

Список литературы

1. Дьяченко А.Н., Крайденко Р.И., Малютин Л.Н., Нечаев Ю.Ю. Способ получения металлического бериллия. Патент RU 2599478 от 23.03.2015 г.
2. Beryllium Science & Technology Association (BeST). *Uses of Beryllium*. URL: <http://beryllium.eu/about-beryllium/critical-applications/> (дата обращения 28.02.2017).
3. Силина Г.Ф., Зарембо Ю.И., Бертина Л.Э. Бериллий. Химическая технология и металлургия. – М: Атомиздат, 1960. – С.43–53.

ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ТИТАНОМАГNETИТОВЫХ РУД ФТОРИДОМ АММОНИЯ

Р.О. Медведев, В.В. Орлов

Научный руководитель – к.б.н., доцент, А.С. Сачкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, rodionmedvedev7@gmail.com

Ванадийсодержащие титаномагнетитовые руды считаются одними из наиболее перспективных видов нетрадиционных руд и являются важным источником железа, ванадия и титана [1]. Всего на территории России найдено и оценено более 40 титаномагнетитовых месторождений. Несмотря на то, что титаномагнетитовые руды давно используются в качестве сырья для получения чугуна, стали и солей ванадия [2], технология их переработки продолжает непрерывно развиваться. Это связано с проблемой комплексности использования сырья.

На сегодняшний день существует несколько способов переработки титаномагнетитовых руд. Наиболее перспективными среди технологий вскрытия руд являются фторидные технологии, преимущества которых: экологичность, приемлемость использования реагентов и низкая стоимость. Условием рентабельности фторидных технологий является использование фтора и фтороводорода в чистом виде, или в виде более технологичного фторида и фторида аммония [3].

В данной работе рассмотрен фторидный гидрометаллургический способ обогащения титаномагнетитовой руды. Он позволяет провести разделение руды на железный концентрат и титано-ванадиевый концентрат. Метод основывается на выщелачивание соединениями содержащими ионы аммония $((\text{NH}_4)^+)$ и фтора (F^-) , в данной работе в качестве выщелачивающего агента использован фторид аммония. Концентрацию водного раствора фторида аммония варьировали в широком диапазоне от 0,08 до 4,2 моль/л. Эксперименты проводились в полиэтиленовых агитаторах объемом 1000 мл при постоянном перемешивании в течение 20 часов при

соотношение Т:Ж=1:3. Исследуемые образцы представляла собой измельченный материал крупностью 3–0 мм. Массы исследуемых образцов составляли 150 г.

Исследования фазового состава и структурных параметров образцов проводили на $\text{CuK}\alpha$ -излучении на дифрактометре XRD-6000. Анализ фазового состава проведен с использованием программы полнопрофильного анализа POWDER CELL 23, а также баз данных PDF 4+. Содержание элементов в растворе определяли на спектрометре ICAP 6200 Duo методом атомно-эмиссионной спектроскопии.

В результате исследований было определено, что с увеличением концентрации фторида аммония в растворе, возрастает степень вскрытия рудного материала. Наименьшее содержание титана (1,9 % масс.) достигнуто в образцах, обработанных раствором фторида аммония с концентрацией 4,2 моль/л.

Содержание железа в твердой фазе увеличивается при концентрации фторида аммония от 0,08 до 0,42 моль/л с 53,02 до 62,80%, соответственно. При дальнейшем увеличении концентрации фторида аммония массовая доля железа в твердой фазе снижается примерно до 30%. Это является негативным фактором, в связи с тем, что образуется в меньшей степени обогащенный железный концентрат. Вероятно, это связано с образованием фторидных комплексов железа $(\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6$, где массовая доля железа 25%.

