

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (С ЭЛЕКТРОННЫМ ПРИЛОЖЕНИЕМ)

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов учреждений
высшего образования по специальности
«Инженерно-техническое проектирование
и производство материалов и изделий из них»*

Минск
РИВШ
2024

Содержание

Предисловие	3
Введение	8
Глава 1. Материалы в аддитивных технологических процессах	33
1.1. История создания и современное состояние аддитивных технологий.....	33
1.2. Опыт использования 3D-печати в машиностроении	42
1.3. Перспективность использования аддитивных методов в технологии производства керамических материалов	54
1.4. Перспективы применения аддитивных технологий для восстановления физиологических функций.....	57
1.5. Изготовление металломатричных композиционных материалов с применением аддитивных технологий.....	58
1.6. Применение аддитивных технологий в производстве ракетно-космической техники.....	67
1.7. Применение аддитивных технологий и новых материалов для создания малых космических аппаратов	69
1.8. Особенности материалов и технологий аддитивного производства.....	71
Глава 2. Аморфные сплавы	92
2.1. Введение, характеристика процессов аморфизации	92
2.2. Классификация легко аморфизирующихся систем	98
2.3. Аморфные и аморфно-кристаллические неметаллические материалы	100
2.4. Аморфные металлические материалы.....	111
Глава 3. Современные авиационные материалы	118
3.1. Деформируемые алюминиевые сплавы	119
3.1.1. Высокопрочные сплавы	119
3.1.2. Высокоресурсные сплавы	121
3.1.3. Сплавы пониженной плотности (алюминий-литиевые)	121
3.1.4. Жаропрочные и криогенные алюминиевые сплавы	123
3.1.5. Свариваемые, устойчивые к коррозии, высокотехнологичные алюминиевые сплавы	124
3.1.6. Слоистые алюмокомпозиты (СИАЛы).....	125
3.2. Литейные алюминиевые сплавы	126

3.3. Деформируемые магниевые сплавы	127
3.3.1. Сплавы средней прочности.....	127
3.3.2. Высокопрочные сплавы	128
3.3.3. Сплавы пониженной плотности.....	128
3.4. Литейные магниевые сплавы.....	129
3.4.1. Высокопрочные сплавы.....	129
3.4.2. Коррозионностойкие сплавы	129
3.4.3. Жаропрочные сплавы.....	130
3.5. Титан и титановые сплавы	130
3.5.1. Титановые сплавы (нормальной прочности)	131
3.5.2. Высокопрочные сплавы	132
3.5.3. Литейные титановые сплавы.....	133
3.6. Перспективные стали	134
3.7. Роль редкоземельных металлов в повышении качества авиационных материалов	135
3.8. Новые никелевые сплавы для авиационных материалов.....	137
Глава 4. Краткая характеристика армированных и композиционных материалов.....	140
4.1. Армированные материалы.....	140
4.2. Композиционные материалы	153
Глава 5. Биокompозиты, биосовместимые металлы, биокерамика.....	165
5.1. Ультрамелкозернистые металлы медицинского назначения	165
5.2. Микроструктура и механические свойства ультрамелкозернистых материалов	168
5.3. Микроструктура, механические свойства циркония, легированного ниобием, после интенсивной пластической деформации.....	173
5.4. Биокерамика	174
5.5. Биосовместимые металлы и сплавы	183
Глава 6. Волоконные металлические материалы и высокопористые материалы	194
6.1. Волоконные металлические материалы.....	194
6.1.1. Методы получения металлических волоконных материалов	194
6.1.2. Структура и свойства	202
6.1.3. Физико-механические свойства ВММ.....	210
6.1.4. Области практического применения.....	211
6.2. Высокопористые материалы.....	212

Глава 7. Магнитные материалы	222
7.1. Классификация магнитных материалов	222
7.2. Металлические магнитно-мягкие материалы	227
7.3. Магнитно-мягкие ферриты	230
7.4. Металлические магнитно-твердые материалы	230
7.5. Магнитно-твердые ферриты	232
7.6. Металлопорошковые материалы.....	232
7.7. Магнитодиэлектрики	233
7.8. Материалы для магнитных носителей.....	233
7.9. Нанокристаллические магнитные материалы.....	238
Глава 8. Материалы для диэлектриков	241
8.1. Эксплуатационные свойства диэлектриков	241
8.2. Классификация диэлектриков.....	242
8.3. Классификация полимеров	244
8.4. Полимерные диэлектрические материалы	248
8.5. Полимерные пленочные материалы	256
8.6. Эластомеры	257
8.7. Электроизоляционные лаки, эмали, компаунды	259
8.8. Твердые неорганические электроизоляционные и конденсаторные материалы.....	260
8.9. Активные (нелинейные) диэлектрики	271
Глава 9. Материалы для проводников электрического тока и резистивных элементов, сверхпроводящие материалы	280
9.1. Материалы высокой проводимости.....	280
9.2. Материалы низкой проводимости.....	281
9.3. Металлические проводниковые и резистивные материалы для электроники	283
9.4. Сверхпроводящие материалы.....	285
Глава 10. Материалы для полупроводников	291
10.1. Тенденции развития полупроводниковой микроэлектроники	291
10.2. Общие сведения о технологии полупроводников	295
10.3. Элементарные полупроводники.....	296
10.3.1. Элементарные проводники IV группы Периодической системы. Германий, кремний.....	299
10.3.2. Элементарные полупроводники других групп	307
10.4. Полупроводниковые соединения.....	308

