

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научно-
инновационной деятельности
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский горный
университет», к.х.н.



М.В. Иванов

«01» сентября 2023 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» на диссертационную работу Голец Анны Борисовны на тему «Обезвреживание ионов тяжелых металлов при санации и рекультивации техногенно измененных грунтов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология

1. Актуальность темы исследования

Анализ данных государственных докладов Минприроды РФ «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» за последнее десятилетие показывает неуклонный рост степени загрязнения почв тяжелыми металлами в большинстве городов Российской Федерации. Более чем в два раза превышен среднероссийский уровень загрязнения почв химическими веществами в селитебных зонах, в том числе и в Санкт-Петербурге, который входит в пятерку городов с самым высоким уровнем

загрязнения почв, а по степени загрязнения почв кадмием Санкт-Петербург находится на третьем месте в России.

Процесс миграции ионов тяжелых металлов, обусловленный антропогенной деятельностью, ежегодно увеличивается, что приводит к обогащению геосистем ионами свинца, кадмия, меди, марганца и других тяжелых металлов. Из недр извлекается в десятки раз большее количество тяжелых металлов, чем вовлекается в биологический цикл. Поэтому загрязнение почв ионами тяжелых металлов является одним из приоритетных факторов, оказывающих влияние на геоэкологическую ситуацию в Российской Федерации в целом и в селитебных зонах в частности. Такое загрязнение негативно сказывается на здоровье населения и может привести к различным заболеваниям сердечно-сосудистой и нервной систем организма, а также к нарушению репродуктивной функции.

На сегодняшний день известные методы нейтрализации ионов тяжелых металлов, включая термический, химический, электрохимический, а также хранение (захоронение) на полигонах, оказываются либо экономически затратными, либо недоступными для многих регионов Российской Федерации, либо не обеспечивающими формирование стабильных соединений тяжелых металлов, что обуславливало бы их безопасность.

В работе Голец А.Б. на тему «Обезвреживание ионов тяжелых металлов при санации и рекультивации техногенно измененных грунтов» объектом исследования выбраны техногенно измененные дисперсные грунты, загрязненные ионами тяжелых металлов, а предметом исследования являются методы обезвреживания ионов тяжелых металлов при санации и рекультивации техногенно измененных грунтов.

Автор ставит и успешно решает задачу исследовать и апробировать использование искусственного магнезиального и гипсового камня, а также природных растворов для санации и рекультивации техногенно измененных грунтов. В работе показано, что обезвреживание ионов тяжелых металлов осуществляется путем самопроизвольного образования труднорастворимых

безопасных соединений, являющихся аналогами природных минералов, что является актуальным для решения геоэкологических проблем.

Таким образом, диссертационную работу Голец Анны Борисовны на тему «Обезвреживание ионов тяжелых металлов при санации и рекультивации техногенно измененных грунтов», в которой исследован процесс обезвреживания ионов тяжелых металлов в техногенно измененных дисперсных грунтах при их санации и рекультивации с использованием искусственного магнезиального и гипсового камня, а также природных растворов, с образованием труднорастворимых безопасных соединений, и предложены технологические решения для обезвреживания ионов тяжелых металлов в техногенно измененных грунтах, следует признать актуальной.

2. Структура и содержание работы

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы. Работа изложена на 211 страницах машинописного текста, включает 33 рисунка, 36 таблиц и 8 приложений на 66 страницах.

3. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечена использованием апробированных и утвержденных методик и методов проведения исследований; подтверждается сходимостью экспериментальных данных с теоретическими предположениями. Результаты диссертационного исследования получили достаточную апробацию на научно-технических конференциях, в том числе международного уровня. По результатам апробации, предлагаемых в работе технологических решений, получены соответствующие акты.

4. Научная новизна

Научная новизна работы заключается в том, что:

- предложен критерий для геоэкологического обоснования использования искусственного магнезиального и гипсового камня при

санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов, обеспечивающий самопроизвольность и безопасность процесса обезвреживания;

- определена емкость магнезиального камня при санации и рекультивации от ионов свинца, которая составляет 6 мг/г; доказано, что модификация магнезиального и гипсового камня обеспечивает повышение емкости по отношению к ионам свинца до 27,5 мг/г, а по отношению к ионам меди, кадмия, марганца, железа и кобальта составляет от 12,5 до 27,9 мг/г, при самопроизвольном процессе обезвреживания;

- исследованы зависимости емкости магнезиального и гипсового камня от температуры окружающей среды и от дозы модификатора: определено, что изменение температуры окружающей среды от 1 до 40 °С не влияет на емкость; емкость увеличивается в зависимости от дозы модификатора; также выявлено, что магнезиальный и гипсовый камень не обладают селективностью по отношению к различным ионам тяжелых металлов при осуществлении процесса их обезвреживания, что обеспечивает возможность одновременного обезвреживания различных ионов в техногенных грунтах.

