

ИССЛЕДОВАНИЕ НОМИНАЛЬНЫХ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ВЫХОДНЫМИ СИГНАЛАМИ

Сивков Д.С., Атрошенко Ю.К.

Научный руководитель: Атрошенко Ю.К., ассистент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: dss6@tpu.ru

Одними из самых распространенных средств измерения температуры являются термоэлектрические преобразователи (ТЭП). Выходным сигналом ТЭП является ТЭДС, возникающее в результате действия эффектов Томпсона и Зеебека. Современные ТЭП могут изготавливаться вместе с микропроцессорным блоком, формирующим на выходе термopары унифицированный токовый сигнал. Независимо от вида выходного сигнала основное требование, предъявляемое к номинальной статической характеристике (НСХ) ТЭП это ее линейность. [1]

Исследование НСХ ТЭП проводилось с использованием эталонного калибратора температуры. Номинальная статическая характеристика определялась экспериментально для двух термopар типа К(ХА) с выходными сигналами ТЭДС и унифицированным токовым сигналом 4-20 мА, а также для двух термopар L(ХК) с выходными сигналами ТЭДС и унифицированным токовым сигналом 4-20 мА.

Кроме того, полученные зависимости сравнивались с номинальной статической характеристикой исследуемых термopар (рис. 1, табл. 1).

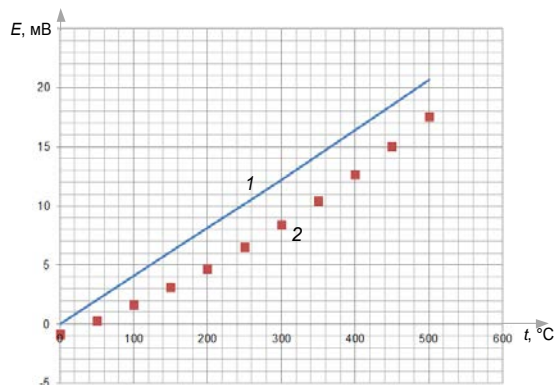


Рис. 1. Статические характеристики для ТЭП типа К(ХК): 1 – НСХ, 2 – экспериментальная СХ

Анализ рис. 1 показывает, что номинальная статическая характеристика преобразователя более близка к линейной, чем реальная. Это связано с тем, что при длительной эксплуатации преобразователя его статическая характеристика искажается.

Из рис. 1 и табл. 1 видно, что полученная реальная статическая характеристика преобразователя существенно отличается от номинальной.

Таблица 1. Номинальная и реальная

статические характеристики ТЭП типа К (ХА)

$t, ^\circ\text{C}$	$E_0, \text{мВ}$	$E, \text{мВ}$	$\Delta, \text{мВ}$
0	0,000	0,854	0,854
100	4,096	1,640	-2,456
200	8,138	4,728	-3,41
300	12,209	8,410	-3,799
400	16,397	12,68	-3,717
500	20,644	17,554	3,090

Таким образом, дальнейшее исследование статической характеристики на линейность производится не для номинальной, а для реальной статической характеристики конкретных преобразователей.

Полученные зависимости аппроксимированы с помощью метода наименьших квадратов [2] функцией вида $E(t)/I(t) = a \cdot t^2 + b \cdot t + c$, $E(t)$ – выходная ТЭДС, $I(t)$ – выходной унифицированный токовый сигнал.

Значения коэффициентов для каждого вида исследуемых термopар приведены в таблице 2.

Таблица 2. Расчетные коэффициенты

НСХ	Вид вых. сигнала	a	b	c
К(ХА)	ТЭДС	$2,967 \cdot 10^{-5}$	$2,197 \cdot 10^{-2}$	-0,85
	Униф. токовый сигнал	$4,579 \cdot 10^{-5}$	$7,156 \cdot 10^{-3}$	0,51
L(ХК)	ТЭДС	$7,769 \cdot 10^{-5}$	$3,408 \cdot 10^{-2}$	-1,50
	Униф. токовый сигнал	$7,093 \cdot 10^{-5}$	$3,944 \cdot 10^{-2}$	-2,12

Полученные аппроксимирующие зависимости представлены на рис. 2-5.

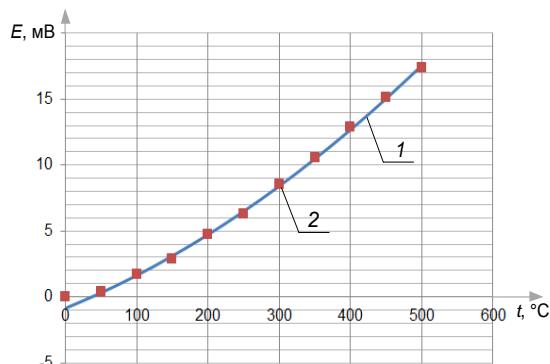


Рис.2. Статическая характеристика ТЭП типа К(ХА) с выходным сигналом ТЭДС: 1 – зависимость полученная с помощью МНК, 2 – экспериментальные значения

