

ОКОНЧАТЕЛЬНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

объединенного диссертационного совета 6D.KOA-042 на базе ГНУ «Институт химии им. В.И. Никитина Национальной Академии наук Таджикистана» и Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности при Национальной Академии наук Таджикистана по защите диссертации на соискание учёной степени доктора философии (PhD), доктора по специальности, кандидата и доктора наук

Аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 06 февраля 2023 г., протокол № 7

О присуждении Бободжоновой Зиннатджон Хакимジョンовне, гражданки Республики Таджикистан, учёной степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D060601 – неорганическая химия (технические науки).

Диссертация «Химические аспекты очистки ураносодержащих вод от ионов тяжёлых металлов» по специальности 6D060601 – неорганическая химия (технические науки), принята к защите «21» ноября 2022 г., протокол №6, диссертационным советом 6D.KOA-042 на базе ГНУ «Институт химии им. В.И. Никитина при НАН Таджикистана» и Агентства по ХБРЯ безопасности НАН Таджикистана по адресу: 734063, Таджикистан, г. Душанбе, ул. Айни, 299/2.

Бободжанова Зиннатджон Хакимジョンовна 12.04.1995 года рождения, в 2016 году окончила химический факультет Худжандского государственного университета имени академика Б. Гафурова по специальности «химик, преподаватель химии». В 2016 поступила в магистратуру Худжандского государственного университета им. академика Б. Гафурова, которая окончила в 2018 году. С сентября 2016-2019 годы работала в качестве преподавателя химии в Худжандском государственном университете имени академика Б. Гафурова, на факультете биологии и химии.

В 2019 году поступила в докторантuru в Худжандский государственный университет имени академика Б. Гафурова и окончила в 2022 году. В настоящее время она работает преподавателем в Худжандском государственном университете имени академика Б. Гафурова, на факультете биологии и химии.

Диссертация выполнена на кафедре органической и прикладной химии факультета биологии и химии Худжандского государственного университета имени академика Б. Гафурова.

Научный руководитель: Назаров Холмурод Марипович – доктор технических наук, профессор, директор Филиала Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности при Национальной Академии наук Таджикистана в Согдийской области.

Официальные оппоненты:

- Бадалов Абулхайр** – доктор химических наук, член-корр. Национальной Академии наук Таджикистана, профессор кафедры общей и неорганической химии Таджикского технического университета имени М.С. Осими;

2. Амирзода Ориф Хамид – доктор технических наук, доцент, директор Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии при Национальной Академии наук Таджикистана, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Таджикский государственный педагогической университет им. С.Айни, кафедры общей и неорганической химии в своём положительном заключении (протокол №6 от 12 января 2023) подписанном Низомовым И.М. кандидатом химических наук, доцент, заведующий кафедрой общей и неорганической химии, указали, что результаты работы могут быть использованы:

-при реабилитации радиоактивных отходов урановой промышленности на территории Северного Таджикистана в соответствии с Национальной концепцией Республики Таджикистан по реабилитации хвостохранилищ отходов переработки урановых руд на 2014-2024 годы от 1 августа 2014 года, №505.

-в подразделениях отраслевых научно-исследовательских институтов соответствующих министерств и ведомств, Комитетом по охране окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан, Министерством промышленности и новых технологий Республики Таджикистан;

-в учебном процессе для использования в программах ВУЗов по подготовке кадров в области неорганической химии.

По объёму, научной достоверности, и по обоснованности основных выводов она полностью соответствует требованиям ВАК РТ, а её автор – Бободжонова Зиннатджон Хакимджоновна заслуживает присуждения ей учёной степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D060601 – неорганическая химия (технические науки).

Автор имеет одну монографию и 28 научных работ, из них 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК Республики Таджикистан и 22 публикаций в материалах международных и республиканских конференций и получены 2 малых патента Республики Таджикистана на изобретение.

Наиболее значительные работы автора по теме диссертации:

1. Бободжонова, З.Х. Особенности распределения тяжелых металлов в водных системах Северного Таджикистана и их очистка. Монография / З.Х.Бободжонова, Х.М.Назаров, Х.И. Тиллобоев – Худжанд: Нури маърифат. 2021. – 120 с.

