

В. М. ГРЕШНОВ

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ
ТЕОРИЯ
БОЛЬШИХ НЕОБРАТИМЫХ
ДЕФОРМАЦИЙ
МЕТАЛЛОВ**



В. М. ГРЕШНОВ

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ
ТЕОРИЯ
БОЛЬШИХ НЕОБРАТИМЫХ
ДЕФОРМАЦИЙ
МЕТАЛЛОВ**



МОСКВА
ФИЗМАТЛИТ®
2018

УДК 539.374; 538.951

ББК 22.251; 22.37

Г 81

Грешнов В.М. **Физико-математическая теория больших необратимых деформаций металлов.** — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2018. — 232 с. + 6 с. цв. вклейка. — ISBN 978-5-9221-1776-0.

Излагается новая физико-математическая теория необратимых деформаций и вязкого разрушения металлов, учитывающая эволюцию структуры и историю нагружения, а также включающая в качестве частного случая классическую математическую теорию пластичности (теорию течения).

Монография адресована специалистам в области механики необратимых деформаций, физики прочности и пластичности. Может быть полезна магистрантам и аспирантам, специализирующимся в этих областях науки.

Рецензент

академик РАН *Ф. В. Гречников*

ISBN 978-5-9221-1776-0

© ФИЗМАТЛИТ, 2018

© В. М. Грешнов, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	6
Введение	8

Раздел I. Современное состояние механики и физики прочности и пластичности металлов

Глава 1. Основы механики прочности и пластичности металлов . .	12
1.1. Основные понятия, постулаты и метод в классической математической теории пластичности (теории течения)	12
1.2. Определяющие соотношения теории пластичности (частные законы деформации металлов)	22
1.2.1. Тензорные определяющие соотношения	22
1.2.2. Скалярные определяющие соотношения	32
1.3. Основы классической математической теории ползучести металлов	35
1.4. Современные подходы к развитию математической теории необратимых деформаций и формулирование научной проблемы	48
1.4.1. Теория пластичности	48
1.4.2. Теория ползучести	58
Глава 2. Основы феноменологической теории разрушения и критерии разрушения металлов при больших пластических деформациях	62
2.1. Основные понятия, положения и уравнения феноменологической теории разрушения металлов	62
2.2. Критерии вязкого разрушения металлов	70
2.3. Современные подходы к развитию теории вязкого разрушения и формулирование научной проблемы	73
Глава 3. Основы физики прочности и пластичности металлов . . .	81
3.1. Основные понятия и положения дислокационной теории пластичности	81
3.2. Теоретическое описание пластической деформации	98
3.2.1. Многоуровневый характер пластической деформации	98
3.2.2. Структура и свойства металлов при развитых и интенсивных пластических деформациях	107

3.2.3. Методы теоретического описания пластической деформации	115
3.2.4. Физические (микроструктурные) модели ползучести металлов	119
3.3. Основные понятия и положения физики разрушения металлов.	126

Раздел II. Единая физико-математическая теория больших необратимых деформаций и вязкого разрушения металлов

Глава 4. Физико-феноменологическая модель единого процесса пластической деформации и вязкого разрушения металлов	136
4.1. Общие положения модели	136
4.2. Скалярное определяющее уравнение вязкопластичности	142
4.3. Скалярная модель пластичности упрочняющегося тела (холодная деформация металлов)	144
4.4. Модель вязкого разрушения металлов	145
4.5. Получение обобщенного закона вязкопластичности на основе скалярного закона	149
Глава 5. Физико-феноменологическая модель пластичности большой циклической деформации и близкой к ней холодной деформации	155
5.1. Экспериментальные основы модели	155
5.2. Определяющие уравнения большой циклической и близкой к ней деформации	159
Глава 6. Частные физико-феноменологические модели необратимых деформаций металлов	163
6.1. Модель эволюции микроструктуры при необратимых деформациях металлов	163
6.2. Кинетическая физико-феноменологическая модель дислокационной ползучести, контролируемой термоактивированным скольжением дислокаций	164
6.3. Кинетическая физико-феноменологическая модель длительной прочности металлов	169
6.3.1. Общие сведения о длительной прочности	169
6.3.2. Модель длительной прочности. Общий случай нагружения	172
6.3.3. Моделирование процесса испытания образцов на длительную прочность в условиях стационарного термомеханического нагружения	174
6.4. Модель релаксации напряжения	175

Глава 7. Экспериментальная проверка адекватности моделей	177
7.1. Скалярная модель вязкопластичности	177
7.1.1. Методика проверки адекватности модели	177
7.1.2. Результаты верификации модели	179
7.2. Модель вязкого разрушения металлов	187
7.3. Модель ползучести	189
7.4. Модель релаксации напряжений	193
7.5. Модель длительной прочности	194
7.6. Модель эволюции структуры в процессах необратимой деформации металлов	196
7.7. Модель большой циклической и близкой к ней пластической деформации	198
Глава 8. Математическая постановка и примеры решения прикладных задач физико-математической теории пластичности . .	203
8.1. Математическая постановка задач	203
8.2. Примеры разработки, исследования и совершенствования технологических процессов обработки металлов давлением на основе математического моделирования	205
Заключение	214
Список литературы	215