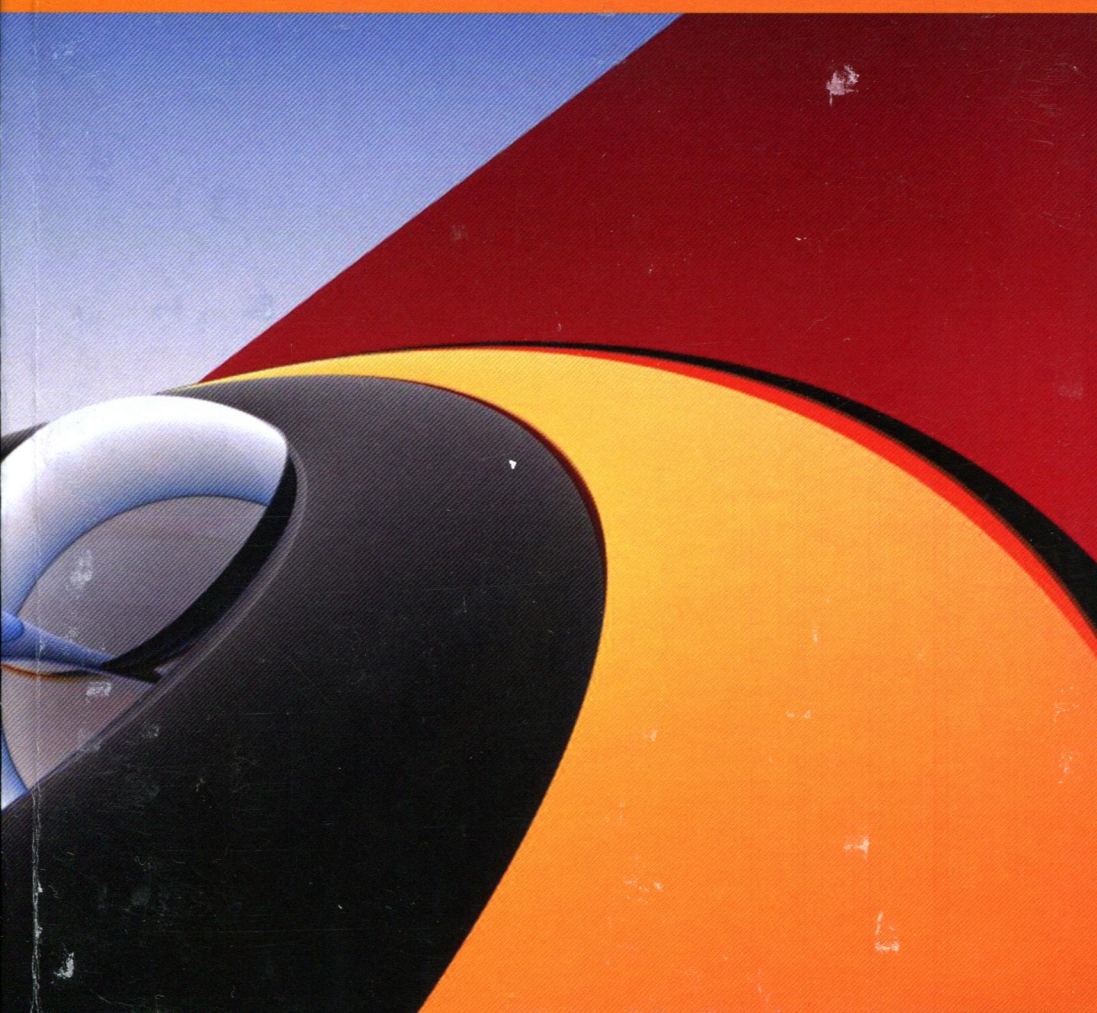


Н.Ф. Стась

СВЕРХЧИСТЫЕ
ЖЕЛЕЗОРУДНЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

« НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ »

Н.Ф. Стась

**СВЕРХЧИСТЫЕ
ЖЕЛЕЗОРУДНЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ**

Монография

Издательство
Томского политехнического университета
2014

УДК 622.7.2:622.341

ББК 33.4:65.304.12

С77

Стась Н.Ф.

С77

Сверхчистые железорудные концентраты: монография / Н.Ф. Стась; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 170 с. ISBN 978-5-4387-0414-0

Монография посвящена исследованиям получения сверхчистых железорудных концентратов методами химического обогащения железных руд. Обоснована классификация концентратов на рядовые, чистые и сверхчистые. Изучена очистка рядовых концентратов от примесей кальция и магния растворами кислот и примесей кремния расплавом и растворами щелочей. Разработан автоклавно-щелочной метод получения сверхчистых концентратов и проведены его промышленные испытания. Показана возможность применения сверхчистого гематитового концентрата в химическом процессе переработки нитрата натрия.

