

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии металлов

УДК 620.22 (07)  
ББК 30.3я7  
С56

## СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

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

Минск  
БГАТУ  
2011

Авторы:  
кандидат технических наук, доцент *В. Р. Калиновский*,  
доктор технических наук, профессор *В. М. Кацевич*,  
старший преподаватель *В. К. Корнеева*,  
старший преподаватель *Д. И. Кривальцевич*

Рецензенты:  
доктор технических наук, доцент кафедры «Материаловедение  
в машиностроении» Белорусского национального технического  
университета *В. М. Константинов*;  
кандидат технических наук, первый заместитель директора –  
заместитель директора по науке  
ГНУ «Институт порошковой металлургии» *В. В. Савич*

С56 **Современные материалы** : пособие / В. Р. Калиновский  
[и др.]. – Минск : БГАТУ, 2011. – 252 с.  
ISBN 978-985-519-425-6.

В пособии рассматриваются материалы, используемые в современном машиностроении, их свойства, области применения и технологии обработки. Из металлических материалов, используемых для производства деталей современных машин, рассмотрены традиционные стали и сплавы легких металлов, доля которых в числе используемых материалов постоянно возрастает. Из неметаллических материалов рассмотрены материалы на основе полимеров и керамики. В современном машиностроении широко используются изделия порошковой металлургии и композиционные материалы. В пособии представлены некоторые материалы с особыми свойствами, а также рассмотрены основные представления о нанотехнологиях и перспективы разработки наноматериалов.

УДК 620.22 (07)  
ББК 30.3я7

ISBN 978-985-519-425-6

© БГАТУ, 2011

## СОДЕРЖАНИЕ

---

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	8
1.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КОНСТРУКЦИОННЫМ МАТЕРИАЛАМ .....	8
1.2. КОНСТРУКЦИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ И КРИТЕРИИ ЕЕ ОЦЕНКИ.....	9
2. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.....	16
2.1. СТАЛИ .....	16
2.1.1. Конструкционные стали .....	21
2.1.2. Инструментальные стали.....	39
2.2. АЛЮМИНИЙ И ЕГО СПЛАВЫ.....	43
2.3. МАГНИЙ И ЕГО СПЛАВЫ.....	52
2.4. ТИТАН И ЕГО СПЛАВЫ.....	57
3. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ .....	63
3.1. ПОЛИМЕРЫ.....	64
3.1.1. Классификация полимеров.....	66
3.1.2. Свойства полимеров.....	69
3.2. ПЛАСТИЧЕСКИЕ МАССЫ (ПЛАСТМАССЫ, ПЛАСТИКИ).....	74
3.2.1. Состав, классификация, свойства и применение пластмасс .....	75
3.2.2. Термопластичные пластмассы .....	76
3.2.3. Терморезистивные пластмассы.....	80
3.3. РЕЗИНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	82
3.3.1. Технология изготовления резиновых изделий.....	86
3.4. ГАЗОНАПОЛНЕННЫЕ ПЛАСТМАССЫ .....	88
3.5. ВОЛОКНА И ТКАНИ .....	90
3.6. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС .....	94
3.6.1. Получение изделий из термопластов.....	96
3.6.2. Получение изделий из реактопластов .....	100
3.6.3. Обработка пластмасс резанием.....	107
3.7. МЕТОДЫ СОЕДИНЕНИЯ ПЛАСТМАСС .....	109

3.8. ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС .....	115
3.9. ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ .....	121
3.9.1. Клеящие материалы.....	122
3.9.2. Герметики.....	130
3.10. КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.....	133
3.11. НЕОРГАНИЧЕСКОЕ СТЕКЛО.....	138
4. ИЗДЕЛИЯ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ.....	147
4.1. МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ И ИХ СВОЙСТВА.....	148
4.2. ФОРМОВАНИЕ ПОРОШКОВ.....	152
4.3. СПЕКАНИЕ .....	158
4.4. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	160
4.4.1. Порошковые антифрикционные материалы.....	160
4.4.2. Фрикционные материалы.....	164
4.4.3. Электротехнические материалы.....	166
4.4.4. Порошковые конструкционные материалы.....	169
4.4.5. Порошковые инструментальные материалы .....	171
4.4.6. Пористые порошковые материалы.....	178
5. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	192
5.1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ.....	192
5.2. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ.....	196
5.3. ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	200
5.4. КЕРАМИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	208
5.5. РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	212
6. МАТЕРИАЛЫ С ОСОБЫМИ СВОЙСТВАМИ.....	217
6.1. АМОРФНЫЕ СПЛАВЫ.....	217
6.2. МАТЕРИАЛЫ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ .....	224
6.3. НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ .....	227
ЛИТЕРАТУРА .....	248