

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации *Богатыревой Елены Владимировны*
«Развитие теории и практики эффективного применения механоактивации в технологии гидрометаллургического вскрытия кислородсодержащего редкометалльного сырья»,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности
05.16.02 – «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов»

Химическая стойкость большинства оксидных минералов редких металлов (РМ) определяет необходимость применения интенсивных методов воздействия на их структуру. Одним из перспективных направлений интенсификации гидрометаллургического вскрытия концентратов РМ является их предварительная механоактивация (МА). С учетом высокого энергопотребления процесса МА, эффективность применения метода в промышленных технологиях экономически целесообразна при воздействии в течение нескольких минут. Вместе с тем, изменение свойств минералов РМ в концентратах при кратковременной МА изучено недостаточно. Не разработаны критерии прогнозирования реакционной способности минералов РМ на основе анализа их энергетического состояния после МА. На этом основании тема исследований Е.В. Богатыревой актуальна как в научном, так и прикладном отношении.

Научные положения и выводы работы Е.В. Богатыревой основаны на результатах разнообразных экспериментов с привлечением в качестве основного метода рентгеноструктурного анализа (РСА) для прогноза энергетических характеристик и реакционной способности минералов после МА, а также других современных физических и физико-химических методов. Это позволяет рассматривать результаты диссертации как достоверные и обоснованные.

Научная новизна работы диссертанта состоит в следующем:

- Впервые для определения энергосодержания и реакционной способности активированных структур применен метод РСА. Разработана методика оценки энергетического состояния кристаллической решетки (ЭСКР) кислородсодержащих минералов РМ после МА с применением РСА.
- На основании результатов системного анализа 100 кислородсодержащих минералов величин средней атомной энергии атомизации, силовых коэффициентов и энергоплотности построены диаграммы химической устойчивости кислородсодержащих минералов к действию кислот и предложена зависимость для расчета теоретически необходимого количества энергии (ΔE_{eff}), которое должно быть усвоено минералом при МА для последующего эффективного гидрометаллургического вскрытия.
- Выявлен волновой характер структурных изменений в кислородсодержащих минералах РМ в процессе МА, что свидетельствует о цикличности преобразования аккумулированных видов энергий. Впервые установлены зависимости интенсивности и эффективности накопления энергии в виде поверхности областей когерентного рассеивания (ΔE_S) и микродеформаций (ΔE_e) от свойств активируемого минерала и его крупности.
- Разработаны критерии оценки эффективности предварительной МА кислородсодержащих минералов РМ для интенсификации их гидрометаллургического вскрытия с применением методики оценки ЭСКР. Впервые установлены количественные показатели ЭСКР минералов вольфрамита, шеелита, лопарита, перовскита, ильменита, аризонита после кратковременной МА, обеспечивающие их эффективное вскрытие при низкотемпературном выщелачивании.

Практическое значение работы Е.В. Богатыревой вполне очевидно и заключается в том, что автором разработана «Методика оценки энергетического состояния кристаллической решетки минералов после механоактивации концентратов с применением рентгеноструктурного анализа». Методика прошла апробацию на вольфрамитовых, шеелитовом, лопаритовом, перовскитовом, аризонитовом и ильменитовом концентратах.

Е.В. Богатыревой разработаны рекомендации по повышению технико-экономических показателей процесса переработки вольфрамовых концентратов для ОАО «Победит».

Предприятием ОАО «Соликамский магниевый завод» подтверждена применимость методики оценки ЭСКР для прогнозирования реакционной способности ильменитовых и аризонитовых концентратов в растворах соляной кислоты.

Предложен новый способ производства искусственного рутила, который прошел успешную апробацию на ОАО «СМЗ», что подтверждено актом укрупненных лабораторных испытаний.

Подтверждена возможность селективного извлечения железа в процессе солянокислотного выщелачивания механически активированных ильменитовых концентратов (ОАО «Гидрометаллургический завод»). Реализация солянокислотного вскрытия активированных ильменитовых концентратов обеспечит экономический эффект от переработки 50 тыс. тонн концентрата в год за счет экономии электроэнергии на уровне 16 млн. рублей, что подтверждено актом ОАО «ВСМПО-АВИСМА».

Апробирована применимость методики оценки ЭСКР материала после МА для энергетической характеристики порошковых карбидов вольфрама и молибдена (ОАО «Техоснастка»), а также продуктов переработки фосфогипса (ОАО «Воскресенские минеральные удобрения»).

Работа Е.В. Богатыревой широко апробирована на представительных международных и российских конференциях. По теме диссертации опубликовано 62 работы, в том числе монография, 21 статья в рекомендованных ВАК РФ изданиях, зарегистрировано 5 патентов РФ и 1 ноу-хау.

В качестве незначительного замечания по автореферату Е.В. Богатыревой отметим, что при изложении методологии оценки ЭСКР (с. 14) можно было бы привести иллюстрированный пример применения РСА для оценки изменения межплоскостных расстояний кристаллической решетки, величины микродеформации и размеров ОКР какого-либо минерала РМ.

Судя по автореферату, работа по объему и по качеству материала отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, установленным в п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г.), научная новизна и практическая значимость проведенных исследований не вызывают сомнений, а ее автор **Богатырева Елена Владимировна** заслуживает присуждения степени доктора технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Директор ФГБУН Институт проблем
промышленной экологии Севера
Кольского научного центра РАН,
доктор технических наук

Заведующий лабораторией экологии
промышленного производства
ФГБУН Институт проблем
промышленной экологии Севера
Кольского научного центра РАН,
доктор технических наук



Маслобоев Владимир Алексеевич

Макаров Дмитрий Викторович

184209, г. Апатиты Мурманской обл.,
мкр. Академгородок, 14а, ИППЭС КНЦ РАН,
(81555)79733, masloboev@ksc.ru
(81555)79337, makarov@inep.ksc.ru

Подпись В.А. Маслобоев
Д.В. Макаров
по месту работы, удостоверяю.
Канцелярия Института проблем
промышленной экологии Севера
КНЦ РАН Т.А. Петренко
20 августа 2015 г.