

Е. М. Шлеймович, В. Г. Лисенко

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Федеральное агентство по образованию
ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ»

Е.М. Шлеймович, В.Г. Лисиенко

**ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ**

Учебное пособие

Научный редактор – проф., д-р техн. наук В.Г. Лисиенко

Екатеринбург
2007

УДК 621.36: 536.5(075.8)

ББК 31.32я73

Ш 68

Рецензенты: кафедра информатики Уральского государственного горного университета (зам. зав. кафедрой, доц., канд. техн. наук А.В. Дружинин); канд. техн. наук С.Т. Клышников (зав. лабораторией ОАО «ВНИИМТ»)

Шлеймович Е.М., Лисиенко В.Г.

Ш 68 Термоэлектрические преобразователи для измерения температуры: учебное пособие / Е.М. Шлеймович, В.Г. Лисиенко. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2007. 114 с.

ISBN 978-5-321-00997-0

Рассмотрены физические основы, принципиальные особенности и возможности применения термоэлектрических преобразователей для измерения температуры контактным методом в различных технических системах. Значительное внимание уделено вопросам стабильности термопар и разработке промышленных термоэлектрических преобразователей с высокими метрологическими и эксплуатационными характеристиками. Разобраны примеры применения термоэлектрических преобразователей в разнообразных технологических процессах. Важную часть пособия составляют контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы учащихся. Дано обширное приложение и приведен перечень литературных источников по рассматриваемым вопросам.

Учебное пособие предназначено для студентов всех форм обучения специальностей 220201 – Управление и информатика в технических системах; 200106 – Информационно-измерительная техника и технологии. Представленный материал может быть полезен для аспирантов и инженерно-технических работников, связанных с разработкой и применением температурных измерений.

Библиогр.: 38 назв. Рис. 27. Табл. 14. Прил. 6.

УДК 621.36: 536.5(075.8)

ББК 31.32я73

ISBN 978-5-321-00997-0

© ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет-УПИ», 2007

© Е.М. Шлеймович, В.Г. Лисиенко, 2007

Оглавление

Введение	4
1. ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ТЕРМОПАР	5
1.1. Законы идеальных термических цепей	13
1.2. Оценка термоэлектрических свойств материалов	16
1.3. Требования к изготовлению рабочего спая	18
2. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕРМОЭЛЕКТРОДАМ И ИХ ИЗОЛЯЦИИ	22
3. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ	32
4. ГРАДУИРОВКА ТЕРМОПАР	43
5. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ СОЕДИНЕНИЯ ТЕРМОПАР	44
6. ПОПРАВКА НА ТЕМПЕРАТУРУ СВОБОДНЫХ КОНЦОВ. УДЛИНИТЕЛЬНЫЕ (КОМПЕНСАЦИОННЫЕ) ПРОВОДА. УСТРОЙСТВО УНИФИКАЦИИ	47
7. СТАБИЛЬНОСТЬ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕРМОПАР	54
8. КОНСТРУКЦИИ И ТИПЫ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ	63
9. ИСТОЧНИКИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ТЕРМОМЕТРАМИ	72
Библиографический список	82
Приложение 1. Основные характеристики керамических материалов, использующихся для защитной арматуры и электроизоляции термоэлектродов	85
Приложение 2. Технические данные ТЭП	86
Приложение 3. Градуировочные кривые термопар из различных материалов	87
Приложение 4. Список предприятий-изготовителей средств технологических измерений	90
Приложение 5. Эффект Зеебека в полупроводниках и его использование для создания термогенераторов	94
Приложение 6. Сводные таблицы значений ТЭДС термопар типов R, S, B, J, T, E, K, N, A1, A2, A3, L, M в зависимости от температур их рабочих концов при температуре свободных концов 0 °С	100
Словарь основных понятий и терминов	112