

СОДЕРЖАНИЕ

Обращение к читателям	10
Предисловие редактора перевода	11
Предисловие	12
Глава 1. Введение	15
1.1. Исторический очерк	16
1.2. Материаловедение и применение материалов	17
1.3. Зачем нужно материаловедение и почему необходимо изучать технологии применения материалов.	19
1.4. Классификация материалов	20
1.5. Прогрессивные материалы	25
1.6. Необходимость создания новых материалов	28
Литература	29
Вопрос	29
Глава 2. Атомная структура и межмолекулярные связи	30
2.1. Введение	31
Атомная структура.	31
2.2. Фундаментальные концепции	31
2.3. Электроны в атоме	32
2.4. Периодическая таблица элементов.	38
Атомные связи в твердых телах.	40
2.5. Силы и энергии связей	40
2.6. Первичные межатомные связи.	42
2.7. Вторичные, или вандерваальсовы связи.	47
2.8. Молекулы	50
Краткое содержание	50
Важные термины и концепции	51
Литература	51
Вопросы и задачи	52
Глава 3. Структура металлов и керамики	53
3.1. Введение	54
Кристаллические структуры	54
3.2. Общие понятия	54
3.3. Элементарная ячейка	56
3.4. Кристаллическая структура металлов.	56
3.5. Плотность металлов. Расчет	61
3.6. Кристаллическая структура керамики	61
3.7. Расчет плотности керамики	69
3.8. Силикатная керамика	69
3.9. Углерод.	73
3.10. Поллиморфизм и аллотропия.	76
3.11. Кристаллографические системы	78
Кристаллографические точки, направления и плоскости.	81
3.12. Точки на координатных осях	81
3.13. Кристаллографические направления	81
3.14. Кристаллографические плоскости	86
3.15. Линейная и планарная плотности.	91
3.16. Плотнупакованные кристаллические структуры	93

Кристаллические и некристаллические материалы	96
3.17. Единичные кристаллы	96
3.18. Поликристаллические материалы	97
3.19. Анизотропия.	97
3.20. Рентгеновская дифракция. Определение структуры кристаллов	99
3.21. Некристаллические твердые тела.	103
Краткое содержание	106
Важные термины и концепции	108
Литература	108
Вопросы и задачи	108
Глава 4. Структура полимеров	113
4.1. Введение	114
4.2. Углеводородные молекулы	114
4.3. Полимерные молекулы.	116
4.4. Химия полимерных молекул	117
4.5. Молекулярный вес.	122
4.6. Форма молекул	125
4.7. Молекулярное строение.	126
4.8. Молекулярные конфигурации.	128
4.9. Термопластичные и термореактивные полимеры.	132
4.10. Сополимеры	132
4.11. Кристалличность полимеров	134
4.12. Полимерные кристаллы	136
Краткое содержание	140
Важные термины и концепции	141
Литература	141
Вопросы и задачи	141
Глава 5. Дефекты структуры твердых тел.	144
5.1. Введение	145
Точечные дефекты	145
5.2. Точечные дефекты в металлах	145
5.3. Точечные дефекты в керамике	147
5.4. Примеси в твердых телах.	150
5.5. Точечные дефекты в полимерах.	152
5.6. Состав композитов.	153
Различные структурные дефекты.	156
5.7. Дислокации — линейные дефекты.	156
5.8. Дефекты на межфазных границах.	160
5.9. Объемные дефекты	163
5.10. Колебания атомов.	163
Техника микроскопического анализа	165
5.11. Общее описание	165
5.12. Техника микроскопии	166
5.13. Определение размера зерен.	170
Краткое содержание	173
Важные термины и концепции	174
Литература	175
Вопросы и задачи	175
Задачи на технологические расчеты	177

