

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

УДК 681.121.842 (08) 0.8У.О

Хансуваров К. И., Цейтлин В.Г. **Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара**: Учебное пособие для техникумов. — М.: Издательство стандартов, 1990. 287 с, ил.

В учебном пособии приведены сведения, необходимые для правильного выбора в зависимости от конкретных измерительных задач современных средств измерений давления, расхода, количества и уровня жидкостей, газов и паров и их метрологического обслуживания. Рассказано о тенденциях и перспективах развития техники измерения этих величин и систем. Учебное пособие предназначено для учащихся средних специальных учебных заведений по специальности „Электротеплотехнические измерения“. Рецензенты: канд. техн. наук В.С. Черепанов, В.Д. Малиновская

## **Содержание учебного пособия Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара**

Введение

### **Раздел I. ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ**

#### **Глава 1. Основные понятия и положения**

- 1.1. Основные термины и определения
- 1.2. Единицы измерения давления
- 1.3. Методы и средства измерения давления

#### **Глава 2. Жидкостные манометры**

- 2.1. Основные типы жидкостных манометров и принципы их действия
- 2.2. Поправки к показаниям и погрешности жидкостных манометров
- 2.3. Конструктивные особенности жидкостных манометров
- 2.4. Жидкостно-поршневые манометры
- 2.5. Перспективы развития жидкостных манометров

#### **Глава 3. Поршневые манометры**

- 3.1. Принцип действия, основы теории и типы поршневых манометров
- 3.2. Поправки и погрешности поршневых манометров
- 3.3. Конструктивные особенности поршневых манометров
- 3.4. Поршневые автоматизированные задатчики давления
- 3.5. Перспективы развития поршневых манометров

#### **Глава 4. Деформационные манометры**

- 4.1. Основные принципы преобразования давления деформационным манометром
- 4.2. Упругие чувствительные элементы деформационных манометров (УЧЭ)
- 4.3. Манометры со свободным перемещением (УЧЭ)
- 4.4. Резистивные деформационные манометры
- 4.5. Манометры с силовой компенсацией
- 4.6. Перспективы развития деформационных манометров

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

## **Глава 5. Методы косвенных измерений давления**

- 5.1. Косвенные методы, основанные на уравнении состояния идеального газа
- 5.2. Косвенные методы, основанные на фазовых переходах
- 5.3. Косвенные методы, основанные на изменении физических свойств измеряемой среды

## **Раздел II. ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА ЖИДКОСТЕЙ, ГАЗОВ И ПАРОВ**

### **Глава 6. Основные понятия и положения**

- 6.1. Агрегатные состояния вещества
- 6.2. Поток жидкости. Основные характеристики потока
- 6.3. Расход жидкости. Основные понятия
- 6.4. Расходомеры. Общая классификация. Перспективы развития

### **Глава 7. Техника измерения расхода**

- 7.1. Расходомеры переменного перепада давления. Принцип действия. Уравнения измерений
- 7.2. Расходомеры постоянного перепада давления
- 7.3. Турбинные расходомеры
- 7.4. Электромагнитные расходомеры
- 7.5. Ультразвуковые расходомеры
- 7.6. Оптические (лазерные) расходомеры
- 7.7. Измерение расхода методом контрольных „меток“
- 7.8. Расходомеры, основанные на явлении ядерного магнитного резонанса (ЯМР-расходомеры)
- 7.9. Центробежные расходомеры
- 7.10. Вихревые и гидродинамические расходомеры
- 7.11. Приборы для измерения расхода в единицах массы (массовые расходомеры)
- 7.12. Техника измерения расхода жидкостей и газов в трубопроводах больших диаметров
- 7.13. Измерение расхода многофазных сред
- 7.14. Измерение переменных расходов

### **Глава 8. Средства и методы градуировки и поверки расходоизмерительных систем**

- 8.1. Образцовые расходомерные установки. Принцип действия, конструктивные и метрологические особенности
- 8.2. Основы метрологической аттестации образцовых расходомерных установок
- 8.3. Основы градуировки и поверки расходомеров

## **Раздел III. ИЗМЕРЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ**

### **Глава 9. Счетчики количества жидкостей**

- 9.1. Основные характеристики счетчиков
- 9.2. Скоростные счетчики
- 9.3. Объемные счетчики
- 9.4. Барабанные и весовые счетчики

### **Глава 10. Средства и методы поверки счетчиков количества жидкостей**

- 10.1. Испытательные установки для поверки счетчиков количества жидкостей
- 10.2. Поверка испытательных установок для счетчиков количества жидкостей

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

10.3. Основы поверки счетчиков количества жидкостей

## Глава 11. Счетчики количества газов

11.1. Счетчики ротационные

11.2. Газосчетчики с измерительными мехами и барабанные газосчетчики

## Глава 12. Средства и методы поверки счетчиков количества газов

12.1. Принцип действия и основные конструктивные элементы испытательных установок для счетчиков количества газов

12.2. Поверка испытательных установок для газосчетчиков

12.3. Основы поверки газосчетчиков

## Раздел IV. ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЯ ЖИДКОСТЕЙ

### Глава 13. Методы и средства измерения уровня жидкостей

13.1. Основные понятия и положения

13.2. Механические уровнемеры

13.3. Акустические уровнемеры

13.4. Электрические уровнемеры

13.5. Оптические уровнемеры

13.6. Тепловые уровнемеры

13.7. Образцовые уровнемерные установки

13.8. Принципы метрологической аттестации образцовых уровнемерных установок

Список рекомендуемой литературы

## ВВЕДЕНИЕ

Почти 70 % всех измерений, выполняемых в науке, промышленности и сельском хозяйстве, связаны с измерениями давления, расхода, количества и уровня веществ.

