

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

доктора технических наук, профессора

Глушанковой И. С. на диссертационную работу Елены Николаевны Бессоновой на тему «РАЗРАБОТКА СПОСОБА ОЧИСТКИ КАРЬЕРНЫХ ВОД ГОРНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТ НИТРАТ-ИОНОВ И ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЛЬВАНОПАРЫ Fe-C», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15 – «Экология»

Бессонова Е. Н. в 2004 году окончила с отличием Пермский государственный педагогический университет с присуждением квалификации «Учитель биологии и химии» по специальности «Биология и химия». С 01 октября 2022 года Бессонова Елена Николаевна обучается в аспирантуре очной формы обучения на кафедре «Охрана окружающей среды» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» по направлению 19.06.01 «Промышленная экология и биотехнологии».

В настоящее время по работает заведующим учебной лабораторией кафедры «Охрана окружающей среды» и по совместительству состоит на должности старшего преподавателя кафедры, проводит практические занятия со студентами в рамках дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», лекционные и практические занятия по дисциплине «Экология».

Работа Бессоновой Е. Н. посвящена решению актуальной экологической и технологической проблемы – очистке многотоннажных карьерных вод горнорудных предприятий, ведущих открытую разработку месторождений железных руд, от нитрат-ионов и ионов тяжелых металлов.

В горнодобывающей промышленности при добыче руды открытым способом с применением буровзрывных работ формируются карьерные и дренажные воды, загрязненные неорганическими соединениями азота (ионами аммония, нитрит- и нитрат-ионами), представляющими продукты разложения и неполного расходования взрывчатых веществ на основе аммиачной селитры. Сброс сточных карьерных вод в открытые водоемы приводит к их эвтрофикации, провоцирует активное развитие микрофлоры, в донном грунте усиливаются анаэробные процессы, интенсивно накапливаются продукты распада органических веществ, такие как сероводород и аммиак, что приводит к гибели гидробионтов, утрате рекреационной функции водоемов. Ионы тяжелых металлов, входящие в

состав карьерных вод, склонны к биоаккумуляции, оказывают токсическое воздействие на водные организмы, вызывая регуляторные нарушения.

Для снижения негативного воздействия сточных вод горнорудных предприятий на поверхностные и подземные воды необходимо создавать эффективные и экономически целесообразные способы и технологии очистки, учитывающие многотоннажность образования стоков, низкое содержание в них органических соединений.

Диссертационное исследование обладает научной новизной и практической значимостью.

Впервые разработан способ очистки карьерных вод от нитрат-ионов и ионов тяжелых металлов, заключающийся в обработке воды системой, содержащей гальванопару Fe-C, и обеспечивающий снижение экологической нагрузки на объекты гидросферы.

- Установлены закономерности процесса очистки карьерных вод системой, содержащей гальванопару Fe-C, обеспечивающие снижение концентрации нитрат-ионов до нормативных показателей. На основе теоретического анализа процессов, протекающих в системе, содержащей железо, углерод и нитрат-ионы, и экспериментальных исследований обоснован механизм и определены оптимальные условия процесса очистки: массовое соотношение Fe-C 2:1, pH 6-8. Доказано, что процесс восстановления нитрат-ионов при pH 6,1-7,9 протекает с образованием газообразного азота как основного продукта (более 81%).

- Определены кинетические характеристики процесса восстановления нитрат-ионов в системе, содержащей гальванопару Fe-C, в диапазоне температур 5-20 °C. Проведенные кинетические исследования процесса очистки карьерных вод от нитрат-ионов позволили установить, что процесс восстановления описывается кинетическим уравнением первого порядка и протекает в кинетической области. Определены константы скорости реакции k : при 5 °C $k = 0,0365 \text{ мин}^{-1}$, при 10 °C $k = 0,0416 \text{ мин}^{-1}$, при 15 °C $k = 0,0809 \text{ мин}^{-1}$, при 20 °C $k = 0,0901 \text{ мин}^{-1}$ и значение энергии активации электрохимической реакции восстановления нитрат-ионов E_A , равное 53 кДж/моль.

