

**Пильцов Михаил Владимирович,**  
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: mpilcov@yandex.ru

**Горохов Олег Андреевич,**  
магистрант, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: oleglego2016@yandex.ru

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОПУСКОВ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**

**Gorokhov O.A., Pilcov M.V.**

## **SOFTWARE DEVELOPMENT FOR DETERMINING THE TOLERANCES OF THERMOELECTRIC CONVERTERS**

**Аннотация.** Рассмотрен вариант реализации способа автоматизированного определения допусков термоэлектрических преобразователей при помощи разработки соответствующего программного обеспечения.

**Ключевые слова:** термоэлектрический преобразователь, допуск, программное обеспечение, термопара.

**Abstract.** A variant of the implementation of a method for automated determination of the tolerances of thermoelectric converters using the development of appropriate software is considered.

**Keywords:** thermoelectric converter, tolerance, software, thermocouple.

Термоэлектрические преобразователи (термопары) находят широкое применение при измерении температуры различных объектов в автоматизированных системах контроля и управления. Термопары обладают надежной конструкцией, позволяют измерять температуру в широком диапазоне и обладают невысокой стоимостью. В основе работы термопары лежит эффект Зеебека, который заключается в том, что в цепи, собранной из двух металлов (сплавов металлов) с различной работой выхода, наблюдается возникновение термо-ЭДС, при условии, что спаи этих двух металлов или сплавов имеют разную температуру. Величина этой ЭДС зависит от разности температур спаев [1].

Наибольшее распространение получили следующие типы термопар [2]:

- R ТПП (платина — 13 % родий/платина);
- S ТПП (платина — 10 % родий/платина);
- В ТПР (платина — 30 % родий/платина — 6 % родий);
- J ТЖК (железо/медь — никель (железо/константан));
- T ТМК (медь/медь — никель (медь/константан));
- E ТХКн (никель — хром/медь — никель (хромель/константан));
- K ТХА (никель — хром/никель — алюминий (хромель/алюмель));
- N ТНН (никель — хром — кремний/никель — кремний (нихросил/нисил));
- A ТВР (вольфрам — рений/вольфрам — рений)
- L ТХК (хромель/копель);
- M ТМК (медь/копель).

Материал термопары выбирается в зависимости от диапазона измеряемых температур и условий окружающей среды, где будут выполняться измерения.

При производстве термопар им присваивают допуски, которые определяют их погрешности во всем диапазоне измеряемых температур. При этом сам допуск определяется по величине отклонения температур от значений, определяемых полиномом, аппроксимирующим номинальную статическую характеристику термопары. Данные полиномы и требования по отклонениям для определения допусков приведены в [3].

Сами допуски обозначаются числами: 1, 2 или 3. При этом, чем меньше цифра, тем меньше погрешность термопреобразователя.

Очевидно, процесс присвоения допуска термопарам можно автоматизировать и значительно ускорить, разработав соответствующее программное обеспечение. При этом, было бы предпочтительным использовать свободное программное обеспечение, например, язык программирования Python.

При этом разрабатываемая программа должна иметь возможность выбора типа термопреобразователя, хранить в себе все аппроксимирующие полиномы, позволять загружать в себя полученные в результате эксперимента массивы напряжений и соответствующие им массивы температур. При этом программа должна сама пройти по всем значениям температуры и определить выход или не выход каждого из них за интервал того или иного допуска. Программа также должна иметь современный графический интерфейс пользователя, который может быть реализован на языке Python при помощи библиотеки PyQt.

В заключение можно сделать следующий вывод: программа может найти своё применение на производстве термоэлектрических преобразователей и позволит ускорить процесс определения их допусков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 8.338-2002 «Преобразователи термоэлектрические. Методики поверки»
2. ГОСТ Р 8.585-2001 «Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования»
3. ГОСТ Р 8.611-2005 «Преобразователи термоэлектрические платиноплатиновые эталонные 1, 2 и 3-го разрядов. Методика поверки»