

О Т З Ы В

официального оппонента, кандидата технических наук Антониновой Натальи Юрьевны на диссертацию Коротаевой Анны Эдуардовны на тему: «Ликвидация последствий загрязнения сточных вод горных предприятий методами биологической очистки», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология

1. Актуальность темы диссертации

Горнодобывающая промышленность оказывает негативное воздействие на водные ресурсы, вызывая загрязнение природных водоемов и водотоков и приводя к ухудшению качества воды, нарушению экологического равновесия в водных экосистемах, а также изменению гидрохимических и биологических режимов. Основные источники загрязнения связаны с использованием воды в технологических процессах, сбросом карьерных, шахтных и дренажных вод, утечками и авариями на предприятиях.

При открытой разработке месторождений образуются карьерные воды многокомпонентного состава, который зависит от особенностей месторождений и состава вскрышных и вмещающих пород. Основными компонентами сточных вод являются соединения азотной группы, попадающие в воду в результате неполной детонации и растворении взрывчатых веществ, и железо, входящее в состав поверхностных и подземных вод, а также отрабатываемых горных пород месторождения.

Важно отметить, что высокое содержание соединений азота и железа в карьерных водах при сбросе может привести к серьезным последствиям для окружающей среды. Например, повышенные концентрации азотных соединений приводят к эвтрофикации водоемов, железо, в свою очередь, также представляют серьезную угрозу для водных экосистем из-за эффекта биомагнификации.

Принимая во внимание необходимость снижения негативного

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-116 от 07.06.24
АУ УС

воздействия карьерных вод на окружающую среду путем ликвидации последствий их загрязнения, актуальность темы диссертационного исследования Коротаевой Анны Эдуардовны не вызывает сомнения.

Исследования Коротаевой Анны Эдуардовны, направленные на разработку комплексной экологически и экономически эффективной очистки карьерных вод предприятий горной промышленности, актуальны как с научной, так и с практической точки зрения.

Цель и задачи, поставленные в диссертационном исследовании, отражают актуальность выбранной темы и охватывают все аспекты мониторинговых, теоретических и экспериментальных исследований.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна полученных в диссертационном исследовании результатов и выводов заключается в следующем:

- выявлении механизмов формирования высококонтрастных карьерных сточных вод по содержанию аммонийной, нитритной и нитратной форм азота, а также железа на горнопромышленных предприятиях.

- установлении зависимости эффективности очистки модельного раствора карьерных сточных вод от аммония, нитритов, нитратов и железа в сконструированной системе водно-болотного угодья с открытой водной поверхностью от проективного покрытия видов высшей водной растительности (использовалось соотношение 60:20:20) и начальной плотности культуры низшей водной растительности (варьировалась от 0,16 г/дм³ до 1,60 г/дм³).

Результаты исследования позволяют оптимизировать процесс очистки карьерных сточных вод с использованием искусственных водно-болотных угодий, что способствует снижению негативного воздействия горнодобывающей деятельности на окружающую среду.

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

Научные положения, выдвигаемые автором, не противоречат основным общепринятым подходам к решению проблем геоэкологического характера и не вызывают возражений. В рамках диссертационного исследования сформулированы три научных положения, выносимых на защиту.

При обосновании первого научного положения были использованы данные, полученные в ходе мониторинговых исследований на ряде горнопромышленных предприятий в период проведения взрывных работ. Соискателем в полевых условиях было определено содержание аммонийной, нитритной и нитратной форм азота в отобранных пробах карьерных сточных водах с последующим расчетом коэффициентов контрастности. На основе полученных значений и результатах теоретических исследований концентраций указанных загрязняющих веществ, а также железа в сточных водах горных предприятий, специализирующихся на открытой добыче рудных и нерудных полезных ископаемых, соискателем определена количественная характеристика формирующихся высококонтрастных карьерных сточных вод по содержанию соединений азотной группы ($1,1 \leq K_{\text{ПДК}_{\text{р.х.}}}^{\text{NH}_4^+} \leq 103$; $6,1 \leq K_{\text{ПДК}_{\text{р.х.}}}^{\text{NO}_2^-} \leq 207$; $1,1 \leq K_{\text{ПДК}_{\text{р.х.}}}^{\text{NO}_3^-} \leq 15$), а также железом ($1,1 \leq K_{\text{ПДК}_{\text{р.х.}}}^{\text{Fe}_{\text{общ}}} \leq 2400$).

