



«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. ректора

ФГБОУ ВО "ИРНИТУ»

В.В. Смирнов

«18» августа 2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

на диссертационную работу Размахнина Константина Константиновича на тему: «НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ НА ОСНОВЕ РАЦИОНАЛЬНОГО И КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук
Специальность 25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых

Актуальность темы диссертационной работы

Тема диссертационной работы является актуальной вследствие необходимости решения комплекса проблем, связанных, как с повышением эффективности обогащения минерального сырья, так и снижением негативного воздействия данной отрасли на состояние окружающей среды. В этой связи одним из перспективных направлений экологосберегающего развития технологических процессов обогащения полезных ископаемых является возможность использования потенциала такого вида сырья, как природные цеолиты. Известна их важная роль в технологических процессах очистки отходящих газов, сточных и оборотных вод, рекультивации и

консервации хвостохранилищ и отвальных пород. Однако широкое применение природных цеолитов, как весьма эффективного сорбента с многоцелевым использованием сдерживается низким качеством минерального сырья основных месторождений, а также существующие требования промышленности к качеству природных цеолитов. Это, несмотря на большие запасы данного вида сырья, сдерживает их использование и приводит к необходимости поиска заменителей, в том числе искусственного происхождения, зачастую значительно удорожая себестоимость обогатительного производства и приводя к вторичному загрязнению окружающей среды.

Создание условий для получения цеолитов высокого качества на основе их обогащения и модификации позволит создать реальные предпосылки их дальнейшего широкого применения для обезвреживания, рекультивации и захоронения горнопромышленных отходов.

Это и является целью диссертационного исследования Размахнина К.К.

Структура и содержание работы

Представленная на рассмотрение диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, словаря терминов, списка использованных источников из 343 наименований, содержит 105 рисунков, 48 таблиц, 8 приложений.

Во введении обоснована актуальность проблемы, сформулированы цель, идея и задачи исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, изложены основные положения, выносимые на защиту, методология и методы исследования, обоснована достоверность положений и выводов работы.

В первой главе представлен обзор технической литературы и современной нормативно-правовой базы в данной области, выполнен анализ существующих технологий обогащения, модификации и комплексной

переработки цеолитсодержащих пород и их применения для решения проблемы управления отходами горной промышленности.

Во второй главе автором представлены методологические аспекты решения данной проблемы, начиная с разработки концептуальных моментов управления горнопромышленными отходами при использовании цеолитов, до конкретизации задач, в частности, возможности использования цеолитов Восточного Забайкалья.

В третьей главе представлены результаты исследования различных видов направленных воздействий на цеолитсодержащие породы (ЦСП) с целью обоснования возможности и эффективности изменения их физико-химических и технологических свойств.

В четвертой главе на основе ранее проведенных исследований предложены научно-методические подходы и принципы разработки технологических схем обогащения, переработки и химической модификации ЦСП.

В пятой главе представлены результаты разработки эффективных технологий обезвреживания, рекультивации и захоронения горнопромышленных отходов с использованием ЦСП, в частности, цеолитов Восточного Забайкалья.

В шестой главе приведены результаты эколого-экономической оценки внедрения технологий рационального и комплексного использования ЦСП.

Итоги, изложенные в конце работы, полностью отражают полученные результаты исследований.

Автореферат в достаточном объеме раскрывает содержание диссертационной работы.

По теме диссертации опубликовано 93 научные работы, в том числе 2 монографии, 16 статей в журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России, 6 патентов РФ на изобретения. В опубликованных работах отражены все основные положения диссертации.

Новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций

Новизна выполненных исследований, полученных результатов, выводов и рекомендаций заключается в том, что автором разработан научно-методологический подход для решения проблемы эффективного вовлечения цеолитсодержащих пород в цикл горного производства, включающий разработку концептуальных решений, изучение свойств цеолитов, теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение возможности модификации свойств цеолитов на основе применения направленных воздействий и разработку на этой основе технологий их обогащения для получения эффективного природного материала. Таким образом, обоснован и проведен полный цикл исследований, в результате которого впервые:

- выявлены процессы существенного изменения физико-химических свойств входящих в состав цеолитсодержащих пород минералов посредством энергетического, термического и химического воздействия, приводящие к разупрочнению и дезинтеграции пород, усилению магнитных свойств входящих в их состав железосодержащих примесей и адсорбционных свойств цеолитов;

