

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

О. А. ГЕРАЩЕНКО, В. Г. ФЕДОРОВ

## ТЕПЛОВЫЕ и ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

СПРАВОЧНОЕ РУКОВОДСТВО

ДУМКАКИЕВ—1965

В книге описаны основные известные методы измерения температур и тепловых потоков. В таблицах и тексте приведены справочные данные по стандартной отечественной и, частично, зарубежной аппаратуре и материалам, необходимым в практике измерений, кратко освещены теоретические, методические и метрологические вопросы, связанные с темой. Для случаев, когда измерения не обеспечены стандартными приборами промышленного изготовления, приводятся обстоятельные рекомендации, позволяющие решить возникшую задачу. Рассчитана на широкие круги инженерно-технических работников, занятых измерениями температур и тепловых потоков в условиях промышленной практики и научного эксперимента. Содержание книги Тепловые и температурные измерения

Предисловие

Глава I. Общие положения термометрии

Термодинамические соотношения для газовых термометров

Эффект Джоуля — Томсона

Деление шкалы на градусы

Термоэлектрические явления

Отрицательные абсолютные температуры

### Глава II. Жидкостные термометры

Ртутные термометры

Термометры с нертутным заполнением

Чувствительность, цена деления, точность измерения

Некоторые практические вопросы, связанные и измерениями стеклянно-жидкостными термометрами

Специальные термометры

Метастатический термометр Бекмана

Термометры для измерения высоких температур

Термометры для измерения низких температур

Максимальные термометры

Минимальные термометры

Глубоководный термометр

Стандартные термометры

### Глава III. Термометры сопротивления

Материалы для измерительных проводников термометров сопротивления

Платиновые и медные стандартные термометры сопротивления

Изготовление термометров сопротивления

Термосопротивления (термисторы)

Измерение сопротивлений

### Глава IV. Термопары

Особенности измерения термопарами

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

Привязка термомпар к температурной шкале

Изготовление термомпар

Защитные оболочки и изоляция

Источники погрешностей

Измерение термо-эдс

Стандартные термомпары

Нестандартные термомпары

## **Глава V. Оптические, радиационные и цветные пирометры**

Области применения, основные идеи, классификация

Промышленные и прецизионные пирометры

Оптический пирометр ОППИР-017

Прецизионный оптический пирометр ОП-48

Прецизионный оптический пирометр ЭОП-51М

Фотоэлектрический пирометр ФЭП-4

Цветовой фотоэлектрический пирометр ЦЭП-3

Радиационный пирометр РАПИР

## **Глава VI. Другие прямые и косвенные методы определения температуры**

Манометрические термометры

Индикаторы температуры

Определение температуры по изменению электрических и магнитных свойств

Механические и газодинамические приемы

## **Глава VII. Измерение стационарных кондуктивных и конвективных тепловых потоков**

Метод использования скрытой теплоты парообразования

Энтальпийный метод

Электрометрический метод

Метод использования теплоты плавления

Методы электротеплоанalogии

Оптический метод исследования локального теплообмена

Метод дополнительной стенки

Малые тепломеры, основанные на методе дополнительной стенки

Дополнительная стенка как идеальная изоляция

Плоскостная дифференциальная термомпара — датчик теплового потока

Металлические одиночные датчики теплового потока

Изготовление одиночных металлических датчиков

Конструктивное оформление одиночных металлических датчиков

Галетные датчики теплового потока

Спиральные датчики теплового потока

Слоистые датчики теплового потока

Измерение тепловых потоков по градиенту температуры и теплопроводности

## **Глава VIII. Измерение стационарных лучистых потоков**

Радиометр с вертушкой

Использование теплового расширения

Калориметрический метод

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

Болометры  
Термостолбики  
Радиометр с круглой фольгой  
Метод теплового сопротивления  
Инерционные тепломеры  
Методы расплавления краски  
Эвапорография  
Пирозлектрический радиометр  
Компенсационные тепломеры  
Пневматический индикатор лучистой энергии  
Фотоэлектрические радиометры

## **Глава IX. Измерение нестационарных кратковременных и сложных тепловых потоков**

Приборы для измерения тепловых потоков при нестационарном режиме  
Универсальные тепломеры  
Разделение составляющих сложного теплообмена

