

А. А. Панычев

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ПО ОБОГАЩЕНИЮ КОМПЛЕКСНОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ



А. А. Паньчев

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА
ПО ОБОГАЩЕНИЮ КОМПЛЕКСНОГО
ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ**

Монография

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2021

УДК 622.341+622.7+669.1

ББК 33.4

П16

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор кафедры металлургии стали,
новых производственных технологий и защиты металлов

НИТУ «МИСиС» *А. В. Явойский;*

кандидат технических наук, ведущий специалист

АО «Уральская Сталь» *А. В. Заводяный*

Панычев, А. А.

П16 Совершенствование производства по обогащению комплексного железорудного сырья : монография / А. А. Панычев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 400 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-9729-0636-9

Приводится обзор данных о кричномагнитном способе обогащения труднообогатимых железосодержащих руд. Рассмотрены особенности данного способа при переработке комплексного сырья. Дано современное представление о теории и технологии восстановления, а также о рациональном конструктивном оформлении производства. Показаны особенности управления ходом вращающейся трубчатой печи при переработке природно-легированного сырья. Приведены результаты научных исследований по интенсификации процесса обогащения и его удешевлению.

Для инженеров и технологов, работающих в различных отраслях металлургии. Может быть полезно студентам и аспирантам металлургических специальностей.

УДК 622.341+622.7+669.1

ББК 33.4

ISBN 978-5-9729-0636-9

© Панычев А. А., 2021

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ СПОСОБА	7
Глава 2. ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОПЫТ ПО ОБЖИГУ ПРИРОДНОЛЕГИРОВАННОГО СЫРЬЯ	16
2.1. Опытнo-промышленное обогащение природно-легированного сырья кричномагнитным способом	16
2.1.1. Обработка, анализ и аппроксимирование показателей	20
2.1.2. О производительности	31
2.1.3. Расчёт проектной производительности печи	32
2.1.4. О содержании шлама в обогащённой крице	33
2.1.5. Содержание серы в крице	34
2.1.6. Производство крицы на смешанных рудах	34
2.1.7. Основные выводы	35
2.2. Утилизация железоникельсодержащих отходов горно-металлургического производства во вращающихся трубчатых печах	36
2.2.1. Поиск оптимальных параметров ведения процесса	38
2.2.2. Промышленное производство	44
2.2.3. Обсуждение способа утилизации отходов в трубчатых печах	48
Глава 3. РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОЦЕССА	54
3.1. Исследования по интенсификации кричномагнитного способа обогащения труднообогатимого природно-легированного сырья	54
3.1.1. Изучение свойств сырьевых ресурсов	54

3.1.2. Исследования процесса восстановления	
труднообогатимого природно-легированного сырья.....	62
3.1.2.1. Методика и аппаратура.....	62
3.1.2.2. Исследование влияния известняка на	
восстановимость руды без восстановителя	71
3.1.2.3. Исследование влияния известняка на	
восстановимость руды с восстановителем руды	75
3.1.2.4. Исследование влияния продолжительности обжига	
на степень восстановления при восстановлении	
руды с добавкой известняка	79
3.1.2.5. Исследование влияния на процесс восстановления	
размера зёрен обжигаемого материала и качества	
восстановителя	83
3.1.3. Промышленные испытания интенсификации	
восстановимости аккермановских руд.....	88
3.1.3.1. Подготовка руды	88
3.1.3.2. Оборудование и методика	89
3.1.3.3. Технологическая оценка процесса.....	90
3.1.3.4. Показатели замеров и опробований.....	92
3.1.3.5. Обсуждение результатов	99
3.1.3.6. Выводы исследования процесса восстановления.....	100
3.1.4. Исследование окускования мелкой крицы	102
3.2. Вопросы теории и технологии процесса	111
3.2.1. Описание процесса.....	111
3.2.2. Химизм процесса восстановления.....	128
3.2.3. Механизм и кинетика процесса восстановления	
руды с добавкой известняка.....	137
3.2.4. Оптимизация параметров процесса.....	147
3.2.5. Выводы исследования процесса восстановления.....	151

Глава 4. КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА	154
4.1. Общие сведения по применению оборудования и его рационализации	154
4.2. Подбор оборудования для дробления и сортировки сырой руды.....	170
4.3. Предпосылки для совершенствования вращающихся трубчатых печей	172
Глава 5. ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ХОДОМ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ	179
Глава 6. НОВЫЕ СПОСОБЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ПО ВЕДЕНИЮ ПРОЦЕССОВ	195
6.1. Новые способы разделения минеральных продуктов на магнитные и немагнитные части	195
6.1.1. Способ разделения на винтообразном жёлобе с магнитной системой.....	195
6.1.2. Способ разделения на винтообразном жёлобе с аэрацией пульпы.....	201
6.1.3. Способ разделения на винтообразном жёлобе с вибрационными колебаниями.....	211
6.1.4. Способ разделения на винтообразном жёлобе с реверсируемым вращением	219
6.2. Новые винтовые сепараторы с магнитной системой.....	226
6.2.1. Винтовой сепаратор с магнитной системой, расположенной внутри винтового жёлоба.....	226
6.2.2. Винтовой сепаратор с магнитной системой и аэратором пульпы	235
6.2.3. Винтовой сепаратор с магнитной системой и вибровозбудителем	244

6.2.4. Винтовой сепаратор с магнитной системой и устройством для вращения жёлоба	254
6.3. Способы агломерации железорудных материалов, основанные на увлажнении шихты пульпой.....	264
6.3.1. Исследование агломерации железорудных материалов с увлажнением шихты пульпой	264
6.3.2. Способ с увлажнением шихты пульпой, содержащей отходы бурожелезняковых руд	286
6.3.3. Способ с увлажнением шихты пульпой, содержащей угольную пыль	289
6.3.4. Способ с увлажнением шихты пульпой, содержащей породу определённого состава	293
6.3.5. Способ с увлажнением шихты пульпой, содержащей шламы определённого состава	297
6.3.6. Способ с увлажнением шихты пульпой, содержащей отходы флюсовых известняков	303
6.3.7. Способ с увлажнением шихты пульпой, содержащей отходы доломитов	307
6.3.8. Способ с увлажнением шихты пульпой, содержащей породу с определённым составом редкоземельных элементов	311
6.4. Новые способы повышения флюсовой активности при подготовке известняка к кричному обжигу и агломерации	316
Глава 7. РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КРИЧНОМАГНИТНОГО ОБОГАЩЕНИЯ.....	343
7.1. Подготовка руды к кричномагнитному обогащению	343
7.2. Раскрытие зерен крицы в обожженной руды	351
7.3. Обогащение	352

Глава 8. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КРИЧНОМАГНИТНОГО СПОСОБА ОБОГАЩЕНИЯ	359
Глава 9. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	362
9.1. Метод минимизации затрат и оперативного определения себестоимости продукции	362
9.2. Экономическая эффективность кричномагнитного способа обогащения.....	376
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	382
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	388
ОГЛАВЛЕНИЕ.....	393