Предназначена для специалистов по обогащению железных руд, научных работников, аспирантов и студентов технических вузов.

УДК 622.7.2:622.341

ББК 33.4:65.304.12

Рецензенты

Доктор химических наук, профессор
заведующий кафедрой неорганической химии ТГУ
В.В. Козик

Доктор технических наук, профессор
заведующий кафедрой химии ТГАСУ
Ю.С. Саркисов

ISBN 978-5-4387-0414-0

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2014

© Стась Н.Ф., 2014

© Обложка. Издательство Томского
политехнического университета, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

| Наименование разделов | Стр |
|---|-----|
| Введение | 3 |
| Глава 1. Железные руды и железорудные концентраты | 7 |
| 1.1. Железные руды | 7 |
| 1.2. Рядовые железорудные концентраты | 9 |
| 1.3. Чистые концентраты | 10 |
| 1.4. Сверхчистые концентраты | 14 |
| Выводы | 15 |
| Глава 2. Химические методы обогащения железных руд (литературный обзор) | 16 |
| 2.1. Обработка растворами щелочей при атмосферном давлении | 16 |
| 2.2. Обработка растворами щелочей в автоклавах | 19 |
| 2.3. Спекание с кальцинированной содой | 20 |
| 2.4. Очистка кислотами | 20 |
| 2.5. Программа исследований | 22 |
| Выводы | 24 |
| Глава 3. Взаимодействие железных руд с кислотами | 25 |
| 3.1. Реакции минералов железа с кислотами | 25 |
| 3.2. Исходные продукты и методика экспериментов | 26 |
| 3.3. Методы анализов | 27 |
| 3.4. Растворимость в азотной кислоте | 27 |
| 3.5. Растворимость в соляной и серной кислотах | 32 |
| Выводы | 34 |
| Глава 4. Очистка железорудных концентратов от примесей кальция и магния | 35 |
| 4.1. Методика экспериментов и анализов | 35 |
| 4.2. Очистка азотной кислотой | 36 |
| 4.3. Очистка раствором соли азотной кислоты | 42 |
| Выводы | 44 |
| Глава 5. Очистка от кальция и магния в процессе непрерыв- ного измельчения | 45 |
| 5.1. Обоснование экспериментов | 45 |
| 5.2. Методика экспериментов и анализов | 45 |
| 5.3. Предварительный опыт | 46 |
| 5.4. Основные опыты | 48 |
| Выводы | 50 |

| | |
|---|----|
| Глава 6. Очистка концентратов от кремния растворами щелочей при атмосферном давлении | 51 |
| 6.1. Обоснование экспериментов | 51 |
| 6.2. Методика проведения опытов | 52 |
| 6.3. Методика определения кремния в растворах | 52 |
| 6.4. Методика определения кальция и магния | 54 |
| 6.5. Результаты предварительных опытов | 55 |
| 6.6. Опыты при различной концентрации гидроксида натрия | 58 |
| 6.7. Влияние температуры на степень выщелачивания кремния | 60 |
| 6.8. Максимальное выщелачивание кремния | 63 |
| Выводы | 64 |
| | |
| Глава 7. Выщелачивание примесей из рядового концентрата в автоклаве | 65 |
| 7.1. Обоснование экспериментов | 65 |
| 7.2. Методика проведения опытов | 65 |
| 7.3. Результаты опытов при различных температурах | 67 |
| 7.4. Результаты опытов при различных концентрациях щёлочи | 68 |
| 7.5. Очистка от других примесей | 71 |
| Выводы | 73 |
| | |
| Глава 8. Технологические условия автоклавного выщелачивания | 74 |
| 8.1. Влияние размера частиц концентрата | 74 |
| 8.2. Влияние соотношения Ж:Т | 75 |
| 8.3. Влияние интенсивности перемешивания | 77 |
| 8.4. Многократное использование щёлочи | 80 |
| Выводы | 81 |
| | |
| Глава 9. Кинетика выщелачивание кремния из железорудных концентратов | 82 |
| 9.1. Кинетика выщелачивания при атмосферном давлении | 82 |
| 9.2. Кинетика автоклавного выщелачивания в изотермических условиях | 87 |
| 9.3. Кинетика выщелачивания при линейном нагревании автоклава | 90 |
| Выводы | 93 |

