

**Ю.С. МОСТЫКА**, д-р техн. наук,

**Е.Н. МОСТЫКА**, канд. техн. наук,

**В.Ю. ШУТОВ**

(Украина, Днепропетровск, ГВУЗ "Национальный горный университет")

## **НОВАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕРУДНОГО СЫРЬЯ**

Геологоразведочные работы на территории Украины, проведенные в конце прошлого столетия позволили выявить и утвердить запасы ряда крупных и средних месторождений ильменитовых, титано-циркониевых, редкометалльных руд, а также нерудного сырья: каолиновых глин, кварцевых песков, полевых шпатов. Выполненные в процессе геологоразведочных работ геотехнологические оценки не соответствуют современным требованиям в связи с тем, что изменились требования к качеству концентратов.

Цель настоящей работы – это геотехнологическая оценка указанных выше типов руд из различных месторождений, основанная на применении современных методик, технологий и нового оборудования для дробления, классификации, предварительного обогащения и доводки концентратов.

Для подготовки сырья, дробления, измельчения, промывки и классификации были применены, наряду с использованием традиционного оборудования, следующие типы нового оборудования: дробилки роторные, отбойно-центробежные, быстроходные валковые.

Для классификации сырья использовались пневматические классификаторы, высокочастотные грохота с эластичными износостойкими просеивающими поверхностями, автоматические гидроклассификаторы с восходящим потоком. Для гравитационного обогащения применялись винтовые сепараторы с полиуретановым покрытием и концентрационные столы с новыми конструкциями шламовых дек.

Поскольку качество концентрата формируется на заключительных доводочных операциях обогащения, основное внимание нами было уделено разработке сухих магнитных сепараторов и сепарационных комплексов для сухого обогащения слабомагнитных руд и нерудного сырья.

Для обогащения ильменитовых концентратов разработан сухой магнитный сепаратор барабанного типа, магнитная система которого была выполнена на основе Nd-Fe-B материалов. Применение этих сепараторов позволило выделить ильменитовые концентраты с содержанием свободного кварца до 0,3%, а также разделять концентрат на продукты с различной степенью выщелаченности железа и содержанием  $TiO_2$  от 55 до 67%. Конструкция сепараторов позволила получать от 8 до 10 продуктов с различным содержанием  $TiO_2$  и соответственно с различными областями их применения. Следует отметить, что для данного типа руды разработан и испытан промышленный образец сепаратора производительностью 15 т/ч.

## **Загальні питання технології збагачення**

Для обогащения кварцевых песков, полевых шпатов и гранатов требуется получение концентратов с минимальным количеством примесей окислов железа и титана. Железо и титан в этих концентратах связаны с отдельными минеральными включениями, а также могут находиться в виде пленок гидроокислов железа, а также сростков основных минералов с биотитом, магнетитом, титаномагнетитом и ильменитом. Причем эти включения могут, находятся также внутри зерен главных минералов в виде мелких точек. Для глубокой очистки этого сырья и получения концентратов с содержанием железа 0,2% для полевых шпатов и 0,03-0,05% для кварцевых песков разработаны и испытаны новые конструкции электромагнитных валковых сепараторов с индукцией магнитного поля в рабочей зоне до 2 Тл.

Для получения полевошпатовых концентратов с высоким модулем больше 2 и с содержанием  $K_2O+Na_2O$  более 12% разработан барабанный электростатический сепаратор, позволяющий эффективно отделять микроклин от альбита и кварца.

Для производства абразивных гранатов из биотит-гранатовых гранитов и гнейсов разработан сепарационный комплекс, в состав которого входят барабанные магнитные сепараторы с сильным полем, а также валковые и коронные электростатические сепараторы. Применение этого комплекса позволило из сложного минерального комплекса, содержащего 8-11% граната, 8-22% биотита, 32-60% кварца, а также минералов примесей ильменита, магнетита и других минералов, получать высококачественный гранатовый концентрат, содержащий в своем составе 98% граната, 0,5% кварца и 1,5% прочих примесей.

Таким образом, применение современных методов и нового технологического оборудования позволяет выполнить геотехнологическую оценку разведанных ранее месторождений кварцевых песков, граната, ильменита, отвечающих современным требованиям к данному типу сырья.

