



**ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**
ПРОИЗВОДСТВО ЗАГОТОВОК

**ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ
ПРОИЗВОДСТВО ЗАГОТОВОК**

Учебник

Под редакцией М. М. Радкевича

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2023

УДК 669.01
ББК 34.2
Т38

Авторы:

Алексеев А. Г., Барон Ю. М., Коротких М. Т., Медко В. С.,
Никифоров В. И., Радкевич М. М., Ушомирская Л. А.

Рецензенты:

д. т. н., профессор (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет „ВОЕНМЕХ“ им. Д. Ф. Устинова», г. Санкт-Петербург)

В. Д. Васильков;

д. т. н., профессор (ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург) *А. М. Золотов*

Т38 **Технология конструкционных материалов. Производство заготовок** : учебник / [Алексеев А. Г. и др.] ; под ред. М. М. Радкевича. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 516 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-1210-0

Рассмотрены машиностроительные материалы и их свойства, технологические методы получения заготовок литьем, обработкой давлением, сваркой и методами порошковой металлургии. Приведены методы обработки заготовок резанием, электрохимическими и электрофизическими способами; оборудование и другая технологическая оснастка, используемая для реализации технологических методов получения и обработки заготовок.

Для студентов машиностроительных и металлургических направлений подготовки.

УДК 669.01
ББК 34.2

ISBN 978-5-9729-1210-0

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2023

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2023

Введение	7
Глава 1. Основные понятия и термины, используемые в дисциплине	
«Технология конструкционных материалов»	9
1.1. Продукция, её состав и элементы	9
1.2. Производственный и технологический процессы	10
1.2.1. Производственный процесс	10
1.2.2. Технологический процесс и его структура	12
1.3. Точность, качество поверхности	13
1.4. Технологические методы обработки и их классификация	17
1.5. Техничко-экономические показатели технологических операций	20
1.6. Типы производства	22
Глава 2. Материалы, их свойства и области применения.....	25
2.1. Внутреннее строение и свойства металлов	25
2.1.1. Атомно-кристаллическое строение металлов	25
2.1.2. Понятие о строении сплавов	30
2.1.3. Связь между свойствами и диаграммой состояния сплава	32
2.2. Деформация и механические свойства материалов	33
2.2.1. Нагрузки, напряжения и деформации	33
2.2.2. Влияние пластической деформации на свойства металлов	35
2.2.3. Механические свойства	37
2.2.4. Понятие о конструктивной прочности материалов	42
2.3. Диаграмма состояния железо – углерод (цементит)	46
2.4. Термическая и химико-термическая обработка	48
2.4.1. Основные положения	48
2.4.2. Отжиг и нормализация стали	50
2.4.3. Закалка и отпуск стали	51
2.4.4. Термомеханическая обработка стали	54
2.4.5. Химико-термическая обработка стали	56
2.5. Стали	60
2.5.1. Классификация сталей и их маркировка	60
2.5.2. Конструкционные стали	61
2.5.3. Рессорно-пружинные стали	65
2.5.4. Шарикоподшипниковые стали	65
2.5.5. Автоматные стали	66
2.5.6. Инструментальные стали	66
2.5.7. Стали и сплавы с особыми свойствами	68
2.6. Чугуны	73
2.7. Медь и ее сплавы	75
2.7.1. Свойства меди	75
2.7.2. Медные сплавы	75
2.8. Алюминий и его сплавы	77
2.9. Титан и его сплавы	80

