

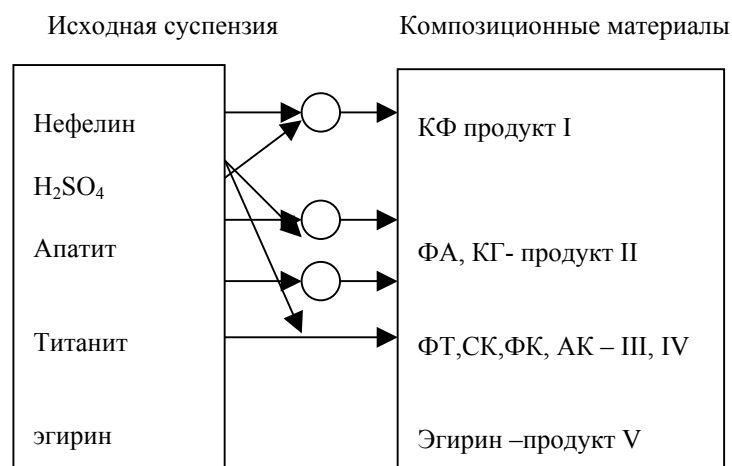


Рис. Блок-схема переработки хвостов нефелиновой флотации

Таблица

Характеристика, продуктов полученных из хвостов нефелиновой флотации

	Составные компоненты	Область применения продукта
Продукт I-КФ	Коллоидный раствор алюминия и кремния	Стушение суспензий с тонко-дисперсной твёрдой фазой. Очистка воды от масла, взвесей, железа и т.д.
Продукт II-ФА, КГ	Кислый фосфат алюминия, кремнегель	Антикоррозионные составы на органической и водной основах
Продукт III-ФТ,КГ	Гидрофосфат титана или его композиция с кремнегелем	Сорбционная очистка жидких радиоактивных отходов
Продукт IV-СК, АК, TiO ₂	Сульфат кальция, аморфный кремнезём, диоксид титана	Сухие строительные составы для побелки
Продукт V-Минералы	Титанит – титаносиликат кальция – CaSiTiO ₅	Для получения атмосферостойкого пигмента, для обмазки сварочных электродов

COMPLEX USE OF RESOURCES SOPCHEOZERO CHROMITE DEPOSIT

A.N. Golov¹, G.P. Miroyevsky², N.N. Grishin³, A.I. Rakaev⁴, O.N. Krashennnikov³

¹ JSC "Kolskaya gorno-metallurgical company";

² JSC "Olenegorski mehanicheski zavod";

³ Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, KolSC RAS;

⁴ Mining Institute KolRC RAS

Peculiarities of deposit are presented. Possibility of complex utilization mineral resources is shown. Scheme of concentrate chromite ores is worked out. Chromite concentrates and containing rocks are investigated as raw materials for producing of refractories and heat insulating concretes. Building broken stone from rock refuse and waste of dressing chromite ores is tested.

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ СОПЧЕОЗЕРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХРОМИТОВ

А.Н. Голов¹, Г.П. Мироевский², Н.Н. Гришин³, А.И. Ракаев⁴, О.Н. Крашенинников³

¹ ОАО «Кольская горно-металлургическая компания»;

² ОАО «Оленегорский механический завод»;

³ Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева, Кольский научный центр РАН, grishin@chemy.kolasc.net.ru;

⁴ Горный институт, Кольский научный центр РАН

Систематическое изучение Мончегорского района началось после открытия геологическим отрядом Академии наук под руководством А.Е.Ферсмана в 1930 году сульфидных медно-никелевых руд на участке Терраса г. Нюдауйвенч и сульфидной вкрапленности на г.Сопчауйвенч (Сопча). Начиная с 1930 по 1978 г.г. на Мончегорском плутоне проводились активные поисковые и геологоразведочные работы на никель. В начале 90-х годов Мончегорский плутон становится объектом поиска платинометаллических и хромитовых руд.