| | |
|---|----|
| Глава 6. Очистка концентратов от кремния растворами щелочей при атмосферном давлении | 51 |
| 6.1. Обоснование экспериментов | 51 |
| 6.2. Методика проведения опытов | 52 |
| 6.3. Методика определения кремния в растворах | 52 |
| 6.4. Методика определения кальция и магния | 54 |
| 6.5. Результаты предварительных опытов | 55 |
| 6.6. Опыты при различной концентрации гидроксида натрия | 58 |
| 6.7. Влияние температуры на степень выщелачивания кремния | 60 |
| 6.8. Максимальное выщелачивание кремния | 63 |
| Выводы | 64 |
| Глава 7. Выщелачивание примесей из рядового концентрата в автоклаве | 65 |
| 7.1. Обоснование экспериментов | 65 |
| 7.2. Методика проведения опытов | 65 |
| 7.3. Результаты опытов при различных температурах | 67 |
| 7.4. Результаты опытов при различных концентрациях щёлочи | 68 |
| 7.5. Очистка от других примесей | 71 |
| Выводы | 73 |
| Глава 8. Технологические условия автоклавного выщелачивания | 74 |
| 8.1. Влияние размера частиц концентрата | 74 |
| 8.2. Влияние соотношения Ж:Т | 75 |
| 8.3. Влияние интенсивности перемешивания | 77 |
| 8.4. Многократное использование щёлочи | 80 |
| Выводы | 81 |
| Глава 9. Кинетика выщелачивание кремния из железорудных концентратов | 82 |
| 9.1. Кинетика выщелачивания при атмосферном давлении | 82 |
| 9.2. Кинетика автоклавного выщелачивания в изотермических условиях | 87 |
| 9.3. Кинетика выщелачивания при линейном нагревании автоклава | 90 |
| Выводы | 93 |

| | |
|--|-----|
| Глава 10. Автоклавная очистка от примесей необогащенной руды | 94 |
| 10.1. Лабораторный автоклав высокого давления | 94 |
| 10.2. Подготовка руды | 96 |
| 10.3. Выщелачивание кремния из крупной руды при различных температурах | 97 |
| 10.4. Выщелачивание кремния из средней руды при различных температурах | 100 |
| 10.5. Выщелачивание кремния из средней руды при различных концентрациях щёлочи | 102 |
| 10.6. Выщелачивание кремния из мелкой руды | 102 |
| 10.7. Химические процессы при выщелачивании примесей из необогащенной руды | 108 |
| 10.8. Раскрытие руды при автоклавном выщелачивании примесей | 112 |
| Выводы | 114 |
| Глава 11. Влияние обработки руды физическими методами на её очистку от примесей | 115 |
| 11.1. Состояние исследований по обработке горных пород и минералов физическими методами | 115 |
| 11.2. Электрогидравлические удары | 116 |
| 11.3. Нагрев и гашение руды водой | 121 |
| 11.4. Радиационное облучение | 124 |
| Выводы | 124 |
| Глава 12. Очистка железной руды от примесей разбавленными растворами кислот и щелочей | 125 |
| 12.1. Обоснование экспериментов и методика их проведения | 125 |
| 12.3. Выщелачивание кремния, кальция и магния | 126 |
| 12.3. Переменное действие растворами щёлочи и кислоты и имитация непрерывного выщелачивания | 128 |
| Выводы | 130 |
| Глава 13. Очистка железной руды от примесей расплавленным гидроксидом натрия | 131 |
| 13.1. Обоснование экспериментов и методика их проведения | 131 |
| 13.2. Результаты проведенных опытов | 133 |
| Выводы | 136 |

| | |
|---|-----|
| Глава 14. Получение промышленных партий сверхчистого концентрата | 137 |
| 14.1. Получение сверхчистого гематитового концентрата | 137 |
| 14.2. Получение сверхчистого магнетитового концентрата | 141 |
| Выводы | 145 |
| Глава 15. Применение железорудных концентратов в химическом процессе | 146 |
| 15.1. Проблема переработки нитрата натрия | 146 |
| 15.2. Опыты с использованием химических реактивов | 147 |
| 15.3. Использование рядового железорудного концентрата | 151 |
| 15.4. Использование сверхчистого концентрата в лабораторных исследованиях | 154 |
| 15.5. Использование сверхчистого концентрата на полупромышленной установке | 156 |
| Выводы | 159 |
| Заключение | 160 |
| Литература | 161 |