2.10.	Магний и его сплавы	81
2.11.	Антифрикционные (подшипниковые) сплавы	83
2.12.	Пластические массы	84
2.12.1.	Классификация, строение и свойства пластмасс	84
2.12.2.	Покрытия из пластмасс	99
2.12.3.	Изготовление деталей из пластмасс	100
2.13.	Клеи из синтетических материалов	102
2.14.	Композиционные материалы	103
2.15.	Резина и резинотехнические изделия	106
2.16.	Лакокрасочные материалы	110
2.16.1.	Виды лакокрасочных материалов	110
2.16.2.	Технологический процесс окраски	112
Глава 3. Технологические методы литейного производства		118
3.1.	Физические основы и классификация методов формообразования заготовок литьём	118
3.1.1.	Литьё в разовые песчано-глинистые формы	119
3.1.2.	Специальные способы литья	130
3.2.	Методы получения жидкого металла	138
3.3.	Заливка, выбивка форм и очистка отливок	140
3.4.	Литейные свойства сплавов	141
3.5.	Контроль качества и исправление дефектов отливок	145
3.6.	Основы конструирования отливок	147
3.6.1.	Требования к внешним контурам отливок	148
3.6.2.	Требования к внутренним полостям отливок	150
3.6.3.	Выбор толщины стенок и способа их сопряжения	152
3.7.	Выбор метода изготовления отливки	156
3.8.	Экология литейного производства	160
Глава 4. Технологические методы обработки металлов давлением		162
4.1.	Физические основы методов обработки металлов давлением	162
4.2.	Характеристика методов обработки металлов давлением	169
4.3.	Прокатка	169
4.4.	Прессование и волочение	173
4.5.	Ковка	175
4.6.	Объёмная штамповка	181
4.6.1.	Горячая штамповка	181
4.6.2.	Холодная объёмная штамповка	186
4.7.	Листовая штамповка	188
4.7.1.	Традиционные методы листовой штамповки	188
4.7.2.	Специальные методы листовой штамповки	193
4.8.	Ротационное деформирование	195
4.9.	Технологические методы получения изделий из порошковых материалов	198
Глава 5. Технологические методы сварочного производства		200
5.1.	Физические основы и классификация методов сварки	200
5.2.	Сварка давлением	201
5.3.	Методы сварки плавлением	207
5.3.1.	Дуговая сварка	207
5.3.2.	Газовая сварка	211
5.3.3.	Плазменная, электронно-лучевая и лазерная сварка	213
5.3.4.	Электрошлаковая сварка	215
5.4.	Сварные соединения и методы контроля их качества	216

5.5.	Особенности сварки различных материалов.....	218
5.6.	Пайка, наплавка, металлизация	222
Глава 6. Методы обработки резанием лезвийными инструментами.....		224
6.1.	Физические основы обработки заготовок резанием	225
6.1.1.	Элементы процесса резания и лезвия режущего инструмента	225
6.1.2.	Образование стружки и сопутствующие явления	231
6.1.3.	Силы и работа при резании.....	235
6.1.4.	Тепловые явления	238
6.1.5.	Износ и период стойкости режущего инструмента	241
6.1.6.	Расчёт и назначение режима резания	244
6.2.	Инструментальные материалы	246
6.2.1.	Требования к инструментальным материалам	246
6.2.2.	Классификация инструментальных материалов	247
6.2.3.	Области рационального использования различных инструментальных материалов	252
6.3.	Общие сведения о металлообрабатывающих станках	254
6.3.1.	Классификация металлообрабатывающих станков	254
6.3.2.	Классификация движений на станках	258
6.3.3.	Структура металлообрабатывающих станков	259
6.4.	Технологические методы лезвийной обработки резанием.....	261
6.4.1.	Обработка заготовок на станках токарной группы	261
6.4.2.	Обработка заготовок на фрезерных станках	273
6.4.3.	Обработка заготовок на строгальных и долбежных станках	283
6.4.4.	Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы	290
6.4.5.	Обработка заготовок на протяжных станках	302
6.4.6.	Методы нарезания резьбы	306
6.4.7.	Методы нарезания зубчатых колёс лезвийными инструментами.....	313
6.5.	Пути повышения производительности обработки резанием	323
6.5.1.	Трудоёмкость и основное время на технологических операциях резанием.....	323
6.5.2.	Пути сокращения основного времени и непроизводительных затрат времени	325
6.6.	Комбинированные методы обработки лезвийным инструментом	333
6.6.1.	Вибрационное резание	334
6.6.2.	Резание с опережающим пластическим деформированием	335
6.6.3.	Обработка резанием сталей и сплавов в нагретом состоянии	336
Глава 7. Обработка резанием абразивными инструментами.....		339
7.1.	Физические основы и классификация абразивных методов обработки	339
7.2.	Методы абразивной обработки жёсткими инструментами	345
7.2.1.	Особенности абразивной обработки жёсткими инструментами	345
7.2.2.	Шлифование абразивными кругами	347
7.2.3.	Хонингование	367
7.2.4.	Суперфинишование	369
7.2.5.	Доводка	373
7.3.	Методы абразивной обработки эластичными инструментами	377
7.3.1.	Особенности абразивной обработки эластичными инструментами	377
7.3.2.	Шлифование абразивными лентами	378
7.3.3.	Обработка эластичными кругами, щётками и стержнями	382
7.4.	Методы обработки свободным абразивом	388
7.4.1.	Галтовка	389
7.4.2.	Центробежная абразивная обработка	390
7.4.3.	Обработка в винтовых роторах	391
7.4.4.	Вибрационная абразивная обработка	392
7.4.5.	Центробежно-ротационная абразивная обработка	395
7.4.6.	Шпиндельная абразивная обработка	396