Глава 6. Диффузия.	178	Глава 8. Деформации и механизмы	257
6.1. Введение	179	упрочнения.	257
6.2. Механизмы диффузии	180	8.1. Введение	258
6.3. Стационарная диффузия	182	Механизмы деформации металлов	258
6.4. Неустановившийся процесс		8.2. К истории вопроса	259
диффузии	184	8.3. Базовая концепция дислокаций	259
6.5. Факторы, влияющие на диффузию	187	8.4. Описание дислокаций	261
6.6. Другие случаи диффузии	192	8.5. Система скольжения	263
6.7. Диффузия в ионных и полимерных		8.6. Скольжение в единичных кристаллах	264
материалах	192	8.7. Пластические деформации	
Краткое содержание	197	поликристаллических металлов	268
Важные термины и концепции	197	8.8. Деформирование путем	
Литература	198	двойникования	270
Вопросы и задачи	198	Механизмы упрочнения металлов	272
Задачи на технологические расчеты	200	8.9. Упрочнение путем измельчения зерен	272
Глава 7. Механические свойства	201	8.10. Увеличение прочности при	
7.1. Введение	202	образовании твердых растворов	274
7.2. Концепция напряжений		8.11. Деформационное упрочнение	275
и деформаций.	203	Упругое восстановление, рекристаллизация	
Упругие деформации.	207	и рост зерен	279
7.3. Деформационные свойства	207	8.12. Упругое восстановление	279
7.4. Неупругость	211	8.13. Рекристаллизация	279
7.5. Упругие свойства материалов	212	8.14. Рост зерен	284
Механические свойства — металлы	214	Механизмы деформации керамических	
7.6. Свойства, измеряемые		материалов	286
при растяжении	215	8.15. Кристаллическая керамика	286
7.7. Истинные напряжения и деформации	223	8.16. Некристаллическая керамика	286
7.8. Упругое восстановление после		Механизмы деформации и упрочнения	
пластических деформаций.	225	полимеров	287
7.9. Сжатие, сдвиг и деформации		8.17. Упругость частично	
кручения	226	кристаллических полимеров	287
Механические свойства — керамика	227	8.18. Факторы, влияющие на механические	
7.10. Прочность на изгиб	227	свойства частично кристаллических	
7.11. Упругость	228	полимеров	288
7.12. Влияние пористости на механические		8.19. Деформации эластомеров	294
свойства керамики	229	Краткое содержание	296
Механические свойства — полимеры	230	Важные термины и концепции	299
7.13. Деформационная кривая: зависимость		Литература	299
напряжения от деформации	230	Вопросы и задачи	299
7.14. Макроскопические деформации	232	Задачи на технологические расчеты	302
7.15. Вязкоупругие деформации	233	Глава 9. Разрушение	303
Твердость и другие механические		9.1. Введение	304
характеристики	238	Разрушение.	304
7.16. Твердость	238	9.2. Основы теории разрушения	304
7.17. Твердость керамических		9.3. Пластичное разрушение	305
материалов	243	9.4. Хрупкое разрушение	308
7.18. Стойкость к раздиру и твердость		9.5. Принципы механики разрушения	308
полимеров	244	9.6. Хрупкое разрушение керамики	319
7.19. Вариация свойств материалов	245	9.7. Разрушение полимеров	323
Вариация свойств и коэффициент запаса		9.8. Разрушение при ударе	325
(безопасности)	245	Усталость.	330
7.20. Коэффициент запаса (безопасности)	247	9.9. Циклические напряжения	330
Краткое содержание	248	9.10. S–N-диаграмма	332
Важные термины и концепции	250	9.11. Усталостное разрушение	
Литература	250	полимерных материалов	335
Вопросы и задачи	251	9.12. Инициирование	
Задачи на технологические расчеты	256	и распространение трещины	336