Таким образом, представлен способ выщелачивания титаномагнетитовых руд фторидом аммония. Показано, что для наиболее полного извлечения титана из исходного сырья в раствор, предпочтительнее использовать более

концентрированные растворы фторида аммония. Для обогащения руды по железу, наиболее оптимальной концентрацией фторида аммония является 0,42 моль/л. Представленный метод по-

зволяет эффективно переработать титаномагнетитовую руду, с получением железного и титано-ванадиевого концентратов.

Список литературы

1. Быховский Л.З., Тигунов Л.П., Пахомов Ф.П., Ильменитовые и титаномагнетитовые месторождения России в связи с ультрабазитовыми и базитовыми комплексами: перспективы освоения и комплексного использования // III междунар. конф. «Ультрабазит-базитовые комплексы складчатых областей и связанные с ними месторождения», Екатеринбург, 2009. – С.93–96.
2. Резниченко В.А., Шабалин Л.И., Титаномагнетиты: месторождения, металлургия, химическая технология. – М.: Наука, 1986. – 295с.
3. Андреев А.А. Фтораммонийные технологии в переработке минерального сырья / А.А. Андреев, А.Н. Дьяченко // Фторидные технологии: сб. тез. докл. всерос. научн.- практ. конф. – Томск: ТГПУ, 2009. – С.87.

ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДОФАЗНОГО КАТАЛИЗАТОРА ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ПАЛЛАДИЯ ИЗ ПРОДУКТОВ РАДИОХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОЯТ

И.А. Меркулов¹, А.Ю. Жабин¹, С.И. Смирнов¹, Е.В. Апалькова^{1,2}, Г.А. Апальков¹
Научный руководитель – д.х.н., профессор И.И. Жерин²

¹ФЯО ФГУП «Горно-химический комбинат»

662970, Россия, г. Железногорск, ул. Ленина 53, atomlink@mcc.krasnoyarsk.su

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, tpu@tpu.ru

В отличие от содержащихся в отработавшем ядерном топливе (ОЯТ) рутения и родия, палладий содержит долгоживущий радиоактивный изотоп Pd-107 ($T_{1/2} = 6,5 \times 10^6$ лет), что ставит под вопрос целесообразность извлечения палладия из ОЯТ. Однако по результатам проведения ряда исследований установлены перспективные области применения выделенного из ОЯТ осколочного палладия в технологиях переработки радиоактивных отходов ядерного топливного цикла: для иммобилизации иода-129, улавливания трития, изготовления защитных контейнеров [1]. Перспективным также является апробирование выделенного из ОЯТ палладия в производстве твердофазных катализаторов окислительно-восстановительных процессов для выделения и разделения актинидов в технологии радиохимической переработки ОЯТ [2].

Процесс выделения палладия из продуктов кислотного растворения волоксирированного ОЯТ включает 2 этапа. На первом этапе производят выделение в осадок более 78% платиноидов (Ru, Rh, Pd) с отделением более 98% образующихся при растворении ОЯТ взвесей [3]. Второй этап включает переработку твердой фазы (осад-

ков), отделенной при осветлении продуктов кислотного растворения ОЯТ, с фракционированием и очисткой палладия от продуктов деления [4].

Предложенный метод выделения палладия из продуктов гидрометаллургической переработки ОЯТ предполагает перевод в раствор при вскрытии осадка, селективное отделение из полученного раствора при каталитически активированном восстановлении до металла на зернистом слое катализатора, отделение с поверхности катализатора при элюировании раствором азотной кислоты.

В ходе лабораторных исследований использовали осадок, отделенный методом центрифугирования в ходе осветления продукта кислотного растворения ОЯТ ВВЭР-1000 с глубиной выгорания 53 ГВт×сут/т U после 7 летней выдержки. В результате окислительной трансформации (анодного окисления в присутствии серебра (II)) отделенного палладийсодержащего осадка и восстановления осадка в парогазовой фазе (с использованием муравьиной кислоты) удалось растворить более 94% осадка и суммарно перевести в раствор более 98% палладия. Аналитические определения проводили с