

О Т З Ы В

официального оппонента, доктора геолого-минералогических наук, профессора Таловской Анны Валерьевны 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

Диссертационная работа посвящена актуальным вопросам снижения негативного воздействия горной промышленности на состояние водных объектов. Поступление огромного количества соединений азотной группы и железа в карьерные сточные воды в результате буровзрывных работ может приводить к ухудшению качества природных водотоков и водоемов, способствовать эвтрофикации и представлять серьезную угрозу для компонентов водных экосистем. Методы биологической очистки, основанные на удалении загрязняющих веществ за счет деятельности живых организмов, в настоящее время признаны наиболее эффективными.

Разработке биотехнологий очистки сточных вод посвящены работы многих исследователей. В последнее время широкое распространение получил метод биологической очистки сточных вод, основанный на применении сконструированных водно-болотных угодий. В этом плане, с эколого-экономических позиций, повышение процессов эффективности данной биотехнологии очистки карьерных сточных вод от азотсодержащих соединений и железа для горнодобывающих предприятий является важным исследованием. В этой связи, исследование Коротаевой Анны Эдуардовны, посвященное снижению техногенной нагрузки на водные объекты при ведении взрывных работ на горнопромышленных предприятиях путем внедрения биологической очистки на основе конструирования водно-болотного угодья с совместным использованием видов высшей и низшей водной растительности, является актуальным как с научной, так и практической точки зрения.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна работы заключается в определении механизмов формирования высококонтрастных карьерных сточных вод по содержанию соединений азотной группы (аммонийная, нитритная и нитратная формы азота) и железа на горнопромышленных предприятиях; установлении зависимости эффективности процесса очистки модельного раствора карьерных сточных вод от азотных соединений и железа в системе по типу сконструированного водно-болотного угодья с открытой поверхностью от проективного

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-71 от 20.05.24
АУ УС

покрытия видов высшей водной растительности (60:20:20) и начальной плотности культуры низшей водной растительности (от 0,16 до 1,60 г/дм³).

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

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав и заключения, изложенных на 183 страницах машинописного текста. Диссертация включает 31 таблицу и 38 рисунков, 2 приложения. Список литературы содержит 174 источника.

В своей диссертационной работе Коротаева Анна Эдуардовна выносит на защиту три защищаемых положения, которые четко аргументированы и отражают научную новизну выполненной работы. Защищаемые научные положения являются логическим обобщением данных, приведенных во всех разделах диссертации.

Первое защищаемое положение содержит вывод о процессах формирования загрязнения карьерных сточных вод азотсодержащими соединениями (аммонийная, нитратная и нитритная формы азота) и железом за счет попадания в них взрывчатых веществ на горнопромышленных предприятиях.

А.Э. Коротаева убедительно показывает, что главными компонентами карьерных вод являются соединения азотной группы за счет применения взрывчатых веществ на основе аммиачной селитры, а также железо из-за его присутствия в составе подземных вод, формирующих карьерный приток воды, и растворимости из горных пород. В качестве доказательной базы использовались данные обширного литературного обзора и результаты диссертанта по уровню концентрации изучаемых загрязняющих веществ в карьерных водах, полученные в ходе проведения экологического мониторинга на горнопромышленных предприятиях. Сделаны выводы о формировании высококонтрастных карьерных сточных вод по содержанию аммонийной, нитритной и нитратной форм азота, и железа на основе количественных данных о превышениях их концентраций относительно нормативных значений.

Второе защищаемое положение посвящено зависимости эффективности процесса очистки карьерных сточных вод от азотсодержащих соединений и железа в системе по типу сконструированного водно-болотного угодья с открытой поверхностью от биологических показателей используемого комплекса видов высшей (рогоз широколистный *Typha latifolia* L., частуха обыкновенная *Alisma plantago aquatica* L., ситник членистый *Juncus articulatus* L.) и низшей водной растительности (*Chlorella* sp.).

Выводы по второму научному положению основаны на обширном фактическом материале, полученного при проведении лично Коротаевой Анной Эдуардовной большого объема лабораторных и экспериментальных исследований на модельных

растворах карьерных вод опытных горнопромышленных предприятий. Диссертант в полной мере обосновала использование конкретных видов высшей и низшей водной растительности, показатели проективного покрытия выбранных видов растений в системе сконструированных водно-болотных угодий с открытой водной поверхностью для эффективной очистки карьерных вод от азотсодержащих соединений и железа.

В *третьем защищаемом положении* содержатся данные об установленных параметрах сооружения по типу сконструированного водно-болотного угодья для успешной ликвидации последствий загрязнения карьерных сточных вод. Дана характеристика гидравлических и геотехнических параметров системы очистки в конструкции, разработанной диссертантом. Представлено возможное практическое использование разработанной биотехнологии по очистке карьерных сточных вод от азотсодержащих соединений и железа, а также обоснована высокая экологическая и экономическая эффективности от внедрения разработанной технологии.

В целом следует отметить, что научные положения, защищаемые диссертантом, выводы и рекомендации, приведенные в диссертации, в достаточной мере раскрыты и обоснованы.

Достоверность результатов работы подтверждается большим фактическим материалом по мониторинговым, лабораторным и экспериментальным исследованиям водных и растительных проб с применением современных высокочувствительных методов на высокотехнологичном оборудовании; сходимостью экспериментальных данных с теоретическими исследованиями; грамотной интерпретации результатов.

