

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента,
Кремчеева Эльдара Абдолловича
на диссертационную работу **Лебзина Максима Сергеевича** на тему
«Обоснование технологии консервации породных отвалов сорбент-ориентированным методом», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
2.8.8 «Геотехнология, горные машины».

Использование местных видов ресурсов таких как торф и техногенных отходов в решении вопросов консервации породных отвалов загрязненных ионами тяжелых металлов является инновационным и перспективным.

Автором диссертации достаточно четко сформулирована цель работы и задачи исследования. Совершенствование сорбент-ориентированного метода с использованием природных и техногенных материалов при консервации отвалов с минимизацией воздействия на окружающую природную среду позволяет ликвидировать объекты накопленного экологического вреда с максимальным экономическим и экологическим эффектом.

Лебзин М.С. предлагает использовать торфяное сырье и осадки водоподготовки в качестве сорбентов-мелиорантов. Торф широко зарекомендовал себя в качестве природного удобрения. Сорбционные свойства торфа широко применяются для устранения разливов продуктов нефтепереработки и очистки сточных вод от различных загрязняющих веществ, в том числе ионов тяжелых металлов. Осадки водоподготовки образуются на фильтровальных станциях населенных пунктов в значительном объеме и требуют утилизации. Сорбционные свойства осадков водоподготовки изучаются в настоящее время и являются перспективными в экологических целях.

Автор отмечает два подхода в консервации породных отвалов:

1. Традиционный – классический способ рекультивации нарушенных земель.

2. Инновационный - ориентирован на приемы и способы стимулирования естественных процессов ренатурализации нарушенной природной среды.

Сорбент-ориентированный метод в консервации породных отвалов перспективен в связи с низкой стоимостью, эффективностью и наличием больших запасов компонентов сорбентов-мелиорантов предложенных автором в исследовании.

Автор на основании сравнительного анализа результатов проведенных экспериментов обосновал выбор композитного сорбента-мелиоранта из торфа и осадков водоподготовки, проявляющего наибольшую эффективность в отношении связывания ионов тяжелых металлов – меди (II) (Cu^{2+}), свинца (II) (Pb^{2+}), мышьяка (III) (As^{3+}). Предложенный состав композитного сорбционного материала является потенциально эффективным в отношении селективной иммобилизации ионов тяжелых металлов и способным обеспечить утилизацию осадков водоподготовки в большом количестве. В целях утилизации осадков водоподготовки в проведенных экспериментах наибольшее содержание осадков водоподготовки в композитном сорбенте-мелиоранте не превышал 80 масс. %.

Кинетические исследования Лебзина М.С. показали, что при комнатной температуре максимальная сорбция ионов Cu^{2+} , Pb^{2+} , As^{3+} происходит уже в первый час эксперимента, полная сорбция ионов наблюдается к 72 часу.

Исследования показали что, в слабокислой, нейтральной и слабощелочной среде ($\text{pH} = 4, 6, 7, 8$) практически отсутствует десорбция ионов Cu^{2+} , но в сильнокислой среде ($\text{pH} = 2$) в подвижную форму переходит от 5 до 22 % ранее связанных ионов Cu^{2+} . Для снижения десорбции в сильнокислой среде автором предложено применять известь в составе сорбента-мелиоранта.

Автором предложена технология консервации породного отвала сорбент-ориентированным методом. Наиболее перспективной зоной для консервации является вершина породного отвала. Применение сорбентов-мелиорантов на склонах отвала требует применения дополнительного материала или осуществления мероприятий, препятствующих вымыванию или выветриванию сорбентов-мелиорантов.

Для эффективной иммобилизации ионов тяжелых металлов необходимо обводнение грунтов породного отвала за счет естественных осадков и/или половодья, что создает условия для растворения тяжелых металлов, перевод их в подвижную и обменную формы.

