

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата химических наук
Герцен Марии Михайловны
на тему: «СОРБЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ОРГАНОГЛИН НА ОСНОВЕ
БЕНТОНИТА И ПАВ РАЗНЫХ ТИПОВ ПО ОТНОШЕНИЮ К ТЯЖЕЛЫМ
МЕТАЛЛАМ»
по специальности 1.5.15 – экология (химические науки)

Продолжающееся загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами (ТМ) требует поиска подходов, средств и технологий, способных уменьшить их токсическое воздействие на живые организмы. Одной из природоподобных технологий снижения подвижности и биологической доступности тяжелых металлов в системе почва – природные воды – растения является использование сорбентов на основе природных глинистых минералов с высоким поверхностным зарядом и набухающей кристаллической решеткой. Высокое сродство тяжелых металлов к этим минералам давно известно. Современный тренд развития таких технологий связан с модификацией таких минералов поверхностно-активными веществами различной природы и свойств. В этой связи диссертационная работа М. М. Герцен представляется очень актуальной.

Диссертация М. М. Герцен посвящена изучению адсорбции свинца оргаоглинами, синтезированными в лабораторных условиях из бентонита и органических модификаторов (амфотерных и неионогенных ПАВ). Актуальность работы связана с необходимостью получения систематизированных сведений о механизмах взаимодействия ТМ с оргаоглинами и оценки биотоксичности как самих сорбентов в исходном состоянии, так и после адсорбции ими ТМ,

Научная новизна работы определяется использованием различных подходов к изучению адсорбции тяжелых металлов оргаоглинами (на

примере свинца) и к оценке токсичности изучаемых объектов. Большой интерес также представляет раздел работы, посвященный синтезу органоглин из бентонита и ПАВ различной природы.

Диссертация представляет собой том, состоящий из 139 страниц, 22 таблиц и 25 рисунков. Список используемой литературы включает 216 наименований работ, в том числе 187 – на иностранных языках. Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов и списка литературы.

В первой главе на основе анализа литературных источников приведена общая характеристика тяжелых металлов как неорганических загрязняющих веществ, рассмотрено их влияние на экосистемы, представлены основные способы ремедиации загрязненных объектов окружающей среды, таких, как почвы и природные воды.

Вторая глава посвящена объектам и методам исследования, в том числе способам получения органоглин из бентонита и ПАВ различной природы.

Третья глава посвящена исследованию сорбционных свойств бентонита и синтезированных органоглин по отношению к катионам свинца. Использование для синтеза органоглин широкого спектра катионных и анионных ПАВ уменьшало емкость поглощения ими катионов. Увеличение было достигнуто только при использовании ряда амфотерных и неионогенных ПАВ. Рассмотрены способы аппроксимации полученных изотерм адсорбции на основе моделей Ленгмюра, Фрейндлиха и БЭТ.

Получены ряды, в которых располагаются исследованные органоглины по мере увеличения параметров использованных адсорбционных моделей. Показано, что использование для синтеза органоглин широкого спектра катионных и анионных ПАВ было неэффективным, так как уменьшало емкость поглощения ими катионов свинца. Увеличение было достигнуто только при использовании ряда амфотерных и неионогенных ПАВ.

Установлено, что коэффициенты корреляции при описании процесса сорбции по модели БЭТ для бентонита и органоглин на основе амфотерных ПАВ ниже, чем при описании моделями Фрейндлиха и Ленгмюра, что,

вероятно, обусловлено стехиометрическими особенностями распределения молекул ПАВ в межслоевом пространстве бентонита, влияющими на дальнейшее взаимодействие катионов свинца с поверхностью сорбента.

В четвертой главе проводится оценка токсического действия синтезированных органоглин и продуктов их взаимодействия с Pb^{2+} на такие биологические тест-объекты, как почвенные микроорганизмы, сельскохозяйственные растения (кресс-салат, редис). Показано, что в большинстве случаев токсичность исходных органоглин, оцениваемая различными методами, отсутствует или проявляется в незначительной степени. Наиболее чувствительными параметрами при фитотестировании являются длина корня и биомасса растения.

