

С. В. ДАВЫДОВ
Р. А. БОГДАНОВ



МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ



«Инфра-Инженерия»

С. В. Давыдов, Р. А. Богданов

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ
И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Учебное пособие

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2020

УДК 620.22
ББК 30.3
Д13

Утверждено редакционно-издательским
советом Брянского государственного
технического университета в качестве
учебного пособия

Д13 **Давыдов, С. В.**
Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебное пособие / С. В. Давыдов, Р. А. Богданов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 256 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-0416-7

Рассмотрены природа и свойства металлических материалов, основы их термической обработки и поверхностного упрочнения. Дана общая характеристика неметаллических материалов, их свойств и способов получения. Описаны основные технологические процессы формообразования и обработки заготовок при изготовлении деталей заданной формы и качества с учетом принципов рационального использования материалов.

Для студентов бакалавриата технических специальностей.

УДК 620.22
ББК 30.3

ISBN 978-5-9729-0416-7

© Давыдов С. В., Богданов Р. А., 2020
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2020
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	8
ВВЕДЕНИЕ	9
ЧАСТЬ I. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ	10
ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛАХ	13
1.1. Механические свойства металлов и методы их определения	15
1.1.1. Статические испытания на растяжение	16
1.1.2. Испытания при ударном (динамическом) нагружении	19
1.1.3. Испытания на усталость	20
1.1.4. Определение твердости	20
1.1.5. Технологические свойства металлов	21
1.1.6. Эксплуатационные или служебные свойства	21
1.1.7. Физические свойства	21
1.1.8. Химические свойства	21
Контрольные вопросы к главе 1	23
ГЛАВА 2. ОСНОВЫ СТРОЕНИЯ МЕТАЛЛОВ	24
2.1. Типы кристаллических решеток. Полиморфизм	24
2.2. Теоретическая прочность металлов с идеальной кристаллической решеткой	26
2.3. Дефекты кристаллического строения и их влияние на прочность	27
Контрольные вопросы к главе 2	30
ГЛАВА 3. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СПЛАВЫ И ИХ СВОЙСТВА	31
3.1. Формирование структур сплавов при затвердевании	32
3.1.1. Кристаллизация металлов	32
3.1.2. Кристаллизация и формирование структур в сплавах, компоненты которых в твердом состоянии не растворяются друг в друге	33
3.1.3. Кристаллизация и формирование структур в сплавах, компоненты которых образуют твердые растворы с неограниченной растворимостью	35
Контрольные вопросы к главе 3	36
ГЛАВА 4. ЖЕЛЕЗО И СПЛАВЫ НА ЕГО ОСНОВЕ	37
4.1. Диаграмма железо – цементит (Fe-Fe₃C)	37

4.1.1.	<i>Кристаллизация (затвердевание) железоуглеродистых сплавов</i>	38
4.1.2.	<i>Фазовые и структурные превращения в сплавах после затвердевания</i>	39
4.2.	Основные способы производства стали	40
4.2.1.	<i>Металлургические основы плавки</i>	40
4.2.2.	<i>Основные способы производства стали</i>	41
4.3.	Сплавы на основе железа	43
4.3.1.	<i>Конструкционные углеродистые стали</i>	44
4.3.2.	<i>Легированные конструкционные стали</i>	50
4.4.	Чугуны	59
4.3.1.	<i>Белые чугуны</i>	61
4.3.2.	<i>Серые чугуны</i>	61
4.3.3.	<i>Ковкие чугуны</i>	63
4.3.4.	<i>Высокопрочные чугуны с шаровидным графитом</i>	64
Контрольные вопросы к главе 4		65
ГЛАВА 5. ТЕРМИЧЕСКАЯ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА		
КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ		
66		
5.1.	Основные виды термической обработки	67
5.1.1.	<i>Отжиг для фазовой перекристаллизации</i>	69
5.1.2.	<i>Нормализация</i>	69
5.1.3.	<i>Закалка</i>	70
5.1.4.	<i>Закаливаемость и прокаливаемость стали</i>	74
5.2.	Поверхностная закалка и химико-термическая обработка	76
5.2.1.	<i>Поверхностная закалка</i>	76
5.2.2.	<i>Химико-термическая обработка</i>	77
Контрольные вопросы к главе 5		81
ГЛАВА 6. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ		
82		
6.1.	Алюминий и алюминиевые сплавы	82
6.1.1.	<i>Производство алюминия</i>	83
6.1.2.	<i>Сплавы алюминия и их классификация</i>	83
6.1.3.	<i>Термическая обработка алюминиевых сплавов</i>	88
6.2.	Титан и его сплавы	89
6.2.1.	<i>Деформируемые титановые сплавы</i>	92
6.2.2.	<i>Литейные титановые сплавы</i>	95
6.2.3.	<i>Область применения титана и его сплавов</i>	97
6.3.	Магний и его сплавы	99
6.3.1.	<i>Свойства магния</i>	99
6.3.2.	<i>Деформируемые магниевые сплавы</i>	101

