

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата геолого-минералогических наук Подлипского Ивана Ивановича на диссертационную работу Голец Анны Борисовны на тему «Обезвреживание ионов тяжелых металлов при санации и рекультивации техногенно измененных грунтов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология

Актуальность темы исследования

Актуальность темы настоящего диссертационного исследования не вызывает сомнений и связана с необходимостью осуществления строительной и хозяйственной деятельности в субтоксичных условиях. Тяжелые металлы, элементы I-III класса опасности для окружающей среды, являются неотъемлемой частью полиэлементных техногенных и природно-техногенных аномалий в почвах крупных городов, в том числе и Санкт-Петербурга. Поэтому поиск строительных и природных средств, использование которых приведет к детоксикации ионов свинца и других тяжелых металлов, актуален для строительной и хозяйственной деятельности.

Диссертационная работа посвящена исследованию возможности детоксикации ионов свинца и других тяжелых металлов (изменение формы нахождения) в техногенно измененных дисперсных грунтах при их санации и рекультивации с использованием искусственного магнезиального и гипсового камня (гипс, пеногипс, гипсокартон, стекломанезит, фибролитовые плиты, ксилолит), а также природных растворов (морская вода и природные воды сульфатного класса магниевой группы). Детоксикация осуществляется путем самопроизвольного образования труднорастворимых соединений, являющихся аналогами природных минералов (англезит, церуссит), самопроизвольность процесса детоксикации характеризует отрицательное значение изменения изобарно-термического потенциала.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа Голец А.Б. 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. Список использованной литературы содержит 286 источников.

Содержание диссертации представляет собой план последовательного выполнения действий, приводящих к поставленной в работе цели, что

соответствует экспериментально-теоретической разработке технологических решений для обезвреживания ионов свинца и других тяжелых металлов в техногенно измененных дисперсных грунтах при их санации и рекультивации с использованием искусственного магнезиального и гипсового камня, и природных растворов.

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационного исследования; сформулированы цель, основная идея и задачи диссертационной работы. Показаны научная новизна работы и практическая значимость достигнутых в ходе исследования результатов, а также основные положения, выносимые на защиту, степень достоверности и обоснованности научных положений.

В **первой главе** приведен обзор литературных данных о негативном воздействии строительной и хозяйственной деятельности на литосферу. Проанализированы существующие методы санации и рекультивации земель от ионов тяжелых металлов (ИТМ), негативное воздействие ИТМ на окружающую среду и комплексная оценка техногенно измененных дисперсных грунтов в Санкт-Петербурге по показателю суммарного загрязнения Z_c по тяжелым металлам и металлоидам и индекс загрязнения почв (ИЗП). Доказан недостаток разработанности инновационных решений в сфере превентивных и защитных мер, предотвращающих и устраняющих загрязнение тяжелыми металлами в техногенно измененных дисперсных грунтах.

Во **второй главе** приведено термодинамическое обоснование прогнозирования и управления обезвреживающими свойствами искусственного магнезиального и гипсового камня, а также природных растворов при санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов от ионов свинца и других тяжелых металлов. Глава содержит результаты расчёта и оценки возможности самопроизвольного протекания реакций обезвреживания в нестандартных условиях (изменение температуры).

В **третьей главе** изложены результаты по обнаружению и исследованию обезвреживающих свойств магнезиального и гипсового камня, а также природных растворов, обеспечивающих снижение концентрации ионов свинца и других тяжелых металлов до уровня ПДК при санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов. Приведены результаты исследований емкости модифицированного искусственного магнезиального и гипсового камня при одновременном присутствии разных ИТМ. Доказано, что материалы не обладают селективностью. Приведены результаты работ по управлению обезвреживающими свойствами

магнезиального и гипсового камня по отношению к свинцу и другим тяжелым металлам.

В четвертой главе приведены технологические решения для санации и рекультивации техногенно измененных грунтов от ионов свинца и других тяжелых металлов до уровня ПДК с использованием обнаруженных обезвреживающих свойств магнезиального и гипсового камня, и природных растворов. Приведены результаты апробации предлагаемых технологических решений. Приведены основные результаты эколого-экономической оценки технологических решений по обезвреживанию ИТМ на основе расчета предотвращенного экологического ущерба (ПЭУ) и рейтингового метода расчёта индекса PQ (property quality).

Область исследования соответствует паспорту специальности 1.6.21 – Геоэкология по пункту: 17 «Ресурсосбережение, санация и рекультивация земель, утилизация отходов производства и потребления, в том числе возникающих в результате добычи, обогащения и переработки полезных ископаемых, строительной, хозяйственной деятельности и эксплуатации ЖКХ. Геоэкологическое обоснование безопасного размещения, хранения и захоронения токсичных, радиоактивных и других отходов».