К работе имеются следующие замечания.

1. ЕКО принято выражать количеством эквивалентов электрических зарядов на единицу массы почвы. В системе СИ единица количества вещества – моль (миллимоль) (ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы величин). Миллиэквивалент (стр. 35), а также миллиграмм-эквивалент (стр. 46) – внесистемные единицы, не рекомендованные к применению.

2. Получение моноионной формы глин (стр. 48). При высушивании и последующем измельчении возможно появление новых обменных позиций, не занятых насыщающим катионом. Как это контролировали?

3. Стр. 54. Определение токсичности органоглин в присутствии $Pb(NO_3)_2$ для микроорганизмов. Отсутствуют варианты экспериментов с добавлением эквивалентного количества нитрат-ионов, но без свинца. Не учтено стимулирующее действие азота. Его обязательно необходимо учитывать при проведении подобных экспериментов и интерпретации их результатов.

4. Стр. 57. Определение фитотоксичности органоглин – та же самая проблема. Это находит отражение в выводе 9, где сказано, что «нагрузка нитратом свинца изученных органоглин несколько снижала их токсичность и даже в некоторых случаях обладала стимулирующим эффектом».

5. Стр. 62. Табл. 2.2. Автор говорит о вкладе обменных водорода и алюминия в реакции ионного обмена с участием свинца. Однако, данные показывают, что рН солевой вытяжки существенно выше, чем водной и лежат в щелочной области. Это говорит об отсутствии выделения в раствор кислотных компонентов и о протекании совершенно других реакций, что требует разъяснения.

6. Стр. 74. Автор пишет, что в модели адсорбции БЭТ *«Молекулы первого слоя адсорбируются на поверхности адсорбента в результате межмолекулярного взаимодействия «адсорбент – адсорбат».* Каждая адсорбированная молекула первого адсорбционного слоя может, в свою очередь, являться центром адсорбции молекул второго слоя и т.д. Так формируются второй и последующие сорбционные слои, для которых допускается вероятность физической сорбции. Таким образом, значения A_{∞} в модели БЭТ будут более точными по сравнению с моделью Ленгмюра. Однако, сравнивая данные таблиц 3.3 и 3.5 видно, что полученные по модели Ленгмюра значения максимальной адсорбции органоглинами на основе амфотерных ПАВ больше, чем по модели БЭТ. Почему однослойная адсорбция получилась больше многослойной, не понятно.

7. Аналогичная закономерность наблюдается и при адсорбции свинца на глинах, модифицированных неионогенными ПАВ (табл. 3.6 и 3.9).

8. Оценка применимости адсорбционных моделей только лишь на основе коэффициентов корреляции недостаточна. Не понятно, почему при использовании разных моделей адсорбции изученные сорбенты образуют различные ряды по величинам их параметров. Как эти различия можно объяснить разными принципами, заложенными в используемые модели?

Указанные замечания не портят общего положительного впечатления о работе, а только указывают на сложность рассматриваемой проблемы. Диссертация М. М. Герцен вносит много нового в химию тяжелых металлов в природных объектах и является целостной и законченной исследовательской работой, имеющей важное научно-методическое значение.

Полученные выводы соответствуют поставленным задачам, представленные результаты статистически обработаны и достоверны, защищаемые положения защищены, основные положения диссертации опубликованы.

Диссертация соответствует критериям раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», утвержденного ученым советом РУДН 22.01.2024 г., протокол № УС-1 и оформлена надлежащим образом.

Таким образом, Герцен Мария Михайловна безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.5.15 – экология (химические науки).

Официальный оппонент

доктор биологических наук, доцент,

профессор кафедры химии почв

факультета почвоведения МГУ

имени М.В.Ломоносова

Ладонин Дмитрий Вадимович

25.12.2025 г.

Контактные данные:

тел.: +7(903)191-64-15, e-mail: ladonin@inbox.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом

защищена диссертация: 03.02.13 – почвоведение

Адрес места работы:

119234, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12,

Факультет почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова

Тел.: +7(495)939-29-47; e-mail: soil.msu@mail.ru