7.4.7.	Шпиндельная обработка в уплотнённом потоке абразивной среды	397
7.4.8.	Турбоабразивная обработка	398
7.4.9.	Струйная абразивная обработка	398
7.4.10.	Гидроабразивная обработка	399
7.4.11.	Экструзионная абразивная обработка	402
7.4.12.	Магнитно-абразивная обработка	404
Глава 8.	Электроэрозионные методы обработки	410
8.1.	Физические основы электроэрозионной обработки	410
8.2.	Технико-экономические характеристики электроэрозионной обработки	420
8.3.	Области применения и технологические схемы электроэрозионной обработки	423
8.4.	Оборудование для электроэрозионной обработки	428
Глава 9.	Ультразвуковые методы обработки	432
9.1.	Физические основы и классификация методов ультразвуковой обработки	432
9.2.	Ультразвуковая абразивная обработка	434
9.3.	Использование УЗК для интенсификации других технологических методов	439
9.4.	Ультразвуковая отделочно-упрочняющая обработка	441
9.5.	Термическая обработка с ультразвуком	443
9.6.	Ультразвуковая очистка поверхностей	443
9.7.	Методы пайки и лужения с ультразвуком	444
Глава 10.	Методы обработки потоками высокоэнергетических частиц	446
10.1.	Физические основы обработки потоками высокоэнергетических частиц	446
10.2.	Методы обработки потоками высокоэнергетических частиц	450
10.2.1.	Электронно-лучевая обработка	450
10.2.2.	Светолучевая обработка	454
10.2.3.	Ионно-вакуумная обработка	458
10.2.4.	Плазменная обработка	461
10.3.	Нанесение покрытий с использованием потоков высокоэнергетических частиц	462
10.3.1.	Ионно-вакуумные конденсационные методы нанесения покрытий	463
10.3.2.	Газотермический метод нанесения покрытий	471
Глава 11.	Химические и электрохимические методы обработки	473
11.1.	Химические методы обработки	473
11.1.1.	Химическое травление	474
11.1.2.	Химико-механическая обработка	478
11.1.3.	Химические методы нанесения покрытий	480
11.2.	Электрохимические методы обработки	482
11.2.1.	Физико-химические основы электрохимической обработки	482
11.2.2.	Классификация электрохимических методов обработки	484
11.2.3.	Электрохимическая размерная обработка	486
11.2.4.	Электрохимическая отделочная обработка	500
11.2.5.	Электрохимическое нанесение покрытий	503
Список литературы.....	512	