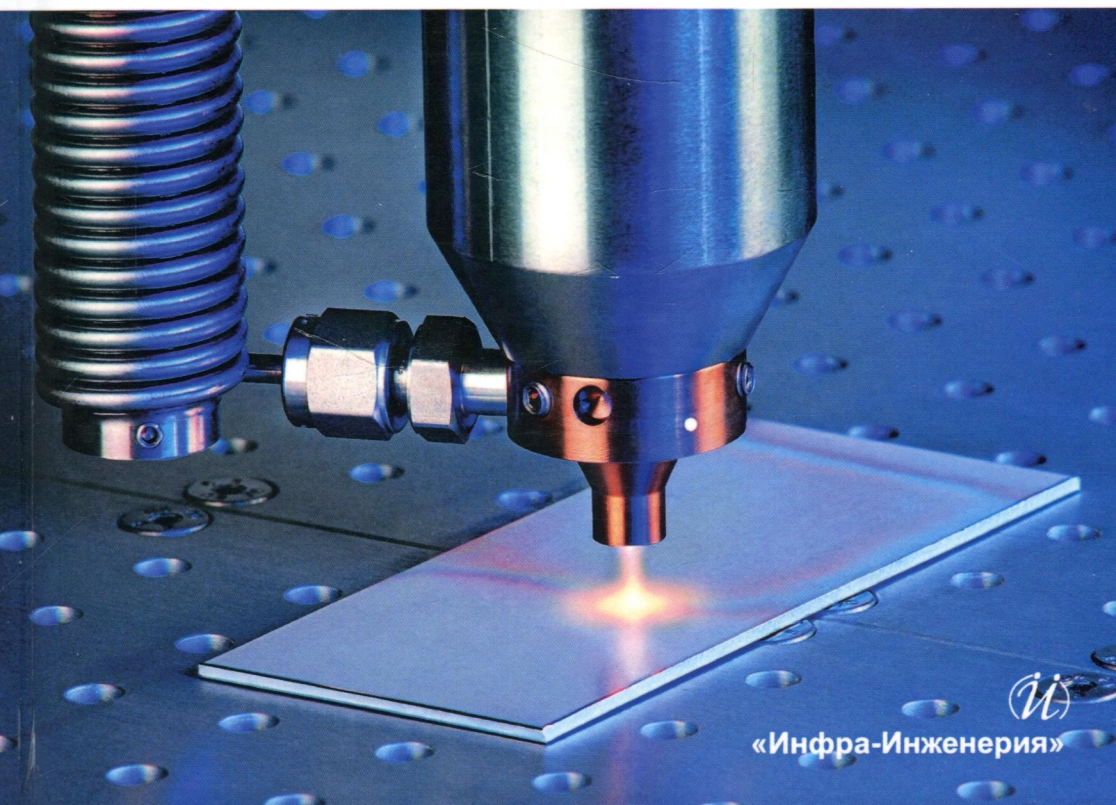


Г. Х. Шарипзянова, А. В. Андреева,
Ж. В. Еремеева, Н. М. Ниткин

МАТЕРИАЛЫ В СОВРЕМЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ




«Инфра-Инженерия»

**МАТЕРИАЛЫ
В СОВРЕМЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ**

Учебное пособие

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»

2021

УДК 67.03:621
ББК 34.43
М34

Авторы:

Г. Х. Шарипзянова, А. В. Андреева, Ж. В. Еремеева, Н. М. Ниткин

Рецензент:

д-р техн. наук, профессор кафедры порошковой металлургии
и функциональных покрытий НИТУ МИСиС *В. С. Панов*

М34 **Материалы в современном машиностроении** : учебное
пособие / [Г. Х. Шарипзянова и др.]. – Москва ; Вологда : Инфра-
Инженерия, 2021. – 192 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-0698-7

Изложены базовые основы строения и свойств различных видов твердотельных материалов. Дана классификация материалов, представлен широкий круг методов исследования их функциональных свойств, рассмотрены физико-химические эффекты и процессы, лежащие в основе их применения. Уделено внимание новым материалам с особыми свойствами, освещен ряд инновационных разработок по наноматериалам и развитию приоритетных направлений фундаментального материаловедения.

Для студентов и преподавателей высших учебных заведений и техникумов направлений подготовки 22.00.00 «Технологии материалов» и 15.00.00 «Машиностроение».

