

каустической соды (NaOH) или СФ-20 (основное дегазирующее средство подразделений ВС И МЧС) и захоронить в хранилище химических отходов. В ОТСМ ИХТРЭМС КНЦ РАН проводятся исследования по оценке возможности использования алюминиевого шлама в качестве дешевого поризатора взамен алюминиевой пудры, применяемой в производстве теплоизоляционных материалов.

Все остальные отходы, содержащие концентраты природных минералов, можно использовать в качестве насыпных грунтов при условии их технической мелиорации. Для увеличения содержания крупных фракций, повышения плотности и неоднородности гранулометрического состава, рекомендуется возведение отсыпки вдоль ограждения территории промплощадки КМТП с использованием отходов и песчано-гравийного материала в соотношении от 1:1 до 1:3 по объему (Лалетин, 1970; Ломтадзе, 1970; Инженерно-экологические..., 1997). Рыхлые грунты необходимо уплотнять укаткой, а при строительстве ограждения – применять трамбование.

Литература

- Лалетин Н.В. Основания и фундаменты. – М.: Высшая школа, 1970. – 352 с.
Ломтадзе В.Д. Инженерная геология: инженерная петрология. – Л.: Недра, 1970. – 528 с.
Минералогические таблицы. Справочник. / Е.И. Семенов и др. – М.: Недра, 1981. – 399 с.
СП П-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства. – М., Госстрой России, 1997.

MINERAL PROCESSING INVESTIGATIONS OF MAGNEZIUM – SILICATE MATERIAL FROM THE KHABOZERSKY DEPOSIT OF THE KOLA PENINSULA AIMED AT PRODUCTION OF FIRE-RESISTANT, BUILDING AND ENGINEERING MATERIALS

T.A. Morozova¹, E.D. Rukhlenko¹, A.I. Rakaev¹, A.I. Nikolaev²

¹ Mining Institute, KolRC RAS

² Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, KolSC RAS;

The mineral composition of olivinite from the Khabozersky deposit has been studied and the flowsheet including heavy-media separation of coarse fractions (density exceeding 2.9 g/cm³) with the following magnetic separation and recovery of marketable coarse olivinite and sungulite (non-magnetic fraction) concentrates has been proposed.

МИНЕРАЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИЙ-СИЛИКАТНОГО СЫРЬЯ ХАБОЗЕРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ ОГНЕУПОРНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

**Т.А. Морозова¹, moroz@goi.kolasc.net.ru, Е.Д. Рухленко¹, А.И. Ракаев¹, А.И. Николаев²,
nikol_ai@chemy.kolasc.net.ru**

¹ Горный институт, Кольский научный центр РАН;

² Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева, Кольский научный центр РАН

Минерально-сырьевая база Кольского полуострова при учете запасов для производства магнезиальных огнеупоров включает в себя два месторождения: Хабозерское и Ковдорское. Сравнительно большие запасы сырья, доступность добычи открытым способом, благоприятное экономико-географическое положение, хорошая разведанность и изученность, достаточно простой вещественный состав позволяют отнести Хабозерское месторождение к наиболее перспективным к освоению в ближайшее время.

Хабозерское месторождение оливинитов расположено в юго-западной части Кольского полуострова и приурочено к интрузии ультраосновных пород Лесная Варака. Площадь интрузии составляет около 9 кв.км. Среди оливинитов выделяют рудные, с вкрапленностью и полосчатыми обособлениями титаномagnetита, и безрудные крупнозернистые и пегматоидные оливиниты, особенностью которых является низкое содержание рудных минералов, в связи с чем состав их часто приближается к анхимономинеральным породам. Все разновидности оливинитов на отдельных

участках подверглись вторичным изменениям, среди которых наиболее интенсивно проявляются процессы кольскитизации и идингситизации.

Оливин в безрудных оливинитах образует крупные (до 10-12 см и больше) правильные кристаллы серого и темно-серого цвета. Микроскопически неизменный оливин прозрачен, но часто содержит тончайшие скелетные закономерно ориентированные микровключения бурой слюды, реже магнетита, размером 10-20 микрон и менее. Молекулярный состав его соответствует содержанию 85-89% $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$ – (форстерита) и 11-15% $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$ (фаялита). Массовая доля основных компонентов в оливине составляет (%): SiO_2 – 37.85-40.77, FeO – 9.81–12.32, MgO – 42.66–47.33, Fe_2O_3 –

0.85 – 4.26 (Каледонский ..., 1965). По физическим свойствам оливиниты – горная порода крепостью 10-12 по шкале Протодяконова с отдельными участками дезинтегрированных оливинитов с коэффициентом крепости 2-4 по той же шкале, что способствует хорошей раскрываемости материала при измельчении.

