

«УТВЕРЖДАЮ»
Генеральный директор
ФГУП «ВИМС»
проф., д.г.-м.н.,
академик РАЕН, АГН
Машковцев Г.А.



« 14 » 09 2015 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на автореферат и диссертацию
Богатыревой Елены Владимировны на тему:
«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 – Metallurgy черных,
цветных и редких металлов.

1. Актуальность работы. Редкие металлы являются металлами наиболее передовых технологий. Ускорившиеся темпы увеличения их потребления в последние десятилетия определяют научно-технический уровень развития стран и конкурентоспособность их экономики. От состояния металлургического сектора, а также смежного с ним горнодобывающего, и качества производимой ими продукции зависит освоение новых технологий и производство высокотехнологичных товаров.

По запасам титанового и редкометалльного сырья Россия входит в число наиболее обеспеченных стран. Вместе с тем внутренний рынок испытывает дефицит многих традиционных сырьевых материалов (ильменит, рутил, колумбит, танталит, пирохлор и др.). Структура отечественного сырья отличается большей долей нетрадиционных источников, практически не имеющих аналогов в мире. Существенные различия в составе традиционного и нового сырья и меньшие содержания полезных компонентов делают малоэффективным использование мирового опыта. По современным требованиям технологии переработки должны обеспечивать технологическую, экологическую, экономическую целесообразности. В связи с тем, что основной вклад в себестоимость продукции, как правило, вносят затраты на первичное вскрытие сырья, то разработка энергосберегающих технологических решений эффективного вскрытия редкометалльного сырья является актуальным.

Рецензируемая диссертация содержит ряд новых научных данных, которые позволяют прогнозировать реакционную способность кислородсодержащих минералов редких металлов после механоактивации концентратов еще на стадии подготовки к металлургической переработке и

создавать энергосберегающие технологические решения первичного вскрытия кислородсодержащего редкометалльного сырья путем целенаправленного применения предварительной механоактивации.

Это и определяет высокую актуальность данной работы.

2. Новизна исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций

Соискателем предложен новый подход к оценке эффективности кратковременной предварительной механоактивации концентратов редких металлов с применением метода рентгеноструктурного анализа (РСА) для прогнозирования изменения энергосодержания и реакционной способности целевых минералов в процессе гидрометаллургического вскрытия. Впервые установлены количественные показатели энергетического состояния кристаллической решетки (ЭСР) минералов вольфрамита, шеелита, лопарита, перовскита, ильменита, аризонита после кратковременной МА, обеспечивающие их эффективное вскрытие при низкотемпературном выщелачивании. Апробирована методика оценки ЭСР и даны рекомендации для усовершенствования солянокислотного способа переработки ильменитовых и аризонитовых концентратов; низкотемпературных щелочного и содового способов выщелачивания вольфрамитовых и шеелитовых концентратов с применением целенаправленной МА.

Новизна технических решений, предложенных соискателем, подтверждена 5 патентами РФ.

3. Значимость для науки и производства полученных результатов

Основные научные результаты, полученные соискателем, и их новизна состоят в следующем:

- Установлены закономерности изменения энергосодержания и реакционной способности кислородсодержащих минералов редких металлов после МА концентратов от вида аккумулированной энергии, физико-химических свойств целевого минерала и крупности исходного концентрата, что позволяет прогнозировать поведение системы после кратковременной МА;

- Разработаны критерии оценки эффективности предварительного МА кислородсодержащих минералов редких металлов для интенсификации их гидрометаллургического вскрытия, определяемые величиной суммы энергий, аккумулированных в виде свежееобразованной поверхности областей когерентного рассеяния и микродеформаций ($\Delta E_s + \Delta E_d$), и характером изменения энергосодержания целевого минерала.

- На основании результатов системного анализа 100 кислородсодержащих минералов по химической устойчивости к действию кислот и энергоплотности предложено уравнение для расчета теоретически необходимого количества энергии (ΔE_{eff}), которое должно быть аккумулировано минералом при МА для последующего эффективного его гидрометаллургического вскрытия. Установлена корреляционная

зависимость экспериментально определенного оптимального значения суммы энергий ($\Delta E_s + \Delta E_c$) от ΔE_{eff} .

Практическая значимость работы состоит в следующем:

- разработаны экспериментальная методика оценки ЭСКР кислородсодержащих минералов редких металлов после МА концентратов с применением РСА и рекомендации по совершенствованию промышленных технологий низкотемпературного гидрометаллургического вскрытия традиционного и нового сырья редких металлов: вольфрамитовых, шеелитового, лопаритового, перовскитового, ильменитового и аризонитового концентратов;

- разработан и опробован способ производства искусственного рутила прямым солянокислотным выщелачиванием механически активированного ильменитового концентрата в укрупненном лабораторном масштабе в условиях ОАО "Соликамский магниевый завод" и опытно-промышленном масштабе в условиях ОАО "Гидрометаллургический завод".

- апробирована применимости методики оценки ЭСКР материала после МА для энергетической характеристики продуктов переработки фосфогипса предприятия ОАО «Воскресенские минеральные удобрения».

По нашему мнению, совокупность перечисленных выше исследований и результатов Богатыревой Е.В. вносит существенный вклад в теорию и технологию переработки кислородсодержащего редкометалльного сырья.

4. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключения, сформулированных в диссертации

Теоретические положения и практические рекомендации базируются на результатах полученных автором с использованием современных инструментальных методов исследований с соблюдением необходимых процедур поверки приборов. Достоверность результатов исследований подтверждена большим объемом экспериментальных исследований, укрупненных лабораторных и опытно-промышленных испытаний, воспроизводимостью экспериментальных данных, корреляцией теоретических и экспериментальных результатов исследований, а также результатами обсуждения основных данных на международных и российских конференциях.

