

# ПОДГОТОВКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ДОМЕННОЙ И БЕЗДОМЕННОЙ МЕТАЛЛУРГИИ ЖЕЛЕЗА



В двух томах

**ТЕОРИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ И ПРАКТИКА  
ПОДГОТОВКИ КОМПОНЕНТОВ И ШИХТ  
ДЛЯ ОКОМКОВАНИЯ**

**I**

Ф. М. Журавлев, В. П. Лялюк, Н. И. Ступник,  
В. С. Моркун, Е. В. Чупринов, Д. А. Кассим

**ПОДГОТОВКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО СЫРЬЯ  
ДЛЯ ДОМЕННОЙ И БЕЗДОМЕННОЙ  
МЕТАЛЛУРГИИ ЖЕЛЕЗА**

**Учебник  
В двух томах**

**ТОМ 1**

**ТЕОРИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ И ПРАКТИКА ПОДГОТОВКИ  
КОМПОНЕНТОВ И ШИХТ ДЛЯ ОКОМКОВАНИЯ**

Москва Вологда  
«Инфра-Инженерия»  
2021

УДК 669.162.26  
ББК 34.323  
П44

**Р е ц е н з е н т ы :**

заведующий кафедрой металлургии чугуна Национальной металлургической академии Украины доктор технических наук, профессор *А. К. Тараканов*;  
заведующий кафедрой металлургии черных металлов им. профессора В. И. Логинова Днепропетровского государственного технического университета доктор технических наук, профессор *Е. Н. Сигарев*

**П44      Подготовка металлургического сырья для доменной и бездоменной металлургии железа : учебник. В двух томах. Том 1. Теория, технология и практика подготовки компонентов и шихт для окомкования / [Ф. М. Журавлев и др.] – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 300 с. : ил., табл.  
ISBN 978-5-9729-0704-5 (общ.)  
ISBN 978-5-9729-0706-9 (Т. 1)**

Изложены теоретические основы, показано современное состояние и перспективы производства окускованного железорудного материала для доменного и бездоменного получения железа. Описаны методы определения металлургических характеристик железорудных материалов, требования к ним для дальнейшей плавки, положительные и отрицательные свойства для эффективного использования в металлургии. Освещены технологии производства агломерата и окатышей с металлургическими характеристиками, а также новых видов окускованных материалов для доменной плавки. Рассмотрены безобжиговые технологии производства окатышей, их металлургические характеристики.

Для студентов и аспирантов металлургических специальностей. Учебник может быть полезен научным и инженерно-техническим работникам научно-исследовательских институтов и предприятий металлургической промышленности.

УДК 669.162.26  
ББК 34.323

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВЫПЛАВКИ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ.....	5
1.1. Строение и средний состав Земли.....	5
1.2. Процессы минерало- и рудообразования.....	9
1.3. Железные и марганцевые руды.....	11
1.3.1. Железные руды.....	12
1.3.2. Марганцевые руды.....	17
1.4. Металлургические флюсы.....	19
1.5. Связующие добавки.....	21
1.6. Metallургическое топливо.....	22
2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И АГРЕГА- ТЫ В ДОМЕННОЙ И БЕЗДОМЕННОЙ МЕТАЛЛУРГИИ.....	25
2.1. Основы теории восстановления оксидов железа.....	26
2.2. Доменная (коксовая) металлургия.....	31
2.2.1. Основы технологии производства металлургического кокса..	32
2.2.2. Основы технологии доменной плавки.....	37
2.2.3. Стандартные методы изучения и показатели металлургиче- ских характеристик железорудных материалов и кокса, влияющих на результаты доменной плавки.....	43
2.3. Бездоменная металлургия железа.....	56
2.3.1. Твердофазные технологии производства губчатого железа..	60
2.3.2. Жидкофазные технологии выплавки чугуна.....	72
3. УСРЕДНЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ШИХТЫ НА ВСЕХ ЭТА- ПАХ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕД ВЫПЛАВКОЙ МЕТАЛЛА.....	85
3.1. Теоретические основы усреднения.....	85
3.2. Технология и оборудование при усреднении на открытых складах большой ёмкости.....	88
3.3. Усреднение компонентов шихты в цехах во время технологи- ческого процесса.....	96
4. ОБОГАЩЕНИЕ МАГНЕТИТОВЫХ И ГЕМАТИТОВЫХ РУД..	98
4.1. Подготовка железных руд по крупности (дробление, класси- фикация, измельчение).....	99
4.1.1. Дробление руд.....	99
4.1.2. Классификация сыпучих материалов по крупности.....	114
4.1.3. Гидро- и пневмокласификация мелких материалов.....	129
4.1.4. Измельчение железных руд.....	135
4.2. Обогащение рядовых и бедных железных руд.....	149
4.2.1. Гравитационные методы обогащения.....	151
4.2.2. Магнитная сепарация.....	159
4.2.3. Флотационное обогащение.....	169
4.2.4. Обезвоживание железорудных концентратов.....	179

4.2.5. Обжиг руд и флюсов.....	191
5. ПОДГОТОВКА КОМПОНЕНТОВ ШИХТЫ ПО КРУПНОСТИ И ШИХТ К ОКУСКОВАНИЮ (СМЕШИВАНИЕ И ОКОМКОВАНИЕ) .....	192
5.1. Технологические схемы и характеристики компонентов шихты в производстве агломерата и окатышей.....	193
5.1.1. Технологические схемы производства.....	193
5.1.2. Железосодержащие компоненты шихты.....	195
5.1.3. Флюсы, твердое топливо и связующие.....	202
5.2. Подготовка по крупности, дозирование и смешивание компонентов шихты.....	205
5.2.1. Дробление и измельчение компонентов шихты.....	205
5.2.2. Расчет шихты и дозирование компонентов шихты.....	211
5.2.3. Смешивание шихты.....	218
5.3. Окомкование аглошихт и шихт для получения сырых окатышей.....	226
5.3.1. Теоретические основы окомкования агломерационных шихт и шихт при получении сырых окатышей.....	226
5.3.2. Технология и основное технологическое оборудование для окомкования аглошихт и получения сырых окатышей.....	243
5.3.3. Влияние технологических характеристик компонентов шихты на показатели качества окомкованных сырых и готовых окускованных материалов.....	255
5.3.4. Роль связующих добавок в производстве агломерата и окатышей.....	264
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	292
СОДЕРЖАНИЕ.....	294