9.13. Факторы, влияющие на долговечность	337	11.3. Кинетика фазовых превращений	416
9.14. Влияние окружающей среды	341	11.4. Метастабильные и равновесные состояния	427
Ползучесть	341	Микроструктура и изменения свойств в сплавах железа с углеродом	428
9.15. Обобщенная характеристика ползучести	342	11.5. Диаграммы изотермических переходов	428
9.16. Влияние напряжения и температуры	343	11.6. Диаграмма превращений при непрерывном охлаждении	440
9.17. Метод экстраполяции	345	11.7. Механические свойства сплавов железа с углеродом	444
9.18. Высокотемпературные сплавы	346	11.8. Отпущенный мартенсит	448
9.19. Ползучесть керамических и полимерных материалов	347	11.9. Обзор фазовых превращений и механических свойств железистоуглеродистых сталей	452
Краткое содержание	347	Дисперсионное твердение (упрочнение)	453
Важные термины и концепции	350	11.10. Термическая обработка	457
Литература	350	11.11. Механизм твердения	459
Вопросы и задачи	350	11.12. Остальные соображения	461
Задачи на технологические расчеты	353	11.13. Кристаллизация	462
Глава 10. Фазовые диаграммы	354	Кристаллизация, плавление и стеклование в полимерах	463
10.1. Введение	355	11.14. Плавление	463
Определения и основные концепции	355	11.15. Стеклование	464
10.2. Предел растворимости	356	11.16. Температуры плавления и стеклования	464
10.3. Фазы	357	11.17. Факторы, влияющие на температуры плавления и стеклования	465
10.4. Микроструктура	357	Краткое содержание	468
10.5. Фазовые равновесия	357	Важные термины и концепции	469
10.6. Однокомпонентные (или униарные) фазовые диаграммы	358	Литература	470
Фазовые диаграммы бинарных систем	360	Вопросы и задачи	470
10.7. Бинарные изоморфные системы	360	Задачи на технологические расчеты	473
10.8. Интерпретация фазовых диаграмм	362	Глава 12. Электрические свойства	475
10.9. Образование микроструктуры в изоморфных сплавах	366	12.1. Введение	476
10.10. Механические свойства изоморфных сплавов	370	Проводимость	476
10.11. Бинарные эвтектические системы	370	12.2. Закон Ома	476
10.12. Образование микроструктуры в эвтектических сплавах	376	12.3. Проводимость	477
10.13. Равновесные фазовые диаграммы с промежуточными фазами или соединениями	383	12.4. Электронная и ионная проводимость	478
10.14. Эвтектоидные и перитектические реакции	386	12.5. Структура энергетических зон в твердых телах	478
10.15. Конгруэнтные фазовые переходы	387	12.6. Проводимость как функция зонной структуры и модели атомных связей	481
10.16. Фазовые диаграммы керамики	388	12.7. Подвижность электронов	483
10.17. Тройные фазовые диаграммы	392	12.8. Электрическое сопротивление металлов	484
10.18. Правило фаз Гиббса	392	12.9. Электрические свойства промышленно выпускаемых сплавов	487
Система железо–углерод	394	Полупроводники	489
10.19. Фазовая диаграмма системы железо–карбид железа ($\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$)	395	12.10. Собственные полупроводники	489
10.20. Образование микроструктуры в сплавах железа с углеродом	398	12.11. Примесные полупроводники	492
10.21. Влияние иных элементов, присутствующих в сплаве	406	12.12. Температурная зависимость концентрации носителей	496
Краткое содержание	407	12.13. Факторы, влияющие на подвижность носителей	498
Важные термины и концепции	408	12.14. Эффект Холла	501
Литература	409	12.15. Полупроводниковые устройства	503
Вопросы и задачи	409		
Глава 11. Фазовые превращения	414		
11.1. Введение	415		
Фазовые превращения в металлах	415		
11.2. Основные положения	416		

Проводимость в ионной керамике и полимерах	508
12.16. Проводимость ионных материалов . . .	509
12.17. Электрические свойства полимеров	510
Диэлектрические свойства	512
12.18. Емкости (конденсаторы)	512
12.19. Векторы поля и поляризация	512
12.20. Типы поляризации	517
12.21. Зависимость диэлектрической постоянной от частоты	518
12.22. Диэлектрическая прочность	520
12.23. Диэлектрические вещества	520
Другие электрические свойства веществ	520
12.24. Сегнето- (ферро)электричество	520
12.25. Пьезоэлектричество	521
Краткое содержание	522
Важные термины и концепции	524
Литература	525
Вопросы и задачи	525
Задачи на технологические расчеты	527
Глава 13. Виды материалов и области их применения	529
13.1. Введение	530
Типы металлических сплавов.	530
13.2. Сплавы на основе железа	530
13.3. Цветные сплавы	545
Типы керамики	558
13.4. Стекла	558
13.5. Стеклокерамика	558
13.6. Глины	560
13.7. Огнеупоры	561
13.8. Абразивы	563
13.9. Цементы	564
13.10. Керамика с особыми свойствами	565
13.11. Алмаз и графит	568
Виды полимеров	571
13.12. Пластмассы	571
13.13. Эластомеры	573
13.14. Волокна	576
13.15. Остальные области применения	577
13.16. Современные материалы	579
Краткое содержание	584
Важные термины и концепции	586
Литература	586
Вопросы и задачи	586
Задачи на технологические расчеты	587
Глава 14. Синтез, производство и переработка материалов	589
14.1. Введение	590
Производство изделий из металлов.	590
14.2. Операции формования	591
14.3. Литье	593
14.4. Остальные технологические процессы	594
Термические воздействия на металлы.	596
14.5. Отжиг	597
14.6. Термическая обработка сталей	599
Изготовление изделий из керамических материалов	610
14.7. Формование изделий из стекла и стеклокерамики	612
14.8. Производство изделий из глин	618
14.9. Прессование порошка	623
14.10. Полив на движущуюся ленту	626
Синтез и получение изделий из полимеров	627
14.11. Полимеризация	627
14.12. Добавки к полимерам	629
14.13. Технологии переработки полимеров	631
14.14. Переработка эластомеров	634
14.15. Производство волокон и пленок	635
Краткое содержание	636
Важные термины и концепции	638
Литература	638
Вопросы и задачи	639
Задачи на технологические расчеты	640
Глава 15. Композиционные материалы (композиты)	641
15.1. Введение	642
Композиты с дисперсным наполнителем.	644
15.2. Композиты с крупными частицами наполнителя	644
15.3. Дисперсионно-упрочненные композиты	649
Композиты с волокнистым наполнителем	650
15.4. Влияние длины волокон	650
15.5. Влияние ориентации волокон и их концентрации	651
15.6. Армирующие волокна	661
15.7. Матрицы	661
15.8. Композиционные материалы с полимерной матрицей	662
15.9. Композиционные материалы с металлической матрицей	669
15.10. Композиты с керамической матрицей	671
15.11. Углерод-углеродные композиты	672
15.12. Гибридные композиты	673
15.13. Переработка композиционных материалов, армированных волокнами	674
Структурные композиты	677
15.14. Слоистые композиты (ламинаты)	677
15.15. Сэндвичевые панели	678
Краткое содержание	680
Важные термины и концепции	682
Литература	683
Вопросы и задачи	683
Задачи на технологические расчеты	685
Глава 16. Коррозия и деструкция материалов	686
16.1. Введение	687