Давление и расход являются основными рабочими параметрами, точность и надежность измерения которых определяет ценность результатов экспериментальных исследований в гидро- и газодинамике; качество технологических процессов в химической, пищевой и бумажной промышленности; оптимальные режимы работы объектов в ракетной технике и авиации, энергетике и транспорте; эффективность систем добычи и переработки нефти и нефтепродуктов.

Точные измерения количества и уровня веществ лежат в основе учета и планирования продукции, определяют рациональные режимы транспортирования и распределения нефти и нефтепродуктов, необходимы для дальнейшего развития химической и топливной промышленности.

Разнообразие требований к технике измерений давления, расхода, количества и уровня веществ, обусловленное спецификой научного поиска и производства в различных отраслях народного хозяйства, различные физико-химические свойства измеряемых средств способствовали появлению, разработке и внедрению в практику множества различных методов и средств измерений этих величин. Пожалуй, ни в каких других областях

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

измерений нет такого обилия научных идей и технических решений, как в областях измерений давления, расхода, количества и уровня. Почти все физические явления и закономерности, открытые давно или недавно, воплощаются в современной технике измерения этих величин.

Понять физические принципы измерений, научиться распознавать причины и источники возможных погрешностей измерений, а следовательно, научиться грамотно измерять и проводить метрологическое обслуживание средств измерений — такова основная задача тех, для кого предназначено это учебное пособие. Поэтому в нем основное внимание уделено физическим явлениям, лежащим в основе методов измерений; оценке методических погрешностей и обоснованию предпочтительных областей и условий применения тех или иных измерительных устройств. Кроме того, достаточно широко освещены вопросы метрологического обслуживания этих измерительных устройств. Это связано с тем, что на сегодняшний день, несмотря на ряд успешно проведенных работ, эталонные и образцовые базы этих областей измерений (более или менее благополучно обстоят дела лишь в области измерения давления) все еще отстают от потребностей науки и производства и их совершенствование так же, как и совершенствование приемов и принципов метрологического обслуживания средств измерений является главной, первоочередной задачей метрологов любой квалификации, специализирующихся в этих областях измерений.

## Раздел I ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ

Измерение давления необходимо практически в любой области науки и техники как при изучении происходящих в природе физических процессов, так и для нормального функционирования технических устройств и технологических процессов, созданных человеком. Давление определяет состояние веществ в природе (твердое тело, жидкость, газ). Под его действием происходили глобальные процессы внутри Земли, в результате которых образовались водная и воздушная ее оболочки, твердая кора. Указанные процессы продолжаются и в настоящее время. Так, под действием давления при извержении вулканов из недр Земли изливаются потоки расплавленной магмы, а в водную и воздушную оболочки поступают большие количества газообразных веществ. Перепады давления в атмосфере приводят в движение огромные массы воздуха, воздействуя тем самым на формирование погоды и на процессы взаимодействия, происходящие в атмосфере и мировом океане.

Чрезвычайно многообразно применение давления в науке, технике и производстве. Энергетические возможности тепло- и гидроэлектростанций и атомных электростанций определяются давлением пара или воды на лопасти турбин, под действием давления по каналам и трубопроводам на тысячи километров транспортируется вода, нефть и газ. Давление приводит в движение автомобили и самолеты, геодезические ракеты и космические корабли, открывает и закрывает двери лифта, вагонов метропоездов, троллейбусов и автобусов, подает воду и газ в квартиры наших домов.

Посредством давления осуществляется работа разнообразных станков, механизмов и установок в различных отраслях производства. Например, в крупнейшем в Европе советском штамповочном прессе, установленном в г. Исуар (Франция), давление создает гигантское усилие в  $6,5 \cdot 10^8$  Н (около 6500 тонны-силы); давление заставляет со скоростью

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

60 м/ч „шагать" самый большой в Европе экскаватор ЭШ-100.100 высотой 25-этажного здания, вес которого превосходит вес знаменитой Эйфелевой башни в Париже (более 10000 т).

По давлению контролируют состояние рабочих сред в различных технологических процессах нефтехимической промышленности, при производстве искусственных волокон и пр. Во многих отраслях науки при проведении физических, термодинамических и метрологических исследований (определение концентрации газов в твердых веществах, констант уравнений состояния различных веществ, эталонные температурные и линейные измерения) также требуется измерять давление.

[Скачать книгу](#) Хансуваров К. И., Цейтлин В. Г. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара. Издательство стандартов, Москва, 1990