

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИНИАТЮРНЫХ ТЕРМОПАР ТИП К ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВАРКОЙ НА УГОЛЬНОМ ЭЛЕКТРОДЕ

Назарчук К. А., студент,
Горанов И. В., студент,
Кузнецова Д. И., студент

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Аннотация. В данной работе рассматривается технология сварки хромель-алюмелевых термопар (тип К) с диаметром спая до 0,5 мм электросваркой на угольном электроде. Подробно описаны предпосылки к данной работе, технологии сварки и калибровки термопар.

Введение. Почти в каждом процессе в настоящее время требуется точный контроль температур, иначе. Для этого в настоящее время почти всегда используются термопары различных типов, размеров и форм. В некоторых случаях могут требоваться как можно меньшие термопары, но при этом возникает проблема их устойчивости к высоким температурам. В настоящий момент на рынке термопары с размером чувствительного элемента менее 0,5 мм практически отсутствуют термопары способные не то что измерять, а просто выдержать температуры более 400 °С. Именно поэтому потребовалось подготовить технологию их производства в условиях лаборатории.

Технология изготовления. Сварка проводилась на угольном электроде в присутствии буры. Сначала две проволоки, хромелевая и алюмелевая диаметром 0,3 мм, которые будут составлять термопару, очищаются легким травлением в разбавленной азотной кислоте, после чего делаются скрутка в 1–1,5 см длиной. Конец скрутки откусывается кусачками, после чего к ее обратной стороне присоединяется клемма. На угольный электрод наносится суспензия буры с бензином. Свободный конец скрутки приводится в соприкосновение с электродом и происходит сварка, за счет образования электрической дуги и легкого расплавления конца скрутки. После успешной сварки проводится первичный осмотр на оптическом микроскопе на предмет некачественного спая или других дефектов. В случае успешного прохождения поверхностной проверки проводят более тщательный осмотр на электронном микроскопе. Перед калибровкой так же требуется изолировать термопары. В данном случае термопары изолировались нанесением термостойкого лака. На рисунке 1 представлен пример термопары, сваренной данным методом.

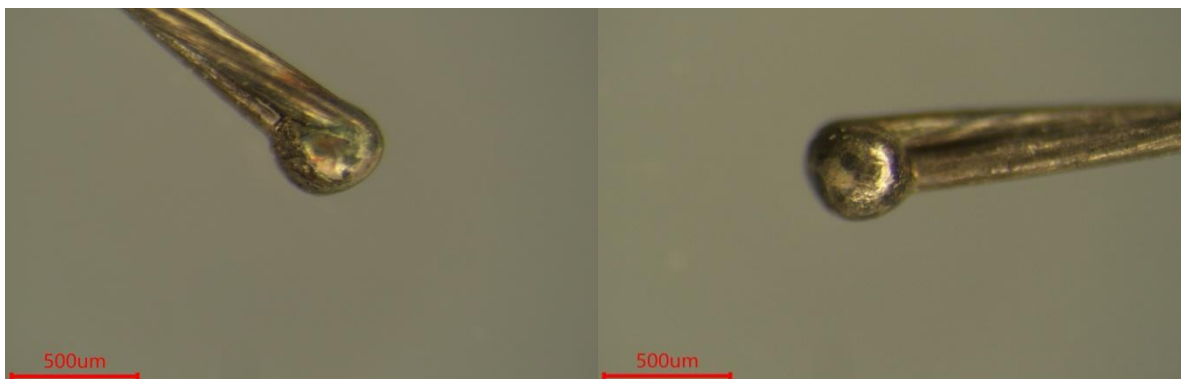


Рис. 1. Снимки термопары с двух разных сторон, линза 2х, увеличение 2х

Технология калибровки. После визуального осмотра требуется убедиться в работоспособности термопар. Для этого использовался паяльник с рабочей температурой 250 °С. Паяльник прогревался, после чего приводился в соприкосновение с термопарой. Выходы термопары подключались к мультиметру для считывания показаний термо-ЭДС. получаемые значения термо-ЭДС сравниваются с международной таблицей НСХ, и в случае соответствия термопары передаются на этап калибровки.

Калибровка проводилась при помощи микропроцессорного измеритель-регулятора ТРМ148 в кипящей дистиллированной воде. Термопары прошедшие прошлые этапы проверки подключаются к ТРМ148, и погружаются в воду. ТРМ148 каждую секунду снимает значения температур, полученные с исследуемых термопар, которые в последствие переносятся в Эксель для анализа, построения графиков и расчета поправочных коэффициентов, которые в последствие будут применяться при последующих измерениях. Пример графика температур, полученного при помощи ТРМ148, показан на рисунке 2. В случае недостаточной стабильности показаний термопары отбраковываются и отправляются на повторную сварку, либо утилизируются.

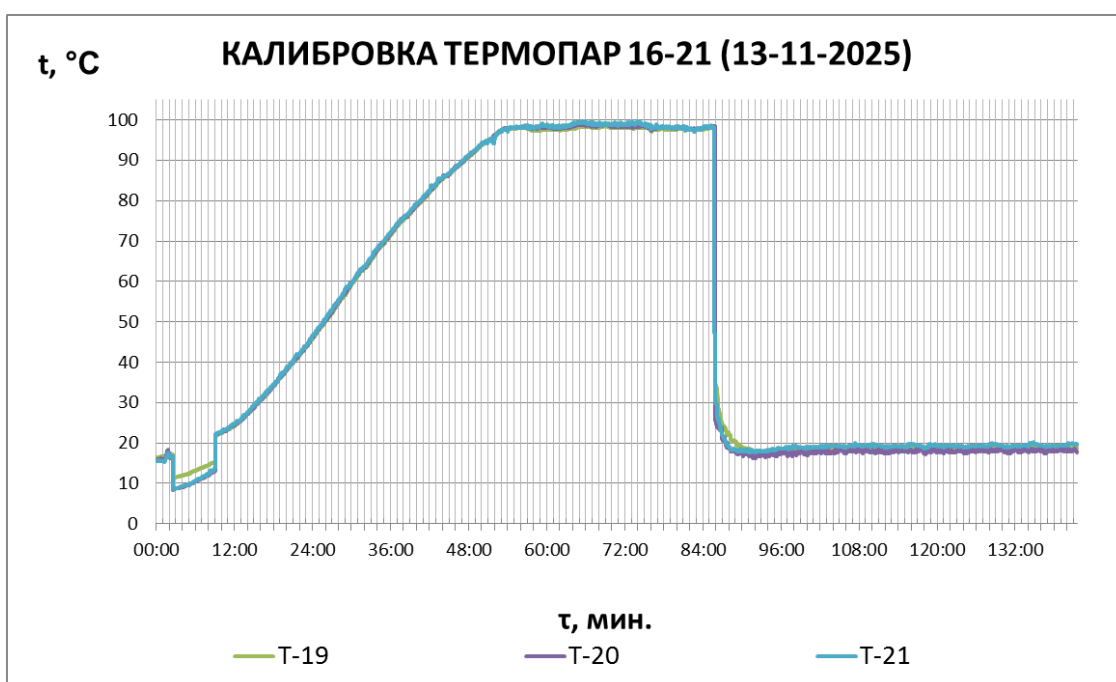


Рис. 2. Температурный график полученных термопар

Заключение. В ходе работы была рассмотрена технология изготовления миниатюрных хромель-алюмелевых термопар (тип К) диаметром 0,3 мм методом электросварки на угольном электроде с использованием буры в качестве флюса. Предложенная методика позволяет создавать термочувствительные элементы, пригодные для работы в условиях высоких температур.