Обоснованность второго научного положения обеспечивается проведенными экспериментальными исследованиями по очистке модельного раствора карьерных сточных вод от азотных соединений и железа в системе по типу сконструированного водно-болотного угодья с открытой водной поверхностью с совместным применением видов высшей водной растительности: рогоз широколистный (*Typha latifolia* L.), частуха обыкновенная (*Alisma plantago aquatica* L.) и ситник членистый (*Juncus articulatus* L.) и низшей водной растительности (*Chlorella* sp.). Исследования проводились в три этапа: на первом этапе изучалось снижение концентрации загрязняющих веществ при помощи высшей водной растительности; на втором этапе для интенсификации процесса удаления изучалось влияние

различных значений начальной плотности культуры низшей водной растительности в растворе; на третьем этапе осуществлялось выявление сочетаний высшей и низшей водной растительности наиболее эффективных с позиции очистки карьерных сточных вод от аммонийной, нитратной и нитритной форм азота, а также железа. По результатам исследований соискателем было установлено, что совместное применение видов высшей и низшей водной растительности позволяет достичь комплексного снижения концентраций аммонийной, нитритной и нитратной форм азота, а также железа до 96%, 99%, 80% и 50% соответственно.

Третье научное положение раскрыто в четвертой главе диссертационного исследования. Исходя из того, что установленная эффективность снижения концентраций азотных соединений и железа достигается при гидравлическом времени удержания модельного раствора карьерных сточных вод в сконструированной системе в течение 3 суток, соискателем спроектирована конструкция комплексной системы очистки, производительность которой для различных условий водопритока на горнопромышленных предприятиях регулируется за счет варьирования геометрических значений (длины и ширины) сооружения.

Все выдвигаемые положения в достаточной степени точно сформулированы, подтверждены мониторинговыми и экспериментальными исследованиями, а также подкреплены результатами аналитических исследований. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений.

4. Научные результаты, их ценность

Среди значимых результатов, достигнутых соискателем, обладающих научной ценностью, можно отнести подтверждение практической применимости комплексного метода биологической очистки, заключающегося в использовании системы сконструированных водно-болотных угодий открытого типа для условий горнодобывающих предприятий.

В частности, экспериментальные исследования подтвердили, что совместное применение рогоза широколистного (*Typha latifolia* L.), частухи обыкновенной (*Alisma plantago aquatica* L.) и ситника членистого (*Juncus articulatus* L.) и микроводоросли (*Chlorella* sp.) позволило добиться значительного снижения концентрации следующих загрязняющих веществ: аммоний-иона – до 96%, нитрит-иона – до 99%, нитрат-иона – до 80% и железа – до 50%.

Помимо прочего, в ходе проведенных экспериментов было доказано, что эффективность очистки модельного раствора карьерных сточных вод низшей водной растительностью зависит от плотности культуры. Анализ скорости роста микроводорослей, а также сопутствующего изменения концентрации кислорода, азотных соединений и железа в растворах с разной начальной плотностью клеток подтвердил эту зависимость.

Основные 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

К основным результатам диссертационного исследования, характеризующихся теоретической и практической значимостью, можно отнести:

- обоснование применения системы по типу сконструированного водно-болотного угодья для очистки карьерных сточных вод от азотных соединений и железа за счет значительного объема проведенного системного анализа различных подходов к очистке сточных вод от данных загрязняющих веществ;

- доказательство аддитивного эффекта очистки сточных вод от соединений азотной группы и железа в результате совместного использования видов высшей и низшей водной растительности.

- разработку комплексного экологически и экономически эффективного решения для очистки карьерных сточных вод – системы сконструированного водно-болотного угодья с определенным набором видов высшей и низшей водной растительности.

Теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования также подтверждается выполнением работы в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 075-03-2024-116_2 от 11.04.2024).

