

## ОТЗЫВ

официального оппонента, на диссертационную работу Бободжоновой Зиннатджон Хакимджоновны на тему: «Химические аспекты очистки ураносодержащих вод от ионов тяжёлых металлов», представленную на соискание учёной степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D060600 – Химия (6D060601 – неорганическая химия (технические науки))

**Актуальность темы.** Диссертация З.Х. Бободжоновой «Химические аспекты очистки ураносодержащих вод от ионов тяжёлых металлов» посвящена решению задач по изучению качества и очистка вод от ионов тяжелых металлов и урана. Целью диссертационного исследования является оценка загрязнения поверхностных и подземных вод ионами ТМ на территории Согдийской области Республики Таджикистан, разработаны необходимые пути очистки воды от загрязняющих компонентов. В настоящее время растет интерес к исследованиям в области оценки качества природных вод, определение формы нахождения ионов ТМ в водной среде. В связи с этим, качественная и количественная оценка уровня техногенного загрязнения природных вод и разработка на этой основе оценки научно-обоснованных рекомендаций по оптимизации и изыскания способов очистки вод, в первую очередь шахтных и дренажных вод от ионов ТМ, является весьма актуальнейшей задачей.

**Научная новизна и практическая значимость исследований.** В диссертационной работе З.Х. Бободжоновой представлены результаты, обладающие научной новизной и имеющие практическую значимость:

- Определены источники и возможные пути миграции ТМ в водную среду на основании геологических данных.
- Установлены механизмы химических процессов протекания сорбционной очистки, загрязненной ураносодержащих дренажных и шахтных вод от ТМ и урана.
- Выявлены физико-химические параметры и технология очистки загрязнённых вод от ионов ТМ и радионуклидов.

- Определены кинетические и энергетические параметры процесса сорбции ТМ с сорбентами АУ.

- Разработаны принципиальные технологические схемы по очистке ураносодержащих вод от радионуклидов и ТМ.

- Выявлены механизмы сорбционного процесса с применением АУ<sup>400</sup> и АУ<sup>800</sup> для очистки ураносодержащих шахтных и дренажных вод от ТМ и урана.

- Определены способы очистки ураносодержащих шахтных и дренажных вод от ТМ и радионуклидов, которые могут дать экономический эффект.

На основе полученных З.Х. Бободжоновой теоретических результатов реализованы использование активированных углей на основе косточки урюка как сорбент, показывающие практическую значимость предлагаемого автором для очистки загрязненной воды радионуклидами и ТМ, позволяющие решить следующие задачи:

- Изучение качества поверхностных и подземных вод на содержание подвижных форм ТМ на территории Согдийской области, установление содержания в них ТМ и естественных радионуклидов.

- Разработана и внедрена принципиальная технологическая схема очистки загрязненной воды, содержащей радионуклиды и ТМ с использованием многостадийного сорбционного метода.

**Обоснованность и достоверность полученных результатов обусловлена применением в исследовании активированного угля в качестве сорбента.**

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы хозяйствующими субъектами водопользователей, для водоподготовки в производстве и хозяйственно бытового назначения.

Полученные результаты дают основу для реализации данного способа очистки водопользователям в области водных ресурсов, позволяющих химическому производству, в частности, оценить возможность использования данного метода для водоподготовки в технологическом цикле.

Диссертация З.Х. Бободжоновой состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения.

**Во введении** обосновывается актуальность диссертационного исследования, формулируется цель и основные задачи работы, описывается предлагаемый автором подход к решению поставленных задач, характеризуется степень новизны полученных результатов и их апробация. Кроме того, дается краткое изложение содержания диссертации.

**В первой главе** автор рассматривает загрязнения гидросферы, которое осуществляется за счет пород и породообразующих минералов, а также разнообразными техногенными путями. Содержание донных отложений, сухого остатка и водяных проб определены частично количественным спектральным методом на предмет 8 элементов.

Излагается изученные автором качества поверхностных и подземных вод, распространение ЕРН и ТМ для решения задач диссертационного исследования. З.Х.Бободжонова приводит согласно обзора литературы концентрации в природных водах некоторых радионуклидов, вносящих значительный вклад в радиоактивность гидросферы и пути поступления ТМ является сброс сточных вод металлургии, орошение земель водами с повышенным содержанием ТМ, внесение осадков бытовых сточных вод в почвы в качестве удобрения. З.Х.Бободжонова отмечает особенности каждого из существующих представлений и приходит к выводу загрязнение происходит за счет поступления больших количеств ТМ в водные объекты из металлургических предприятий и других источников.

**Вторая глава** посвящена методикам исследований почв, растительности и водных проб в.т.ч. химические, атомно-абсорбционные, фотометрические и турбидиметрические и другие анализы, результаты исследований были интерпретированы. Также, приведены условия проведения лабораторных опытов по очистке воды от тяжелых металлов методом сорбции

З.Х.Бободжонова обосновывает возможность применения данных методов очистки для решения задач диссертационного исследования. Изложен подход установление степени загрязненности водной среды с

использованием современных методов анализа, которая может быть получена на основе инструментальных данных.

Автором предложена методика получения активированного угля двойного назначения с установлением его свойства на основе местного сырья.

В третьей главе описываются результаты исследования физико-химических особенностей качества воды тяжелыми металлами в пределах северного Таджикистана, также изучены качества воды родников вокруг горного массива Моголтау по общепринятой методике.

В четвертой главе разработаны схемы очистки ураносодержащих вод от ионов тяжёлых металлов, урана и синтеза АУ из скорлупы урюка. Для сравнительного анализа использованы технические сорбенты АМ и СГ-1. Рассчитана эффективность многостадийной очистки шахтных вод месторождения Киик-Тал.

