

О Т З Ы В

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-331 от 09.09.24
АУ УС

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Свергузовой Светланы Васильевны на диссертацию Сучкова Дениса Вячеславовича на тему: «Утилизация гипсосодержащих отходов минерально-сырьевого комплекса», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология

1. Актуальность темы диссертации

Тема диссертационной работы связана с проблемой обращения с гипсосодержащими отходами минерально-сырьевого комплекса, которые являются источником комплексного негативного воздействия на окружающую среду. В условиях повышения объемов отходов и ограниченности площадей объектов их размещения, данная проблема становится особенно актуальной. Уровень утилизации этих отходов как в России, так и за рубежом, остается крайне низким, что с учетом потенциала их полезного использования подчеркивает необходимость разработки новых методов их применения в качестве вторичных ресурсов.

Данная проблема пересекается с актуальными задачами развития минерально-сырьевой базы страны за счет вовлечения отходов горнопромышленного производства в хозяйственный оборот. Увеличение доли фосфогипса, используемого в качестве вторичного ресурса, не только освободит занимаемые им площади гипсонакопителей, но и снизит негативное воздействие на компоненты природной среды. Таким образом, исследование Сучкова Дениса Вячеславовича посвящено актуальным вызовам времени и направлено на разработку эффективных решений для утилизации гипсосодержащих отходов, что имеет важное значение как с научной, так и с практической точки зрения.

2. Научная новизна диссертации

В представленной диссертационной работе Сучкова Дениса Вячеславовича предложено новое техническое решение актуальной научной проблемы, связанной с минимизацией негативного воздействия объектов размещения гипсосодержащих отходов на окружающую среду. Данное решение основано на совместной утилизации фосфогипса и CO₂-содержащих дымовых газов с

использованием карбонатной конверсии, что, несомненно, является важным научным вкладом в области рационального природопользования и утилизации техногенных отходов.

Положительно оцениваю предложенную автором научную гипотезу о влиянии температуры на механизм превращения гипсовых отходов в карбонатных средах, которая находит экспериментальное подтверждение в виде установленных зависимостей степени превращения фосфогипса и крупности получаемого фосфомела от различных условий карбонатной конверсии.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

В своей диссертационной работе Сучков Денис Вячеславович выносит на защиту три научных положения, каждое из которых обосновано тщательно проведенными исследованиями и соответствует современным научным тенденциям в области геоэкологии и утилизации отходов. Эти положения представляют собой логическое продолжение анализа, выполненного в различных разделах работы, и подчеркивают актуальность и новизну предложенных решений.

Первое защищаемое положение акцентирует внимание на том, что эксплуатация объектов по размещению гипсосодержащих отходов в регионах с высоким уровнем увлажнения негативно сказывается на окружающей среде. Это проявляется в отчуждении земель и формировании техногенных гидрохимических потоков, которые приводят к загрязнению водных объектов. Основной причиной этого является повышение миграционной способности поллютантов, содержащихся в фосфогипсе. В рамках диссертационного исследования установлена контрастность указанных гидрохимических потоков по следующим загрязнителям: фосфаты, сульфаты, общее железо. Эти данные подчеркивают необходимость разработки эффективных решений для утилизации фосфогипса, чтобы минимизировать негативное воздействие размещаемых отходов.

Второе защищаемое положение связано с инновационным подходом к совместной утилизации фосфогипса и CO_2 -содержащих дымовых газов. Выполненные автором теоретические и экспериментальные исследования

показывают, что эффективность такого процесса может достигать 98,8 %. Это достигается путем конверсии отхода в карбонатных средах, что позволяет получить крупнодисперсный фосфомел (диаметр 90 % частиц превышает 45 мкм) с заметно улучшенными показателями фильтрации пульпы. Данный процесс не только способствует эффективной утилизации, но и открывает новые возможности для использования фосфомела в промышленности, что в свою очередь снижает нагрузку на окружающую среду.