5. Научная и практическая ценность диссертации

1. Предлагаемый в диссертационной работе критерий, заключающийся в том, что обезвреживание ионов тяжелых металлов должно осуществляться путем самопроизвольного образования труднорастворимых безопасных соединений, аналогичных природным, обеспечивает снижение концентрации ионов тяжелых металлов в геосистемах при санации и рекультивации грунтов.

2. С использованием полученных зависимостей установлено, что для снижения на единицу предельно допустимой концентрации (ПДК) по свинцу в одну тонну грунта необходимо внести от 0,2 до 1 кг магнезиального или гипсового камня (в зависимости от используемого модификатора), либо обработать 20 л природного раствора путем инъектирования или орошения.

3. Термодинамическими расчетами теоретически обоснована и экспериментально доказана возможность управления обезвреживающими свойствами искусственного магнезиального и гипсового камня путем введения модификаторов, и предложены два способа их введения.

4. Разработаны и прошли опытную апробацию превентивное и ликвидационное технологические решения для санации техногенно измененного дисперсного грунта от ионов тяжелых металлов до уровня ПДК:

- на территории строительной площадки ООО «Строительная компания «Выдрица» проведена апробация по использованию природных растворов при инъектировании и орошении техногенного грунта для обезвреживания ионов тяжелых металлов (на примере ионов свинца). Остаточная концентрация загрязнителя составила 5,0 мг/кг;

- в насыпи земляного полотна автомобильной дороги на территории ООО «УМиАТ-98» проведена апробация по использованию гипсового камня для обезвреживания ионов тяжелых металлов (на примере ионов свинца). Апробация показала снижение концентрации загрязнителя в 10 раз до уровня ПДК.

По результатам апробации получены соответствующие акты.

5. Качественная и количественная оценка апробированных методов показала преимущество предлагаемых методов по сравнению с известными, величина предотвращенного экологического ущерба по результатам апробации составляет 2 580,30 тыс. руб/год.

6. Материалы диссертации используются в учебном процессе ФГБОУ ВО ПГУПС при подготовке бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство».

Практическая ценность и техническая новизна подтверждена пятью патентами на изобретения.

6. Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки

Предложенный в работе критерий позволяет осуществлять обезвреживание ионов тяжелых металлов путем самопроизвольного образования труднорастворимых безопасных соединений, являющихся аналогами природных минералов, и дает основу для поиска новых твердых минеральных веществ, в том числе и среди отходов, обладающих обезвреживающими свойствами по отношению к ионам тяжелых металлов.

Установленная возможность управления обезвреживающими свойствами искусственного магнезиального и гипсового камня путем введения модификаторов, обеспечивающих обезвреживающие свойства по отношению к различным ионам тяжелых металлов, позволяет разработать новые технологические решения по санации и рекультивации грунтов.

Обнаруженные и исследованные зависимости емкости от присутствия нескольких ионов тяжелых металлов одновременно, от дозы модификатора, от температуры окружающей среды, свидетельствует о возможности расширения условий применения твердых минеральных веществ для обезвреживания ионов тяжелых металлов.

7. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты и выводы диссертационной работы могут быть использованы при разработке средств защиты почв и грунтов от ионов тяжелых металлов. С применением предложенного в работе критерия для геоэкологического обоснования применения средств защиты почв и грунтов возможен отбор наиболее эффективных и безопасных средств для обезвреживания ионов тяжелых металлов в почвах и грунтах.

Разработанные формулы для расчета необходимой дозы искусственного магнезиального и гипсового камня, а также природных

растворов для обезвреживания ионов тяжелых металлов могут быть использованы при санации и рекультивации загрязненных техногенных грунтов. Также по предложенным формулам возможен расчёт дозы других средств защиты для обезвреживания других загрязнителей в почвах и грунтах.

Предложенные технологические решения для превентивной и ликвидационной защиты могут быть использованы при санации и рекультивации техногенных грунтов с целью обезвреживания в них ионов тяжелых металлов.

