

относительно шва, должна быть расположена ближе к сварному шву, чтобы угол обзора был меньше.

### Список информационных источников

- 1) Википедия  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Ультразвуковая\\_дефектоскопия](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ультразвуковая_дефектоскопия)
- 2) Википедия <https://ru.wikipedia.org/wiki/ПИД-регулятор>
- 3) Ерофеев А.А. Теория автоматического управления: Учебник для вузов. – 3-е изд., стереотип. – СПб.: Политехника, 2015 – 302с.
- 4) ИКА Logic <https://www.ikalogic.com/line-tracking-sensors-and-algorithms/>

## ИЗУЧЕНИЕ КОНТАКТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

*Обач И.И., Абуеллаиль А.А., Солдатов А.А., Солдатов А.И.  
Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель: Солдатов А.И., д.т.н., профессор  
кафедры промышленной и медицинской электроники*

### Введение

В контроле металлов и сплавов часто используют термоэлектрический метод. Но на результат контроля влияет неоднородность и шероховатость исследуемой поверхности, вследствие чего контакт получается многоточечным. Влияние качества исследуемой поверхности на результат контроля отражено в работе [1]. В эквивалентной схеме многоточечный контакт можно изобразить как параллельное соединение нескольких термопар, имеющих различные характеристики за счет локальных колебаний химического состава исследуемого металла или сплава. Для того, чтобы учитывать влияние термопар на результаты контроля, нужно изучить их характеристики.

### Исследование

В данной работе были исследованы характеристики нескольких термопар в диапазоне  $(160^{\circ} - 400)^{\circ}\text{C}$ . Были исследованы характеристики термопар хромель-алюмель, нихром-константан и их параллельное соединение.

Экспериментальная установка, представлена на Рис.1.

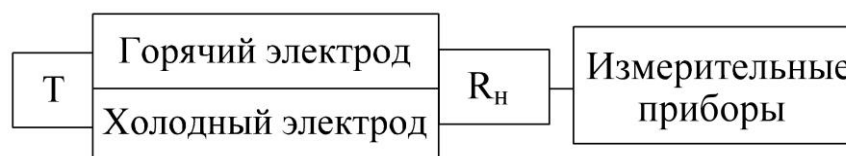


Рис.1. Структурная схема эксперимента

В ходе исследований измерялось падение напряжения на сопротивлении нагрузки  $R_n$ . Измерения производились в одиночном и в параллельном включении термопар, с сопротивлением нагрузки  $R_n$  разным номиналом. Затем проводился расчет термоЭДС, внутреннего сопротивления  $R_{вн}$ , тока в цепи  $I$ , максимальной мощность  $P$ .