## **Глава X. Аппаратура для градуировки тепломеров**

Кондуктивная градуировка тепломеров  
Градуировка тепломеров по черному или серому телу  
Источники контролируемых тепловых потоков  
Малоинерционный излучатель мощных тепловых потоков  
Градуировка тепломеров на радиационном стенде  
Градуировка пленочных термометров сопротивления по тепловому потоку  
Эталонирование теплового потока на электронном калориметре

## Литература

### ПРЕДИСЛОВИЕ

Изложенный в книге материал посвящен измерениям температур и тепловых потоков. Первые отражают качественную сторону тепловых процессов, вторые — количественную. Диалектическое единство этих сторон и побудило авторов написать данное справочное руководство. Работа авторов в течение ряда лет в лаборатории методов тепловых измерений Института технической теплофизики АН УССР в значительной мере была связана с такими измерениями. Число организаций и лиц, обращающихся за помощью, непрерывно росло. При ограниченных возможностях лаборатории книга являлась единственным средством обеспечить необходимую информацию. Первая часть посвящена измерениям температур. В прилагаемых таблицах приведены основные характеристики большинства стандартных приборов, выпускаемых промышленностью. Для условий, в которых невозможно применение стандартной аппаратуры, даны методические и практические рекомендации. Во второй части изложены результаты проведенной авторами работы по исследованию и созданию приборов для измерения локальных значений тепловых потоков. Кроме того, здесь описаны многие приборы отечественного и иностранного производства, а также методы измерения тепловых потоков. Большое внимание авторы уделили корректности измерений и привязке их к абсолютной системе исчисления. В главе I изложены принципиальные основы различных методов термометрии, получивших распространение на практике и вошедших в нормы измерений многих стран мира. Приведенные принципы деления шкалы на градусы и привязки показаний термометров к абсолютной термодинамической шкале во всех диапазонах температур позволяют установить однозначную

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

взаимосвязь всех производимых измерений. Здесь же объясняется недавно появившееся и малоизвестное понятие об отрицательных абсолютных температурах. В главе II описаны стеклянно-жидкостные термометры, указаны области их практического применения, освещены вопросы, связанные с внесением поправок, калибровкой и измерениями в специальных условиях. Таблицы термометров различного назначения, выпускаемых промышленностью, позволяют правильно выбрать прибор и решить вопрос о взаимной их замене. В главе III приведены данные по стандартным термометрам сопротивления, измерительные схемы для различных практически важных случаев. Для условий, не предусмотренных стандартной практикой, даны рекомендации по подбору сопротивлений и способам их применения. В главе IV приведены таблицы термопар и термоэлектродов, выпускаемых промышленностью, и градуировочные таблицы для всех термоэлектродов, имеющих значение в практике измерений. Для измерения высоких температур приведены различные испытанные термоэлектроды и краткие сведения об их термоэлектрических характеристиках, а также описаны способы сварки спаев. Глава V посвящена оптическим пирометрам, применяемым для измерения температур по сплошным спектрам излучения. В главе VI изложены методы термометрии, основанные на косвенных проявлениях изменения температуры (магнитные, электрические, металлографические и др.). В главах VII и VIII приведено свыше 30 различных, наиболее зарекомендовавших себя приборов для измерения стационарных тепловых потоков. Материал, изложенный в этих главах, содержит собственные исследования и разработки авторов. В главе IX кратко изложены методы измерения нестационарных тепловых потоков. Глава X посвящена градуировке, в которой практически нуждаются все существующие тепломеры. Авторам и их сотрудникам удалось добиться градуировки датчиков теплового потока с высокой точностью. В подборе материала и его подготовке к изданию принимали участие сотрудники лаборатории: А. Д. Лебедев, Н. Н. Ионова, Т. Г. Грищенко, Г. Н. Пашковская и Л. В. Мосейчук, которым авторы выражают благодарность за помощь в работе. Авторы выражают искреннюю благодарность рецензенту докт. техн. наук В. С. Кочо за сделанные им ценные замечания. Авторы полагают, что, несмотря на многие недостатки, справочное руководство окажется полезным читателям, от которых они с благодарностью примут все замечания, рекомендации и пожелания.

[Скачать книгу](#) Геращенко С. А., Федоров В. Г. Тепловые и температурные измерения. Справочное руководство. Издательство "Наукова думка", Киев, 1965