

БАКАЛАВРИАТ

*О.А. Масанский,
В.С. Казаков, А.М. Токмин,
Л.А. Свечникова, Е.А. Астафьева*

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ
И ТЕХНОЛОГИИ
КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ – БАКАЛАВРИАТ

серия основана в 1996 г.



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

О.А. МАСАНСКИЙ
В.С. КАЗАКОВ
А.М. ТОКМИН
Л.А. СВЕЧНИКОВА
Е.А. АСТАФЬЕВА

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

*Рекомендовано
УМО РАЕ по классическому университетскому
и техническому образованию в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений, обучающихся
по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»*

Москва
ИНФРА-М

Красноярск
СФУ

2018

УДК 620.22(075.8)

ББК 30.3я73

М34

Авторы:

О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин, Л.А. Свечникова, Е.А. Астафьева

М34 **Материаловедение и технологии конструкционных материалов :**
учеб. пособие / О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин,
Л.А. Свечникова, Е.А. Астафьева. — М. : ИНФРА-М ; Красно-
ярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. — 268 с. — (Высшее образование:
Бакалавриат).

ISBN 978-5-16-013435-2 (ИНФРА-М)

ISBN 978-5-7638-3322-5 (СФУ)

Рассмотрены тенденции и направления развития современного теоретического и прикладного материаловедения, закономерности формирования структуры и свойств материалов при различных видах воздействия и технологии получения. Изложены механизмы фазовых и структурных превращений в зависимости от условий термической и механической обработок. Приведены современные материалы и технологии, применяемые при получении изделий теплоэнергетического комплекса.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

УДК 620.22(075.8)

ББК 30.3я73

ISBN 978-5-16-013435-2 (ИНФРА-М)
ISBN 978-5-7638-3322-5 (СФУ)

© Масанский О.А., Казаков В.С.,
Токмин А.М., Свечникова Л.А.,
Астафьева Е.А., 2015, 2018
© Сибирский федеральный
университет, 2015, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ.....	7
1.1. Общая характеристика металлов.....	7
1.2. Свойства материалов.....	8
2. АТОМНО-КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛОВ. МЕХАНИЗМ И ПАРАМЕТРЫ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ.....	18
2.1. Атомно-кристаллическое строение металлов.....	18
2.2. Полиморфизм и анизотропия. Магнитные превращения.....	20
2.3. Типы связей и их влияние на структуру и свойства кристаллов.....	22
2.4. Строение реальных металлов. Дефекты атомно-кристаллического строения металлов.....	24
2.5. Механизм и параметры кристаллизации.....	29
3. ТЕОРИЯ СПЛАВОВ. ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ.....	40
3.1. Основные понятия в теории сплавов.....	40
3.2. Фазы в металлических системах.....	42
3.3. Методы построения диаграмм состояния.....	46
3.4. Основные равновесные диаграммы состояния двойных систем. Правило отрезков.....	48
3.5. Физические и механические свойства сплавов в равновесном состоянии. Правило Курнакова.....	54
4. ДИАГРАММА СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗО – УГЛЕРОД.....	56
4.1. Компоненты и фазы железоуглеродистых сплавов.....	57
4.2. Значение точек и линий диаграммы железо – цементит.....	60
4.3. Превращение сталей в твердом состоянии.....	64
4.4. Превращения чугунов.....	67
4.5. Превращения в сплавах системы железо – графит.....	68
4.6. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства железо-углеродистых сплавов.....	70
5. МЕХАНИЗМ И ОСОБЕННОСТИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ.....	72
5.1. Механизм пластического деформирования.....	72
5.2. Механизм деформации моно- и поликристаллического тела.....	74
5.3. Возврат и рекристаллизация.....	76
5.4. Разрушение металлов.....	79
6. ТЕРМИЧЕСКАЯ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СПЛАВОВ.....	82
6.1. Отжиг сталей.....	83
6.2. Термическая обработка сплавов с переменной растворимостью компонентов в твердом состоянии.....	91
6.3. Превращения в сталях при нагреве до аустенитного состояния.....	94
6.4. Превращение аустенита при различных степенях переохлаждения.....	98

6.5. Закалка.....	107
6.6. Отпуск закаленных сталей.....	114
6.7. Химико-термическая обработка сплавов.....	118
6.8. Термомеханическая обработка.....	125
7. ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СТАЛЕЙ.....	127
7.1. Влияние легирующих элементов на равновесную структуру сталей.....	127
7.2. Распределение легирующих элементов в стали.....	130
7.3. Влияние легирующих элементов на превращения в сталях.....	132
7.4. Назначение легирующих элементов.....	136
8. КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА СТАЛЕЙ.....	141
8.1. Классификация сталей.....	141
8.2. Маркировка сталей.....	143
9. КОНСТРУКЦИОННЫЕ СТАЛИ.....	149
9.1. Углеродистые конструкционные стали.....	149
9.2. Легированные стали.....	153
10. МАТЕРИАЛЫ В ТЕПЛОТЕХНИКЕ И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ.....	170
10.1. Свойства сталей, обеспечивающие устойчивость к воздействию температуры и рабочей среды.....	170
10.2. Материалы котельных установок и паровых турбин.....	192
10.3. Чугуны. Маркировка, структура, свойства.....	206
11. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ.....	214
11.1. Углеродистые инструментальные стали.....	214
11.2. Легированные инструментальные стали и твердые сплавы.....	215
11.3. Алмаз как материал для изготовления инструментов.....	220
12. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ НА ИХ ОСНОВЕ.....	221
12.1. Медь и ее сплавы.....	221
12.2. Алюминий и его сплавы.....	226
12.3. Титан и его сплавы.....	230
13. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	232
14. ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	235
14.1. Литейное производство.....	235
14.2. Обработка металлов давлением.....	243
14.3. Сварочное производство.....	253
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	267