*Технологии обогащения гранатов.* Объектом исследования выбран гранотсев северо-западной части Слободского массива Ивановского карьера. Пробы представлены кварц-полевошпатовым гранатовым гранитом крупностью 0-6 мм. Пробы обогащались магнитной сепарацией без доизмельчения в двух классах крупности 2-6 и 0-2 мм. Магнитная сепарация проводилась в две стадии с перечисткой концентрата. Результаты сепарации приведены в таблице.

Результаты магнитной сепарации гранотсева крупностью 6-0 мм

Крупность, мм	Продукт	Выход $\gamma$ , %	Содержание граната $\alpha$ , %	Извлечение $\varepsilon$ , %
2-6	Магнитный	6,52	47,35	36,56
0-2	Магнитный	4,27	64,65	32,64
2-6	Немагнитный	55,58	2,19	14,41
0-2	Немагнитный	33,63	4,12	16,40
Сумма		100,00	8,45	100

Полученные результаты свидетельствуют о том, что из исходного отсева с содержанием граната 8,45% был получен черновой гранатовый концентрат с выходом 10,8% и содержанием граната 54,2%, причем около 60% его получено

## **Загальні питання технології збагачення**

из класса +2 мм, который требует дораскрытия материала для увеличения содержания. Выход немагнитных продуктов составляет 89,8% и представлен кварц-полевошпатовым песком двух классов крупности 0-2 и 2-6 мм. В классе 0-2 мм при пересортировке немагнитного продукта можно выделить до 30% чистого кварц-полевошпатового концентрата с содержанием граната 0, который является хорошим сырьем для керамической промышленности. Оставшийся песок с содержанием граната 38,45% является промпродуктом и его можно применять как декоративный материал для плитки и керамических изделий.

В результате работы с отходами производства, которые составляют значительные терриконы из гранитного отсева без его дополнительного измельчения мы имеем следующие новые источники сырья:

- получение черного гранатового концентрата с выходом 10,8% и содержанием граната 54,2%;
- кварц-полевошпатовый песок крупностью 2-6 мм и выходом 55,6% с содержанием граната 2,2% для строительных нужд;
- кварц-полевошпатовый песок с содержанием граната 0% и выходом 30%, как высококачественное полевошпатовое сырье для керамической промышленности;
- кварц-полевошпатовый песок с содержанием граната 38,5% и выходом 3,6%, который можно использовать как декоративный песок в архитектуре, геммологии, строительстве для получения декоративных изделий.

Экологический аспект применения кварц-полевошпатового сырья 6-2 мм – в качестве фильтрующей насадки для очистки воды. Исследования показали, что полученные из этого месторождения крупно- и среднезернистые гранатовые концентраты могут использоваться в качестве наполнителя картриджной для глубокой очистки и фильтрации питьевой воды.

*Для геотехнологической оценки коренных руд Владимирского месторождения разработана и опробована следующая методика.*

1. Керны изучены в порядке их расположения по каждой скважине в соответствии с интервалами глубин бурения.

2. По пробе керна каждого отдельного интервала глубины были отобраны рабочие и контрольные пробы путем деления керна. Интервал отбора каждого куска – 2,5-3 см. Масса отобранной пробы – 2,5-3 кг от каждого интервала. Контрольные пробы снабжены этикетками и заскладированы в хранилище.

3. Рабочие пробы были подвергнуты дроблению до крупности 2,5 мм в три стадии дробления с контрольным отсевом на ситах. Первая стадия дробления – щековая дробилка ДЩ60/80. Вторая и третья стадия дробления – дробилка валковая ДГВ200/200 и ДГВ200/120.

Методом квартования из дробленных проб были получены представительные пробы массой до 200 г каждая.

4. Представительные пробы были рассеяны на классы крупности 0,63-2,5, 0,1-0,63 и 0-0,1 мм.

5. Пробы крупностью 0,1-0,63 и 0,63-2,5 мм методом сухой магнитной сепарации были разделены на магнитный и немагнитный продукты. Распреде-

## **Загальні питання технології збагачення**

ние продуктов по классам крупности и выхода магнитного и немагнитного продуктов приведены в приложении 2.

6. Продукты магнитной сепарации были подвергнуты минералогическому анализу под биноклем МБС-9 с увеличением 16-56 раз. Результаты минералогического анализа приведены в таблице 1-29 приложения 2.