Автореферат соответствует содержанию диссертации и отражает доказательства защищаемых положений.

Тема диссертации, направленность проведенных исследований и полученных результатов соответствует паспорту научной специальности 1.6.21. Геоэкология по пунктам 19 и 24.

4. Научные результаты, их ценность

Коротаева Анна Эдуардовна выполнила большую, интересную и содержательную научную работу, успешно решила все поставленные в диссертации задачи, что позволило получить ряд ценных научных результатов в области геоэкологии:

- определены уровни накопления азотных соединений и железа в карьерных сточных водах за счет влияния взрывных работ на горнопромышленных предприятиях для разработки и совершенствования методов их очистки;
- установлена зависимость существенного снижения концентраций азотсодержащих соединений и железа в карьерных сточных водах от количественных

показателей используемых видов высшей и низшей водной растительности в системе по типу сконструированного водно-болотного угодья с открытой водной поверхностью;

- получены оптимальные технические и биологические параметры для высокоэффективной очистки карьерных сточных вод от азотных соединений и железа в системе по типу сконструированного водно-болотного угодья в пруду-отстойнике для снижения техногенной нагрузки горного производства на водные объекты.

Ключевые результаты исследования были представлены с докладами на многочисленных научно-практических конференциях различного уровня.

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 (Перечень ВАК), в 3 статьях – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus; получен патент РФ на изобретение.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическое значение работы заключается в том, что полученные результаты расширяют представления о механизмах формирования карьерных сточных вод под влиянием горнопромышленного техногенеза и трансформации их химического состава в процессе очистки с применением комплекса видов высшей и низшей водной растительности.

Диссертационная работа имеет важное практическое значение, которое состоит в усовершенствовании биотехнологии по очистке карьерных сточных вод от азотных соединений и железа в системе по типу сконструированного водно-болотного угодья в пруду-отстойнике горнопромышленных предприятий для охраны водных объектов.

Разработанный диссертантом способ биологической очистки сточных вод защищен патентом на изобретение № 2796677 от 29.05.2023 г. и обоснован эколого-экономическими показателями его эффективности при внедрении в производственную деятельность. Практическая значимость полученных результатов также обусловлена внедрением в практику предприятия АО «Карельский окатыш» (наличие акта о внедрении), а также выполнением исследований в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (№ 075-03-2024-116_2 от 11.04.2024).

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Научные результаты, полученные в диссертации, рекомендуется использовать:

- в учебном процессе по подготовке студентов и аспирантов по экологическим специальностям;

- для рассмотрения горнодобывающим предприятиям, с точки зрения, внедрения в программы природоохранных мероприятий и производственного экологического контроля для повышения эффективности производства и охраны водных объектов.

7. Замечания и вопросы по работе

1. В разделе введения «Степень разработанности темы исследования» и в разделе 1.2 проведен тщательный обзор отечественной и зарубежной литературы о существующих методах очистки сточных вод от загрязняющих веществ, включая биологические методы. На основе данного обзора было бы интересно увидеть выводы о проблемах/недостатках существующих разработок различных авторов по биотехнологиям, использующие тип сконструированного водно-болотного угодья, которые диссертант пытался решить в своем научном исследовании.

2. В разделе 1.2 следовало бы привести карту-схему с точками отбора проб водных объектов на предприятиях и результаты анализа железа в водных объектах, выбранных для мониторинговых исследований.

3. В таблицах 1.7 и 1.8 диссертантом показаны концентрации азотных соединений в карьерных водах на очистных сооружениях и сделан вывод о том, что существующая система очистки на предприятиях не позволяет достичь нормативных значений по загрязняющим веществам, но не приводится объяснение причины низкой эффективности очистных сооружений.

4. В таблицах 2.1–2.4 на основе литературного обзора диссертант показывает концентрации изучаемых загрязняющих веществ в сточных водах, коэффициенты контрастности и эффективность очистки на различных предприятиях. В диссертационной работе не в полной мере уделено внимание сравнению результатов, полученных диссертантом, с данными из таблиц 2.1–2.4.

5. В главе 3 (стр. 97) указано, что растения для экспериментальных работ отобраны из естественной среды обитания. В этой связи, интересно было бы узнать в каком районе и на каком типе почв произрастали растения, чтобы исключить влияния техногенных факторов района произрастания на накопление в растительности загрязняющих веществ.

6. В главе 3 диссертант сравнивает результаты экспериментальных и лабораторных работ с фоновыми показателями. Какие уровни концентрации изучаемых веществ принимались за фоновые значения в модельных растворах и чем обусловлен их выбор?

Указанные замечания не снижают общего хорошего впечатления от работы, научную и практическую ценность диссертационной работы, носят рекомендательный характер и могут быть учтены при дальнейших исследованиях.

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

Профессор отделения геологии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Доктор геолого-минералогических наук, доцент

Таловская Анна Валерьевна

Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Почтовый адрес: 634050, город Томск, проспект Ленина, дом 30

Официальный сайт в сети Интернет: tpu.ru

эл. почта: talovskaya@tpu.ru

телефон: +7 (3822) 70-63-44

Подпись Таловской Анны Валерьевны оппонента заверяю.

И.о. ученого секретаря ТПУ

15 мая 2024 г.

М.П.



В.Д. Новикова