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Разработанное соискателем конструктивное решение для реализации средозащитного мероприятия на предприятиях, заключающееся в комплексной очистке карьерных сточных вод в системе по типу сконструированного водно-болотного угодья с использованием видов высшей водной растительности: рогоз широколистный (*Typha latifolia* L.), частуха обыкновенная (*Alisma plantago aquatica* L.) и ситник членистый (*Juncus articulatus* L.) и низшей водной растительности (*Chlorella* sp.) может быть использовано профильными научными организациями и научно-исследовательскими институтами при выполнении проектной документации по проектированию очистных сооружений на новых горнодобывающих предприятиях.

7. Замечания и вопросы по работе

По рассматриваемой диссертационной работе Коротаевой Анны Эдуардовны имеются следующие замечания и вопросы:

1. Стр. 92. При перечислении функций растений в сконструированных системах водно-болотных угодий со свободной водной поверхностью автор упоминает о создании дополнительной поверхности в водной толще для формирования биомассы биопленки (п.2). Далее по тексту:

«Кроме отмеченных функций немаловажным фактором является способность растений создавать устойчивый растительный покров для обеспечения круглогодично доступной площади для формирования биопленки и, как следствие, протекания микробиологических преобразований загрязняющих веществ в системе». Принимая во внимание, что биопленки – это структурированные микробные сообщества, означает ли, что автор рассматривает два различных вида биопленки?

2. В главе 1, табл. 1.9-1.10 автором в том числе рассмотрены предприятия отработывающие месторождения медно-колчеданных, медно-цинковых и ванадиево-железно-медных руд, в связи с этим не ясно существует ли необходимость строительства еще одних очистных сооружений учитывая довольно жесткие гигиенические нормативы по загрязняющим веществам, участвующим в формировании сточных вод при отработке вышеуказанных месторождений. Кроме того, в рамках общепринятой терминологии руды всё-таки колчеданные, не «колчедановые» (табл. 1.10).

3. Не указаны пограничные/оптимальные условия использования предлагаемого средозащитного мероприятия.

4. Не рассмотрен объем пруда накопителя для водпритоков формируемых в зимний период и в период снеготаяния. На стр. 142 упоминается лишь о практическом отсутствии водопритока в зимнее время и об организации накопления сточных вод. Однако, в большинстве регионах, в том числе и в Хакасии как правило суточный приток талых вод характеризуется довольно большими объемами. Кроме того, при обосновании производительности систем комплексной очистки по типу сконструированного водно-болотного угодья необходимо учитывать, что для технологических нужд предприятий возможно использование только очищенных сточных вод.

5. Из диссертации не ясно существует ли риск вторичного загрязнения железом и как следствие необходимость регулярного

обслуживания предлагаемой конструкции водно-болотного угодья в целях обеспечения эффективности очистки сточных вод.

Следует отметить, что указанные замечания не снижают качество представленной к защите диссертационной работы и являются предметом дискуссии.

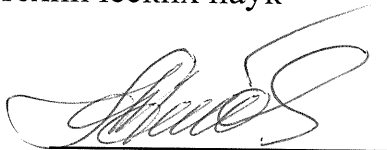
8. Заключение по диссертации

Диссертация «Ликвидация последствий загрязнения сточных вод горных предприятий методами биологической очистки», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология, соответствует 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 от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – **Коротаева Анна Эдуардовна** – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21. Геоэкология.

Официальный оппонент

Заведующий лабораторией экологии горного производства Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук»

Кандидат технических наук



Антонинова Наталья Юрьевна

Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук»

Почтовый адрес: 620075, город Екатеринбург, улица Мамина-Сибиряка,
дом 58

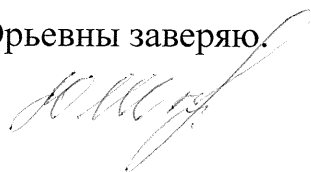
Официальный сайт в сети Интернет: igduran.ru

эл. почта: geосо@igduran.ru

телефон: +7 (343) 350-50-35

Подпись Антониновой Натальи Юрьевны заверяю.

Начальник отдела кадров



С.В.Коптелова

«27» 05 2024 г.