**Результат внутреннего сопротивления источника термоЭДС  $R_{вн}$**

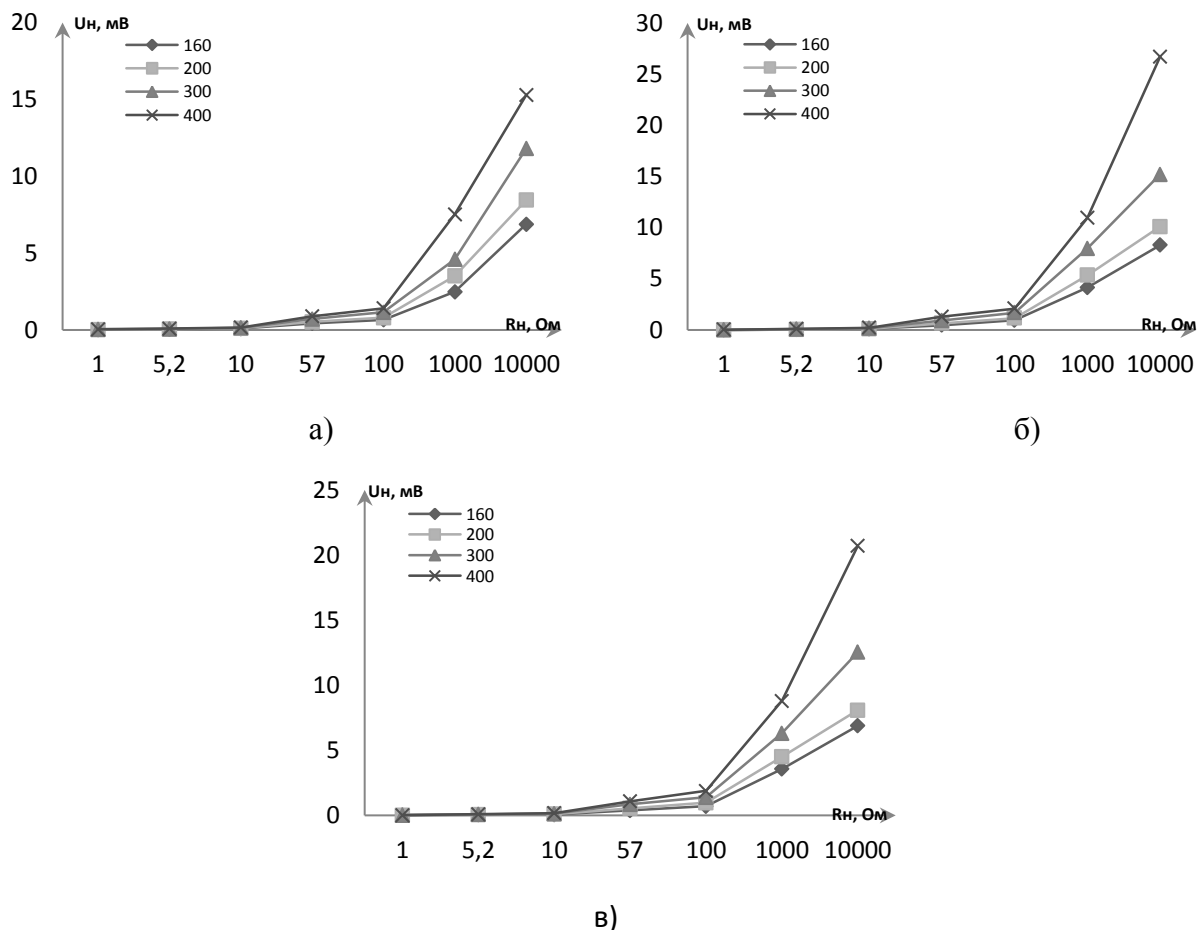


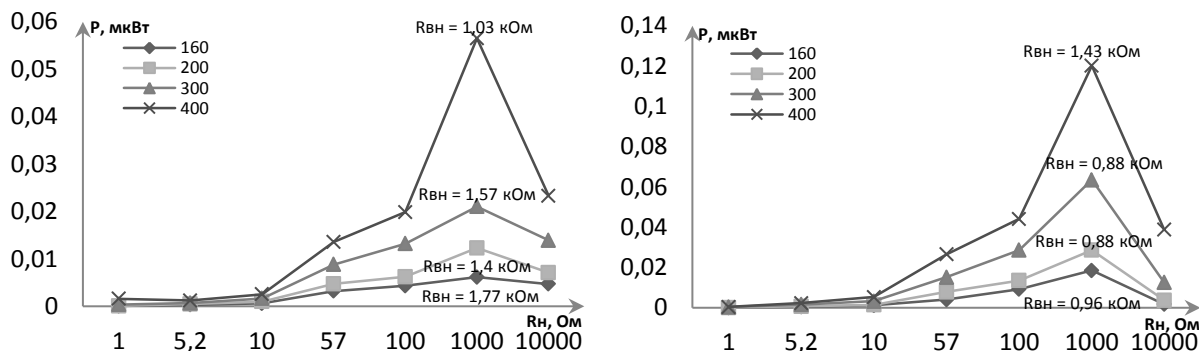
Рис.2. Зависимость напряжения на нагрузке от сопротивления нагрузки для различных термопар при температуре (160– 400)°С градусов: а) хромель-алюмель б) нихром-константан в) параллельное соединение хромель-алюмель и нихром-константан

Результаты измерения напряжения на нагрузке для четырех значений температуры представлены на Рис.2. Рис.2.а отображает результаты исследования термопары хромель-алюмель. Рис.2.б отображает результаты исследования термопары нихром-константан. А на Рис.2.в показан случай их параллельного соединения.

