

ОГЛАВЛЕНИЕ

От редактора	7
Предисловие	9
Глава 1	
ПРОЧНОСТЬ. КУЛЬТУРА. ЦИВИЛИЗАЦИЯ	13
1.1. Физика прочности и другие науки	15
1.2. Деформация и ее локализация	18
1.3. Прочность материалов как характеристика, определяющая прогресс	21
1.4. Этапы развития науки о прочности	23
1.5. Они создали науку о прочности	30
<i>Литература</i>	36
Глава 2	
КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ	37
2.1. Напряжения, деформации, напряженно-деформированное состояние	38
2.2. Машины для механических испытаний	44
2.3. Показатели пластичности и прочности	46
2.4. Методы ударных испытаний	55
2.5. Статистическая обработка результатов механических испытаний	58
<i>Литература</i>	66
Глава 3	
КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ РЕШЕТКА И ЕЕ ДЕФЕКТЫ	67
3.1. Структура идеального кристалла	68
3.2. Дефекты кристаллического строения и их классификация	77



3.3. Точечные дефекты в кристаллах	78
3.4. Подвижность точечных дефектов. Элементы теории диффузии	81
3.5. Линейные дефекты. Элементарная теория дислокаций	88
3.6. Поверхностные дефекты кристаллического строения	111
3.7. Объемные дефекты в кристаллах	115
3.8. О взаимодействии дефектов разных типов	117
3.9. Дефекты кристаллического строения и прочность материалов	121
<i>Литература</i>	123

Глава 4

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ

4.1. Физический смысл теоретической прочности и оценки ее величины	125
4.2. Кристаллические объекты с теоретической прочностью	128
4.3. Прочность волокон и нитей микроскопической толщины	135
4.4. Прочность тонких пленок	140
4.5. Прочность фуллеренов, углеродных нанотрубок и графеновых слоев	147
4.6. Неожиданные следствия высокой прочности материалов	161
<i>Литература</i>	162

Глава 5

ДЕФОРМАЦИОННОЕ И ПРИМЕСНОЕ УПРОЧНЕНИЕ

5.1. Общий принцип описания упрочнения материалов	165
5.2. Деформационное упрочнение. Основные определения	166
5.3. Основные теории деформационного упрочнения	168
5.4. Деформационное упрочнение поликристаллов	179
5.5. О локализации пластической деформации	181
5.6. Элементарные сведения о структуре сплавов	191
5.7. О природе примесного упрочнения	194
5.8. Упрочнение твердых растворов и сплавов с выделениями вторых фаз	196
5.9. Упрочнение двухфазных сплавов	200
5.10. Упрочнение при сегрегации примесей на дислокациях	203



5.11. Конденсированные атмосферы на дислокациях	206
5.12. Общие замечания об упрочнении	208
<i>Литература</i>	210

Глава 6

ВЫСОКОПРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ТЕХНИКЕ

6.1. Конструкционная прочность материалов	211
6.2. Высокопрочные сплавы	214
6.3. Нанокристаллические материалы	227
6.4. Керамические материалы	232
6.5. Аморфные материалы	240
6.6. Прочность полимеров	243
6.7. Композитные материалы, принципы их создания и прочность	251
<i>Литература</i>	258

Глава 7

РАЗРУШЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

7.1. Пластическая деформация и разрушение. Вязкость и хрупкость	260
7.2. Зарождение трещин при пластической деформации	263
7.3. Теория трещин Гриффитса и Баренблатта	265
7.4. Учет вклада пластичности при разрушении	272
7.5. Линейная механика разрушения	275
7.6. Рост хрупких трещин	278
<i>Литература</i>	282

Глава 8

РАЗРУШЕНИЕ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

8.1. Хладноломкость металлов и сплавов	284
8.2. Сверхпроводящий переход и пластичность металлов	290
8.3. Разрушение адиабатическим срезом	292
8.4. Жидкометаллическое охрупчивание металлов	294
8.5. Водородная хрупкость металлов	297
8.6. Эффекты, сопутствующие разрушению	301
8.7. Разрушение горных пород и проблема землетрясений	304
8.8. Локализация пластического течения на стадии предразрушения	309
<i>Литература</i>	313



Глава 9

ПОЛЗУЧЕСТЬ И ДЛИТЕЛЬНАЯ ПРОЧНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ	314
9.1. Стадийность процесса ползучести	314
9.2. Механизмы ползучести при низких температурах	319
9.3. Высокотемпературная ползучесть	322
9.4. Диффузионная ползучесть	325
9.5. Неупругая ползучесть	327
9.6. Разрушение при ползучести	329
9.7. Релаксация упругих напряжений	332
9.8. Длительная прочность материалов	334
<i>Литература</i>	336

Глава 10

ПРОЧНОСТЬ ПРИ ПОВТОРНО-ПЕРЕМЕННОМ НАГРУЖЕНИИ	337
10.1. Режимы усталостных испытаний	337
10.2. Кривая усталости Вёлера	339
10.3. Малоцикловая, многоцикловая и гигацикловая усталость	341
10.4. Характер усталостного разрушения	343
10.5. Рост усталостной трещины и стадийность разрушения	345
10.6. О возможности прогнозирования усталостного разрушения	349
<i>Литература</i>	352
Заключение	354
Список литературы	357
Приложение 1	
ВОЛНЫ И АВТОВОЛНЫ	359
<i>Литература</i>	367
Приложение 2	
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	368

ОТ РЕДАКТОРА

О проблеме прочности материалов знают все. Все уверены, что материал должен быть прочным, что он не должен разрушаться при действии нагрузки и что существуют разные методы его упрочнения. Однако мало кому известны физические и механические причины упрочнения. А такое понимание необходимо всем, кто связан с технологиями получения материалов, конструированием машин и механизмов из них и эксплуатацией таких агрегатов.

Учебное пособие «Физические основы прочности материалов» написано профессорами Л.Б. Зуевым и В.И. Даниловым, известными специалистами в этой области, предложившими автоволновой подход к описанию локализованной пластичности твердых тел. Авторы имеют большой опыт преподавания этой дисциплины в университетах, и поэтому книга, написанная ими, отличается в первую очередь, тщательным отбором материала и высоким научным уровнем его изложения.

Книга содержит 10 глав, отражающих основную информацию о структуре идеальных кристаллических материалов и о дефектах этой структуры, вакансиях и дислокациях, о механизмах упрочнения материалов, их разрушении и, наконец, об их отклике на действие нагрузки при разных режимах ее приложения — активном нагружении, ползучести, релаксации упругих напряжений, усталостных испытаниях. Книга содержит также очень интересную гл. 6, посвященную прочности реальных конструкционных материалов. В этой главе рассмотрены механические свойства традиционных высокопрочных материалов (металлы, сплавы, композиты). Кроме того, здесь описаны механические свойства новых материалов современной техники — тонких пленок, аморфных и нанокристаллических сплавов, фуллеренов, углеродных трубок, графена. Красной нитью через всю книгу проходит признание того обстоятельства, что механические