

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**В. М. КАПЦЕВИЧ, В. Р. КАЛИНОВСКИЙ, В. К. КОРНЕЕВА**

## **НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением  
высших учебных заведений Республики Беларусь  
по образованию в области сельского хозяйства  
в качестве пособия для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по специальности 1-74 06 03  
Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве*

Минск  
БГАТУ  
2010

УДК 620.22 (07)  
ББК 30.3я7  
К 20

Рецензенты:

зав. кафедрой «Материаловедение и технология металлов»  
учреждения образования «Белорусский государственный  
технологический университет», доктор технических наук,  
профессор *А. К. Вершина*;  
главный научный сотрудник кафедры «Новые материалы  
и технологии» Института повышения квалификации и переподго-  
товки кадров по новым направлениям развития техники,  
технологии и экономики БНТУ, доктор технических наук,  
профессор *Л. С. Богинский*

**Капцевич, В. М.**  
К 20 Новые материалы и технологии: пособие / В. М. Капцевич,  
В. Р. Калиновский, В. К. Корнеева. — Минск : БГАТУ, 2010. —  
284 с.

ISBN 978-985-519-212-2.

УДК 620.22 (07)  
ББК 30.3я7

ISBN 978-985-519-212-2

© БГАТУ, 2010

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. КОНСТРУКЦИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ .....	6
1.1. Общие требования, предъявляемые к конструкционным материалам .....	6
1.2. Конструкционная прочность и критерии ее оценки .....	7
1.3. Методы повышения конструкционной прочности .....	12
Глава 2. ПОРОШКОВЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.....	18
2.1. Историческая справка. Общие сведения о порошковых материалах .....	18
2.2. Методы получения металлических порошков, их свойства .....	24
2.3. Формование заготовок .....	37
2.4. Спекание заготовок .....	47
2.5. Применение порошковых материалов .....	56
2.5.1. Порошковые антифрикционные материалы .....	56
2.5.2. Пористые порошковые материалы .....	65
2.5.3. Фрикционные материалы .....	81
2.5.4. Электротехнические материалы .....	85
2.5.5. Порошковые конструкционные материалы .....	91
2.5.6. Порошковые инструментальные материалы.....	95
Глава 3. ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ .....	105
3.1. Общие сведения о защитных покрытиях.....	105
3.2. Наплавочные процессы .....	107
3.3. Плакирование .....	116
3.4. Напыление покрытий .....	117
3.5. Электрофизические методы нанесения покрытий.....	128
3.6. Электролитические методы нанесения покрытий .....	133
3.7. Химические методы нанесения покрытий .....	137
3.8. Диффузионные методы нанесения покрытий .....	139
3.9. Дополнительная упрочняющая обработка покрытий.....	139

Глава 4. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	149
4.1. Историческая справка. Общие сведения о композиционных материалах .....	149
4.2. Принципы создания и основные типы композиционных материалов.....	153
4.3. Композиционные материалы с нуль-мерными наполнителями ....	157
4.4. Композиционные материалы с одномерными наполнителями...	162
4.5. Эвтектические композиционные материалы .....	177
Глава 5. АМОΡФНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	185
5.1. Историческая справка. Общие сведения об аморфных материалах .....	185
5.2. Методы получения аморфных сплавов .....	187
5.3. Маркировка, свойства и области применения аморфных сплавов .....	191
Глава 6. МАТЕРИАЛЫ С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ .....	200
6.1. Историческая справка. Общие сведения о материалах с эффектом памяти формы.....	200
6.2. Основные эффекты термомеханического поведения материалов с эффектом памяти формы .....	204
6.3. Основные типовые сплавы с эффектом памяти формы.....	210
6.4. Применение материалов с эффектом памяти формы.....	217
Глава 7. НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ .....	228
7.1. Историческая справка. Общие сведения о наноматериалах.....	228
7.2. Методы получения нанопорошков .....	235
7.3. Получение объемных наноструктурных материалов.....	250
7.4. Получение нанопленок и нанопокровтий .....	258
7.5. Применение наноматериалов .....	263
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	282