Коррозия металлов	687
16.2. Электрохимическая теория.....	688
16.3. Скорость коррозии.....	696
16.4. Снижение скорости коррозии	697
16.5. Пассивация.....	705
16.6. Роль окружающей среды	706
16.7. Виды коррозии	707
16.8. Коррозионные среды.....	715
16.9. Защита от коррозии.....	716
16.10. Оксидирование	718
Коррозия керамических материалов	722
Деструкция полимеров	722
16.11. Набухание и растворение.....	723
16.12. Разрушение связей.....	724
Краткое содержание	727
Важные термины и концепции	729
Литература	729
Вопросы и задачи	729
Задачи на технологические расчеты	731
Глава 17. Теплофизические свойства ...	732
17.1. Введение	733
17.2. Теплоемкость	733
17.3. Тепловое расширение	736
17.4. Теплопроводность.....	739
17.5. Температурные (термические) напряжения.....	744
Краткое содержание	746
Важные термины и концепции	747
Литература	747
Вопросы и задачи	747
Задачи на технологические расчеты	749
Глава 18. Магнитные свойства	748
18.1. Введение	749
18.2. Основные представления.....	749
18.3. Диамагнетизм и парамагнетизм.....	754
18.4. Ферромагнетизм.....	755
18.5. Антиферромагнетизм и ферримагнетизм	757
18.6. Влияние температуры на магнитные свойства	761
18.7. Домены и гистерезис.....	762
18.8. Магнитная анизотропия.....	766
18.9. Магнитно-мягкие материалы.....	767
18.10. Магнитотвердые материалы.....	769
18.11. Магнитная запись.....	773
18.12. Сверхпроводимость.....	777
Краткое содержание	780
Важные термины и концепции	782
Литература	782
Вопросы и задачи	783
Задачи на технологические расчеты	785
Глава 19. Оптические свойства	786
19.1. Введение	787
Основные принципы	787
19.2. Электромагнитное излучение.....	787
19.3. Взаимодействие света с веществом ...	789
19.4. Атомные и электронные взаимодействия.....	790
Оптические свойства металлов	791
Оптические свойства неметаллов	792
19.5. Преломление (рефракция)	792
19.6. Отражение (рефракция)	794
19.7. Поглощение (абсорбция).....	795
19.8. Пропускание.....	798
19.9. Цвет.....	799
19.10. Прозрачность и непрозрачность изоляционных материалов	800
Применение оптических явлений	802
19.11. Люминесценция	802
19.12. Фотопроводимость	802
19.13. Лазеры	805
19.14. Оптические волокна в системах связи	810
Краткое содержание	813
Важные термины и концепции	814
Литература	815
Вопросы и задачи	815
Задачи на технологические расчеты	816
Глава 20. Проблемы экономики, охраны окружающей среды и социальные аспекты материаловедения	817
20.1. Введение	818
Проблемы экономики	818
20.2. Конструкция изделия.....	819
20.3. Материалы	819
20.4. Технология производства изделий ...	820
Охрана окружающей среды и социальные аспекты производства	820
20.5. О роли рециклинга в материаловедении и технологии материалов.....	823
Краткое содержание	827
Литература	828
Задачи на технологические расчеты	828
Приложение А. Международная система единиц (СИ)	829
Приложение Б. Свойства основных технических материалов	831
Приложение В. Цены и относительная стоимость ряда технических материалов	861
Приложение Г. Структуры повторяющихся звеньев базовых полимеров	867
Приложение Д. Температуры стеклования и плавления базовых полимеров	871
Словарь терминов	872
Ответы на некоторые задачи	892