Третье защищаемое положение подчеркивает перспективы применения крупнодисперсного фосфомела в химико-металлургической отрасли. Процесс карбонатной конверсии фосфогипса позволяет достичь удельного выхода CaCO_3 до 0,59 т на 1 т отхода. Подобный подход к утилизации гипсодержащих отходов снижает техногенную нагрузку на экосистему, повышает эффективность использования сырья и способствует уменьшению углеродного следа предприятия. По оценкам, представленным в диссертационном исследовании, данный процесс способен связывать до 0,84 кг CO_2 на каждую тонну отходов, что является значимым вкладом в борьбу с изменением климата.

Степень достоверности результатов диссертационного исследования подтверждается обширным объемом теоретических и экспериментальных данных, полученных с использованием современных методов анализа и обработки информации. Достоверность результатов обеспечивается их воспроизводимостью, а также отсутствием противоречий с известными фактами и данными, касающимися изучаемой проблемы. Исследования проводились с акцентом на использование высокотехнологического оборудования, что позволяет существенно повысить точность полученных данных.

Таким образом, все три научных положения, выносимые на защиту, логически связаны между собой и обосновывают необходимость поиска новых подходов к утилизации гипсодержащих отходов с учетом эколого-экономических аспектов. Они не противоречат общепринятым методам и подходам в области геоэкологии, что делает их актуальными и значимыми для дальнейших исследований и практической реализации.

Тема диссертации, направленность проведенных исследований и полученных результатов соответствует паспорту научной специальности 1.6.21. Геоэкология по пунктам 17 и 24.

4. Научные результаты, их ценность

В представленной диссертационной работе Сучкова Дениса Вячеславовича предложено новое техническое решение актуальной научной проблемы, связанной с минимизацией негативного воздействия объектов размещения гипсосодержащих отходов на окружающую среду. Данное решение основано на совместной утилизации фосфогипса и CO₂-содержащих дымовых газов с использованием карбонатной конверсии, что, несомненно, является важным научным вкладом в области рационального природопользования и утилизации техногенных отходов.

Следует отметить, что автором разработана новая научная идея, развивающая направление карбонатной конверсии фосфогипса, что представляет собой значимый теоретический результат. Кроме того, в работе убедительно доказано, что полная изоляция гипсонакопителей от окружающей среды невозможна, что подтверждается наблюдаемой миграцией загрязняющих веществ в подотвальные сточные воды и поверхностные водные объекты.

Положительно оцениваю предложенную автором научную гипотезу о влиянии температуры на механизм превращения гипсовых отходов в карбонатных средах, которая находит экспериментальное подтверждение в виде установленных зависимостей степени превращения фосфогипса и крупности получаемого фосфомела от различных условий карбонатной конверсии.

Следует отметить, что с учетом состава и свойств как исходного сырья, так и продуктов на основе фосфогипса, установленных на основании теоретических и экспериментальных исследований, автором представлены убедительные рекомендации по формированию последовательности технологических операций, которые позволят эффективно получить ценные продукты – карбонат кальция и сульфаты аммония, натрия и калия. Это создает предпосылки для практического внедрения предложенного способа утилизации гипсосодержащих отходов с учетом востребованности фосфомела с заданными свойствами.

Полученные автором результаты могут значительно снизить углеродный

след предприятий и послужить основой для комплексных решений по утилизации гипсосодержащих отходов.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 12 печатных работах, в том числе в 2 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus; получен 1 патент.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

В диссертационной работе Сучкова Дениса Вячеславовича представлена оценка воздействия гипсонакопителя на состояние поверхностных вод. В работе убедительно доказано, что полная изоляция гипсонакопителей от окружающей среды невозможна, что подтверждается наблюдаемой миграцией загрязняющих веществ в подотвальные сточные воды и поверхностные водные объекты.

Полученные сведения о закономерностях распределения концентраций загрязняющих веществ углубляют понимание воздействия техногенных факторов на экосистемы, а также обеспечивают данные для эффективного мониторинга и управления водными ресурсами.

Автором предложена методика оценки превращения фосфогипса в карбонатных средах, основанная на остаточном содержании серы в фосфомеле. Это развивает научные подходы к оценке аналогичных процессов; кроме того, практическое значение заключается в возможности ее применения для контроля и управления конверсией гипсосодержащих отходов.