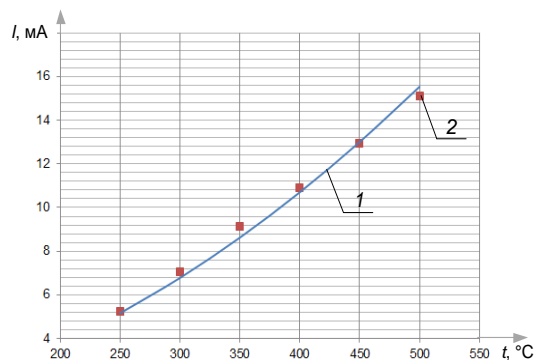


Рис.3. Статическая характеристика ТЭП типа К(ХА) с унифицированным выходным сигналом:
1 – зависимость полученная с помощью МНК,
2 – экспериментальные значения

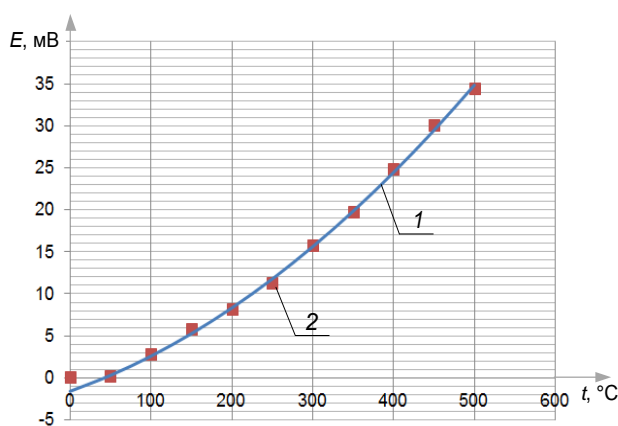


Рис.4. Статическая характеристика ТЭП типа К(ХК) с выходным сигналом ТЭДС:
1 – зависимость полученная с помощью МНК,
2 – экспериментальные значения

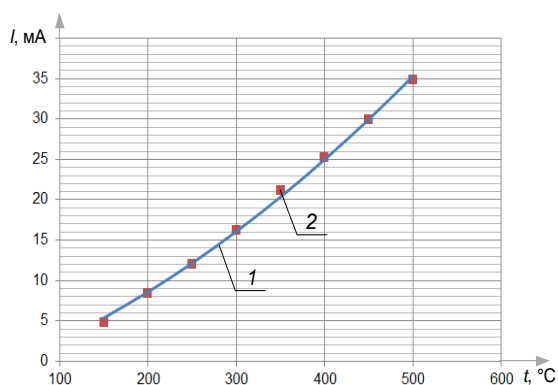


Рис.5. Статическая характеристика ТЭП типа К(ХК) с унифицированным выходным сигналом:
1 – зависимость полученная с помощью МНК,
2 – экспериментальные значения

На рис. 6 приведены статические характеристики термопреобразователей типа К(ХА) с различными выходными сигналами.

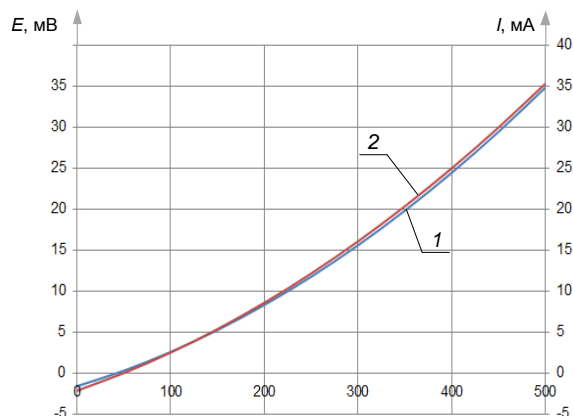


Рис.6. Экспериментальная СХ для ТЭП типа К(ХА): 1 – для ТЭП с выходным сигналом ТЭДС, 2 – для ТЭП с унифицированным токовым сигналом

Из рис. 6 видно, что статические характеристики термопреобразователей практически совпадают, что говорит о том, что преобразование выходного сигнала термодпары в унифицированный токовый сигнал происходит практически без искажений.

Таким образом, получены следующие выводы:

1) полученные аппроксимирующие зависимости достаточно точно описывают статические характеристики, полученные экспериментальным путем, среднее отклонение от линейных зависимостей составило 0,92 мВ.

2) экспериментальные статические характеристики для ТЭП с одинаковыми НСХ и различными видами выходного сигнала достаточно близки.

3) коэффициент a в аппроксимирующих выражениях стремится к нулевому значению, поэтому статические характеристики исследуемых термодпар, полученные экспериментально, можно считать практически линейными в широком диапазоне температур, однако, применение их для проведения технических измерений не возможно в связи с превышением допустимой погрешности измерений.

Список литературы

1. Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник. - Москва: Изд-во МЭИ, 2005. – 459 с.
2. Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений. - Изд. 2-е, доп. и испр. - Москва: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1962. - 349 с.