

- в качестве мелиоранта для улучшения структуры почв, повышения урожайности, как в открытых, так и в закрытых грунтах;
- в качестве сырья для производства строительной и некоторых видов электротехнической керамики [9].

Проведенные исследования показали перспективы использования анальцимсодержащих пород в прикладных целях, например, они могут применяться в качестве природных сорбентов для очистки питьевой и сточной воды, в сельском хозяйстве, а также их можно рассматривать как потенциальный источник получения алюминиевого сырья.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Keller W.D. Analcime in the Popo Agie member of the Chugwater formation // Journal of Sedimentary Petrology. 1952. Vol. 22, №. 2. P. 70–82.
2. Будников В.И., Горовцев И.Ф., Резанова Н.М. и др. Цеолиты Тунгусской синеклизы – возможный источник получения алюминия // Проблемы геологии алюминиевого сырья Сибири: Тр. СНИИГТИМС. Новосибирск, 1977. Вып. 256. С. 88–92.
3. Остащенко Б.А. Проблема цеолитов Тимана. Сыктывкар, 1984. 20 с. (Научные рекомендации – народному хозяйству / Коми НЦ УрО РАН; вып. 49).
4. Шушков Д.А., Котова О.Б., Капитанов В.М. и др. Анальцимсодержащие породы Тимана как перспективный вид полезных ископаемых // Научные рекомендации – народному хозяйству // Коми научный центр УрО РАН; вып. 123. Сыктывкар, 2006. 40 с.
5. Семушин В.Н. Рентгенографический определитель цеолитов. Новосибирск: Наука, 1986. 128 с.
6. Пеков И.В., Турчкова А.Г., Ловская Е.В. и др. Цеолиты щелочных массивов. М.: Ассоциация «Экост», 2004. 168 с.
7. Котова О.Б., Ожогина Е.Г., Шушков Д.А. и др. Особенности вещественного состава анальцимсодержащих пород Тимана // Вестник Института геологии. 2003. № 8. С. 8–10.
8. Патент № 2296718 RU. МПК C02F 1/28, C02F 1/64, C02F 103/04. Способ очистки воды // Шушков Д.А., Котова О.Б., Пальшин И.П.. Оpubл. 10.04.2007, бюл. № 10.
9. Керамика на основе анальцимсодержащих пород // Голдин Б.А., Гришин Д.Н., Клочкова И.В. и др. // Научные доклады Коми НЦ УрО РАН; вып. 108. Сыктывкар, 1994. 12 с.

## **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ И МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ РУД И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ**

*Шадрунова И.В., Концева Н.В., Колодежная Е.В., Ефимова Ю.Ю.*

ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет»

Накопленный за последние десятилетия опыт изучения различных видов полезных ископаемых показывает, что применение комплекса современных минералого-аналитических методов исследования обеспечивает решение практически всех задач по прогнозной технологической оценке горных пород, руд и техногенного сырья от прогнозирования до обоснования схем их переработки. Одной из важнейших проблем современности является оценка качества и технологических свойств минерального сырья, позволяющая уже на ранних стадиях, а также при геолого-экономической переоценке месторождений при минимальных затратах получить достаточно полную и достоверную информацию.

Современное состояние отечественной минерально-сырьевой базы цветных, благородных металлов, когда в производство вынужденно вовлекаются бедные и труднообогащаемые руды, в том числе и техногенного генезиса, создало достаточно сложные условия для проведения прикладных минералогических исследований. Конкретные виды минерального сырья требуют индивидуального подбора комплекса методов их исследования, позволяющего получить полную, достоверную и объективную информацию об объекте изучения в сжатые сроки и с минимальными затратами. Значительная часть отечественных руд благородных, черных и редких металлов, а также техногенных видов сырья характеризуется не только сложным текстурно-структурным рисунком и полиминеральным составом, но и нередко высокой дисперсностью слагающих их фаз. Поэтому весьма актуальным является изучение поверхности минералов, чтобы научиться придавать контрастность свойств как рудным, так и нерудным минералам. Поверхность минеральных частиц как природная, так и образованная в результате рудоподготовительных операций (дробление, измельчение, промывка) обладает определенными технологическими свойствами, которые могут быть положены в основу различных методов сепарации.