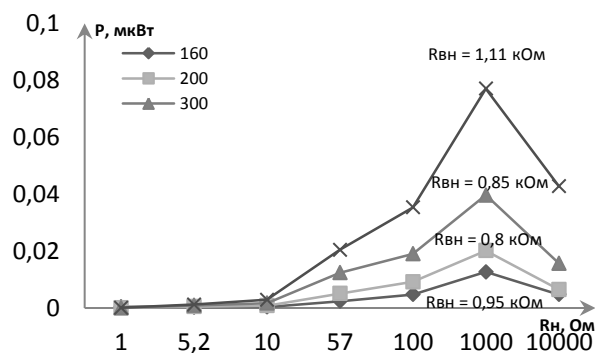
Как видно из графиков с увеличением  $R_n$  напряжение на нагрузке увеличивается приближаясь к значению термоЭДС при холостом ходе. С увеличением температуры значение  $U_n$  увеличивается вследствие увеличения термоЭДС, которое пропорционально температуре.

## Результат мощности источника термоЭДС $P_{max}$

Максимальная мощность была рассчитана и как можно видеть на Рис. 3 максимальная мощность была проверена экспериментально. Максимальная мощность наблюдается, когда внутреннее сопротивление равно сопротивлению нагрузки



а) б)



в)

Рис.3. Зависимость мощности источников термоЭДС от сопротивления нагрузки при температуре (160 – 400)°С градусов а) хромель-алюмель б) нихром-константан в) параллельное соединение хромель-алюмель и нихром-константан

## Заключение

В рамках данной статье были проведены исследования электрических характеристик двух источников термоЭДС и их параллельного соединения, для изучения влияния многоточечного контакта электрода с контролируемым образцом в приборах термоэлектрического контроля.

Было проведено исследование параллельного включения термопар. Благодаря, которому стало понятно, что при параллельном соединении термопар, такие характеристики как внутреннее

сопротивление, мощность и термоЭДС эквивалентны средним значениям термопар, хромель-алюмель и нихром-константан при одиночном включении.

Также было выяснено из эксперимента, что самое оптимальное сопротивление нагрузки для источников термоЭДС равно 1 кОм. Когда внутреннее сопротивление равно сопротивлению нагрузке, то мощность источника термоЭДС самая большая. Выбор этого сопротивления позволит улучшить точность измерения приборов термоэлектрического контроля.

### Список информационных источников

1. Солдатов А.А. Аппаратно-программный комплекс для контроля пластически деформированных металлов дифференциальным термоэлектрическим методом. дис. канд. техн. наук / А.А. Солдатов. – Томск: НИ ТПУ, 2014. – 155с.

2. Oldham, Kalil T. Swain (2008). The doctrine of description: Gustav Kirchhoff, classical physics, and the "purpose of all science" in 19th-century Germany (Ph. D.). University of California, Berkeley. p.52. Docket 3331743.

3. Croft, Terrell; Summers, Wilford I. (1987). American Electricians' Handbook (Eleventh ed.). New York: McGraw Hill. ISBN 0-07-013932-6.

## УСТРОЙСТВО КОМПЕНСАЦИИ МОМЕНТА ТРОГАНИЯ В УПРАВЛЯЮЩИХ ДВИГАТЕЛЯХ-МАХОВИКАХ

*Пасько В.А.*

*АО «НПЦ «Полюс», г. Томск,*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Завьялова О.Ю., к.т.н., начальник лаборатории АО «НПЦ «Полюс», доцент кафедры промышленной и медицинской электроники*

На современных космических аппаратах (КА) широко применяется активная трехосная система ориентации и стабилизации на основе комплекса управляющих двигателей-маховиков (УДМ). Управление ориентацией осуществляется перераспределением кинетического момента между исполнительным органом и корпусом КА. Основными обобщенными характеристиками УДМ являются область требуемого кинетического момента  $H(t)$ , пропорционального угловой скорости, и область требуемого динамического момента  $M_d(t)$ , определяемые динамикой КА [1].