2. Бободжонова З.Х. Качество воды родников, расположенных вокруг горного массива Моголтау / У.М.Мирсаидов, З.Х.Бободжонова, Х.М.Назаров // Ученые записки ХГУ. Серия естественные и экономические науки. 2020. №4(55). – С.36-41.

3. Бободжонова З.Х. Биоаккумуляция урана и некоторых тяжелых металлов в растениях / Х.И.Тиллобоев, Х.М.Назаров, З.Х.Бободжонова // Ученые записки ХГУ. Серия естественные и экономические науки. 2021. №2(57). – С.95-98.

4. Бободжонова, З.Х. Кинетика сорбционного процесса очистки ураносодержащих дренажных вод от ионов тяжелых металлов с применением

АУ⁴⁰⁰ // Ученые записки ХГУ. Серия естественные и экономические науки. №1(60) 2022. С.128-130.

5.Малый патент Республики Таджикистан №TJ 1225. МПК: В 01 J 20/20, С 01 В 31/08. Способ получения активного угля с двойным назначением / Х.М.Назаров, Х.И. Тиллобоев, З.Х. Бободжонова // №2101577; заявл.14.07.2021 г. опубл.20.12.2021, Бюл.178, 2021. – 5 с.

6.Малый патент Республики Таджикистан №TJ 1226. МПК: В 01 J 20/20 C02F9/08, C02F1/28. Комплексной сорбционной очистки загрязненных урансодержащих вод / Х.М.Назаров, И.Мирсаидзода, Х.И.Тиллобоев, З.Х.Бободжонова, Ш.Рахимбердиев // №2101576; заявл. 14.07.2021 г. опубл.14.03.2022, Бюл.181, 2022. – 10 с.

На автореферат диссертации поступило 5 положительных отзывов:

1. От Ходжиев С.М. кандидата технических наук, доцент, заведующий кафедрой естественно-научных наук, Горно-металлургического института Таджикистана. Отзыв положительный, имеется замечание:

- в работе недостаточно полно освещены результаты работ отечественных и зарубежных исследователей по очистке воды с использованием неорганического сорбента.
- в таблице 1, результаты анализов биогеохимических и геохимических проб показано К_{бп} поглощение элементов загрязнителей растениями в зависимости от почвы, но не показано ПДК для почв и растений для сравнения.
- в таблице 5, содержание ТМ в сухом остатке воды, очищенных сорбционным способом, т.е. свидетельствуют о двойственной способности АУ400 и АУ800, для подтверждения ионообменного свойства АУ использовано только ИК, и не использованы другие методы анализа

2. От Тошходжаева Н.А. кандидата химических наук, доцента кафедры технологий пищевых продуктов, Худжандского политехнического института Таджикского технического университета имени академика М. Осими. Отзыв положительный, имеется замечание:

- в таблицах 3 и 4 химический состав дренажных и шахтных вод по Истиклолу и Киик-Тала и даны содержание ПДК для сравнения, однако отсутствует показатели Кларковых значений.
- в работе представлены технологическая схема очистки ураносодержащих дренажных вод от ионов урана и ТМ. В рисунке 12 показано время контакта воды со смолой, но не указаны какой объем воды проходит через этот сорбционный процесс.

3. От Маматкуловой С.А. доктора философии по химии (PhD) заведующий кафедрой общей и неорганической химии, Ферганского государственного университета, Республики Узбекистан. Отзыв положительный, имеется замечание:

- в работе недостаточно данных по результатам анализа по ионам ТМ, урана и ПДК по мониторингу вод с соседними странами проживающего на трансграничных территориях.

-не выявлен коэффициент корреляции между выборками химического состава шахтных вод, отобранных из месторождения Кийик-Тала и Истиклола.

-в работе не даны сравнительные оценки по очистке шахтных и дренажных вод с применением новых сорбентов или коагулянтов.

4. От Ахмадалиева М.А. доктора технических наук, профессора кафедры аналитической химии, Ферганского государственного университета, Республики Узбекистан. Отзыв положительный, имеется замечание:

-недостаточно полно освещены результаты работ отечественных исследователей в данном направлении;

-отсутствует кинетика процесса миграции ТМ и радионуклидов в системе «хвостохранилище-почва-растение»;

-в работе недостаточно данных по свойствам неорганического активированного угля природного происхождения и его использования для очистки в водных объектах.

