

**Отзыв
официального оппонента**

доктора технических наук **Ореховой Натальи Николаевны**
на диссертационную работу **Чукаевой Марии Алексеевны**
**«ОЧИСТКА МНОГОТОННАЖНЫХ РУДНИЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ
МОЛИБДЕНА»** представленную на соискание учёной степени
кандидата технических наук по специальности 25.00.36 – Геозкология
(в горно-перерабатывающей промышленности)

1. Актуальность темы исследований

Горная промышленность оказывает на окружающую среду сильное негативное воздействие. Добыча руд сопровождается образованием большого количества техногенноизмененных вод, с которыми в окружающую среду в стадии развитого техногенеза мигрируют различные токсичные вещества, в том числе тяжелые металлы, что вызывает ухудшение качества вод водных объектов в горнопромышленных районах. Разработка мероприятий охраны гидросферы при эксплуатации месторождений это насущная серьезная задача. Важную роль играют мероприятия восстановительного характера, которые направлены на очистку вод до нормативных значений показателей перед сбросом в водоем. В этой связи исследование **Чукаевой Марии Алексеевны**, посвященное совершенствованию технологических схем и процессов очистки щелочных стоков горных предприятий от молибдена является актуальным *как с научной, так и с практической точек зрения.*

Диссертационное исследование Чукаевой М.А. отличает очень подробное описание методик проведения мониторинговых исследований, различных экспериментов. Указаны места отбора проб воды - мониторинговая сеть. Диссертантом получен и проанализирован большой объем экспериментальных данных по сорбционной активности глин и железосодержащей загрузки при изменении способа подготовки сорбентов, температуры и содержания растворенного кислорода в сорбционной системе, и pH сточной воды. Грамотно обоснован и выбран хемосорбент для очистки рудничных вод от молибдена (VI) в лабораторных условиях. Описан предполагаемый механизм действия сорбента. Сделанные автором выводы и заключения по априорному и экспериментальному материалам показывают, что Мария Алексеевна провела его осмысленный глубокий анализ, корректно интерпретировала собранную информацию.

2. Научная новизна работы в рамках требований к диссертациям

Диссертационная работа Чукаевой М.А. направлена на снижение техногенной нагрузки производственных объектов по добыче и переработке горнохимического сырья на поверхностные воды путем внедрения комплекса инженерно-технических решений с применением хемосорбционной технологии, основанной на использовании железосодержащих отходов металлообработки.

Научная новизна работы заключается в установлении причины и закономерностей трансформации химического состава горных пород, рудничных и природных вод при разработке Хибинского месторождения апатит-нефелиновых

руд, способствующие формированию высококонтрастных потоков загрязнения молибденом в бассейне озера Имандра; установлении зависимостей между составом и характеристиками сорбционной загрузки и снижением концентрации молибдена в процессе сорбции в динамических условиях; раскрытии механизма интенсификации очистки от молибдена при использовании комбинированной кварцево-железной загрузки.

3. Степень обоснованности и достоверности защищаемых положений и выводов

Первое защищаемое положение в достаточной степени доказано в первой главе результатами гидро- и гидрогеохимических мониторинговых исследований рудничных и природных вод, подверженных техногенной нагрузке, результатами анализа распространенности и метоморфизации молибденита в рудах Хибинского месторождения, результатами расчета коэффициента контрастности.

Второе защищаемое положение в достаточной степени доказано во второй главе установленными закономерностями очистки растворов от молибдена стружкой стали, обоснованием механизма очистки модельных растворов от молибдена с использованием железосодержащих отходов металлообработки и в третьей главе результатами изучения влияния физико-химических факторов на степень очистки модельных растворов.

Третье научное положение доказано в четвертой главе, результатами укрупненных лабораторных испытаний предложенной автором технологии очистки молибденсодержащих вод в зернистых фильтрах непрерывного действия с комбинированной загрузкой из хемосорбента и кварцевого песка с массовым соотношением 1 : 2,5, и данными эколого-экономического расчета.

Защищаемые в диссертации научные положения и выводы достаточно обоснованы проведенными теоретическими и экспериментальными исследованиями, большим массивом данных, сходимостью и воспроизводимостью результатов лабораторных исследований различного масштаба, использованием современных методик.

4. Оценка внутреннего единства полученных результатов

Диссертационная работа обладает внутренним единством, обусловленным общей целенаправленностью работы, логической взаимосвязью научных положений и практических результатов.

5. Направленность полученных соискателем результатов на решение актуальной проблемы

Диссертационная работа направлена на решение актуальной научно-практической задачи разработки комплекса технологических решений очистки сточных вод предприятий перерабатывающих горно-химическое сырье от молибдена для снижения техногенной нагрузки производственных объектов по добыче и переработке горно-химического сырья на поверхностные воды.

6. Основная идея работы заключается в применении хемосорбционной технологии для очистки рудничных вод от молибдена с использованием в качестве сорбента железосодержащих отходов металлообработки.

7. Практическая значимость работы состоит: оценке состояния природных вод в зоне воздействия производственных объектов предприятия АО «Апатит» и выявлении основных источников переноса молибдена в окружающую среду; разработанном комплекс инженерно-технических решений очистки рудничных вод от молибдена; адаптации методик исследования сорбционной способности природных материалов и железосодержащих отходов по отношению к молибдену в лабораторных условиях; разработке мониторинговой сети.

8. Реализация результатов работы заключается в возможности их использования в разработке программ горно-экологического мониторинга и при проектировании природоохранных мероприятий АО «Апатит»; в учебном процессе Санкт-Петербургского горного университета при проведении лабораторных занятий по дисциплинам имеющим экологическую направленность.