10.4.1. Полупроводниковые соединения типа A^3B^5	309
10.4.2. Полупроводниковые соединения типа A^2B^6	313
10.4.3. Другие полупроводниковые соединения.....	315
10.5. Органические полупроводники	315
Глава 11. Материалы в ракетно-космической технике	318
11.1. Краткая характеристика сплавов на основе алюминия.....	318
11.2. Стали и жаростойкие сплавы.....	324
11.3. Сплавы на основе титана, магния и бериллия	328
11.4. Другие материалы	330
11.5. Теплозащитные покрытия.....	331
11.6. Эрозионно стойкие материалы	333
11.7. Абляционные материалы.....	334
Глава 12. Монокристаллы	345
12.1. Монокристаллы металлов.....	345
12.2. Монокристаллы оксидные.....	358
12.3. Монокристаллы щелочно-галогенидные.....	378
Глава 13. Новые металлические сплавы.....	394
13.1. Чугуны.....	394
13.1.1. Чугун с вермикулярным графитом	397
13.1.2. Бейнитный чугун с шаровидным графитом.....	400
13.1.3. Чугуны специального назначения.....	408
13.1.4. Деформированные заэвтектические силумины.....	409
13.2. Краткая характеристика некоторых типов литейных цветных сплавов	414
13.2.1. Литейные титановые сплавы.....	414
13.2.2. Литейные магниевые сплавы.....	415
Глава 14. Пенистые и проницаемые материалы	421
14.1. Общая характеристика пенистых материалов	421
14.2. Пенокерамические материалы	427
14.3. Пеностекло.....	430
14.4. Общая характеристика проницаемых металлических материалов	431
Глава 15. Сверхтвердые материалы нового поколения и алмазы	449
15.1. Применение и общая характеристика сверхтвердых материалов нового поколения	449

15.2. Кубический нитрид бора	458
15.3. Кубический нитрид бора (порошки).....	463
15.4. Бор, карбид бора, бориды и материалы на их основе.....	467
15.5. Алмаз природный	472
15.6. Алмаз синтетический.....	478
15.7. Алмаз синтетический, порошки.....	483
15.9. Поликристаллический алмаз.....	486
15.9. Полупроводниковый алмаз.....	489
Глава 16. «Умные» материалы.....	492
16.1. Общая характеристика «умных» материалов.....	492
16.2. Сплавы с памятью формы	494
16.3. Метастабильные аустенитные стали	499
16.4. Другие типы материалов с «эффектом памяти».....	503
16.5. Применение «умных» материалов для решения вопроса эффективности преобразователя перепада температур	509
16.6. Разработка поворотного актуатора с использованием «умных» материалов	511
16.7. Другие области использования «умных материалов»	513
Глава 17. Краткий обзор новых материалов различного назначения.....	523
17.1. Чистые металлы	523
17.2. Общие сведения о технологии полупроводников	528
17.3. Броневые керамические материалы.....	532
17.4. Броневые металлические материалы.....	534
17.5. Интеркалированные соединения и материалы на их основе	537
17.6. Интерметаллиды и материалы на их основе.....	541
17.7. Радиоактивные материалы.....	546
17.7.1. Уран и его сплавы	546
17.7.2. Плутоний и его сплавы.....	552
17.7.3. Торий и его сплавы	553
Глава 18. Краткая характеристика наноматериалов и примеры их практического применения	555
18.1. Основные типы наноматериалов	555
18.2. Строение и свойства нанообъектов	563
18.2.1. Графит	563
18.2.2. Алмаз	564
18.2.3. Карбин.....	564

18.2.4. Графен.....	565
18.2.5. Фуллерены.....	569
18.2.6. Нанотрубки и родственные нанобъекты	578
18.2.7. Астралены.....	595
18.2.8. Квантовые нанобъекты.....	597
18.3. Примеры практического применения и перспективы использования нанобъектов и наноструктурированных материалов.....	600
18.3.1. Машиностроение.....	601
18.3.2. Электроника	605
18.3.3. Энергетика и транспорт.....	607
18.3.4. Приборостроение.....	609
18.3.5. Строительство	611
18.3.6. Медицина.....	612
18.3.7. Другие области использования наноматериалов	614
Список использованных источников	618