

А. Н. Головяшкин



ВАКУУМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НАПЫЛЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК

Учебное пособие



9 785907 456211



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет» (ПГУ)

А. Н. Головяшкин

ВАКУУМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НАПЫЛЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК

Учебное пособие

Пенза
Издательство ПГУ
2021

Рецензенты:

кандидат технических наук, начальник отдела
Научно-исследовательского института
физических измерений (г. Пенза)

С. В. Тимаков;

доктор физико-математических наук, профессор,
заведующий кафедрой физики
Пензенского государственного университета

М. Б. Семенов

Головяшкин, Алексей Николаевич.

Г61 Вакуумное оборудование напыления тонких пленок :
учеб. пособие / А. Н. Головяшкин. – Пенза : Изд-во ПГУ,
2021. – 76 с.

ISBN 978-5-907456-21-1

Рассмотрены основные функциональные элементы вакуумных установок, средств откачки и контроля вакуума, методы контроля толщины тонких пленок и принцип работы промышленных вакуумных установок. Представлено описание лабораторных работ по каждому изучаемому разделу. Приведены необходимые справочные данные для проведения расчетов, обработки экспериментальных результатов и зависимостей. Даны рекомендации по оформлению отчета.

Издание подготовлено на кафедре «Нано- и микроэлектроника» Пензенского государственного университета и предназначено для обучающихся по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» и 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», а также других направлений, образовательные программы которых предусматривают изучение тонкопленочной технологии.

УДК 621.384 (075.8)

ISBN 978-5-907456-21-1

© Пензенский государственный
университет, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1. Устройства и конструкции вакуумных насосов предварительной откачки	4
2. Пароструйные вакуумные насосы	12
2.1. Общее устройство пароструйных насосов	12
2.2. Описание насоса ВН-250	16
3. Безмасляные средства высоковакуумной откачки	18
3.1. Турбомолекулярные насосы	18
3.2. Геттерно-ионные насосы	22
3.3. Криогенные насосы	23
3.4. Магниторазрядные насосы	24
4. Средства контроля и измерения вакуума	27
4.1. Манометрические преобразователи измерения и контроля вакуума	27
4.2. Вакуумметры	35
5. Вакуумные установки	45
5.1. Установка УВН-71П-3	45
5.2. Установка УРМЗ.249.247	48
5.3. Установка УВН-2М-2	51
6. Методы контроля толщины тонких пленок и контрольно-измерительное оборудование вакуумных установок серии УВН-71	54
6.1. Метод измерения электрического сопротивления	54
6.2. Метод измерения электрической емкости	56
6.3. Частотно резонансный метод (метод кварцевого резонатора)	56
7. Лабораторный практикум	59
Лабораторная работа № 1	60
Лабораторная работа № 2	62
Лабораторная работа № 3	64
Лабораторная работа № 4	65
Лабораторная работа № 5	67
Лабораторная работа № 6	72
Список литературы	75