

В.И. Назаров

Теплотехнические измерения и приборы

Допущено

Министерством образования

Республики Беларусь

в качестве учебного пособия для студентов

учреждений высшего образования

по специальностям

«Паротурбинные установки атомных

электрических станций», «Тепловые электрические

станции», «Автоматизация и управление

теплоэнергетическими процессами»,

«Промышленная теплоэнергетика»



Минск

«Высшая школа»

2017

Назаров, В. И. Теплотехнические измерения и приборы : учебное пособие для вузов / В. И. Назаров. — Минск : Вышэйшая школа, 2017. — 279, [1] с. : ил. — Библиография : с. 277.

УДК [621.1.08 + 536.5.08 + 681.12](075.8)

ББК 34

Чит. зал №1 — 5 экз.

Приведены основы метрологии и использования измерительной техники, подробно изложены вопросы измерения температуры, давления и разности давлений, измерения расхода и уровня жидкостей. Рассмотрены принципы действия приборов (в том числе самых современных) для измерения вышеназванных параметров. Большое внимание уделено измерению состава и качества газов, различным типам газоанализаторов; представлены основы теории передачи информации средствами измерения. Каждый раздел завершают контрольные вопросы и задачи с примерами решения.

Для студентов дневной и заочной форм обучения по теплоэнергетическим специальностям.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗМЕРЕНИЯХ, СРЕДСТВАХ ИЗМЕРЕНИЙ И ПОГРЕШНОСТЯХ	4
1.1. Понятие об измерении	4
1.2. Понятия о средствах измерения	5
1.3. Основные понятия о метрологических характеристиках средств измерений	5
1.3.1. Основные определения	5
1.3.2. Оценка погрешностей при технических измерениях	8
1.3.3. Оценка и учет случайных погрешностей	10
<i>Примеры решения задач</i>	<i>14</i>
<i>Вопросы и задания для самопроверки</i>	<i>15</i>
ГЛАВА 2. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ	17
2.1. Термометры	20
2.1.1. Термометры расширения	20
2.1.2. Манометрические термометры	21
2.1.3. Термометры сопротивления	22
2.1.4. Термоэлектрические термометры	25
2.2. Новые конструкции термоэлектрических преобразователей	28
2.3. Пирометры	30
2.4. Тепловизоры	37
2.5. Особенности измерения температуры на АЭС	38
<i>Примеры решения задач</i>	<i>40</i>
<i>Вопросы и задания для самопроверки</i>	<i>42</i>
ГЛАВА 3. ВТОРИЧНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ	45
3.1. Милливольтметры	45
3.2. Потенциометры	48
3.3. Измерительные мосты	52
3.3.1. Уравновешенные мосты	52
3.3.2. Неуравновешенные мосты	55
3.4. Логометры	57
3.5. Нормирующие преобразователи	58

3.5.1. Нормирующие преобразователи термо-ЭДС	58
3.5.2. Нормирующие преобразователи термометров сопротивления	61
3.6. Видеографические регистраторы	62
<i>Примеры решения задач</i>	63
<i>Вопросы и задания для самопроверки</i>	67
ГЛАВА 4. ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ И РАЗНОСТИ ДАВЛЕНИЙ	69
4.1. Жидкостные приборы	71
4.2. Приборы с упругими чувствительными элементами	74
4.3. Тензометрические приборы	79
4.4. Современные конструкции датчиков давления	83
4.5. Особенности измерения давления на АЭС	85
<i>Примеры решения задач</i>	86
<i>Вопросы и задания для самопроверки</i>	88
ГЛАВА 5. ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА	90
5.1. Методы измерения расхода	90
5.2. Расходомеры переменного перепада давления на сужающем устройстве	90
5.3. Электромагнитные расходомеры	96
5.4. Ультразвуковые расходомеры	98
5.5. Вихревые расходомеры	102
5.6. Корреляционные расходомеры	105
5.7. Напорные трубки и расходомеры типа Annubar	106
5.8. Кориолисовы расходомеры	108
5.9. Неучитываемые погрешности измерения расхода среды	110
5.10. Особенности измерения расхода среды на АЭС	114
<i>Примеры решения задач</i>	115
<i>Вопросы и задания для самопроверки</i>	120
ГЛАВА 6. ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЯ ЖИДКИХ И СЫПУЧИХ ТЕЛ	121
6.1. Контактные уровнемеры	121
6.1.1. Поплавковые и буйковые уровнемеры	121
6.1.2. Волноводные уровнемеры	124
6.1.3. Емкостные уровнемеры	125
6.2. Бесконтактные уровнемеры	126
6.2.1. Акустические и ультразвуковые уровнемеры	126
6.2.2. Радарные уровнемеры	127

6.3. Измерение уровня воды в барабанном котле	130
6.4. Современные конструкции высокоточных интеллектуальных датчиков гидростатического давления (уровня)	133
6.5. Особенности измерения уровня среды на АЭС	134
<i>Примеры решения задач</i>	135
<i>Вопросы и задания для самопроверки</i>	138
ГЛАВА 7. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ СОСТАВА И КАЧЕСТВА ГАЗОВ	139
7.1. Термомагнитные газоанализаторы	139
7.2. Термокондуктометрические газоанализаторы	142
7.3. Оптико-акустические газоанализаторы	144
7.4. Электрохимический газоанализатор на твердом электролите	146
7.5. Термохимические газоанализаторы	148
7.6. Оптоэлектронные газоанализаторы	150
<i>Примеры решения задач</i>	152
<i>Вопросы и задания для самопроверки</i>	160
ГЛАВА 8. ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ СРЕДСТВАМИ ИЗМЕРЕНИЯ	161
8.1. Основы теории передачи информации	161
8.2. Системы дистанционной передачи информации	163
8.3. Цифровые системы передачи данных	166
8.3.1. RS-протоколы передачи данных	166
8.3.2. Протокол передачи данных HART	169
<i>Примеры решения задач</i>	173
<i>Вопросы и задания для самопроверки</i>	175
ПРИЛОЖЕНИЕ	176
ЛИТЕРАТУРА	277