Сунгулит (кольскит) относится к минералам группы серпентина – каолина. Серпентин – это обобщающее название для группы минералов слоистого строения (лизардита, антигорита, хризотила), состав которых можно выразить общей формулой $\text{A}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, где позицию А занимают чаще всего ионы Mg^{+2} и Fe^{+2} . Светлоокрашенный сунгулит в виде сетки тонких прожилков и отдельных жил различной мощности часто включен в бурый агрегат идингсита. Удельный вес сунгулита колеблется от 2.05 до 2.45 г/см³. По рентгеноструктурным данным сунгулит близок лизардиту (Кухаренко, 1965). Состав сунгулита отвечает формуле $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$.

Процесс преобразования оливинитов в бурые дезинтегрированные массы получил название "иддингситизация". Термин "иддингсит" употребляется нами в соответствии с определением (Флейшер, 1990) как смесь силикатов, образующаяся при изменении оливина. Удельный вес таких обломков по нашим данным составляет 2.35-2.55 г/см³. При микроскопическом изучении видно, что тонковолокнистый или скрытокристаллический агрегат как бы "пропитан" бурыми окислами и гидроокислами железа. Рентгеновское изучение идингситовой фазы показало, что она также преимущественно сложена серпентином, структурно близким антигориту. Антигорит и лизардит являются полиморфными модификациями, т.е. минералами, имеющими одинаковый состав, но разную структуру. При получении огнеупорных материалов сунгулит и "иддингсит" являются вредной примесью.

Из второстепенных минералов следует отметить титаномагнетит, присутствующий в пробе в количестве не более 1.5-2.0%. Преимущественно он образует выделения неправильной или округлой формы, размером 0.1-0.3 мм, иногда включенные в оливин. При измельчении он достаточно хорошо раскрывается и легко выделяется из оливинитового концентрата при магнитной сепарации.

Таким образом, структурно-текстурные особенности, физические свойства и относительная простота минерального состава оливинитов Хабозерского месторождения, делают их привлекательным объектом для изучения.

Технологические исследования по обогатимости проводились на пробе руды весом 3т и крупностью – 50 мм, отобранной и доставленной в Горный институт в июне 2004 г. В данной пробе содержание неизменных оливинитов составляет (вес. %): 74.9, оливина измененного – 1.4, сунгулита – 9.8, сунгулит-иддингситовой фазы – 5.8, идингсита – 7, прочие – 1.1.

Минералого-технологическое изучение пробы руды, дробленной до крупности –50 мм показало, что в целом для оливина и сунгулита характерна высокая степень раскрытия даже крупнокускового материала. Под раскрытием здесь понимается наличие в руде кусков практически неизмененного оливинита и сунгулитовой фазы с примазками идингсита не более 5-7%. Для классов крупнее +5 мм около 90-92% оливинитов имеют минимальные признаки вторичных изменений. Для сунгулитовой фазы в крупных классах степень раскрытия составляет около 75 – 80%. Максимальное раскрытие минеральных фаз, соответствующее 93-95% наступает в классах мельче 1.6 мм.

Учитывая, что оливин практически на 90 % сосредоточен в классах крупностью –50+5 мм, а также на существенное различие в плотностях основного минерала оливина (3.0-3.2 г/см³) и второстепенного – сунгулита (2.0-2.4 г/см³), была разработана гравитационно-магнитная технология обогащения руды (рис.). В качестве основного технологического передела выбрана тяжелосредняя сепарация (ТЖС), позволяющая получать крупнокусковой (–50+5 мм) оливинитовый кондиционный концентрат уже в начале цикла обогащения (таким образом, максимально снижены затраты по измельчению).

Исходная руда крупностью – 50 мм после грохочения и отмывки по классу –5 мм, направляется на тяжелосреднюю сепарацию (ТЖС) в барабанный сепаратор при плотности разделения 2.9 г/см³. В качестве утяжелителя используется отечественный утяжелитель – ферросилиций, плотностью 6.8 г/см³. Выход оливинитового концентрата (тяжелая фракция ТЖС) составляет 69.26% от руды при содержании, (%): MgO –45.3, SiO_2 – 37.78, суммарное содержание полуторных окислов ($\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$) – 14.6, п.п.п. – 0.05, CaO – 0.86. Магнезиальный модуль MgO/SiO_2 – 1.19, огнеупорность 1660°. Извлечение MgO – 76.9% от исходной руды.