- обоснованы технологии направленного изменения адсорбционных свойств природных цеолитов создана модель и разработан алгоритм выбора технологии химической модификации цеолитсодержащих пород, основанной на выявлении химической устойчивости и степени разложения входящих в состав пород минералов, а также на определении содержания оксида алюминия в исходном сырье и в продуктах модификации;

- научно обоснован принцип разработки технологий обогащения цеолитсодержащих пород, базирующийся на принципе рационального сочетания технологических операций выявленных направленных воздействий с традиционными методами обогащения, позволяющий получать высококачественную минеральную продукцию с содержанием цеолитов до 99

%.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Диссертационная работа имеет научно-практическое значение. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе, подтверждается сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований, представительным количеством проведенных исследований, применением методов математического и физического моделирования и соответствием полученных результатов реальным процессам.

Значимость для науки и производства полученных автором диссертации результатов

К наиболее значимым научным результатам в области обогащения полезных ископаемых следует отнести:

- получение новых научных знаний об объекте исследования – цеолитсодержащих породах, позволяющих научно обосновать направления модификации их свойств, в том числе за счет реализации эффективных технологий рудоподготовки, основанных на применении акустических, энергетических и термических воздействий с целью направленного повышения контрастности и активации физико- химических процессов на их поверхности и в объеме. Комплекс проведенных исследований, в том числе анализ виртуальных трехмерных молекулярных моделей цеолитовых минералов, позволил установить, что наиболее перспективными методами направленного повышения контрастности разделительных свойств цеолитовых и порообразующих минералов являются следующие виды направленных воздействий: акустические (ультразвуковые), мощные электромагнитные импульсные (МЭМИ), ускоренные электроны и термические.

- выявление закономерностей изменения свойств ЦСП под влиянием направленных воздействий, позволяющих увеличить значения целевых характеристик, что способствует улучшению качества цеолитов с точки зрения их применимости в цикле горного производства, в том числе в качестве сорбентов;

- разработан алгоритм выбора технологии обогащения ЦСП Восточного Забайкалья, основанный на комбинировании направленных воздействий в стадии рудоподготовки с классическими методами обогащения.

- обоснован алгоритм выбора и разработки технологии химической модификации цеолитсодержащих пород, базирующийся на систематизации данных анализа вещественного состава, химической устойчивости и степени разложения минералов, входящих в состав пород, а также содержания оксида алюминия в исходном сырье и продуктах модификации;

- показано, что применение технологий обогащения ЦСП позволяет за счет очистки и увеличения порового пространства цеолитов повысить их сорбционные характеристики, в том числе сорбционную способность и селективность.

Практическое значение состоит в разработке инновационных технологических решений обогащения цеолитсодержащих пород, отвечающих принципам наилучших доступных технологий. Эффективность и новизна технических и технологических решений подтверждена актами внедрения и испытаний и защищена патентами РФ:

– способ обогащения цеолитсодержащего сырья (Патент РФ № 2455073), включающий рудоподготовку, акустическую обработку, электромагнитную и электростатическую сепарации с электризацией кислотой и позволяющий получать высококачественный цеолитовый концентрат с возможностью dealюминирования как непроводящей фракции (хвостов), так и цеолитов;

– способ обогащения цеолитсодержащего сырья, включающий рудоподготовку с применением направленного воздействия (акустическая

обработка, МЭМИ, обжиг, обработка ускоренными электронами), электромагнитную и электростатическую сепарации;

– устройство для обогащения магнитосодержащего сырья (Патент РФ № 2278737) с изодинамическим магнитным полем;

– способ обогащения цеолитсодержащих туфов (Патент РФ № 2229342), включающий рудоподготовку, акустическую обработку, электромагнитную и электростатическую сепарации с электризацией салициловой кислотой при 80 °С;

– технологии рекультивации (консервации) хвостохранилищ (Патент РФ № 2513468) и захоронения токсичных и радиоактивных отходов (Патент РФ № 2515578), позволяющие существенно уменьшить пыление техногенных образований и исключить возможность миграции токсичных и радиоактивных компонентов в почву, грунты, подземные воды и атмосферу за счет применения цеолитсодержащих пород при формировании почвообразующего слоя и устройстве защитного экрана.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Результаты диссертационного исследования, выполненного Размахниным Константином Константиновичем, могут быть использованы для развития горно-перерабатывающей отрасли, а также других отраслей промышленности, где могут быть применены цеолиты высокого качества, полученные на основе предложенных в данной работе принципов и подходов, и по разработанным К.К. Размахниным технологиям.