5. От Кузнецова Д.В. кандидата технических наук, доцента кафедры ФНС и ВМТ Московского института стали и сплавов (МИС и С). Отзыв положительный, имеется замечание:

- автор не приводит какие химические процессы проходят при взаимодействии шахтных и дренажных вод с горными породами.

- в таблице 5, содержание ТМ очищенных сорбционным способом представлены только шесть элементов, почему не определены содержание других тяжелых металлов.

- автор не отмечает, что после процесса сорбции ТМ с сорбентами АУ разного назначения, как будет происходить процесс десорбции.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что они являются ведущими специалистами в области неорганической химии; ими опубликованы работы в соответствии с паспортом научной специальности.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработаны научные основы синтеза сорбентов на основе скорлупы урюка, сорбционные свойства сорбентов из отходов растительного происхождения. Показано, что данный тип сырья обладает хорошим сорбционным свойством. Эти свойства делают их одним из эффективных материалов для синтеза дешёвых сорбентов и принципиальные технологические схемы по очистке ураносодержащих вод от радионуклидов и ТМ. Пропитанные скорлупы урюка подвергались термообработке (обжигу) при различных температурах 400°C и 800°C. Плотность полученного угля составляла 0,25-0,4 г/см³. В результате процесса превращения и карбонизации происходит незначительное убывание массы, уменьшение размера частиц, с ростом температуры пористость снижается, что наиболее видно при низких показателях соотношения раствора активирующего агента к сырью.

установлены механизмы химических процессов протекания сорбционной очистки ураносодержащих шахтных и дренажных вод от ТМ и

урана. Метод выщелачивания урана из шахтной и дренажной воды заключается в технологии подкисления ее с помощью серной кислотой до уровня pH=2,0-2,5 и процесс сорбции урана происходит на адсорбенте типа анионит АМ(п). Степень извлечения урана составляет около 98,22%.

определенны физико-химические параметры и технология очистки загрязнённых вод от ионов ТМ и радионуклидов. Шахтная и дренажная вода, которое вытекают из штолен рудоносного месторождения Киик-Тал, имеет pH 7,0-7,5 с содержанием ионов урана 20-25 мг/л, объем дебита 4,0-4,5 м³/час. Исследование процесса извлечения урана в динамическом режиме проводилось с использованием дренажных ураносодержащих вод с массовой концентрацией урана (0,027÷0,060) г/л и значением pH среды (8±0,5). С целью обеспечения эффективной сорбции урана на катионите скорость фильтрования исходного раствора в колонке снижалась до 100 мл/сутки. Это позволило увеличить нагрузку урана на сорбент.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что изложены:

- **доказана** влияния температуры на сорбционные свойства активированного угля и концентрационная зависимость активирующего агента при активации угля, также закономерность температурной зависимости сорбционного процесса; Установлено, что с увеличением времени и температуры остаточной концентрации ТМ (Pb, Zn, Cu) в дренажных и шахтных ураносодержащих водах уменьшаются. Это свидетельствует о протекании хорошего сорбционного процесса. Особенно в течение часа быстрым темпом вода очищается от ионов ТМ (Pb, Zn, Cu). Процесс сорбции протекает более насыщено при высоких температурах, чем при низких. Процесса сорбции имеют вид кинетические кривые в параболическом характере. Истинная скорость сорбции ТМ (Pb, Zn, Cu) из дренажных и шахтных вод, вытекающих из-под радиоактивного хвостохранилища 1-2 очереди г.Истиклол находятся в пределах: - для свинца – от 1,96 до 2,48 моль/л·мин; - для цинка – от 0,12 до 1,60 моль/л·мин; - для меди – от 1,54 до 2,36 моль/л·мин.

