

536.2

Т 34

# ТЕПЛОМЕТРИЯ

теория, метрология, практика

КНИГА 3

Теплометрическая аппаратура  
для решения прикладных задач

Том 1

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ  
ИНСТИТУТ ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕПЛОФИЗИКИ**

**ТЕПЛОМЕТРИЯ:  
теория, метрология, практика  
(монография в трех книгах)**

*Под редакцией д.т.н. Т. Г. Грищенко*

**КНИГА 3  
Теплометрическая аппаратура  
для решения прикладных задач  
Том 1**

**Киев 2018**

УДК 53.08:536.2:536.6:536.629.7

ББК 31.3

Т343

Авторы: Т. Г. Грищенко, Л. В. Декуша, Л. И. Воробьев,  
З. А. Бутова, С. И. Ковтун, О. Л. Декуша

Рецензенты: Б. И. Стаднык, д-р техн. наук, проф.,  
Национальный университет «Львовская политехника»;  
Л. А. Назаренко, д-р техн. наук, проф.,  
Харьковский национальный университет  
городского хозяйства им. А. Н. Бекетова

*Рекомендовано к печати ученым советом  
Института технической теплофизики НАН Украины*

Т343 Теплометрия: теория, метрология, практика. Монография в трех книгах. / Т. Г. Грищенко, Л. В. Декуша, Л. И. Воробьев (и др.); под ред. д-ра техн. наук Т. Г. Грищенко.

ISBN 978-966-02-8199-8 (общий)

Кн. 3: Теплометрическая аппаратура для решения прикладных задач : в 2 томах. Том 1. — К.: Институт технической теплофизики НАН Украины, 2018-433с.

ISBN 978-966-02-8638-2 (общий)

ISBN 978-966-02-8639-9 (Т.1)

В книге 3 монографии изложены теплометрические методы и описана реализующая их соответствующая аппаратура, предназначенная для применения в научных исследованиях и при технических измерениях теплового потока и температуры, тепловых потерь (или притоков) через ограждающие конструкции зданий, сооружений и теплотехнического оборудования, теплофизических и терморadiационных характеристик материалов и покрытий, теплопоглощения или тепловыделения в различных тепловых процессах, а также методики измерений.

Для научных сотрудников, инженеров, преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений, а также специалистов, занимающихся теплофизическими измерениями и теплоэнергетическим аудитом.

ISBN 978-966-02-8199-8

ISBN 978-966-02-8638-2

ISBN 978-966-02-8639-9

© Т. Г. Грищенко, Л. В. Декуша, Л. И. Воробьев,  
З. А. Бутова, С. И. Ковтун, О. Л. Декуша, 2018

---

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

	стр.
Условные обозначения и размерность физических величин, индексы и основные сокращения.....	11
<b>ГЛАВА 1 ТЕПЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ПЕРЕНОСНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕПЛООБМЕНА НА ОБЪЕКТАХ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....</b>	<b>14</b>
1.1 Малогабаритные приборы для измерения плотности локального теплового потока и температуры.....	15
1.2 Методика определения действительных значений теплового потока по результатам измерений ПТП и приборами типа ИТП.....	28
Литература к главе 1.....	41
<b>ГЛАВА 2 ТЕПЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.....</b>	<b>43</b>
2.1 Приемники потока теплового излучения (радиометры).....	43
2.1.1 Основы измерения потока теплового излучения термоэлектрическим ПТП вида вспомогательной стенки.....	44
2.1.2 Методы измерения и принципиальные схемы радиометров.....	49
2.1.3 Элементная база приемников теплового излучения.....	55
2.1.4 Теплометрические приемники теплового излучения .....	60
2.2 Приборы для измерения интенсивности солнечного излучения (пиранометры).....	81
2.3 Теплометрическая аппаратура для исследования параметров пламени при огневых испытаниях.....	94
Литература к главе 2.....	106

ГЛАВА 3 ТЕПЛОМЕТРИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОТЫ.....	114
3.1 Состояние контроля теплоэффективности различных объектов.....	114
3.2 Приборы для контроля эффективности производства теплоты.....	117
3.3 Приборы для контроля эффективности транспортирования теплоты по тепловым сетям.....	134
3.4 Информационно-измерительные комплексы и приборы для контроля эффективности теплопотребле- ния на жилищно-коммунальных и строительных объектах.....	151
3.4.1 Информационно-измерительные комплексы «Ресурс-С» и «Ресурс-РК» для теплотехнического обследования зданий (сооружений).....	152
3.4.2 Методика теплотехнического обследования зданий и сооружений комбинированным тепловизионно-теплометрическим методом.....	165
Литература к главе 3.....	175
 ГЛАВА 4 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕПЛОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ И ТЕПЛООВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ.....	179
4.1 Стационарный теплометрический метод пластины.....	180
4.1.1 Особенности стационарного метода пластины и принципиальные схемы измерительных ячеек.....	180
4.1.2 Особенности теплометрического метода пластины.....	186
4.1.3 Динамические характеристики тепло-метрических приборов.....	190

4.1.4	Искажения теплового и температурного полей в теплотрических приборах плоского типа.....	198
4.1.5	Требования к конструктивным и технологическим параметрам прибора и применяемых преобразователей теплового потока.....	221
4.2	Теплотрический зондовый метод локального теплового воздействия на образец.....	238
4.2.1	Суть метода и его теоретическое обоснование ..	239
4.2.2	Способы уменьшения влияния факторов, искажающих результаты измерения.....	254
4.3	Теплотрический дифференциально-мостовой метод определения комплекса ТФХ.....	262
	Литература к главе 4.....	274

<b>ГЛАВА 5 ТЕПЛОТРИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....</b>			<b>280</b>
5.1	Теплотрические приборы в асимметричном исполнении .....		280
5.1.1	Приборы серии ИТ для массовых технических экспресс-измерений коэффициента теплопроводности неметаллических материалов (твердых, жидких, сыпучих).....		281
5.1.2	Прибор для исследования теплопроводности образцов химикатов-добавок к полимерным материалам.....		289
5.1.3	Прибор для исследования теплопроводности талых и мерзлых грунтов.....		293
5.1.4	Теплотрические приборы для измерения теплопроводности и других геотермических параметров горных пород в лабораторных и натуральных условиях.....		294
5.2	Теплотрические приборы в симметричном исполнении.....		306

5.2.1 Вакуумно-криогенная установка для исследования теплопроводности и теплового сопротивления.....	306
5.2.2 Установка ИТ-7С для измерения коэффициента теплопроводности и теплового сопротивления теплоизоляционных строительных материалов.....	311
5.2.3 Универсальный прибор ИТ-7СУ для исследования теплофизических характеристик и тепловых эффектов.....	333
5.2.4 Прибор ИТ-7-60 для исследования теплопроводности на малогабаритных образцах.....	338
5.3 Теплометрическая установка ВКУ-2 для определения комплекса теплофизических характеристик.....	339
5.4 Зондовые теплометрические приборы для экспресс-измерений коэффициента теплопроводности (модели ИТ-8, ИТ-8М).....	345
5.5 Экспериментальная установка ИТС-3 для измерения теплового сопротивления теплопередаче стеклопакетов.....	357
Литература к главе 5.....	372
ПРИЛОЖЕНИЕ А Переносные приборы для измерения плотности теплового потока и температуры.....	380
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Теплопроводность контактных смазок .....	400
ПРИЛОЖЕНИЕ В Алгоритм определения критерия $K^q$ .....	403
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Теплофизические характеристики материалов.....	410