

В. П. Лялюк

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ



«Инфра-Инженерия»

В. П. Лялюк

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ**

Монография

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2020

УДК 669.162.26
ББК 34.323
Л97

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент *И. Г. Ризницкий*;
кандидат технических наук, доцент *Ф. М. Журавлев*

Лялюк, В. П.
Л97 Моделирование процессов доменной плавки : монография. – Москва ; Вологда : «Инфра-Инженерия», 2020. – 160 с.
ISBN 978-5-9729-0400-6

Приведен ряд примеров физического моделирования некоторых процессов доменной плавки, а также разработанных технических и технологических решений, которые были защищены патентами на изобретения и после проведения лабораторных экспериментов приняты к внедрению на комбинате «Криворожсталь».

Для специалистов в области металлургии, а также студентов, аспирантов, преподавателей и научных работников.

УДК 669.162.26
ББК 34.323

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	5
2. СХЕМА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	14
2.1. Работа с литературой.....	14
2.2. Методика исследования.....	15
2.3. Подготовка объекта исследования.....	16
2.4. Выбор технических средств контроля.....	16
2.5. Отработка методики исследования.....	16
2.6. Планирование и проведение исследования.....	17
2.7. Анализ и представление результатов.....	17
3. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА.....	18
3.1. Задачи планирования исследований.....	18
3.2. Выбор параметров оптимизации.....	19
3.3. Выбор факторов.....	19
3.4. Отсевание факторов.....	20
3.5. Отыскание области оптимума.....	26
4. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ (ИНТЕРПРЕТАЦИЯ) ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	31
4.1. Математическое описание исследуемого процесса.....	31
4.2. Анализ коэффициентов регрессии полинома.....	32
4.3. Графический анализ уравнений.....	32
4.4. Статистические исследования процессов.....	34
4.4.1. Методы исследования взаимосвязи явлений.....	35
4.4.2. Линейная парная корреляция.....	36
4.4.3. Криволинейная парная корреляция.....	42
4.4.4. Множественная линейная корреляция.....	45
5. ПОДГОТОВКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	48
5.1. Моделирование.....	48

5.2. Виды подобия и их классификация.....	49
5.3. Теоремы о подобии.....	49
5.4. Определение критериев подобия.....	50
5.5. Критерии для моделирования газо- и гидродинамических явлений.....	52
5.6. Комплексные критерии подобия.....	54
5.7. Критерии теплового подобия.....	54
5.8. Критерий механического подобия.....	55
6. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ..	56
6.1. Моделирование механики зоны горения перед фурмами доменной печи.....	56
6.2. Зависимость размеров зон циркуляции от режима дутья и диаметра фурм.....	59
6.3. Исследование влияния кинетической и полной энергий на размеры зоны циркуляции.....	63
6.4. Влияние кинетической энергии на длину зоны циркуляции на лабораторной модели.....	69
6.5. Влияние числа и диаметра фурм на пропускную по газу способность слоя.....	74
6.6. Работа потока дутья, израсходованная на образование зоны циркуляции.....	80
6.7. Моделирование механики взаимодействия потоков шихты и дутья на холодной модели доменной печи.....	85
6.8. Потери давления при продувке стационарного слоя шихты на лабораторной установке.....	89
6.9. Изучение поведения сыпучей среды при выпуске из приемной воронки засыпного аппарата.....	104
6.9.1. Краткая характеристика сыпучей среды.....	104
6.9.2. Равновесие на наклонной плоскости.....	111

6.9.3. Особенности выпуска сыпучего тела из сосудов с наклонными стенками.....	112
6.9.4. Экспериментальное уточнение поведения сыпучей среды при выпуске.....	114
6.9.5. Устройство двухконусного засыпного аппарата с лепестковым распределителем шихты.....	118
6.10. Физическое моделирование процессов истечения чугуна и шлака из горна доменной печи.....	131
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	148
СОДЕРЖАНИЕ.....	156