6.3.3.	<i>Литейные магниевые сплавы</i>	104
6.3.4.	<i>Магниевые сплавы со специальными свойствами</i>	106
6.4.	Медь и её сплавы	106
6.4.1.	<i>Марки медных сплавов</i>	108
6.4.2.	<i>Латуни</i>	108
6.4.3.	<i>Литейные латуни</i>	113
6.4.4.	<i>Область применения латуней</i>	113
6.4.5.	<i>Бронзы</i>	114
6.4.6.	<i>Антифрикционные (подшипниковые) сплавы на оловянной, свинцовой, цинковой и алюминиевой основе</i>	123
Контрольные вопросы к главе 6		125
ГЛАВА 7. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ		126
7.1.	Сущность технологических процессов производства полимерных материалов	129
7.2.	Пластмассы	130
7.3.	Химические волокна	136
7.4.	Каучуки	137
7.5.	Резины	138
7.6.	Клеящиеся материалы и герметики	140
7.6.1.	<i>Конструкционные смоляные клеи</i>	140
7.6.2.	<i>Неорганические клеи</i>	141
7.6.3.	<i>Герметики</i>	141
7.7.	Неорганические материалы	141
7.7.1.	<i>Графит</i>	141
7.7.2.	<i>Неорганическое стекло</i>	142
7.7.3.	<i>Керамические материалы</i>	142
Контрольные вопросы к главе 7		143
ЧАСТЬ II. ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ЗАГОТОВОК И ДЕТАЛЕЙ		
МАШИН		144
ГЛАВА 8. ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО		144
8.1.	Понятие об элементах литейной формы	145
8.2.	Основные виды литья	151
8.2.1.	<i>Литье в песчано-глинистые формы</i>	151
8.2.2.	<i>Специальные виды литья</i>	153
8.3.	Сравнительная оценка способов литья	157
Контрольные вопросы к главе 8		158

ГЛАВА 9. ПРОИЗВОДСТВО ЗАГОТОВОК И ДЕТАЛЕЙ МАШИН МЕТОДОМ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ	159
9.1. Понятие о процессе пластического деформирования.....	159
9.2. Прокатка металлов.....	161
9.3. Свободная ковка	164
9.4. Горячая объемная штамповка	166
9.5. Холодная штамповка	167
9.5.1. <i>Холодная объемная штамповка</i>	<i>167</i>
9.5.2. <i>Холодная листовая штамповка</i>	<i>169</i>
Контрольные вопросы к главе 9	173
ГЛАВА 10. СВАРОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО	174
10.1. Классы сварочных процессов.....	175
10.2. Сварочные процессы термического класса.....	175
10.2.1. <i>Электродуговая сварка</i>	<i>175</i>
10.2.2. <i>Ручная дуговая сварка</i>	<i>177</i>
10.2.3. <i>Автоматическая дуговая сварка под флюсом.....</i>	<i>178</i>
10.2.4. <i>Сварка в среде защитных газов</i>	<i>180</i>
10.3. Сварочные процессы механического класса.....	181
10.3.1. <i>Холодная сварка.....</i>	<i>181</i>
10.3.2. <i>Сварка трением</i>	<i>182</i>
10.4. Сварочные процессы термомеханического класса.....	183
10.4.1. <i>Стыковая сварка</i>	<i>183</i>
10.4.2. <i>Точечная сварка</i>	<i>184</i>
10.4.3. <i>Шовная (роликовая) сварка</i>	<i>185</i>
10.5. Основные виды сварных соединений	186
Контрольные вопросы к главе 10	189
ГЛАВА 11. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ	190
11.1. Общие положения	190
11.2. Параметры (элементы) процесса резания.....	191
11.3. Обработка заготовок на станках токарной группы.....	193
11.4. Обработка заготовок на фрезерных станках.....	195
11.5. Обработка на сверлильных станках	199
11.6. Обработка на шлифовальных станках.....	201
11.7. Другие методы обработки поверхностей заготовок.....	204
11.7.1. <i>Отделочные методы обработки</i>	<i>204</i>
11.7.2. <i>Методы обработки без снятия стружки</i>	<i>205</i>
11.7.3. <i>Электрофизические и электрохимические методы обработки.....</i>	<i>206</i>
Контрольные вопросы к главе 11	207

ГЛАВА 12. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ	208
12.1. Общее представление о композитах	209
12.2. Основные классы композитов.....	210
12.3. Геометрия наполнителя.....	210
12.4. Матричные материалы.....	212
12.5. Армирующие материалы.....	214
12.6. Основные группы композитов	216
12.6.1. <i>Композиты с полимерной и углеродной матрицей</i>	<i>216</i>
12.6.2. <i>Дисперсно-упрочненные композиты (ДУКМ)</i>	<i>217</i>
12.6.3. <i>Волокнистые (ВКМ) и слоистые (СКМ) композиты.....</i>	<i>220</i>
12.6.4. <i>Эвтектические композиционные материалы</i> <i>(естественные волокнистые композиты)</i>	<i>222</i>
12.6.5. <i>Монокристаллические материалы</i>	<i>224</i>
12.6.6. <i>Аморфные материалы.....</i>	<i>226</i>
12.6.7. <i>Сверхравновесные (аномальные) твердые растворы</i> <i>(СТР, АТР)</i>	<i>227</i>
12.6.8. <i>Ультрадисперсные материалы (УДМ).....</i>	<i>228</i>
12.6.9. <i>Функциональные порошковые материалы.....</i>	<i>231</i>
12.6.10. <i>Интерметаллиды.....</i>	<i>233</i>
12.6.11. <i>Сверхпрочные материалы</i>	<i>234</i>
12.6.12. <i>Материалы, содержащие редкие металлы</i>	<i>235</i>
12.6.13. <i>Материалы диссоциации металлорганических</i> <i>соединений</i>	<i>236</i>
12.6.14. <i>Материалы порошковой металлургии.....</i>	<i>238</i>
12.7. Процессы получения композиционных материалов	243
12.7.1. <i>Способы получения КМ из полимерных материалов.....</i>	<i>243</i>
12.7.2. <i>Способы получения КМ из металлических сплавов</i>	<i>245</i>
Контрольные вопросы к главе 12	249
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	250
ИСПОЛЬЗОВАННАЯ И РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	251