Структура и содержание диссертации находятся в логическом единстве и соответствуют поставленной цели исследования. Выдвигаемые соискателем теоретические и методологические положения, а также сформулированные в диссертации выводы и рекомендации, как результат исследования, являются новыми и научно обоснованными.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Без сомнения, следует согласиться с автором диссертации в том, что в настоящее время отсутствуют одновременно эффективные и экономически выгодные технологии защиты техногенно измененных дисперсных грунтов от ионов свинца и других тяжелых металлов.

Замечателен тот факт, что автором установлено и рассчитано изменение значений изобарно-термического потенциала для процессов взаимодействия искусственного магнезиального и гипсового камня с ионами свинца и других тяжелых металлов и установлена возможность самопроизвольного протекания процесса детоксикации. Кроме того, автором установлено, что присутствие модификатора (йодид калия, карбонат натрия, сульфид натрия) улучшает обезвреживающие свойства искусственного магнезиального и гипсового камня.

Научная новизна диссертационной работы А.Б. Голец заключается в следующем:

1) Термодинамически обоснована возможность использования искусственного магнезиального и гипсового камня при санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов, что позволяет осуществлять обезвреживание ИТМ путем самопроизвольного образования труднорастворимых безопасных соединений, являющихся аналогами природных минералов.

2) Впервые установлено, что обезвреживание ионов свинца магнезиальным камнем сопровождается понижением изобарно-изотермического потенциала до $-38,5 \cdot 10^{-4}$ кДж/т. Показано, что такому уровню понижения потенциала соответствует емкость магнезиального камня, составляющая 6 мг/г.

3) Термодинамически обоснована возможность управления обезвреживающими свойствами магнезиального и гипсового камня, а именно возможность увеличения емкости путём введения модификаторов (йодид калия, карбонат натрия, сульфид натрия). Впервые установлено, что введение модификаторов в магнезиальный и гипсовый камень при обезвреживании ионов свинца и других тяжелых металлов сопровождается более отрицательным значением изменения изобарно-изотермического потенциала. Показано, что емкость по отношению к ионам свинца достигает значений до 27,5 мг/г, по отношению к ионам меди, кадмия, марганца, железа и кобальта составляет от 12,5 до 27,9 мг/г.

4) Подтверждена возможность использования природных минеральных растворов, а именно морской воды и природной воды сульфатного класса магнезиевой группы, для осуществления ликвидационной защиты от ионов свинца при санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов.

5) Предложены формулы для расчета дозы магнезиального или гипсового камня (чистого или модифицированного), а также объема природных растворов для снижения концентрации загрязнения ионами свинца и других тяжелых металлов на 1 ПДК в техногенно измененных дисперсных грунтах при их санации и рекультивации.

Таким образом, автор в результате своего исследования разработал термодинамическое обоснование возможности применения искусственного магнезиального и гипсового камня и природных растворов для санации и рекультивации техногенно измененного дисперсного грунта от ионов свинца и других тяжелых металлов. Применение указанных средств при осуществлении строительной и хозяйственной деятельности обеспечит геоэкозащитный эффект. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Теоретическая и практическая значимость работы

Практическая значимость работы заключается в том, что обнаруженные и исследованные в диссертационной работе обезвреживающие свойства магнезиального и гипсового камня и природных растворов дают основание рассматривать их как средства, обеспечивающие снижение концентрации ионов свинца и других тяжелых металлов в контактной среде до уровня ПДК, и поэтому позволяют создавать на их основе превентивные и ликвидационные технологические решения для санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов от ИТМ.

Установлено, что изменение температуры окружающей среды в диапазоне от 1 до 40°C не влияет на емкость магнезиального и гипсового камня, их емкость увеличивается в зависимости от дозы модификатора, и материалы не обладают селективностью, что обеспечивает одновременное обезвреживание различных ИТМ при санации и рекультивации техногенно измененных дисперсных грунтов. Результаты экспериментов по исследованию величины емкости магнезиального и гипсового камня не выявили ее зависимости от температуры окружающей среды, что подтверждается расчётами изменения изобарно-изотермического потенциала при разных температурах.

По предложенным в работе формулам определено, что для удельного снижения концентрации ионов свинца и других тяжелых металлов на 1 тонну загрязнённого грунта необходимо внести от 0,2 до 4,7 кг модифицированного магнезиального или гипсового камня. Показано, что использование модифицированных изделий позволяет уменьшить расход средств в 4 раза. По предложенным в работе формулам рассчитано необходимое количество природных растворов для удельного снижения концентрации ионов свинца на 1 тонну грунта. Приведен расчет дозы камня для снижения на 1 ПДК по ИТМ в 1 тонне техногенно измененного грунта и расчет расхода природного раствора на 1 м² при глубине активного загрязнения ИТМ до 0,2 м, что является важным прикладным моментом.