УДК 67.03:621
ББК 34.43

ISBN 978-5-9729-0698-7 © Издательство «Инфра-Инженерия», 2021
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

Оглавление

Предисловие.....	7
Глава 1. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ МАТЕРИАЛОВ И ИХ СВОЙСТВА.....	8
1.1. Что такое материал? Наука о материалах.....	8
1.2. Строение атомов и Периодический закон Д. И. Менделеева.....	8
1.3. Химическая связь как основа образования различных типов материалов. Основные типы химических связей.....	13
1.4. Кристаллическое и аморфное строение материалов.....	17
1.5. Дефекты строения кристаллических тел.....	19
1.5.1. Точечные дефекты.....	20
1.5.2. Линейные дефекты.....	20
1.5.3. Поверхностные дефекты.....	22
1.5.4. Объемные дефекты.....	22
1.6. Элементы зонной теории строения материалов. Металлы, полупроводники, диэлектрики.....	22
1.7. Основные виды материалов и их свойства.....	24
1.7.1. Металлы.....	25
1.7.2. Полупроводники.....	26
1.7.3. Полимеры.....	27
1.7.4. Жидкие кристаллы.....	29
1.7.5. Стекла.....	30
1.7.6. Керамики.....	31
1.7.7. Твердые электролиты.....	34
1.7.8. Композиционные материалы.....	35
1.7.9. Наноматериалы.....	39
Глава 2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ.....	48
2.1. Основные определения.....	48
2.2. Деформация и разрушение.....	49
2.2.1. Основные стадии процесса деформации.....	50
2.2.2. Основные закономерности упругой, пластической деформации и разрушения.....	51
2.2.3. Хрупкое и пластическое состояние материала.....	52
2.3. Характеристики механических свойств металлов.....	55
2.4. Твердость и прочность.....	56

2.4.1. Твердость. Методы измерения твердости.....	56
2.4.2. Прочность. Хрупкая и вязкая прочность.....	62
2.5. Жаропрочность и жаростойкость.....	64
2.5.1. Жаропрочность и жаропрочные материалы.....	64
2.5.2. Жаростойкость.....	65
2.6. Коррозия.....	65
2.6.1. Коррозионная стойкость. Виды коррозии.....	65
2.6.2. Механизмы коррозионных процессов.....	66
2.7. Радиационная стойкость материалов.....	67
2.8. Резервы прочностных свойств, будущее материалов.....	71

Глава 3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

И МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	76
3.1. Электропроводность.....	76
3.1.1. Электронная структура твердых тел. Зонная теория.....	78
3.1.2. Температурная зависимость электропроводности.....	80
3.2. Термоэлектрические явления.....	83
3.2.1. Эффект Томсона.....	83
3.2.2. Эффект Пельтье.....	85
3.2.3. Эффект Зеебека.....	85
3.2.4. Термоэлектрические материалы.....	86
3.3. Эффект Холла.....	87
3.4. Особые виды диэлектриков и их свойства в электрическом поле.....	89
3.4.1. Сегнетоэлектрики (ферроэлектрики). Закон Кюри – Вейсса.....	92
3.4.2. Пьезоэлектрики.....	94
3.4.3. Пироэлектрики.....	94
3.4.4. Электреты.....	95

Глава 4. МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

И МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	98
4.1. Микроскопическая природа магнетизма и основные группы магнитных материалов.....	98
4.2. Природа ферромагнитного состояния, доменная структура.....	103
4.3. Поведение ферромагнетиков в магнитном поле.....	105
4.4. Влияние температуры на магнитные свойства. Законы Кюри и Кюри – Вейсса.....	107

4.5. Виды магнитных материалов и области их применения.....	109
4.6. Магниторезистивный эффект, эффект гигантского магнитосопротивления. Спинтроника.....	111

Глава 5. ОПТИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ.....	115
5.1. Цветность неорганических твердых тел.....	115
5.2. Оптически активные вещества и оптические эффекты.....	117
5.3. Люминесценция и лазеры.....	122
5.3.1. Люминесценция и люминофоры.....	122
5.3.2. Лазеры.....	127
5.4. Оптические свойства нанобъектов.....	132
5.4.1. Электричество в наном мире превращается в оптику....	132
5.4.2. Фотоника. Оптические свойства нанобъектов (квантовые точки и фотонные кристаллы).....	132
5.4.3. Оптический пинцет.....	134

Глава 6. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ.....	136
6.1. Виды образцов кристаллических и аморфных материалов.....	136
6.2. Методы получения материалов в виде массивных образцов.....	136
6.2.1. Методы выращивания монокристаллов. Выращивание из расплава.....	136
6.2.2. Кристаллизация из растворов и расплавов.....	139
6.3. Получение материалов в виде тонких слоев и пленок.....	139
6.3.1. Химические и электрохимические методы.....	139
6.3.2. Физические методы.....	142
6.3.3. Эпитаксиальные и атомно-слоевые методы выращивания тонких пленок.....	145

Глава 7. НАНОТЕХНОЛОГИИ, НАНОМАТЕРИАЛЫ,

НАНОУСТРОЙСТВА.....	148
7.1. Нанотехнология.....	149
7.2. Нанопоршки.....	153
7.3. Наноматериалы.....	167
7.3.1. Нанокластеры.....	167
7.3.2. Наноматериалы на основе углерода.....	168
7.4. Наноустройства.....	175

7.4.1. Микро- (нано-) электромеханические системы (MEMS, NEMS).....	175
7.4.2. Нанороботы.....	178
7.5. Перспективы развития нанотехнологии.....	181
Послесловие.....	185
Литература.....	186
Приложение. Периодическая таблица химических элементов Д. И. Менделеева.....	188