

ПЕРЕРАБОТКА ОТВАЛЬНОГО МОНАЦИТА ТУГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Е.О. Белякова

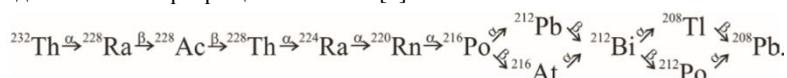
Научный руководитель – доцент В.В. Тихонов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Монацит – минерал, который представляет собой безводную смесь фосфатов тория и редкоземельных элементов [1].

Исследуемое Туганское месторождение – россыпное циркон-ильменитовое месторождение, находится в Туганском районе Томской области в 30 км к северо-востоку от ее административного центра в районе станции Туган [2]. Полезные компоненты относительно равномерно содержатся на месторождении, которое включает отдельные линзообразные промышленные россыпи значительного размера.

При переработке месторождения предполагается вырабатывать ряд продуктов, а именно: кварцевый песок, ильменитовый и циркониевый концентраты. В качестве отвальных продуктов выступают каолиновая глина (накапливается в виде осадка в прудах-отстойниках оборотной воды) и монацит [3]. Монацит выступает радиоактивным минералом, содержащим альфа-эмиттеры (Th-232, U-235, U-238) и продукты их распада (Th-228, Ra-224, Ra-226, Bi-212, Rn-220, Rn-222, Po-212 и др.), ряд из которых (Ac-228, Bi-212, Bi-214, Tl-208, Po-212) гамма-активны. Цепочка радиоактивных превращений Th-232 [2]:



Так, в силу радиоактивности, монацит представляет собой отвальный продукт, требующий особых условий хранения, и относится ко второму классу опасности: после его взаимодействия с окружающей средой экологическая система будет необратимо нарушена.

Целью работы является предварительная оценка выбора технологии переработки монацитового концентрата Туганского месторождения для снижения вредного воздействия на окружающую среду и получение товарных продуктов из отвального (техногенного) сырья.

Из известных источников был рассмотрен химический состав монацита Туганского месторождения. С помощью магнитной, электромагнитной сепарации и ручного отбора была получена монофракция монацита для исследования. В нижеприведенной таблице можно увидеть средние содержания оксидов элементов (таблица 1) [2].

Таблица 1

Средние содержания оксидов некоторых элементов в монаците Туганского месторождения

Оксиды элементов	Средние содержания оксидов элементов, мас. %
P ₂ O ₅	30,65
Ce ₂ O ₃	15,18
La ₂ O ₃	30,10
ThO ₂	2,87
SiO ₂	0,86
CaO	1,74

На основе изучения содержания ценных компонентов в россыпях месторождения установлено: монацит, уходящий в отвальные породы, является источником ценных редкоземельных элементов и фосфора, что свидетельствует о целесообразности его переработки.

Благодаря обогащению и отделению от сопутствующих минералов грохочением и электромагнитной сепарацией получают концентраты, которые содержат 95–98 % монацита [1]. Для извлечения тория, урана и редкоземельных элементов производится гидрометаллургическая переработка монацитового концентрата, которая состоит из:

- получения соединений тория, урана и редкоземельных элементов, растворимых в минеральных кислотах, путем вскрытия исходного концентрата;
- перевода в раствор тория, урана и редкоземельных элементов;
- отделения тория, урана и редкоземельных элементов от фосфора;
- разделения тория, урана и редкоземельных элементов.

Технологии переработки монацитовых концентратов могут быть усовершенствованы благодаря разработке новых процессов для осуществления всех отмеченных выше стадий, или к их модернизации с учетом современных достижений гидрометаллургической переработки редких и радиоактивных металлов [3].

На концентрационных столах происходит одно- или двукратная очистка первичного концентрата благодаря разнице в плотности минералов и их смачиваемости различными жидкостями. С помощью магнитной сепарации происходит разделение монацитового концентрата на сильномагнитную, слабомагнитную и немагнитную фракции: ильменит, монацит и циркон, кварцевый песок, рутил, гранат, соответственно. В таблице 2 представлена тяжелая фракция минералов, содержащихся в руде [2].