8. Замечания

Кроме несомненных достоинств, представленная на рецензию диссертационная работа имеет ряд недостатков:

- 1) На стр.41 указано, что «Измерения считаются невоспроизводимыми, так как практически не представляется возможным повторить определение емкости в одинаковых условиях относительно концентрации ионов тяжелых металлов, объема модельного раствора и массы магнезиального и гипсового камня». Непонятно почему невозможно повторение в одинаковых условиях? Исходя из этого вопросы к достоверности лабораторных исследований;
- 2) На стр.44 проводилась оценка безопасности осадка путем сравнения со значением ПДК в почве, но в расчетах представлены значения концентраций в мг/л. (ПДК – 30 мг/кг);
- 3) На стр.46 приводится следующая информация: «Анализ растворимости ионов тяжелых металлов показал, что с помощью магнезиального и гипсового камня наиболее возможным является обезвреживание ионов свинца, которое может происходить с образованием 44 труднорастворимых соединений аналогичных природным минералам, содержащим свинец», что является некорректным, так как даже при соответствии химического состава природных и техногенных

- образований, они различаются по минеральному составу. Причём, чаще всего техногенные образования имеют аморфный, а не кристаллический характер;
- 4) В диссертации подробно не описан механизм контакта магнезиального/гипсового камня с техногенными грунтами, что имеет принципиальное значение для реализации технологии;
 - 5) Раздел 3.1.1 посвящен изучению обезвреживающих свойств гипсового и магнезиального камней на примере использования модельного раствора, хотя тема диссертации связана с очисткой не жидкостей, а грунтов и в грунтах процессы очистки будут протекать иначе, в том числе по времени. Поэтому не совсем ясно для чего проводились эти эксперименты;
 - 6) Рисунок 3.3 показывает процесс очистки загрязнённого грунта в лабораторных условиях – с грунтом контактируют, лежащие на поверхности, три образца магнезиального камня, поэтому возникают сомнения в представленных результатах и эффективности очистки в 97 %. Возможно контакт камня с грунтом осуществлялся иначе?
 - 7) Не ясно, почему при оценке эффективности очистки многокомпонентного раствора рассматривались только три иона, при этом в оценке очистки от тяжелых металлов рассматривалось шесть;
 - 8) На страницах 73-74 приводится описание эксперимента по вымываемости модификатора из камня. Результаты качественного анализа указывают на вымывание модификатора, что ставит под сомнение вопрос безопасности использования модифицированного камня;
 - 9) На странице 79 даётся ссылка на недействующий ГОСТ 125-79, заменённый на ГОСТ 125-2018;
 - 10) Санация загрязнённых грунтов морской водой (стр.83) приведет ко вторичному загрязнению грунтов (увеличению солесодержания).

Что ставит под сомнение эффективность использования данного способа;

- 11) В работе тяжелые металлы вносилось искусственно даже на опытных площадках, что не позволяет однозначно судить об эффективности использования предложенного метода очистки на территориях накопленного свинцового загрязнения;
- 12) В диссертации вскользь затронут вопрос о возможности использования отходов строительных материалов для реализации предлагаемого в работе способа. Хотя именно такой вариант реализации технологии может быть экономически обоснованным;
- 13) В работе не представлены варианты утилизации загрязнённого отработанного камня, а также не затрагивается вопрос дальнейшего поведения образующихся труднорастворимых соединений в грунтах при изменении Eh-pH условий;

Тем не менее, высказанные замечания не могут снизить несомненных достоинств, представленной на отзыв диссертационной работы.

9. Заключение

Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод, что диссертация Голец Анны Борисовны на тему «Обезвреживание ионов тяжелых металлов при санации и рекультивации техногенно измененных грунтов» является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, научной и практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют существенное значение для развития соответствующей отрасли наук. Диссертационная работа полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а

ее автор Голец Анна Борисовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология.

Отзыв на диссертацию рассмотрен и одобрен на заседании кафедры Геоэкологии Санкт-Петербургского горного университета «31» августа 2023 года. Протокол заседания № 1 от «31» августа 2023 г.

Председатель заседания:

заведующая кафедрой Геоэкологии
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский горный
университет», д.т.н., проф.

Пашкевич Мария Анатольевна

Секретарь заседания:

доцент кафедры Геоэкологии
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский горный
университет», к.т.н., доц.

Стриженок Алексей Владимирович

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»

Адрес: 199106, г. Санкт-Петербург, 21-я линия Васильевского острова, д. 2

Официальный сайт: <https://spmi.ru>

E-mail: rectorat@spmi.ru

Тел.: +7-812-328-82-81; +7-812-328-82-07



Подпись М.А. Пашкевич, А.В. Стриженок

Являюсь: М.А. Пашкевич, А.В. Стриженок
заместителем начальника управления делопроизводства
и контроля документооборота

Е.Р. Яновицкая

01.09.2023