Важным результатом работы является разработка комплексного технического решения, направленного на снижение объемов гипсосодержащих отходов и углеродного следа предприятий, а также на получение продукции, востребованной в химико-металлургической отрасли. Полученные автором результаты могут значительно снизить углеродный след предприятий и послужить основой для комплексных решений по утилизации гипсосодержащих отходов.

Новизна и практическая значимость предложенных решений подтверждена патентом на изобретение № 2800284 от 15.11.2022 г. Таким образом, диссертационная работа Сучкова Дениса Вячеславовича представляет значимый вклад в область утилизации гипсосодержащих отходов и имеет надежную научную основу.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационной работы рекомендуется использовать для проектирования и внедрения комплексных решений по утилизации вновь образующихся и уже складированных гипсосодержащих отходов.

Кроме того, полученные научные результаты могут быть использованы в учебном процессе по подготовке студентов и аспирантов экологического и химико-технологического направлений, а также других смежных специальностей.

Таким образом, возможности использования результатов диссертационной работы охватывают как практическое внедрение разработанных решений, так и их применение в учебно-методической деятельности, что подчеркивает высокую значимость проведенного исследования.

7. Замечания и вопросы по работе

1. В списке литературы, № 68, на который ссылается автор (Патент № 2800284) фамилия Сучкова Д.В., почему-то отсутствует (стр. диссертации 170).

2. К сожалению, в диссертации отсутствуют результаты рентгенофазового анализа исследуемого фосфогипса, что позволило бы идентифицировать фазы, существующие в фосфогипсе ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; CaSO_4 ; $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$). На рис. 2.2 показан только элементный состав отхода, что не даёт информации о соединениях, содержащихся в фосфогипсе.

3. Таб. 3.6. Объем сульфатного раствора – $180,25 \text{ см}^3$;

Масса осадка (влажного) – 71,16 г;

$\rho_{\text{сусп}} = 1,23 \text{ г/см}^3$;

Тогда M сульфатного раствора – $180,25 \cdot 1,23 = 234,35 \text{ г}$.

Доля осадка – $(71,16/234,35) \cdot 100\% = 30,36 \%$;

А в табл. 3.6. утверждается, что выход осадка составляет 60,81 %.
Требуются пояснения.

4. К сожалению, автор не исследовал влияние на степень карбонатной

конверсии такого фактора, как размер взаимодействующих частиц.

5. В тексте диссертации указано, что результаты исследования освещены в 12 печатных работах (с. 11), а в автореферате представлены только 6 печатных работ, включая патент.

6. В диссертации нарушена хронология упоминания литературных источников. Так, на с. 12 упоминаются источники под номерами [96], [72], [95], [141]. Далее идет ссылка на № [32] и т.д.

7. Табл. 4.3. Состав компонентов шихты, указанный в таблице, составляет 55,62%, в то время как полный состав должен соответствовать 100 %.

Отмеченные моменты не уменьшают высокой оценки работы, ее научной и практической значимости, носят рекомендательный характер и могут быть приняты во внимание автором при продолжении исследований.

Диссертация хорошо оформлена, включает большой объем иллюстративного материала. Основное содержание диссертации достаточно полно изложено в опубликованных работах и апробировано на конференциях различного уровня. Автореферат полностью передает содержание диссертационной работы.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой. Материалы диссертации содержат новые научные результаты прикладного значения, которые можно квалифицировать как имеющие существенное значение для экологической и химико-металлургической отраслей, в частности, для решения задачи повышения глубины переработки техногенного минерального сырья с получением дополнительных видов продукции с высокой добавленной стоимостью.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Утилизация гипсосодержащих отходов минерально-сырьевого комплекса», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология, полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного

университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – **Сучков Денис Вячеславович** – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

Официальный оппонент

Профессор кафедры промышленной экологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»

Доктор технических наук (03.00.16 – Экология), профессор

03.09.24г.

Свергузова Светлана Васильевна

Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»

Почтовый адрес: 308012, город Белгород, улица Костюкова, дом 46

Официальный сайт в сети Интернет: <https://www.bstu.ru/>

эл. почта: re@bstu.ru

телефон: +7 (4722) 55-47-96

Подпись Свергузовой Светланы Васильевны заверяю

Первый проректор



Евтушенко Евгений Иванович