

ВЫДЕЛЕНИЕ ТИТАНА ИЗ ТИТАНОМАГНЕТитОВОЙ РУДЫ

В.В. Орлов, Р.О. Медведев, И.В. Амеличкин

Научный руководитель: профессор, д.х.н. В.И. Сачков

Национальный исследовательский Томский государственный университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, 634050

E-mail: yvorlov92@mail.ru

EXTRACTION OF TITANIUM FROM TITANOMAGNETTIS

V.V. Orlov, R.O. Medvedev, I.V. Amelichkin

Scientific Supervisor: Dr. V.I. Sachkov

Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin str., 36, 634050

E-mail: yvorlov92@mail.ru

***Abstract.** In this paper, we study the possibility of obtaining iron and titanium-vanadium concentrates with highest contents of iron and titanium, respectively, through hydrometallurgical processing of the titanomagnetite ores of the Chineisk deposit. Ammonium fluoride concentration was varied from 0.08 mol/L to 4.2 mol/L with the other fixed parameters. It was shown that optimum ammonium fluoride concentration for leaching the ore is 0.42 mol/L. The acidity of solution was changed by adding of hydrofluoric acid with varied concentration (from 0.86 mol/L to 4.07 mol/L) to ammonium fluoride solution with fixed concentration of 0.42 mol/L. The best results (degree of titanium extraction = 63.7%) were obtained when using a solution of hydrofluoric acid with concentration 4.07 mol/L.*

Введение. Титан является одним из наиболее распространенных химических элементов как по содержанию в земной коре, так и по наличию минералов этого металла в разнообразных горных породах [1]. Благодаря хорошему сочетанию механических и технологических свойств, а также высокой коррозионной стойкости титан находит широкое применение в самых различных отраслях промышленности.

Из титановых минералов наибольшее промышленное значение имеют ильменит, титаномagnetит и рутил [2]. Ванадийсодержащие титаномagnetитовые руды считаются одним из наиболее перспективных видов нетрадиционных руд и важным источником титана, ванадия и железа [3]. Титаномagnetитовые руды содержат около 6,5 % доказанных запасов железной руды, более 90 % запасов V_2O_5 и около 60 % запасов TiO_2 . В России запасы V_2O_5 и TiO_2 составляют 80 % и 18,54 %, соответственно. Мировые общие запасы титаномagnetитов составляют десятки миллиардов тонн [3] и около 50 % запасов железной руды этого типа принадлежат Российской Федерации. Одним из перспективных месторождений титаномagnetитовых руды является Чинейское, участок «Магнитный».

Крупные металлургические предприятия в основном перерабатывают бедные по диоксиду титана титаномagnetитовые руды или используют их в качестве добавок, в связи со сложностью переработки руд с содержанием титана свыше 4 %. Аномальное поведение оксида титана по сравнению с оксидами других химических элементов при восстановительной проплавке сырья, значительно затрудняет процессы выплавки чугуна, особенно в доменных печах большого объема [4, 5].

Материалы и методы исследования. Для проведения агитационного выщелачивания осуществлялось дробление исходного рудного материала до крупности -3 мм для максимального раскрытия сростков минералов. Процесс выщелачивания титана из титаномагнетитовой руды проводили в агитаторах. Выщелачивание осуществляли водными растворами, содержащими ионы аммония ((NH₄)⁺) и фтора (F⁻). Концентрация ионов аммония и фтора обеспечивалась введением в раствор фторида аммония (NH₄F), гидроксида аммония (NH₄OH) и кислоты фтористоводородной (HF). Концентрация ионов аммония в растворах варьировалась от 0,08 до 4,20 моль/л, ионов фтора от 0,08 до 8,40 моль/л. Массы исследуемых образцов составляли 100г. Соотношение Т:Ж=1:3. Процесс осуществляли в агитаторах из полиэтилена объемом 1000 мл при постоянном перемешивании при комнатной температуре.

Исследования фазового состава и структурных параметров образцов проводили на дифрактометре XRD-6000 на CuKα-излучении. Анализ фазового состава проведен с использованием баз данных PDF 4+, а также программы полнопрофильного анализа POWDER CELL 23. Содержание элементов в растворе определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на спектрометре ELAN модель DRC-e № W1520501.

Результаты. В соответствии с результатами рентгенофазового анализа, в таблице 1 приведено процентное содержание фаз. По результатам анализа содержание железа составило 53,02 масс. %, содержание титана – 8,82 масс. %. Таким образом, титаномагнетитовая руда Чинейского месторождения является неудобным сырьем для переработки по классической пирометаллургической, что связано с содержанием титана свыше 4%.

Влияние концентраций фторида аммония и фтористоводородной кислоты на состав концентрата, полученного выщелачиванием титаномагнетитовой руды представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показательные результаты выщелачивания титаномагнетитовой руды

| Выщелачивающий раствор | Массовое содержание элементов в железном концентрате, масс.% | | Извлечение Ti в раствор, % | Отношение Fe/Ti в железном концентрате |
|---|--|-----|----------------------------|--|
| | Fe | Ti | | |
| C _M (NH ₄ F) = 0,42 моль/л | 62,8 | 4,6 | 47,8 | 13,6 |
| C _M (NH ₄ F) = 1 моль/л | 60,2 | 3,5 | 60,3 | 17,2 |
| C _M (NH ₄ F) = 0,42 моль/л C _M (HF) = 4,07 моль/л | 65,6 | 3,2 | 63,7 | 20,5 |

При добавлении плавиковой кислоты в выщелачивающий раствор удалось снизить концентрации титана в твердом остатке до 3,2 %. При этом отношение Fe/Ti составило 20,5, что говорит о селективности метода.

Нами был предложен кучный метод переработки титаномагнетитовой руды. Схема переработки представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Схема переработки титаномагнетитовой руды

Как следует из рисунка 1, руду обрабатывают выщелачивающим раствором требуемого состава. Осаждение титанового концентрата гидроксидом аммония позволяет использовать растворы в качестве циклических растворов, которые после регулирования концентрации возвращаются на стадию выщелачивания. После извлечения из руды заданного количества титана куча представляет собой концентрат железа, который подходит для дальнейшей металлургической обработки.

Заключение. По результатам экспериментов можно сделать вывод, что представленный метод может быть использованы для переработки титаномагнетитовых руд, а кучное выщелачивание по этой технологии является оптимальным методом переработки руды из-за участия в процессе значительных объемов обрабатываемой руды.

Результаты были получены в рамках выполнения проектной части государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации, проект № 10.3031.2017 / 4.6

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Химия и технология редких и рассеянных элементов, ч.2 / Под ред. К.А. Большакова. Учеб. пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1976. – 360 с.
2. Булах А.Г. Общая минералогия / А.Г. Булах, В.Г. Кривовичев, А.А. Золотарёв. – М.: Академия, 2008. – с. 335.
3. Cheng, X. Characterization and pre-concentration of low-grade vanadium-titanium magnetite ore / Z. Yimin, L. Tao, H Jing. – Minerals, Vol. 7(8), 2017.
4. Смирнов Л.А. Металлургическая переработка ванадийсодержащих титаномагнетитов. Л.А. Смирнов, Ю.А. Дерябин, С.В Шаврин. – Челябинск: Металлургия, 1990. – 256 с.
5. Гаврилюк Г.Г. Доменная плавка титаномагнетитов / Г.Г. Гаврилюк, Ю.А. Леконцев, С.Д. Абрамов. – Тула: АССОД, 1997. – 216 с.