- **изучены** кинетические и энергетические параметры процесса сорбции ТМ с сорбентами АУ. Построенный график зависимости $\lg(1/(1-\alpha))$ от времени (рис.4.14) представляет собой прямые линии, имеющие наклон, равный: - для свинца – 30-40°; - для цинка – 7-37°; - для меди – 18-33°. Константы скорости сорбции ТМ рассчитывали по кинетическому уравнению первого порядка. Изменение константы скорости сорбции ТМ из дренажных ураносодержащих вод от температуры процесса подчиняется закону Аррениуса, что подтверждается линиями при зависимости $\lg k$ от обратной абсолютной температуры. Эффективная энергия активации процесса сорбции ТМ (Pb, Zn, Cu) рассчитывалась по уравнению: $E = - R \operatorname{tg} \alpha$, которая составила: - для свинца – 3,53 кДж/моль; - для цинка – 13,31 кДж/моль; - для меди – 5,61 кДж/моль

- **выявлены** механизмы сорбционного процесса с применением АУ⁴⁰⁰ и АУ⁸⁰⁰ для очистки ураносодержащих шахтных и дренажных вод от ТМ и урана.

Проходящую через первую сорбционную колонку, очищенную от ионов урана вода, проходит через вторую сорбционную колонку, загруженную сорбентом АУ⁸⁰⁰. Концентрацией ТМ как у входа колонки, так и у её выхода. При насыщении АУ⁸⁰⁰ ионами ТМ снимали сорбент и отправляли на десорбцию. Колонку заправили свежим сорбентом АУ⁸⁰⁰. В отличие от предыдущей технологии для очистки ураносодержащих дренажных вод от ионов урана и ТМ использовали промышленный сорбент катионит типа СГ-1 и сорбент АУ⁴⁰⁰, так как ионы металлов дренажных вод имеют катионитную форму. Следили за насыщением сорбентов снимали из сорбционной колонки и подвергали десорбции, загружали свежими сорбентами сорбционные колонки.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- разработаны технологические схемы по очистке ураносодержащих вод от радионуклидов и ТМ и способ получения активного угля с двойным назначением защищены 2-я малыми патентами Республики Таджикистан;

- представлены рекомендации по использованию результатов исследования в промышленных предприятиях, учебных процессах и научно-исследовательских целях.

Оценка достоверности результатов исследования выявлена:

для экспериментальных работ – результаты получены на современном оборудовании с использованием аттестованных методик исследования, подтверждены результатами испытаний;

идея базируется на обобщении передового опыта отечественных и зарубежных исследований в области неорганической химии;

использованы сравнения полученных автором теоретических и экспериментальных результатов и научных выводов с результатами отечественных и зарубежных ученых; современные методики сбора и обработки результатов, полученные научные результаты обладают новизной;

установлено, что авторские результаты по исследованию сорбционных свойства АУ не противоречат результатам представленными другими авторами по данной тематике.

Личный вклад автора заключается в анализе литературных данных, нахождении эффективных способов с целью решения поставленных задач и исследований, в подготовке и проведении экспериментальных исследований в лабораторных условиях, в статистической обработке экспериментальных результатов, в формулировке основных положений и выводов диссертации.

Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы: Разработанные технологии по очистке воды от ионов ТМ (Pb, Zn, Cu) могут быть использованы хозяйствующими субъектами водопользователей, Агентством мелиорации и ирригации при Правительстве Республики Таджикистан, также в учебном процессе ВУЗов по подготовке кадров в области водных ресурсов.

На заседании от 06 февраля 2023 года диссертационный совет принял решение присудить Бободжоновой Зиннатджон Хакимджоновне ученую

степень доктора по специальности 6D060601 – неорганическая химия (технические науки).

При проведении тайного голосования диссертационный совет 6D.KOA-042 из 11 человек общего числа членов диссертационного совета присутствовали 9 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации 6D060601 – неорганическая химия. Участвовавшие на заседании из 9 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» - 9, «против» - нет, «недействительных бюллетеней» - нет.

На основе публичной защиты и результатов тайного голосования (протокол № 2 заседания счетной комиссии) диссертационный совет 6D.KOA-042

ПОСТАНОВИЛ:

Ходатайствовать перед ВАК при Президенте Республики Таджикистан о присуждении Бободжоновой Зиннатджон Хакимджоновне учёной степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D060601 – неорганическая химия (технические науки).

Председатель диссертационного совета,
доктор химических наук, профессор,



Мирсаидов У.

Учёный секретарь
диссертационного совета 6D.KOA-042,
доктор химических наук, профессор



Абулхаев В.Дж.

«06» февраля 2023 г.