Магнитогорский государственный технический университет им. Носова – один из крупнейших многопрофильных вузов страны, в котором обучается более девяти тысяч студентов и работает около двух тысяч преподавателей и сотрудников, создан как база подготовки высококвалифицированных кадров для Магнитогорского металлургического комбината.

Металловедческие испытания механических свойств металлов могут быть использованы и для оценки перспективности применения разделительных процессов обогащения руд и техногенного сырья.

Испытания на микротвердость применяется для определения твердости (очень мелких деталей) тонких слоев, получающихся в результате химико-термической обработки, а также для измерения твердости структурных составляющих металлических сплавов. Метод измерения микротвердости основан на измерении восстановленного отпечатка после вдавливания в образец алмазного индентора под действием статической нагрузки. Размер отпечатков измеряется с помощью микротвердомера ПТМ – 3 с погрешностью  $\pm 0,5\%$ . Испытания на микротвердость были применены для оценки возможности применения аппаратов центробежно-ударной дезинтеграции коренных золотосодержащих руд и металлургических шлаков.

Металлы при нагружении могут находиться в хрупком и пластичном состояниях и при достижении предельных напряжений разрушаются хрупко или вязко. Показатель запаса вязкости металла является одним из основных при оценке надежности работы изделий. Испытания на ударную вязкость заключаются в изломе ударом маятником копра образца с надрезом, свободно лежащего на двух опорах. При переработке минерального и техногенного сырья микропрочностные и упругие характеристики основных минералов – показатели ударной вязкости и микротвердости могут являться экспрессными методами оценки пригодности аппаратов дезинтеграции.

С целью оценки возможности избирательного дробления шлаков доменного, мартеновского и конверторного производств ОАО ММК и выяснения причин, обуславливающих селективность дробления, были проведены измерения ударной вязкости и микротвердости металлических включений и основных оксидов сталеплавильного шлака, а также детально изучено соотношение морфометрических параметров шлаковых составляющих.

Замеры микротвердости проводились в пяти параллелях для каждого компонента. Результаты измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты измерения микротвердости основных компонентов пробы

Описание компонента	Измеренное значение микротвердости в различных точках, МПа					Среднее значение микротвердости, МПа
	1	2	3	4	5	
Металл	1268	1273	1294	1292	1280	1282
Темный	4733	4733	4742	4750	4756	4743
Светлый	5120	5116	5125	5139	5113	5123

Анализ результатов измерения микротвердости показал, что изучаемые компоненты имеют весьма существенные (в 3–4 раз) различия в микротвердости. Ударная вязкость образца шлака  $37,5 \text{ Дж/см}^2$ , железа (сталь 3) –  $138 \text{ Дж/см}^2$ . Установленные показатели подтверждают возможность эффективного применения центробежно-ударного дробления, т. к. при ударном воздействии на минерал его разрушение происходит по микротрещинам, граням спаянности, т. е. происходит селективное разрушение минералов обладающих различным сопротивлением удару.

Современные высокоразрешающие оптические микроскопы, совмещенные с автоматической системой анализа изображений, позволяют сделать минералогические исследования неотъемлемой частью комплекса технологических исследований. Наиболее перспективным методом оптической микроскопии в плане технологической оценки сырья является строго количественная, объективная оценка структуры геометрическими параметрами. Только количественные данные позволяют воспользоваться эффективным математическим аппаратом и вычислительной техникой для получения достоверных зависимостей между структурой и свойствами материала в виде графиков или математических формул.

В последние годы успешно разрешена задача полной автоматизации микроскопического анализа структуры. Такой анализ весьма эффективен, так как приносит обширную информацию о структуре при минимальной затрате времени и труда. При автоматическом микроанализе результаты его могут быть выражены только численно и, следовательно, оценка структуры будет количественной.