Исследования показали, что в изучаемых пробах содержание граната находится в пределах от 4 до 15%. Породы представлены гранитом кварц-полевошпат-биотитового, кварц-полевошпат-пироксенового состава с гранатом. Пироксены представлены в основном минералом гиперстеном. Полевые шпаты представлены микроклином, ортоклазом и плагиоклазами. Скважина №3 перебурила породы с пегматитовыми жилами в основном калий полевошпатового состава (в среднем до 75%). Среднее содержание граната по скважине №1 составило 9,2%, по скважине №2 – 8,8%, по скважине №5 – 8,7%.

Среднее содержание граната по представленным пробам составило – 8,9%.

При дроблении гранат раскрывается в классах крупности от 0,8 до 0,1 мм. Состав граната – пироп-альмандиновый. При условии отделения пылевой фракции крупностью менее 0,1 мм содержание граната в зернистых продуктах увеличивается на 1,5-2%.

Попутное извлечение граната из отсевов (отходов) производства щебня возможно и целесообразно при условии селективной разработки месторождения с выделением продуктивных участков с содержанием граната более 8%. При этом возможно выделение песковой фракции крупностью 0,63-2 мм.

*Объектом исследований техногенных месторождений являются ранее закладированные отходы Турбовского каолинового завода.*

Задача исследований – утилизация экологически опасного хвостохранилища с повышенным радиационным фоном, расположенного вблизи от жилого поселка.

Разработанные методы геологической и геотехнологической оценки состава, свойств и обогатимости отходов горного производства позволяют получать следующие виды минерального сырья и концентратов:

- кварц-полевошпатовое сырье для керамической, стекольной и строительной промышленности;
- гранатовые, кварцевые и кварц-полевошпатовые материалы для керамической и абразивной промышленности;
- кварцевые пески для фильтрации воды;
- сверхчистые кварцевые концентраты для производства высококачественного стекла.

Научной базой для этих технологий является детальное минералогическое исследование объектов;

- исследование состава и свойств частиц изучаемого материала, включая детальный анализ включений, оценка сростков и их классификация;
- применение новых методов раскрытия сростков и классификация материала перед их обогащением;
- обоснование методов для раскрытия материалов в условиях неполного

раскрытия сростков;

Разработка технологий обогащения материалов с неполным раскрытием сростков.

На Турбовском карьере внедрена технология производства кварц-полевошпатовых песков для фильтрации воды в городских водоканалах.

### *Выводы*

1. Разработаны усовершенствованные методики исследований состава, свойств и обогатимости нерудного сырья и редкометальных руд позволили оценить на современном уровне россыпные, коренные и техногенные месторождения.

2. Применение нового оборудования для раскрытия и обогащения нерудного сырья позволит получать высококачественные концентраты из руд сложного минерального состава.

3. Разработаны новые технологические схемы, методики и оборудование целесообразно применять геологическим и исследовательским организациям для геотехнологической оценки редкометальных руд и нерудного сырья и получения исходных данных для технико-экономической оценки месторождений.

### **Список литературы**

1. **Кармазин В.В., Кармазин В.И.** Магнитные и электрические и специальные методы методы обогащения полезных ископаемых. – М.: МГГУ, 2005. – 669 с.

2. **Ахметшина И.В., Мостыка Ю.С., Шутов В.Ю.** Оценка ожидаемых показателей обогащения полевошпатового сырья в условиях неполного раскрытия // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2003. – Вип. 18(59) – С. 136-143.

3. **Мостыка Ю.С., Младецкий І.К., Шутов В.Ю., Ахметшина І.В.** Патент України № 51310 А від 15.11.2002. Бюл.№ 11. Сепаратор мінеральних сумішей.

4. **Mostyka Yu.S., Shutov V.Yu., Grebenyuk L.Z.** Analysis of the influence of the neighbouring elements in an HGMS matrix on the magnetic field distribution in the vicinity of the element // Physical Separation in Science and Engineering. – 2004. – Vol. 13, № 2, June – P. 69-78.

© Мостыка Ю.С., Мостыка Е.Н., Шутов В.Ю., 2011

*Надійшла до редколегії 18.09.2011 р.*

*Рекомендовано до публікації д.т.н. І.К. Младецьким*