

МИНИСТЕРСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии металлов

**В. М. Капцевич, В. К. Корнеева, В. Р. Калиновский**

# **ГОРЯЧАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением  
по образованию в области сельского хозяйства в качестве  
учебно-методического комплекса для студентов учреждений  
высшего образования группы специальностей 74 06 Агроинженерия*

Минск  
БГАТУ  
2012

УДК 620.22 (07)  
ББК 30.3я7  
К 20

Рецензенты:

кафедра «Материаловедение и технология металлов»  
учреждения образования «Белорусский государственный  
технологический университет»;  
главный научный сотрудник кафедры «Новые материалы  
и технологии» ИПК и ПК БНТУ, доктор технических наук,  
профессор *Л. С. Богинский*

**Капцевич, В. М.**

К20 Горячая обработка металлов : учебно-методический ком-  
плекс / В. М. Капцевич, В. К. Корнеева, В. Р. Калиновский. –  
Минск: БГАТУ, 2012. – 444 с.  
ISBN 978-985-519-551-2.

УДК 620.22 (07)  
ББК 30.3я7

ISBN 978-985-519-551-2

© БГАТУ, 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
<b>МОДУЛЬ 1. ОСНОВЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО</b> .....	7
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ МОДУЛЯ 1 .....	9
1. Производство металлов .....	9
2. Литье в песчано-глинистые формы .....	34
3. Литейные сплавы .....	52
4. Специальные способы литья .....	81
МАТЕРИАЛЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ .....	110
Лабораторная работа 1. Технологические испытания формовочных смесей .....	110
Лабораторная работа 2. Изготовление разовой песчано-глинистой литейной формы .....	116
Лабораторная работа 3. Анализ свойств отливок, полученных различными способами литья .....	120
МАТЕРИАЛЫ К УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ	
Тема «Проектирование разовой песчано-глинистой формы для конкретной детали» .....	124
РАЗНОУРОВНЕВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ 1 .....	126
<b>МОДУЛЬ 2. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ.</b>	135
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ МОДУЛЯ 2 .....	137
1. Физические основы пластической деформации .....	137
2. Получение машиностроительных профилей .....	154
3. Получение машиностроительных заготовок .....	181
МАТЕРИАЛЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ .....	214
Лабораторная работа 1. Изменение механических свойств и структуры металлов при пластической деформации .....	214
Лабораторная работа 2. Определение основных параметров, характеризующих деформацию металла, и условий захвата заготовки валками при продольной прокатке .....	217

Лабораторная работа 3. Влияние степени деформации металла на его механические свойства при волочении	221
<b>МАТЕРИАЛЫ К УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ</b>	
Тема «Разработка технологического процессаковки конкретной детали» .....	223
<b>РАЗНОУРОВНЕВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ 2</b> .....	235
<b>МОДУЛЬ 3. СВАРОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО И РОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	244
<b>ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ МОДУЛЯ 3</b> .....	246
1. Физические основы сварки. дуговые методы сварки	246
2. Газовая сварка. контактные способы сварки .....	284
3. Специальные способы сварки. резка, пайка, наплавка и напыление металлов .....	307
<b>МАТЕРИАЛЫ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ</b> .....	405
Лабораторная работа 1. Изучение структуры сварного соединения .....	405
Лабораторная работа 2. Расчет процесса точечной сварки и оценка качества сварного соединения .....	407
Лабораторная работа 3. Анализ структуры и механических свойств паяного соединения .....	412
<b>МАТЕРИАЛЫ К УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ</b>	
Тема «Разработка технологического процесса ручной дуговой сварки сварного узла» .....	414
<b>РАЗНОУРОВНЕВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ 3</b> .....	432
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	440