Опытно-промышленная апробация технологических решений показала десятикратное снижение до уровня ПДК концентраций ионов свинца в грунте.

Проведена эколого-экономическая оценка предложенных превентивных и ликвидационных технологических решений на основе расчета предотвращенного экологического ущерба. Расчет показал, что при снижении концентрации ионов свинца и других тяжелых металлов в почве до уровня ПДК общая величина предотвращенного экологического ущерба достигает 2 580,30 тыс. руб/год на 1 га.

Проведена оценка качества предложенных технологических решений методом расчёта индекса RQ. Превышение значений индексов RQⁿ предложенных технологических решений по сравнению с вывозом загрязнённого грунта на полигоны достигает 90%.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Рассмотрение защищаемых положений и разделов диссертационной работы производит вполне положительное впечатление, так как автором собран, проанализирован и в достаточной мере обобщен значительный фактический материал.

Большое внимание в работе посвящено представлению о том, что снижение концентрации загрязнения в виде ионов свинца и других тяжелых металлов в техногенно измененных дисперсных грунтах при их санации и рекультивации возможно путем использования искусственного магнезиального и гипсового камня, а также природных растворов. При этом обезвреживание ионов свинца и других тяжелых металлов можно осуществлять, используя особенности их химического поведения с образованием труднорастворимых веществ аналогичных природным, в которых содержатся тяжелые металлы в естественном состоянии, то есть возможно восстановление природно-техногенной среды в строительной деятельности таким образом, что процессы детоксикации направлены на получение труднорастворимых безопасных веществ аналогичным природным.

Хотелось бы отметить, что материалы диссертации достаточно полно изложены в 48 научных публикациях, из которых 7 работ опубликованы в журналах, включенных в Перечень ВАК РФ, 2 работы опубликованы в журналах, индексируемых в международных реферативных базах Scopus, Web of Science, 33 работы опубликованы в других журналах и сборниках трудов, 5 патентов на изобретения, 1 учебное пособие.

Замечания

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

Диссертация выполнена на высоком научном уровне и является законченным научным исследованием. Совокупность представленных в диссертации материалов свидетельствует о завершенности исследований в рамках сформулированных цели и задач.

В качестве дискуссионных замечаний можно выделить:

1. Ряд замечаний к условиям и способам проведения экспериментальных исследованиях на модельных участках (Акты №1, 2 и 3, Приложения Г, Д и Е):

1.1. Нет уточнений искусственно ли воссозданы грунтовые условия на модельных площадках или площадки выбраны исходя из условий наиболее близких условий;

1.2. Нет ссылок на методы определения модуля крупности песка и коэффициента фильтрации;

1.3. Нет описания способа искусственного загрязнения грунта на модельных площадках (полив, смешивание в полевых условиях и т.д.);

1.4. Не ясно, исходя из каких данных, установлена глубина активного почвенного загрязнения модельного участка – 20 см и ЧТО такое АКТИВНОЕ почвенное загрязнение?

1.5. Из условий описания эксперимента не очень понятно, сколько проб отобрано было на модельной площадке, как они расположены друг относительно друга, какой способ отбора был использован (в разделе оценки ущерба также нет этой информации), готовилась ли усредненная проба или усреднение проводилось на стадии анализа результатов химико-аналитических исследований;

1.6. Не ясно, почему не закладывались контрольные площадки («чистая» и «грязная»).

2. Расчет ПРЕДОТВРАЩЕННОГО ущерба не применим, исходя из его цели, для ЛИКВИДАЦИОННЫХ методов.

3. Методика расчета индекса RQ имеет существенный недостаток, связанный с отсутствием технологий (методов, средств) обоснования значимости аспектов (свойств) в расчете. Так, например, вызывает сомнение равнозначность экономических аспектов – стоимость земли и стоимость очистки и др. Такой упрощенный подход (разделение вклада на равные доли) дает хоть и уникальную, но крайне усредненную оценку качества предложенных технологических решений.

Заключение

Диссертационная работа Голец Анны Борисовны является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Диссертация на тему «Обезвреживание ионов тяжелых металлов при санации и рекультивации техногенно измененных грунтов» отвечает 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.

Официальный оппонент:

кандидат геолого-минералогических наук,
доцент кафедры «Геологии и геоэкологии» ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена»

Подлипский Иван Иванович

«14» сентября 2023 г.

Адрес: ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена», 191186, г. Санкт-Петербург, набережная реки Мойки, д. 48

E-mail: primass@inbox.ru

Телефон: +7 (960) 251-25-07

РГПУ им. А.И. ГЕРЦЕНА

подпись И.И. Лодыженко

удостоверяю «18» 09 2023 г.

Отдел кадров управления по работе с кадрами и организационно-контрольному обеспечению



Ведущий документовед
отдела кадров

Ю.В. Пасечник