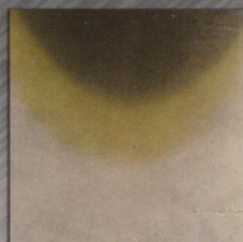
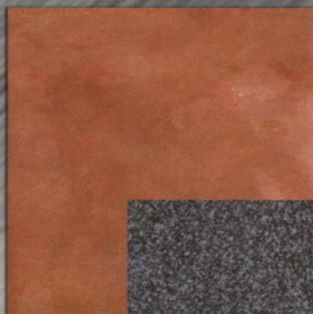


# МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Э. Р. Галимов, Л. В. Тарасенко  
М. В. Унчикова, А. П. Абдуллин



Э. Р. ГАЛИМОВ,  
Л. В. ТАРАСЕНКО,  
М. В. УНЧИКОВА,  
А. Л. АБДУЛЛИН

# МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

*ДОПУЩЕНО*

*УМО вузов РФ по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Автомобили и автомобильное хозяйство» и «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (Автомобильный транспорт)» направления подготовки «Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования» и по направлению подготовки бакалавров «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профили подготовки «Автомобили и автомобильное хозяйство» и «Автомобильный сервис»)*



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ•МОСКВА•КРАСНОДАР  
2023

ББК 30.3я73  
Г15

Галимов Э. Р., Тарасенко Л. В., Унчикова М. В., Абдуллин А. Л.

Г 15 Материаловедение для транспортного машиностроения: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2023. — 448 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

ISBN 978(5(8114(1527(4

В пособии приводятся сведения о строении, составе, структуре, технологических, эксплуатационных и специальных свойствах широкого круга металлических и неметаллических материалов, используемых в машиностроении. Рассматриваются способы целенаправленного регулирования структуры и свойств материалов, а также методы переработки (обработки) с учетом их функционального назначения.

Учебное пособие рекомендовано для подготовки бакалавров очной, вечерней и заочной форм обучения по направлению «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

ББК 30.3я73

**Рецензенты:**

*И. А. АБДУЛЛИН* — доктор технических наук, зав. Кафедрой «Химия и технология гетерогенных систем», проректор по интеграции образования, наук и производства Казанского национального исследовательского технологического университета;

*Н. А. ЧЕМБОРИСОВ* — доктор технических наук, профессор, декан машиностроительного факультета филиала ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (Национальный исследовательский университет) в г. Миассе.

**Обложка**

*Е. А. ВЛАСОВА*

*Охраняется законом РФ об авторском праве.  
Воспроизведение всей книги или любой ее части  
запрещается без письменного разрешения издателя.  
Любые попытки нарушения закона  
будут преследоваться в судебном порядке.*

© Издательство «Лань», 2023

© Коллектив авторов, 2023

© Издательство «Лань»,

художественное оформление, 2023

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	5
Введение.....	6

## Часть 1

### СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СТРОЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП МАТЕРИАЛОВ

<i>Глава 1. Основные различия в свойствах групп материалов</i> .....	11
1.1. Типы химической и физической связей в материалах.....	11
1.2. Материалы с различным типом химической связи.....	13
1.2.1. Металлы и сплавы (металлический тип связи).....	14
1.2.2. Полимеры (ковалентный и молекулярно-ковалентный типы связи).....	15
1.2.3. Керамика (ковалентный и ионный типы связи).....	15
1.2.4. Карбиды и интерметаллиды (ковалентно-металлический тип связи).....	16
1.2.5. Композиционные материалы (смешанный тип связей).....	17

## Часть 2

### МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

<i>Глава 2.</i> Строение и свойства металлов и сплавов . . . . .	23
2.1. Кристаллическое строение металлов и сплавов . . . . .	23
2.2. несовершенства кристаллической структуры . . . . .	38
2.3. Основные свойства и характеристики металлов и сплавов . . . . .	43
2.4. Пластическая деформация . . . . .	48
2.5. Термическая обработка . . . . .	56
2.6. Термомеханическая обработка сталей . . . . .	86
2.7. Поверхностная обработка сталей и сплавов . . . . .	88
2.8. Обеспечение служебных характеристик и повышение технико-экономической эффективности применения металлических материалов . . . . .	103
2.8.1. Статическая прочность сплавов . . . . .	103
2.8.2. Циклическая прочность . . . . .	106
2.8.3. Контактная выносливость . . . . .	107
2.8.4. Надежность эксплуатации материала и деталей . . . . .	109
2.8.5. Износостойкость . . . . .	112
2.8.6. Жаропрочность . . . . .	117
2.8.7. Термостойкость . . . . .	118
2.8.8. Поверхностная стойкость . . . . .	119
 <i>Глава 3.</i> Сплавы на основе железа . . . . .	 127
3.1. Машиностроительные конструкционные стали . . . . .	127
3.1.1. Классификация конструкционных сталей . . . . .	127
3.1.2. Углеродистые стали . . . . .	130
3.1.3. Легированные стали . . . . .	133
3.1.4. Стали для подшипников качения . . . . .	144
3.1.5. Стали рессорно-пружинные . . . . .	146
3.2. Стали специального назначения . . . . .	151
3.2.1. Коррозионностойкие стали . . . . .	151
3.2.2. Жаростойкие стали . . . . .	156