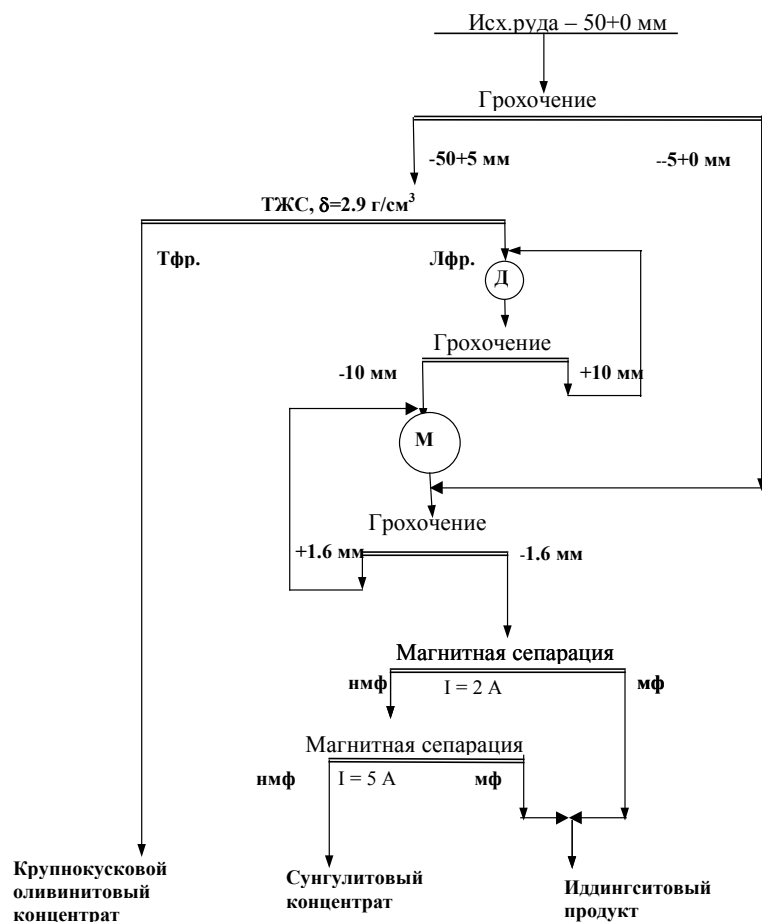


Рис. Предлагаемая схема обогащения оливинитовых руд Хабозерского месторождения

Легкая фракция тяжелосреднего разделения представляет собой продукт, состоящий (%): сунгулит - 40.5, сrostков сунгулита и иддингсита - 24.3, иддингсита - 26.1, оливинитов измененных - 5.1, прочие - 4. Её выход составил 22.25%, содержание MgO 32.26%, п.п.п. - 15.83%. Далее, с целью получения качественного сунгулитового концентрата, легкая фракция объединялась с фракцией -5+0 мм и направлялась на доизмельчение и грохочение по классу 1.6 мм с последующей электромагнитной сепарацией в 2 стадии. При этом получен сунгулитовый концентрат (выход 11.48 %) с содержанием Fe₂O₃ 0.86%, п.п.п. 15.79%, и иддингситовый продукт.

Наибольшую область применения из полученных продуктов имеет оливинитовый концентрат - для производства форстеритовых огнеупоров, огнеупорной и химически стойкой керамики, резиновых смесей для получения каучука и т. д. Сунгулитовый концентрат может быть использован как наполнитель в лакокрасочном производстве, иддингситовый продукт - как наполнитель для строительных материалов, резинотехнических изделий. Совместно с ИХТРЭМС КНЦ РАН проводятся работы в этом направлении по изучению технологических свойств получаемых продуктов обогащения для определения возможности их использования в качестве огнеупорных, а также других технических материалов.

Таким образом, разработана гравитационно-магнитная технология комплексного обогащения магний-силикатного сырья Хабозерского месторождения с учетом минералого-технологических особенностей руды, изучены области применения получаемых продуктов.

Литература

Каледонский комплекс ультраосновных, щелочных пород и карбонатитов Кольского полуострова и Северной Карелии // А.А.Кухаренко и др. - М.: Недра, 1965. - 772 с.
Флейшер М. Словарь минеральных видов - М.: МИР, 1990 г. - 150 с.