Достоверность проведённых экспериментов доказана опытом полупромышленных испытаний. Полученные автором данные согласуются с подобными исследованиями, описанными в литературе. По теме диссертации опубликовано 62 печатные работы, в том числе 21 в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 1 монография, 5 патентов, 1 ноу-хау.

Обобщая вышеизложенное, следует заключить, что работа выполнена на экспериментальном уровне, который соответствует современному состоянию науки.

5. Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям

5.1. Соответствие материалов диссертации пункту 9 Положения ВАК

По нашему мнению, диссертация Богатыревой Е.В., представленная на соискание ученой степени доктора технических наук соответствует основным современным требованиям, предъявляемым к диссертациям.

В ней научно обоснованы и разработаны технические решения, позволяющие реализовать первичное вскрытие традиционных и новых видов редкометалльного сырья на ГОКах. Работа имеет важное хозяйственное значение для России и в перспективе при внедрении найденных технических решений может внести значительный вклад в развитие производства редких металлов в РФ.

5.2. Соответствие материалов диссертации пункту 10 Положения ВАК

Богатырева Е.В. лично выбрала и обосновала направления исследований, организовала и провела эксперименты, обобщила их результаты, подготовила материалы к публикации, провела их апробацию, разработала программы и методики исследовательских испытаний в лабораторном и укрупненно-лабораторном масштабе. Все разработки выполнены под непосредственным руководством и при участии соискателя.

В диссертации представлены материалы разработки аппаратурно-технических решений солянокислотной гидрометаллургической переработки ильменитового и аризонитового концентратов и их апробация в опытном масштабе, которые достаточны для организации действующего производства.

5.3. Соответствие материалов диссертации пункту 11-14 Положения ВАК

По теме диссертации опубликовано 62 печатные работы, в том числе 21 в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 1 монография, 5 патентов, 1 ноу-хау.

Диссертация изложена на 332 страницах, содержит 67 таблиц и 134 рисунка. Список используемой литературы включает 271 источник.

6. Основные достоинства и недостатки по содержанию диссертации

Работа хорошо структурирована, изложена ясным языком, технически грамотно и соответствует сути исследуемой проблемы.

По работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. В работе рассматриваются актуальные вопросы прогнозной оценки (по данным РСА) изменения химической устойчивости минералов, обусловленной их структурными трансформациями при предварительной механической активации руд. Однако из того, что может РСА совсем не следует, что он улавливает все энергетические изменения. Сумма из 3-х энергетических составляющих обусловлена природой возможности интерпретации данных РСА, но не реалиями энергонакопления при МА.

Каковы пределы применимости РСА для прогнозирования изменения энергосодержания и реакционной способности редкометалльного сырья?

2. В работе указано, что методика оценки ЭСКР применена при извлечении РЗМ из ангидрита – продукта переработки фосфогипса. Однако в тексте диссертации отсутствуют показатели ЭСКР ангидрита после МА, обеспечивающие высокие показатели по извлечению РЗМ из ангидрита в раствор (более 90%).

3. В работе не рассмотрен механизм селективного извлечения железа в раствор при выщелачивании активированных ильменитового и аризонитового концентратов растворами соляной кислоты?

Несмотря на высказанные замечания, по нашему мнению, диссертация Богатыревой Е.В., представленная на соискание ученой степени доктора технических наук соответствует основным положениям ВАК.

Научные и практические результаты диссертационной работы целесообразно рекомендовать к внедрению на предприятиях, перерабатывающих редкометалльное сырье (например, ОАО "Соликамский магниевый завод", ОАО "ВСМПО-АВИСМА", ОАО «Приморский ГОК», ЗАО «Закаменск»).

7. Мнение о научной работе соискателя в целом

Работа Богатыревой Е.В. "Развитие теории и практики эффективного применения механоактивации в технологии гидрометаллургического вскрытия кислородсодержащего редкометалльного сырья" является самостоятельным законченным научно-квалификационным трудом, в котором на основании выполненных автором исследований созданы и научно обоснованы энергосберегающие технические решения первичного вскрытия традиционных и новых видов редкометалльного сырья, внедрение которых внесет значительный вклад в развитие страны.

Оформление диссертации отвечает современным требованиям.

Материалы диссертации прошли неоднократную апробацию на международных и российских конференциях. Основные положения работы достаточно полно изложены в публикациях. По теме диссертации опубликовано 62 печатные работы, в том числе 21 в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 1 монография, 5 патентов, 1 ноу-хау.

Автореферат и публикации соответствуют содержанию диссертации.

На основании вышеизложенного можно считать, что по актуальности, новизне, практической значимости диссертационная работа Богатыревой Е.В. является законченной научно-квалификационной работой и по своему содержанию соответствует паспорту специальности 05.16.02 - Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Диссертация соответствует требованиям пункта 9 Положения ВАК Минобрнауки России, применяемым к докторским диссертациям, а автор диссертации заслуживает присуждения ему ученой степени доктора

технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Результаты работы доложены на заседании технологической секции Ученого совета ФГУП «ВИМС» протокол № 8 от 14.09.15 г.

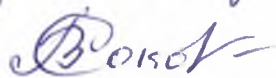
Отзыв рассмотрен и утвержден на заседании технологической секции Ученого совета ФГУП «ВИМС» протокол № 8 от 14.09.15 г.

Заместитель председателя технологической секции,
профессор, главный научный сотрудник,
доктор технических наук



С.И. Иванков

Секретарь технологической секции



В.Н. Соколова

Заместитель генерального директора по технологии,
профессор, доктор технических наук



А.В. Курков

Телефон 8(495) 950-31-97, E-mail kurkov@vims-geo.ru
119017, Москва, Старомонетный пер., д.31. ФГУП «ВИМС»