Предложенная технология предполагает создание новых поверхностей и форм рельефа, изменение и регулирование водного режима, изменение химических и физико-химических свойств земель внесением сорбента-мелиоранта, изменение структуры почвы и создание условий для роста и развития растений. Кроме того, в диссертационном исследовании представлены растения – аккумуляторы ионов тяжелых металлов.

Автором, на примере породного отвала Левихинского рудника Свердловской области, рассчитана себестоимость применения предложенной технологии и составляет не менее 5 633 тыс. рублей за гектар. Себестоимость производства сорбента-мелиоранта на основе торфа и осадков водоподготовки в среднем составляет 2 400,00 – 2 900,00 рублей за тонну готовой продукции в зависимости от пропорции торфа в составе сорбента-мелиоранта.

Автор исследования использовал следующие методы: обобщение, анализ, изучение, атомно-адсорбционная и атомно-эмиссионная спектрометрия, сорбент-ориентированный метод.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов подтверждается репрезентативным объемом собранных экспериментальных данных, повторении экспериментальных исследований и удовлетворительной согласованности результатов теоретического анализа и экспериментальной практики.

Результаты диссертационного исследования были использованы при выполнении двух научно-исследовательских работ по проекту РНФ, разделу государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. На основе результатов диссертации был сертифицирован торфяной сорбент для рекультивации земель, загрязнённых тяжелыми металлами, что подтверждает практическую значимость исследования. Материалы представленной работы внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет».

Основные выводы и теоретические материалы данного исследования были презентованы на восьми ведущих международных конференциях. Автором по теме диссертации опубликованы 25 научных трудов, включая 12 статей в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК. Получено 5 патентов на изобретение и 1 свидетельство на базу данных ЭВМ.

Замечания по работе:

1. В диссертационном исследовании недостаточное внимание уделено механизмам сорбции ионов тяжелых металлов торфом и продуктами его переработки. Нет сравнительной характеристики сорбционной способности по отношению к ионам тяжелых металлов торфов различных типов и видов. Свойства торфа исследованы однобоко, в качестве объекта выбран только верховой торф одного месторождения, обоснования такого решения в работе не представлено.

2. В диссертационном исследовании не указано к какому классу опасности относятся осадки водоподготовки, не представлена оценка риска их потенциального негативного воздействия на растительность при применении в составе сорбента-мелиоранта.

3. Работа содержит расчеты эколого-экономического ущерба только для поверхностных водоемов, что не позволяет оценить общий объем ущерба, наносимого породным отвалом Лёвихинского рудника Свердловской области на окружающую среду.

4. Экспериментальная часть исследования не содержит данных об оценке составляющих неопределенности результатов измерений. В части моделирования нет теоретического обоснования применения полиномов в качестве функций аппроксимации.

5. Предложенная технология консервации породного отвала сорбент-ориентированным методом направлена только на сорбцию ионов тяжелых металлов в подвижной и обменной формах.

Указанные замечания не снижают научную и практическую значимость диссертационной работы.

Диссертационная работа Лебзина Максима Сергеевича на тему **«Обоснование технологии консервации породных отвалов сорбент-**

ориентированным методом» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ при Минобрнауки России № 842 от 24.09.2013, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.8. Геотехнология, горные машины.

Официальный оппонент

профессор департамента государственного администрирования филиала ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»» в г. Санкт-Петербурге, доцент, доктор технических наук по специальности 25.00.22 — Геотехнология (подземная, открытая и строительная)

_____ Кремчеев Эльдар Абдоллович

« 12 » _____ 05 _____ 2025 г.

190008, Санкт-Петербург, ул. Союза Печатников, д. 16. ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»» в г. Санкт-Петербурге.

Тел.: +7(921)9412021; e-mail: kremcheev@mail.ru

Я, Кремчеев Эльдар Абдоллович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

_____ Кремчеев Эльдар Абдоллович

« 12 » _____ 05 _____ 2025 г.

Подпись профессора департамента государственного администрирования, доктора технических наук, доцента Кремчеева Эльдар Абдолловича заверяю.