З.Х.Бободжонова описывает разработанную ей технологическую схему очистки загрязненной воды ионами металлов и радионуклидов. Важно отметить, что предложенная технологическая схема очистки описывается как универсальным и доступным методом очистки, её можно использовать для водоподготовки и охраны водной среды.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности (с обзором и областью исследований).** Диссертация соответствует паспорту специальности 6D060600 – Химия (6D060601 – неорганическая химия (технические науки)) по следующим пунктам:

п.1.Фундаментальные основы получения объектов исследования (На основании геологических данных о составе горных пород и свойствах минералов определены источники и возможные пути миграции тяжёлых металлов и радионуклидов в водную среду);

п.2.Дизайн и синтез новых неорганических соединений и особо чистых веществ с заданными свойствами (Разработаны технические условия получения активированного угля из скорлупы урюка);

п.3.Химическая связь и строение неорганических соединений (В процессе сорбции ионов ТМ из шахтных вод на АУ<sup>400</sup> щелочность воды

увеличивалась от 3,8 мг.экв./л до 30,0 мг.экв./л, и кислотность среды снижалась от рН 7,0 до рН 7,4. Это свидетельствует о том, что в растворах электролитов АУ проявляет свойства анионообменника. Часть анионов обменивается, по-видимому, ионами  $\text{OH}^-$ , удерживаемыми вблизи положительно заряженной поверхности АУ чисто электростатическими силами);

п.4.Реакционная способность неорганических соединений в различных агрегатных состояниях и экстремальных условиях (Согласно современным представлениям, адсорбция электролитов на АУ является обменной и обусловлена характером взаимодействия угля с окислителем, а также температуры их обжига. В этом случае АУ, обработанные при  $400^\circ\text{C}$ , ведут себя как катионообменник, а АУ, обработанные при  $800^\circ\text{C}$ , как анионообменник);

п.5.Взаимосвязь между составом, строением и свойствами неорганических соединений. Неорганические наноструктурированные материалы (Вытеснение с поверхности сорбента водорода с ионами ТМ, доказывает ионообменный характер сорбции катионов металлов);

п.6.Определение надмолекулярного строения синтетических и природных неорганических соединений, включая координационные (Реальные «положительные» АУ имеют на своей поверхности как группы основного характера, так и кислотные группы. Поэтому АУ имеют бифункциональный характер. Они проявляют в растворах электролитов как катионообменные, так, и анионообменные свойства).

В целом диссертация З.Х. Бободжоновой является законченным исследованием, представляет решение актуальных задач, объединенных общим подходом, обеспечивающим необходимым очистку шахтных вод от ионов ТМ, которые используются населением для полива огородов и даже для питья. Автором выполнен цикл исследований, в результате которых получены новые научные результаты, которые являются завершённым научным трудом, соответствующий уровню диссертации на соискание степени доктора философии (PhD).

**Замечания по работе.** К содержанию работы могут быть сделаны следующие замечания:

1. В качестве замечания автору следует дополнить исследование с более конкретными рекомендациями по сорбции ионов ТМ из дренажных и шахтных вод исследуемой территории с целью улучшения экологической ситуации, связанной с загрязнением поверхностных и подземных вод в г. Худжанде.

2. В первой главе очень мало удалено внимание широкому кругу развитию техногенного влияния уранодобывающего производства, с которым связан объекты исследований и природные воды (водопотребление, водоотведение, сбросы и т.п.), а также современные научны труды ученых.

3. На стр. 16 автореферата написано: « АУ проявляет свойства полифункционального анионообменника». О каких свойствах идёт речь, того же автореферата сказано о бифункциональном характере они проявляются в растворах электролитов как катионообменные, так, и анионообменные свойства?

Указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования З.Х. Бободжоновой.

**Общее заключение.** Результаты диссертационного исследования прошли апробацию на нескольких конференциях и научных семинарах. Опубликовано одна монография 28 научных статей, 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 Таджикистан на изобретение.

Автореферат и опубликованные работы достаточно полно отражают основное содержание диссертации, характеризуют результаты проведенных исследований.

Уровень решаемых задач представляется соответствующим требованиям, передаваемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора философии (PhD). Содержание диссертации соответствует

специальности 6D060600 – Химия (6D060601 – неорганическая химия (технические науки)).

Диссертационное исследование Бободжоновой Зиннатджон Хакимджоновны «Химические аспекты очистки ураносодержащих вод от ионов тяжёлых металлов» является завершённой научно-квалификационной работой, которая по критериям актуальности, научной новизны, обоснованности и достоверности выводов соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Диссертант Бободжоновой Зиннатджон Хакимджоновны, заслуживает присуждения ей ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D060600 – Химия (6D060601 – неорганическая химия (технические науки)).

Официальный оппонент,  
доктор химических наук, профессор, член корр.  
Национальной Академии наук Таджикистана  
профессор кафедры общей и неорганической химии  
Таджикского технического университета  
академик М.С. Осими

Бадалов Абулхайр

Адрес: 734063, Республика Таджикистан,  
г. Душанбе, пр. акад. Раджабовых, 10а  
Телефон: +992 571 21 25  
Электронная почта: [badalovab@mail.ru](mailto:badalovab@mail.ru)

Подлинность подписи д.х.н. профессора  
член корр. НАНТ Бадалова А. заверяю:

Начальник ОК И СР  
ТТУ им. акад. М. Осими



А.Д. Шарипова

Дата: «03» 01

2023г