Промышленная система обработки и анализа изображений “SIAMS - 600” представляет собой комплекс программ, обеспечивающий профессиональную обработку произвольных видеоизображений, распознавание и анализ изображенных предметов, а также формирование графических отчетов по результатам анализа.

Аппаратно-программный комплекс “SIAMS - 600” обеспечивает: качественный ввод и обработку изображений; распознавание и классификацию объектов на изображении; определение геометрических, цветовых и яркостных параметров объектов; статистический анализ и отчет по результатам анализа.

Закономерности изменения структуры частиц руды, их геометрических параметров после дробления в центробежно-ударных аппаратах в открытом цикле были изучены с помощью промышленной системы анализа изображений «SIAMS – 600».

Всестороннее изучение шлаков доменного, мартеновского и конверторного производств ОАО ММК комплексом минералого-аналитических методов исследования (рис. 1) позволило установить, что во всех изученных шлаках близкое соотношение морфометрических параметров:

- круглый фактор формы металлических включений составляет 0,68.....0,87, а неметаллических включений – 0,34.....0,51 с вероятностью частоты обнаружения до 90%;

- соотношение размеров металлических и неметаллических включений по их средним значениям находится в пределах 0,12.....0,08 с вероятностью 95%.

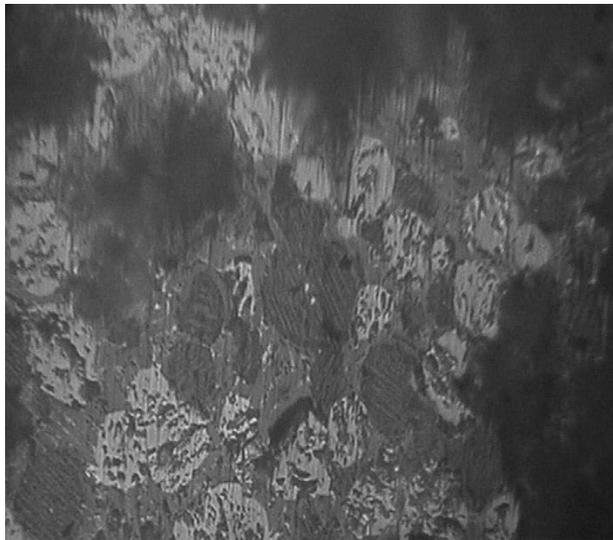


Рис. 1. Микрофотографии сталеплавильных шлаков, ув. 250

Полученная информация о морфологии зерен, их физико-механических свойствах была использована при внедрении аппаратов центробежно-ударного дробления на участке переработки металлургических шлаков ОАО ММК, в условиях ООО «Реметал-С» (г. Самара) для дробления алюминиевых шлаков, при разработке технологических рекомендаций переработки шлаков медной плавки ЗАО «Карабашмедь».

*Работа выполнена при поддержке Гранта РНП 2.1.2.6594*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ожогина Е.Г., Котова О.Б., Чантурия Е.Л. Роль технологической минералогии в прогнозной оценке качества минерального сырья и его глубокой и комплексной переработки // Горный журнал. 2007. № 2. С. 15–23
2. Каменева Е.Е., Скамницкая Л.С. Обогащение минерального сырья Карелии. Петрозаводск: изд. КарНЦ РАН. 2003. С. 19, 29.

## ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИСТАЛЛОВ В ПОРОДЕ И ЕГО ПРИКЛАДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ

**Шеков В.А., Иванов А.А., Мясникова О.В.**

Институт геологии Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск

Горные породы в естественном состоянии, находящиеся непосредственно на дневной поверхности, уже напряжены. В простейшем случае это проявляется в виде так называемой литостатической нагрузки, формирующей литостатические напряжения. Напряжения в породе существуют и после снятия внешней нагрузки, а именно при проходке горных выработок, выработке карьеров отмечается сохранение величин горизонтальных напряжений после уменьшения или снятия вертикальных напряжений. Освобождение от энергии упругого сжатия сопровождается развитием многочисленных дефектов структуры уже присутствующих в породе, во многих случаях растрескиванием образцов, отскакиванием тонких пластин и их разрушением.