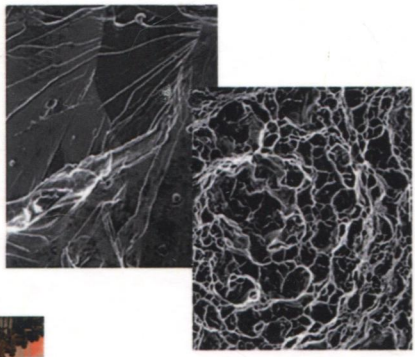
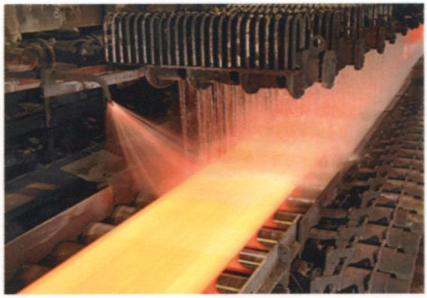
В. Р. Бараз
М. А. Филиппов

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ





«Инфра-Инженерия»

В. Р. Бараз, М. А. Филиппов

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

Учебное пособие

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2023

УДК 66.017:669
ББК 30.3
Б24

Рецензенты:
кафедра материаловедения, контроля в машиностроении и методики профессионального образования Российского государственного профессионально-педагогического университета – РГППУ (зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. *Б. Н. Гузанов*);
д-р техн. наук, проф. (Уральский государственный лесотехнический университет) *Б. А. Потехин*

Бараз, В. Р.
Б24 Материаловедение высокопрочных сталей и сплавов : учебное пособие / В. Р. Бараз, М. А. Филиппов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 204 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-1166-0

Изложены научные основы получения высокопрочного состояния материалов путем создания условий, регулирующих уровень дефектности их структуры. Приведены механизмы упрочнения, обусловленные влиянием деформации, а также термической обработки с использованием эффекта дисперсионного твердения и мартенситного превращения. Рассмотрены условия формирования высокопрочного состояния за счет формирования наноструктур. Дано физическое описание процесса разрушения высокопрочных материалов. Представлены существующие теории разрушения за счет взаимодействия с внешней средой.

Для студентов машиностроительных и металлургических специальностей. Может быть полезно инженерно-техническим работникам предприятий и научно-исследовательских учреждений.

УДК 66.017:669
ББК 30.3

ISBN 978-5-9729-1166-0

© Бараз В. Р., Филиппов М. А., 2023
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2023
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2023

Оглавление

Предисловие 6

Глава 1. Деформационное упрочнение материалов 7
1.1. Теоретическая и реальная прочность материалов 7
1.2. Дислокационный механизм упрочнения материалов 9
1.2.1. Сопротивление решетки движению дислокаций 9
1.2.2. Сопротивление скольжению со стороны других дислокаций 10
1.2.3. Влияние примесных атомов (твердорастворное упрочнение) 11
1.2.4. Влияние частиц выделения (дисперсионное упрочнение) 14
1.2.5. Влияние дефектов упаковки 16
1.2.6. Влияние границ зерен (зернограничное упрочнение) 17
1.3. Прочность и плотность дислокаций 17
1.4. Виды деформации 20
1.4.1. Упругая деформация 21
1.4.2. Пластическая деформация 27
1.4.2.1. Деформация скольжением 27
1.4.2.2. Деформация двойникованием 31
1.5. Структура деформированных металлов и сплавов 34
1.6. Изменение механических и физических свойств 39

Глава 2. Структурные изменения при нагреве деформированного материала 44
2.1. Возврат 44
2.2. Рекристаллизация 47
2.2.1. Первичная рекристаллизация 48
2.2.2. Температура рекристаллизации 51
2.2.3. Собирательная рекристаллизация 53
2.2.4. Вторичная рекристаллизация 54
2.2.5. Величина рекристаллизованного зерна 55
2.3. Изменение свойств при нагреве деформированного материала 59
2.4. Горячая пластическая деформация 61
2.4.1. Структурные изменения сплава в процессе горячей деформации 63

2.4.2. Факторы, влияющие на сопротивление горячей деформации 64
2.4.3. Преимущества и недостатки горячей деформации 66

Глава 3. Термическое упрочнение 68
3.1. Общие положения термической обработки 68
3.2. Дисперсионное упрочнение 72
3.2.1. Механизм распада пересыщенного твердого раствора..... 72
3.2.2. Дисперсионное упрочнение при старении 81
3.2.3. Морфология частиц выделения 84
3.3. Упрочнение в результате мартенситного превращения 85
3.3.1. Особенности мартенситного превращения 85
3.3.2. Деформационные мартенситные превращения 90
3.3.3. Термическое упрочнение сталей 92
3.4. Термомеханическая обработка 97

Глава 4. Упрочнение нанокристаллических материалов..... 103
4.1. Истоки создания нанотехнологий 103
4.2. Структурные особенности наноструктурного состояния..... 107
4.3. Методы получения наноструктурного состояния 110
4.4. Свойства наноматериалов и перспективы их использования 113

Глава 5. Разрушение материалов..... 117
5.1. Типы разрушения материалов 117
5.2. Дислокационный механизм образования трещин 118
5.3. Хрупкое разрушение..... 121
5.4. Вязкое разрушение..... 123
5.5. Переход от хрупкого разрушения к вязкому..... 126
5.6. Способы борьбы с хладноломкостью 134
5.7. Испытания на ударный изгиб 136
5.8. Усталостное разрушение..... 139
5.8.1. Природа усталостного разрушения 141
5.8.2. Усталостные испытания 144
5.8.3. Влияние различных факторов на усталость 146
5.8.4. Способы повышения усталостной прочности 149
5.9. Влияние поверхностно-активных веществ. Эффект Ребиндера 150

Глава 6. Трение и контактная прочность 154
6.1. Трение и его виды 154
6.2. Классификация видов изнашивания 163
6.3. Структурные превращения металлов при трении 165
6.4. Кинетика процессов изнашивания 167
6.5. Требования, предъявляемые к износостойким материалам 169
6.6. Повышение сопротивления изнашиванию 171
6.7. Фрикционное упрочнение 173

Список использованной и рекомендованной литературы 179

Перечень контрольных тестовых заданий 180