Сопчеозерское месторождение хромитовых руд залегает в ультраосновных породах в юго-восточной части Мончеплутона. Вмещающий комплекс ультраосновных пород чаще называемый «дунитовый блок» слагает тело изометричной формы, размером около 1.5х 2.0 км, вертикальная мощность которого достигает в юго-западной части 700 м. Он ограничен с северо-запада, северо-востока и юго-востока пироксенитами Мончеплутона, а с юго-запада рассланцованными габбро Мончетундры. Юго-восточный контакт комплекса с пироксенитами проходит по крупной тектонической зоне, отмеченной на местности депрессией Сопчинских озер.

По Сопчеозерскому участку прогнозные ресурсы хромитовых руд составляют 20 млн. тонн до глубины 300 м. Ресурсы приняты на кадастровый учет. Прогнозные ресурсы по Мончегорскому и Апатитскому районам по выделенным перспективным участкам составляют 331.8 млн. тонн.

При ОАО «Кольская горно-металлургическая компания» (ОАО «Кольская ГМК») было создано разведочно-эксплуатационное предприятие по доразведке и опытно-промышленной добыче хромитов. Совместными усилиями ОАО «Кольская ГМК», Геологического и Горного институтов, ИХТРЭМС КНЦ РАН, ООО «Геотехнология» дано геолого-минералогическое, химико-аналитическое и технологическое обоснование комплексного использования добываемой горной массы:

- хромиты и хромитовые концентраты – для получения феррохрома, огнеупоров, химических реактивов
- вмещающие дуниты – для огнеупоров и жаростойких бетонов
- скальные вскрышные породы и отходы обогащения хромитов – для строительного щебня и заполнителей бетонов

Важнейшим фактором, обеспечивающим выбор схемы обогащения, является неравномерность оруденения в недрах, определяющая наряду с морфологией рудных тел, их мощностью, характером контактов с вмещающими породами, текстурой, наличием дорудных и пострудных интрузий и др., степень неравномерности распределения хромшпинелида в рудных телах, разубоживание и, в конечном счете, контрастность добываемой горной массы.

В минеральном отношении хромитовые руды месторождения являются хромит-магнезиальносиликатными. Главными минералами руд являются хромшпинелид (5-95 %), оливин (5-90 %) и ромбический пироксен (0-15). В подчиненном количестве в рудах присутствуют плагиоклаз, моноклинный пироксен, вторичные силикатные минералы – серпентин, хлорит, тальк, амфиболы. Их содержание в рудах обычно не превышает 5-10 %. В зависимости от состава главной силикатной составляющей выделяются две минеральные разновидности руд: хромит-форстеритовая и хромит-серпентиновая. Данные разновидности установлены во всех природных типах руд и в различных частях рудной залежи.

Основу разработанной двухстадийной схемы обогащения хромитовых руд составляют тяжелосредная сепарация (ТЖС), концентрация на винтовых сепараторах и концентрационных столах. Тяжелосредная сепарация является наиболее эффективным методом предконцентрации хромитовых руд, что обусловлено, прежде всего, тем, что основными минералами руды являются оливин и хромит, которые существенно отличаются по плотности – $3.1-3.3 \cdot 10^3$ и $4.1-4.3 \cdot 10^3$ кг/м³ соответственно.

Технология предусматривает дробление руды до крупности –100 мм с последующим разделением на три фракции по крупности: +50, –50+5 и –5 мм. Самая крупная (+50 мм) обогащается на барабанном тяжелосредном сепараторе при плотности суспензии 3.6 г/см³ с получением крупнукосового концентрата. Легкая фракция после додразливания до крупности –50 мм присоединяется к исходному питанию. Далее фракция крупностью –50+5 мм поступает на конусный сепаратор, где при плотности суспензии 3.1 г/см³ выводятся отвальные хвосты. Тяжелая фракция этой

стадии направляется на другой конусный сепаратор, где получают мелкозернистый концентрат с использованием винтовых сепараторов и концентрационных столов. Разработаны и другие варианты схем, отличающиеся начальной крупностью и стадийностью обогащения.