Замечания и рекомендации

1. В обоснование первого защищаемого положения в таблице 2.3.2 представлен минеральный состав ЦСП Восточного Забайкалья, в частности Шивыртуйского, Холинского, Бадинского, Талан-Гозагорского месторождений. Не обоснован выбор того или иного минерала для построения

трехмерных молекулярных моделей цеолита, например для Холинского месторождения – клиноптилолита, а для Бадинского месторождения – морденита. При этом, как показано в работе, основными минералами, содержащими оксид алюминия в Бадинском месторождении являются и морденит и клиноптилолит.

2. В обоснование второго защищаемого положения представлены зависимости на рисунках 3.1.1 и 3.1.2 и т.д., из которых следует, что чем дольше акустическое воздействие или выше его частота, тем больше концентрация примесей в ЦСП, что не соответствует тексту работы и выводам.

3. На стр. 152,156,159,157 имеются опечатки. Необходимо, по-видимому было указать интервал крупности, а не фиксированное значение крупности частиц, равное 0,1 мм. В противном случае не представляется возможным понять, каким образом будет реализован описанный процесс.

4. В обоснование второго защищаемого положения представлены варианты технологий рудоподготовки и обогащения ЦСП Восточного Забайкалья (рис. 4.1.8), основанные на четырех видах воздействий, интенсифицирующих процесс обогащения цеолитов. Не сделано единого вывода по эффективности или выбору одного из методов (даже с учетом данных табл. 1.3.2).

5. Обоснуйте, почему сорбция цезия цеолитсодержащими породами проводилась из раствора нитрата натрия.

6. При обосновании третьего защищаемого положения не до конца понятно, что использовалось для определения входных окон цеолитов. Использовались пакеты программ по кватново-химическим расчетам или база данных типов цеолитовых каркасов? Не ясны начальные параметры для моделирования (метод, базовый набор и пр.).

7. Поясните, были ли проведены вычисления энергии адсорбции загрязняющих веществ (тяжелых металлов и нефтепродуктов) на активированных цеолитах?

8. Что предполагается делать с отработанным материалом цеолита и предлагается ли реактивация цеолитов для повторного использования?

9. Автор утверждает, что природные цеолиты могут составить конкуренцию синтетическим материалам в области очистки сточных вод и отходящих газов. Проведен ли расчет для сравнения затрат по добыче, обогащению, активации природных цеолитов и затрат по производству синтетических адсорбентов загрязняющих веществ.

Перечисленные замечания не снижают общей положительной оценки рассматриваемой диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа Размахнина Константина Константиновича на тему: «Научное обоснование и разработка концепции управления горнопромышленными отходами на основе рационального и комплексного использования цеолитсодержащих пород Восточного Забайкалья», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, соответствует научной специальности «Обогащение полезных ископаемых». Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие недропользования и горных наук, в частности обогащения полезных ископаемых в Российской Федерации.

Диссертация обладает научной новизной и практической значимостью и отвечает требованиям к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук в соответствии с п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013. Автор диссертационной работы, Размахнин Константин Константинович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.13 – «Обогащение полезных ископаемых» за научно обоснованные технические и

технологические решения по рациональному и комплексному использованию цеолитсодержащих пород, базирующиеся на наилучших доступных технологиях их обогащения, переработки и модификации, для управления горнопромышленными отходами, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Диссертация, автореферат и отзыв были рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Обогащение полезных ископаемых и охрана окружающей среды имени С.Б. Леонова» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», протокол № 11 от «23» июня 2022 г.



Заведующий кафедрой
«Обогащение полезных ископаемых
и охрана окружающей среды
имени С.Б. Леонова», доктор технических
наук по специальности обогащение
полезных ископаемых, профессор

Федотов Константин Вадимович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Иркутский национальный исследовательский
технический университет» (ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»)

Адрес:

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83,

тел 8(3952) 405-100, 405-009,

e-mail: info@istu.edu

Адрес официального сайта в сети интернет <https://www.istu.edu/>