9. Основные защищаемые положения сформулированы как доказываемые утверждения и состоят в следующем:

1. Добыча апатит-нефелиновых руд Хибинского месторождения сопровождается ежегодным образованием 70 млн м³ рудничных вод, насыщенных растворимыми формами молибдена вследствие окисления и выщелачивания молибденита из рудовмещающих пород, что приводит к формированию техногенных гидрохимических потоков в бассейне озера Имандра с коэффициентом контрастности (К ПДКр х достигающим 100.) (соответствует пункту 3.1 паспорта специальности 25.00.36 – Геоэкология (в горно-перерабатывающей промышленности)).

2. Извлечение ионов молибдена (VI) из модельного раствора рудничных вод с эффективностью свыше 99 % достигается в динамических условиях при использовании в качестве хемосорбента активированного железосодержащего отхода металлообработки с удельной поверхностью не менее 15 см²/г. (соответствует пункту 3.7 паспорта специальности 25.00.36 – Геоэкология (в горно-перерабатывающей промышленности)).

3. Очистку рудничных вод производственных объектов предприятия АО «Апатит» от ионов молибдена (VI) до нормативных значений следует проводить в фильтре непрерывного действия с комбинированной загрузкой, представленной железосодержащим хемосорбентом и кварцевым песком в массовом соотношении 1 : 2,5. (соответствует пункту 3.7 паспорта специальности 25.00.36 – Геоэкология (в горно-перерабатывающей промышленности)).

10. Структура и объём работы

Работа четко структурирована. Объем соответствует требованиям к диссертациям на соискание степени кандидата технических наук. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Иллюстрирующие результаты исследования материалы дополнены в приложениях. Записка 199 страниц машинописного текста, 61 рисунок, 39 таблиц, 34 формулы. Список литературы из 164 наименований представлен статьями российских и зарубежных исследователей, нормативной документацией, патентами. Есть ссылки на статьи автора.

11. Подтверждение достаточной полноты публикаций основных положений, результатов, выводов и заключения диссертации

Основные положения, результаты и выводы достаточно полно раскрыты в 24 печатных трудах, в том числе 4 статьях в журналах, входящих в перечень ВАК Министерства образования и науки России, 3 входящих в базу данных Scopus и 1 патент на изобретение.

12. Соответствие автореферата содержанию диссертации

Автореферат сохраняет логику диссертационной записки, содержит основные результаты и выводы, отражает доказательства защищаемых положений диссертации.

13. Недостатки по содержанию и оформлению диссертации

Диссертация оформлена качественно, стиль изложения и грамотность находятся на достаточно высоком уровне.

По материалам диссертации возникли следующие вопросы и замечания.

1. В исследовании нет четкого описания предложенной комплексной системы мониторинга водных объектов Апатитского района, заявленной как один из пунктов практической значимости работы.

2. На эффективность сорбции оказывает большое влияние компонентный состав сточных вод и значение концентраций конкурирующих с ионами молибдена за адсорбционные центры ионов других тяжелых металлов. Следовало бы изучить такое влияние.

3. Автором совершенно справедливо указывается на то, что при пропуске сточной воды через загрузку будет происходить пассивация поверхности железного наполнителя, что в случае статичного нахождения загрузки приведет к «остановке» реакций, значительному снижению времени защитного действия фильтра и необходимости активации загрузки. Следовало бы предусмотреть активирующие мероприятия.

4. Основным воспроизводимым в промышленных условиях параметром, является время контакта, которое зависит от линейной скорости фильтрования и высоты фильтрующего слоя. Пересчет с использованием рекомендуемых в работе объемных производительностей, площадей фильтрующей поверхности и высоты слоя загрузки в лабораторных и промышленных условиях показывает значимую разницу (более 10%) времени контакта воды с загрузкой. То есть лабораторная эффективность очистки не воспроизведётся. Считаю необходимым скорректировать объемную производительность фильтра с учетом оптимального лабораторного времени контакта.

5. Непонятно почему для промышленного использования рекомендована модифицированная кислотной обработкой железная стружка, если лабораторный эксперимент показал, что наименьшее количество остаточного железа в воде наблюдается в случае применения исходной немодифицированной стружки при одинаковой в случае применения модифицированной стружки степени очистки от

молибдена? К тому же в выводах к третьей главе сказано, что «Увеличение эффективности очистки модельных растворов от молибдена на 30 % с использованием хемосорбента может быть достигнуто путем предварительной обработки стружки стали дистиллированной водой за счет интенсификации процессов формирования оксидов железа на поверхности металлических отходов».

В работе также имеются незначительные опечатки и отсутствует ряд уточнений, необходимых для однозначности понимания представленных результатов. Например не указано, что указанные содержания молибдена и железа в осадках (стр. 10 автореферата) показывают их соотношение в пробе а не фактическое содержание.

Перечисленные замечания не являются принципиальными, показывают возможные направления развития работы, не затрагивая её по существу, и не снижают научной и практической ценности диссертации.

14. Соответствие диссертации требованиям ВАК

Диссертационная работа Чукаевой Марии Алексеевны «Очистка многотоннажных рудничных вод от ионов молибдена» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические, технологические решения и разработки в области снижения экологической опасности горного производства.

Диссертационная работа полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор, **Чукаева Мария Алексеевна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.36 – Геозкология (в горно-перерабатывающей промышленности)

Официальный оппонент
профессор кафедры геологии,
маркшейдерского дела и обогащения
полезных ископаемых,
доктор технических наук

Орехова Наталья Николаевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38.

тел.: 8 (3519) 298555.

e-mail: n_orehova@mail.ru

25.08.18