Полупромышленные испытания разработанной технологии были проведены на пилотной тяжелосредней установке Горного института КНЦ РАН (объем переработанной руды составил более 4000 т).

С целью комплексного освоения месторождения в ИХТРЭМС КНЦ РАН проведены исследования по подготовке отходов обогащения и вмещающих пород месторождения для производства огнеупоров. При разработке элементов рудоподготовки принято во внимание, что для ферросплавного производства требуется материал с размером куска не менее 10 мм, а для огнеупорных изделий $-3+0.5$, $-3+0$ мм, а также тонкомолотый компонент крупностью менее 0.06 мм.

Крупнокусковой концентрат может непосредственно использоваться для получения хромитовых, хромитопериклазовых, периклазохромитовых огнеупорных материалов. Данные рентгенофазового анализа говорят о том, что преобладающим минералом в нем является хромпикотит, в качестве примеси присутствует серпентин-лизардит. Поэтому для увеличения огнеупорности получаемых из него материалов требуется добавление перед обжигом MgO в виде магнезита металлургического или боя периклазовых изделий.

С целью максимально полного использования хромитового сырья изучены свойства хромитоносных вмещающих пород Сопчеозерского месторождения, которые представлены дунитами, гарцбургитами, плагиодунитами, плагиогарцбургитами с аксессуарным хромитом.

Проведенные минералогические, петрографические, химико-аналитические исследования показали, что вмещающие породы северо-западного участка месторождения, который сечется жилами и дайками, содержащими вредные примеси, могут рассматриваться как низкокачественное сырье для производства огнеупоров, мас. %: MgO-38.49; CaO-2.08; SiO₂-40.76; Al₂O₃-2.18; Cr₂O₃-1.15; FeO-7.45; Fe₂O₃-2.70; $\Delta m_{\text{прк}}$ -3.75-5.40. Это обусловило проведение исследований по снижению дестабилизирующего влияния примесных минералов этих горнопромышленных отходов на физико-технические характеристики магнезиальносиликатных материалов.

Установлено, что отсев на стадии рудоподготовки фракции менее 0.1 мм из измельченных вмещающих пород позволяет частично удалить мягкие минералы-примеси (серпентин, хлорит, амфибол из келифитовых кайм), которые отрицательно влияют на свойства изделий при термообработке. Для удаления примесей, попавших в средние классы, особенно эффективно магнитное обогащение.

При проведении исследований по магнитной сепарации выявлено, что при низких напряженностях магнитного поля в магнитную фракцию переводится магнетит, при высоких там остается оливиновый концентрат, а немагнитная фракция обогащается амфиболом и плагиоклазом.

Физико-технические характеристики форстеритовых огнеупоров на основе вмещающих пород Сопчеозерского хромитового месторождения превосходят требования ГОСТ 14832-96*: плотность – 2.68-2.73 г/см³, водопоглощение – 6-7%; пористость- 18-20% (24-25%)*; прочность при сжатии – 50-65 МПа (28-30 МПа)*; температура начала деформации под нагрузкой - 1610-1620°C (1570-1590°C)*; температура 4-процентного сжатия под нагрузкой- 1660-1680°C; термостойкость 10-12 (1)* теплосмен (1300°C – вода).

Полученные результаты рекомендуется использовать при производстве ряда огнеупорных материалов на основе как техногенного, так и минерального сырья на предприятиях Центрального и Северо-Западного регионов, занятых разработкой и производством огнеупоров: ОАО “Боровичский комбинат огнеупоров”, ЗАО “Огнеупорные технологии”, ОАО “Серп и молот”, ОАО “Подольскогнеупор; металлургических комплексах: ОАО “Северсталь”, ОАО “Кольская горно-металлургическая компания” комбинат “Североникель”.

