительной задачей и зависят от объекта контроля.

Температура как физическая величина является интенсивной или активной величиной, в отличие от других основных, таких как длина, масса, которые относятся к параметрическим или экстенсивным. Известны два определения температуры с точки зрения молекулярно-кинетического и термодинамического представлений. Существует связь между массой, скоростью движения частиц и их кинетической энергией, средняя кинетическая энергия частиц округляется через термодинамическую температуру и постоянную Больцмана, что и обуславливает понятие температуры с молекулярно-кинетической точки зрения. Понятие термодинамической температуры позволяет построить термодинамическую шкалу температуры, при этом

используются термодинамические соотношения для рабочих тел с известными уравнениями состояния.

Для измерения термодинамической температуры выбирают некоторый термодинамический параметр, изменение которого однозначно связано с измерением температуры. Известны термодинамические термометры (акустические, газовые, шумовые, абсолютные радиационные) являются очень сложными установками, которые для практических целей не используются. Для проведения большинства измерений температуры используют так называемые вторичные термометры. К ним относятся, в частности термометры сопротивлений и термопары.

Учитывая важность измерения температуры для различных отраслей промышленности, экологии, медицины большое внимание уделяется разработке и внедрению нормативных документов по термометрии. Остановимся на некоторых из них.

Для измерения температуры в диапазоне от минус 200°С до плюс 850°С широко используются термопреобразователи сопротивлений, чувствительные элементы которых изготовлены из платины, никеля и меди. Межгосударственный стандарт ГОСТ 6651-2009 устанавливает к этим техническим термопреобразователям сопротивлений с одной стороны общие требования, требования по классам допуска и стабильности, а с другой требования к методам испытаний[1]. Как в любом стандарте государственной системы обеспечения единства измерений, в нем приведены термины и определения, к ним относятся: чувствительный элемент термопреобразователя сопротивления, диапазон измерений, рабочий диапазон, номинальная температура применения, номинальное сопротивление, номинальная статическая характеристика, температурный коэффициент сопротивления, максимальный измерительный ток, гистерезис и т.д. Приведены обозначения типов термосопротивлений и чувствительных элементов, температурные коэффициенты и класса допусков. Основная часть стандарта посвящена метрологическим характеристикам, приведена формула для расчета номинальных статических характеристик, которые имеют практические значения при проведении поверки и градуировки термометров сопротивления. Используя приведенные формулы и алгоритмы вычисления можно провести расчет допуска по

сопротивлению для разных диапазонов температур и чувствительных элементов.

В ГОСТе представлены основные технические требования, в частности схема соединения внутренних проводов (однопроводная, трехпроводная, четырехпроводная), виды и методы испытаний, а также комплектность и маркировка.

Номинальные статические характеристики термопар представлены в ГОСТ Р 8.585 – 2001. Данный стандарт гармонизирован с Международной температурной шкалой 1990 (МШТ-90)[2].

Номинальные статические характеристики приведены для всех типов термопар, кроме того в «Приложении А» показаны значения аппроксимирующих полиномов для различных диапазонов температур, что позволяет провести расчет термоЭДС для всех известных типов термопар. Очень важной характеристикой термопар является химический состав термоэлектродного материала. В «Приложении В», в диапазоне рабочих температур показаны пределы допускаемых отклонений ТЭДС от номинальной статической характеристики.

Государственная поверочная схема для средств измерения температуры представлена в ГОСТ 8.558 – 2009.[3] Она устанавливает порядок передачи единиц температуры – кельвина (К) и градуса ($^{\circ}\text{C}$) от государственного первичного эталона рабочим средствам измерений с помощью вторичных и рабочих эталонов с указанием погрешности и основных методов аттестации и поверки. Поверочная схема состоит из трех частей: часть первая – поверочная схема для контактных термометров в диапазоне от 0,3 до 273,16 К (от минус $272,85^{\circ}\text{C}$ до $0,01^{\circ}\text{C}$), часть вторая – поверочная схема для контактных термометров в диапазоне от 273,15 до 3273,15 К (от 0°C до 3000°C), часть третья – поверочная схема для радиационных термометров.

Заключение. Рассмотренные стандарты относятся к основополагающим стандартам Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ), которые являются нормативной базой метрологии. Одной из основных задач ГСИ является проведение научных фундаментальных исследований для установления системы единиц основных физических величин. С 2019 года по решению 26-й Генеральной конференции по весам и мерам введено новое определение «Кельвина» (единица измерения термодинамической температуры),

путем задания точного значения постоянной Больцмана. Знание стандартов в области термометрии является неотъемлемой частью как при разработке методов и средств измерений с максимально достижимой точностью, проектирование информационных систем, так и при решении задач практической метрологии.

Библиографический список:

1. ГОСТ 8.585 – 2001. ГСОЕИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. – Введ. 01.01.2011. – М.: Стандартинформ, 2019. – 30 с.
2. ГОСТ 8.585 – 2001. ГСОЕИ. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования. – Введ. 07.01.2002. – М.: Стандартинформ, 2010. – 81 с.
3. ГОСТ 8.558 – 2009. ГСОЕИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры. – Введ. 01.07.2009. – М.: Стандартинформ, 2012. – 15 с.

THE CURRENT STATE OF THE REGULATORY FRAMEWORK IN THE FIELD OF THERMOMETRY

Ignatova A.D.

Keywords: *temperature, thermodynamic temperature, Kelvin, Boltzmanns constant, thermocouple, thermistor.*

The work is devoted to the study of the regulatory framework in the field of thermometry