3.2.3. Жаропрочные стали .....	158
3.3. Чугуны .....	163
3.3.1. Серые чугуны .....	169
3.3.2. Высокопрочные чугуны .....	170
3.3.3. Чугун с вермикулярным графитом. ...	172
3.3.4. Ковкие чугуны .....	173
3.3.5. Специальные чугуны .....	175
3.4. Порошковые конструкционные и легированные стали .....	176
3.4.1. Классификация порошковых сталей .....	176
3.4.2. Применение порошковых сталей .....	180
<i>Глава 4. Цветные металлы и сплавы .....</i>	<i>183</i>
4.1. Алюминиевые сплавы .....	183
4.1.1. Классификация и маркировка алюминиевых сплавов .....	184
4.1.2. Деформируемые сплавы .....	187
4.1.3. Литейные алюминиевые сплавы .....	193
4.2. Медь и медные сплавы .....	197
4.2.1. Латунь .....	200
4.2.2. Бронзы .....	201
4.3. Титановые сплавы .....	206
4.3.1. Легирующие элементы титановых сплавов .....	208
4.3.2. Фазовые превращения в титановых сплавах .....	209
4.3.3. Термическая обработка титановых сплавов .....	211
4.3.4. Классификация промышленных титановых сплавов .....	212
4.3.5. Деформируемые сплавы .....	213
4.3.6. Литейные сплавы .....	215
4.4. Магниево-алюминиевые сплавы .....	216
4.5. Антифрикционные (подшипниковые) сплавы на оловянной, свинцовой и цинковой основах .....	219

### Часть 3

## НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

<i>Глава 5. Общая характеристика неметаллических материалов</i> . . . . .	227
5.1. Классификация, строение и способы получения полимеров . . . . .	228
5.2. Фазовые состояния и надмолекулярная структура полимеров . . . . .	233
5.3. Физические состояния полимеров . . . . .	236
5.4. Способы управления структурой и свойствами полимерных материалов . . . . .	239
 <i>Глава 6. Основные свойства неметаллических материалов</i> . . . . .	 243
6.1. Механические свойства . . . . .	243
6.2. Теплофизические свойства . . . . .	246
6.3. Диэлектрические свойства . . . . .	251
 <i>Глава 7. Пластические массы</i> . . . . .	 260
7.1. Основные виды модифицирующих добавок . . . . .	260
7.2. Термопластичные полимеры и материалы на их основе . . . . .	262
7.3. Терморезактивные полимеры и материалы на их основе . . . . .	281
7.4. Термоэластопласты . . . . .	292
7.5. Методы получения изделий из пластических масс . . . . .	295
7.5.1. Прессование . . . . .	299
7.5.2. Литье под давлением . . . . .	301
7.5.3. Экструзия . . . . .	308
7.5.4. Термоформование . . . . .	312
7.5.5. Механическая обработка пластмасс . . . . .	315
7.6. Газонаполненные пластики . . . . .	319
 <i>Глава 8. Волокнистые полимерные композиционные материалы</i> . . . . .	 326
8.1. Стеклопластики . . . . .	329
8.2. Углепластики . . . . .	333

8.3. Органопластики . . . . .	334
8.4. Базальтопластики . . . . .	336
8.5. Термопластичные композиционные материалы . . . . .	337
8.6. Методы формования изделий из армированных пластиков . . . . .	340
8.6.1. Контактное формование и напыление . . . . .	340
8.6.2. Формование под давлением . . . . .	342
8.6.3. Формование прессованием и пропиткой в замкнутой форме . . . . .	343
8.6.4. Формование намоткой . . . . .	344
8.6.5. Пултрузия . . . . .	347
<i>Глава 9. Природные полимеры и их производные . . . . .</i>	<i>353</i>
<i>Глава 10. Резиновые материалы . . . . .</i>	<i>355</i>
10.1. Классификация каучуков . . . . .	355
10.2. Компоненты резиновых смесей . . . . .	360
10.3. Способы получения резинотехнических изделий . . . . .	362
10.4. Прорезиненные ткани . . . . .	363
10.5. Применение резинотехнических изделий . . . . .	366
<i>Глава 11. Клеевые материалы . . . . .</i>	<i>371</i>
11.1. Клеи на основе термопластичных полимеров . . . . .	373
11.2. Клеи на основе эластомеров . . . . .	375
11.3. Клеевые (липкие) ленты . . . . .	376
11.4. Клеи на основе терморезактивных смол . . . . .	376
<i>Глава 12. Герметики . . . . .</i>	<i>382</i>
<i>Глава 13. Лакокрасочные материалы . . . . .</i>	<i>384</i>
13.1. Требования к лакокрасочным материалам . . . . .	384
13.2. Классификация и виды лакокрасочных материалов . . . . .	385
13.3. Полимерные порошковые композиции и покрытия на их основе . . . . .	399



<i>Глава 14.</i> Обивочные, прокладочные, уплотнительные и электроизоляционные материалы . . . . .	405
<i>Глава 15.</i> Неорганические материалы . . . . .	409
15.1. Технические керамики . . . . .	409
15.2. Неорганические стекла . . . . .	413
15.3. Стеклокристаллические материалы . . . . .	420
15.4. Слюда и слюдяные материалы . . . . .	421
15.5. Асбест и материалы на его основе . . . . .	423
<i>Глава 16.</i> Жидкокристаллические материалы . . . . .	425
16.1. Классификация, структура и свойства жидких кристаллов . . . . .	425
16.2. Жидкокристаллические композиты . . . . .	428
Список литературы . . . . .	432
Основные литературные источники . . . . .	432
Дополнительные литературные источники . . . . .	435