Таблица 2

Тяжелая фракция минералов, содержащихся в руде

Минерал	Удельный вес, г / см ³
Корунд	3,9-4,1
Ильменит	3,5-5,0
Монацит	4,2-5,5

Получаемый концентрат содержит до 98 % монацита и является сырьем для производства соединений тория.

Монацит, как безводная смесь ортофосфатов тория и редкоземельных элементов, имеет высокую химическую устойчивость, не растворяется в воде, а также в минеральных кислотах при нормальной температуре, устойчив к нагреву на воздухе до высоких температур. Все эти факторы серьезно осложняют его переработку. В основе вскрытия монацита лежат технологии, разрушающие прочную кристаллическую решетку фосфатов редкоземельных элементов благодаря взаимодействию с крепкими растворами минеральных кислот или щелочей, а также спеканию с карбонатно-щелочными соединениями металлов, находящихся в первой группе периодической таблицы Д. И. Менделеева.

Известны схемы вскрытия монацита по кислотной и щелочной схеме, имеющие свои плюсы и минусы и ориентированные на свой целевой продукт вскрытия [1]. Изучение схем вскрытия показало, что при рассмотрении метода вскрытия монацита практически не учитывались технико-экономические затраты, связанные как с аппаратурным оформлением процесса, так и с вопросами хранения продуктов переработки: в частности, тория.

С учётом конъюнктуры рынка и близкого расположения Сибирского химического комбината системы ГК Росатом, была выбрана щелочная схема вскрытия монацита, которая позволяет извлечь коллективный концентрат редкоземельных элементов и торий. Фосфатно-щелочной раствор, полученный в результате щелочной переработки концентрата и свободный от редкоземельных элементов и радиоактивных примесей, может быть задействован при производстве фосфатных удобрений – побочного товарного продукта [2]. Определено, что вся гамма- и альфа-активность содержится в осадках гидроксидов, образовавшихся в результате щелочной обработки монацитового концентрата. Это говорит о том, что фосфатно-щелочные растворы не нужно очищать от радионуклидов, так как часть радионуклидов переходит в раствор. Подлежит захоронению лишь нерастворенная часть осадка, содержащая радионуклиды ториевого ряда. Предварительный расчёт показывает, что выделение фосфата натрия позволяет окупить процесс вскрытия.

Торий, извлекаемый при переработке монацитового концентрата, находит успешное применение в ядерной энергетике. Запасы урана истощаются из-за возрастающего числа ядерных установок с топливом на основе урана. Решить данную проблему можно благодаря применению ториевого топливного цикла, доказанную эффективность которого можно наблюдать практически во всех реакторных системах уже на ранней стадии его исследования. Уран-ториевое топливо имеет значительное преимущество по сравнению с топливом на основе урана или урана и плутония: с точки зрения энергетике 1 тонна тория эквивалентна 200 тоннам урана или 3,5 млн т угля [1]. Более того, торий-232 образует уран-233 – качественное ядерное топливо, которое отлично подходит для большинства типов современных реакторов.

Разработана принципиальная и аппаратурно-технологическая схемы щелочной переработки монацитового концентрата, позволяющие сократить количество используемого оборудования, организовать протекание процессов выделения ториевого концентрата из отвального монацита Туганского месторождения с минимальным воздействием на окружающую среду, а также обеспечить безопасность технологических операций на производстве и утилизации отходов переработки, поскольку они будут принадлежать к категории общепромышленных в соответствии с п. 1 ст.12 Федерального закона РФ от 11.07.2011 № 190 «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Литература

1. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Производство редких и редкоземельных металлов / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М.: Бюро НДТ, 2017. – 210 с.
2. Муслимова А.В. Извлечение редкоземельных элементов из монацитового концентрата: дис. ... канд. хим. наук. – СТИ НИЯУ МИФИ, 2019. – 180 с.
3. Рихванов Л.П. Циркон-ильменитовые россыпные месторождения - как потенциальный источник развития Западно-Сибирского региона / Л.П. Рихванов, С.С. Кропанин, С. А. Бабенко. – М.: Сарс. – 2001. – 214 с.