- Установлены закономерности процесса извлечения ионов тяжелых металлов из карьерных вод системой, содержащей гальванопару Fe-C, обеспечивающие эффективное снижение концентрации ИТМ в карьерных водах до нормативных значений без вторичного загрязнения вод ионами

железа. Осадок, формирующийся в процессе очистки карьерных вод от нитрат-ионов, представляет собой смесь магнетита и гетита – термодинамически устойчивых оксидов и оксигидроксидов железа, и является эффективным сорбентом ИТМ. Сорбция ИТМ протекает по механизму полимолекулярной адсорбции.

Выполненная оценка планируемой величины предотвращенного экологического ущерба водным ресурсам, позволила установить, что при очистке 2083,7 тыс. м³/год карьерных вод от соединений азота и ИТМ величина предотвращенного экологического ущерба составляет 283,5 млн руб./год.

Достоверность результатов исследования обеспечивается использованием для аналитических исследований аттестованных методик выполнения измерений, применением комплекса методов физико-химического анализа, согласованностью теоретического анализа данных и результатов экспериментальных исследований, статистической обработкой результатов исследований, положительными результатами опытно-промышленных испытаний разработанного способа очистки карьерных вод системой, содержащей гальванопару Fe-C.

Основные результаты диссертационной работы докладывались на всероссийских и международных научно-практических конференциях. По материалам диссертационного исследования опубликовано 4 печатные работы в научных изданиях, входящих в международные реферативные базы данных рецензируемой научной литературы Scopus и Web of Science.

Разработанные технические решения успешно апробированы в полупромышленном масштабе на одном из ведущих горнодобывающих и горноперерабатывающих предприятий Российской Федерации АО «Карельский окатыш», которое входит в состав горнодобывающей компании ПАО «Северсталь». Результаты исследований и разработанные технические решения были использованы специалистами ООО «Кайрос Инжиниринг» (г. Пермь) при разработке технологического регламента очистки сточных вод на отстойнике Корпангского месторождения АО «Карельский окатыш», расчетная производительность очистных сооружений – 2083,7 тыс. м³/год.

В период выполнения работы Бессонова Е. Н. зарекомендовала себя как самостоятельный исследователь, способный четко формулировать цели и задачи, планировать и выполнять лабораторные эксперименты. Для изучения закономерностей процессов очистки карьерных вод от нитрат-ионов и ИТМ Бессоновой Е. Н. были разработаны лабораторные установки, показаны

умения и навыки проведения исследовательских работ. Бессонова Е. Н. проявила себя как добросовестный, вдумчивый и целеустремленный исследователь, способный анализировать и интерпретировать полученные данные, обрабатывать их, используя современные статистические методы анализа взаимосвязей, делать осмысленные выводы.

Считаю, что диссертационная работа Бессоновой Елены Николаевны по объему, содержанию, научной новизне, практической значимости отвечает всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.5.15 Экология, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Научный руководитель

Профессор кафедры «Охрана окружающей среды» Пермского национального исследовательского политехнического университета, доктор технических наук (05.23.04), профессор

Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр-т., 29, тел. 8(342) 239-14-82

«25» сентября 2025 г.  Глушанкова Ирина Самуиловна

Я, Глушанкова Ирина Самуиловна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Бессоновой Елены Николаевны, и их дальнейшую обработку

«25» сентября 2025 г.  Глушанкова Ирина Самуиловна

Подпись Глушанковой Ирины Самуиловны удостоверяю

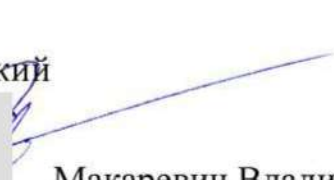
Ученый секретарь ФГАОУ ВО

«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
канд. ист. наук.

Адрес: 614990

Комсомольский

Тел./факс: 8(342)

 Макаревич Владимир Иванович