Полномасштабные испытания щебня, полученного из вскрышных скальных пород, представленных в основном дунитами и габбро, а также крупнокусковых отходов обогащения хромитовых руд показали следующие результаты:

- средняя плотность – 2.95 г/см³;
- марка по дробимости – 1200-1400 (преим. 1400);
- марка по истираемости – И-1;
- марка по сопротивлению удару – У-75;
- марка по морозостойкости – более F100;
- водопоглощение – 0.6-1.7%;
- содержание зерен слабых пород – 0.3-4.1%;
- содержание пылеватых и глинистых частиц – 0.2-0.4%;
- удельная электрическая проводимость, См/м:

- до упаривания 0.02-0.03;
- после упаривания – 0.08-0.14.

Содержание вредных примесей в щебне не превышает допустимых значений, он устойчив ко всем видам распада, характеризуется низкими показателями удельной электрической проводимости и удельной, эффективной активности естественных радионуклидов, что позволяет использовать щебень в строительстве без ограничений.

В целом, щебень из вскрышных скальных пород и отходов обогащения хромитовых руд соответствует по требованиям действующих ГОСТов 8267-93, 26633-91, 25607-94, 7392-2002 и пригоден в качестве крупного заполнителя для получения тяжелых бетонов, бетонных и железобетонных изделий и конструкций различного назначения, для балластного слоя железнодорожного пути.

UTILIZATION OF WASTES FROM PRIMARY TREATMENT OF CHROMITE ORE

N.N. Grishin¹, A.I. Rakaev², O.A. Belogurova¹, T.A. Morozova²

¹ *Institute of Chemistry and Technology of Rare Elements and Mineral Raw Materials, KolSC RAS;*

² *Mining Institute, KolRC RAS*

Some refractory materials are obtained from wastes of first processing of chrome ores. On the whole it will lead to increase profitableness of extract the base mineral, decrease industrial demand for primary raw refractory materials.

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ХРОМИТОВЫХ РУД

Н.Н. Гришин¹, А.И. Ракаев², О.А. Белогурова¹, Т.А. Морозова²

¹ *Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева, Колский научный центр РАН, grishin@chemy.kolasc.net.ru;*

² *- Горный институт КНЦ РАН, Анапиты*

Разработана технология обогащения хромитовых руд, которая учитывает минералогические, петрографические и физико-химические особенности сырья и его компонентов. Показана возможность комплексного использования минеральных ресурсов хромитовых месторождений путем повышения качества отходов и промежуточных продуктов обогащения руд как сырья для огнеупоров, литейного песка и противопожарной краски.

В настоящее время в Мурманской области ведутся разведочно-добычные работы на Сопчеозерском месторождении хромитовых руд. Освоение новых источников хромитового сырья является актуальной проблемой для народного хозяйства, т.к. потребность в хромовых концентратах и в производимом из них феррохроме удовлетворяется на 80-90 % за счет импортных поставок. Обширные технологические исследования, начатые в 1995 г. в Горном институте КНЦ РАН, успешно завершены к концу 2003 г. разработкой схемы обогащения хромитовых руд, учитывающей требования феррохромового и огнеупорного производств по гранулометрическому составу, содержанию полезных компонентов и вредных примесей в концентратах и составлением регламента на проектирование обогатительной фабрики.

Важнейшим фактором для выбора схемы обогащения является неравномерность оруденения в недрах, определяющая наряду с морфологией рудных тел, их мощностью, характером контактов с вмещающими породами, текстурой, наличием дорудных и пострудных интрузий и др., степень неравномерности распределения хромшпинелида в рудных телах, разубоживание и, в конечном счете, контрастность добываемой горной массы. Для предварительного обогащения руды рассматривались различные методы, в том числе тяжелосредное разделение и радиометрическая сепарация, при которых физические свойства полезных ископаемых и минералов, физико-технические факторы определяют тесноту связи (корреляцию) между содержанием полезного компонента в отдельных кусках руды и свойствами этих кусков (плотность, цвет, интенсивность вторичного излучения и т.п.). Такие факторы, как необходимость разделения руд на сорта, потребность в крупнокузовых товарных продуктах, зависимость эффективности основных процессов от качества и состава питания определили целесообразность применения кусковой сепарации. Наличие на Сопчеозерском месторождении всех