

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

БМУ

# СОВРЕМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

*Монография*

Москва 2018

ОБЯЗАТЕЛЬНЫ  
ПЛАТНЫ  
ФИЗИЧЕСКОМ

УДК 621.762

ББК 34.39

C56

*Рецензенты:*

*Панов В.С., д.т.н., профессор НИТУ «МИСиС»;*

*Шляпин С.Д., д.т.н., профессор МАИ*

**Авторский коллектив:**

**Г.М. Волкогон, Ж.В. Еремеева,**

**Д.А. Ледовской, Н.М. Ниткин, Г.Х. Шарипзянова**

**C56** Современные процессы порошковой металлургии: монография /  
Г.М. Волкогон, Ж.В. Еремеева, Д.А. Ледовской и др. – Москва:  
Московский Политех, 2018. – 228 с.

ISBN 978-5-2760-2492-9

Представлены современные технологические процессы получения на основе порошков железа порошковых материалов и изделий из них. Описаны свойства использованных распылённых порошков, методы подготовки шихты и способы введения малых количеств добавок наноразмерного состояния в традиционные способы производства спечённых и высокопрочных порошковых материалов.

Особое внимание уделено совмещению этапов производства порошковых изделий с термической обработкой с целью повышения эксплуатационных характеристик изделий из порошков. Приведены области использования спечённых и высокопрочных пористых изделий, особенно конструкционного назначения.

Предназначена для студентов, обучающихся по направлениям подготовки «Металлургия» и «Технология машиностроения», и инженерно-технических работников промышленного производства.

**УДК 621.762**

**ББК 34.39**

ISBN 978-5-2760-2492-9

© Московский Политех, 2018

## Оглавление

Предисловие.....	5
Введение.....	7
Глава 1. Порошковые материалы на основе железа.....	12
1.1. Распылённые железные порошки.....	12
1.2. Основные производители распылённых железных порошков.....	15
1.3. Оценка свойств и структуры материалов на основе распылённых и восстановленных порошков железа .....	20
1.4. Легирующие элементы порошковых материалов.....	29
1.5. Порошковые легированные стали.....	36
Глава 2. Подготовка металлических порошков к формованию ...	55
2.1. Основные операции подготовки.....	55
2.2. Контроль и дозировка шихты .....	65
Глава 3. Проектирование пресс-форм для холодного формования металлических порошков .....	67
3.1. Конструктивные элементы порошковых изделий .....	67
3.2. Перспектива прогнозирования свойств порошковых материалов .....	71
3.3. Основные стадии проектирования пресс-форм .....	75
Глава 4. Конструкционные порошковые изделия .....	93
4.1. Спечённые конструкционные изделия на основе порошков железа .....	93
4.2. Методы формования металлических порошков .....	98
4.3. Зависимость плотности прессовки от давления прессования .....	101
4.4. Схемы прессования металлических порошков в жёстких пресс-формах.....	107
4.5. Основные направления производства спечённых порошковых изделий.....	111
Глава 5. Спекание .....	117
5.1. Традиционные методы спекания.....	121
5.2. Современные технологии спекания .....	127

Глава 6. Обработка порошковых изделий.....	130
6.1. Термическая обработка порошковых сталей.....	130
6.1. Высокопроизводительные технологии ТО.....	145
Глава 7. Горячая штамповка пористой порошковой формовки (ГШППФ) .....	149
7.1. Характеристика технологии ГШППФ .....	149
7.2. Формование пористых заготовок .....	154
7.3. Результаты исследования основных параметров технологии горячей штамповки .....	161
7.4. Последующие операции после горячей штамповки.....	171
7.5. Возможности технологии горячей штамповки .....	175
7.6. Оценка работоспособности горячештампованного материала .....	179
7.7. Промышленная технология горячей штамповки.....	181
7.8. Механические свойства горячештампованного металла на основе железа при повышенных температурах.....	191
Глава 8. Холодная штамповка порошковых изделий из спечённых заготовок.....	196
Глава 9. Порошковая металлургия – основа развития нанотехнологических процессов .....	206
Список литературы.....	219