

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева

**ТЕХНОЛОГИЯ ВАКУУМНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**  
**Теоретические основы**

Утверждено  
Редакционным советом университета  
в качестве учебного пособия

Москва  
2022

УДК 621.52/.54

ББК 31.77я73

T38

Авторы: А. Д. Барканов, Р. И. Аветисов,  
А. В. Хомяков, И. Х. Аветисов

Рецензенты:

Доктор технических наук, начальник отдела «Перспективные материалы»  
АО «Центральный научно-исследовательский технологический  
институт «Техномаш»

*Б. Н. Леонович*

Кандидат технических наук, доцент кафедры общей технологии силикатов  
Российского химико-технологического института им. Д. И. Менделеева

*О. П. Баршнова*

**Технология вакуумных производств. Теоретические основы:**

T38 учеб. пособие / А. Д. Барканов, Р. И. Аветисов, А. В. Хомяков, И. Х.  
Аветисов. – М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2022. – 104 с.

ISBN 978-5-7237-1977-4

Пособие знакомит читателя с понятием вакуума и его ролью в современном мире, теоретическими основами физики газов и вакуумной технологии. Рассматриваются средства измерения вакуума с учётом современных технологических решений. Для закрепления теоретического материала и самопроверки содержит вопросы по главам, а также некоторые задачи по расчёту вакуумных систем.

Предназначено для студентов профиля «Химическая технология материалов и приборов электронной техники и наноэлектроники» направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология» и для магистрантов и аспирантов в области электроники и материаловедения.

УДК 621.52/.54

ББК 31.77я73

ISBN 978-5-7237-1977-4

© Российский химико-технологический  
университет им. Д. И. Менделеева, 2022

© Барканов А. Д., Аветисов Р. И.,  
Хомяков А. В., Аветисов И. Х., 2022

## Оглавление

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ .....	4
ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ЭЛЕМЕНТЫ КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ГАЗОВ .....	6
1.1. Описание газообразного состояния .....	6
1.2. Количественное описание газа .....	7
1.3. Уравнение идеального газа .....	9
1.4. Уравнение для смесей газов .....	14
1.5. Кинетическая модель твёрдой сферы .....	15
1.6. Распределение частиц газа по скоростям .....	18
1.7. Средняя длина свободного пробега .....	23
1.8. Понятие вакуума .....	26
1.9. Вакуум в науке и производстве .....	30
Вопросы и задачи к первой главе .....	34
2. ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ .....	35
2.1. Жидкостной U-образный манометр .....	36
2.2. Жидкостной манометр Мак-Леода .....	38
2.3. Механические вакуумметры с трубкой Бурдона .....	41
2.4. Механические вакуумметры с диафрагмой .....	42
2.5. Диафрагменно-ёмкостные манометры .....	45
2.6. Манометры с вращающимся ротором .....	47
2.7. Пьезоэлектрические манометры .....	50
2.8. Тепловые манометры .....	51
2.9. Ионизационные манометры .....	57
2.10. Вакуумметры Пеннинга .....	64
2.11. Манометры с инвертированным магнетроном .....	67
2.12. Датчики ультравысокого вакуума .....	71
2.13. Измерители парциальных давлений .....	79
2.14. Комбинированные манометры .....	94
Вопросы ко второй главе .....	100
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	101