

## РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р Маринела Иванова Панайотова,  
МГУ "Св. Ив. Рилски", София

относно дисертационен труд за присъждане на ОНС „доктор“ по професионално направление  
4.4. "Науки за Земята ", Научна специалност: „Екология и опазване на екосистемите“

на тема: *„Сорбция на арсен върху железни хидроксиди, като механизъм за намаляване на експозицията на речни екосистеми към токсичния елемент ”*, представена от маг. инж. Ивелина Живкова Мотева, редовен докторант към катедра "Инженерна геоекология", Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски”, София,  
с научен ръководител доц. д-р Пламен Георгиев

Настоящата рецензия е изготвена на основание на решение от Първото заседание на Научно жури, (утвърдено със заповед № Р-769 / 19.10.2022 г. на Ректора на МГУ „Св. Ив. Рилски“), състояло се на 04.11.2022 г.

### 1. Общи сведения за докторанта, процедурата и представените материали

Маг. инж. Ивелина Живкова Мотева е зачислена за редовен докторант към катедра “Инженерна Геоекология“ със заповед на Ректора на МГУ „Св. Ив. Рилски” - № Р-233/23.02.2015 г. За научен ръководител е определен доц. д-р Пламен Георгиев.

Докторантката е положила успешно предвидените в индивидуалния учебен план изпити, видно от удостоверение №358-22/07.09.2022 г. Отчислена е с право на защита със заповед на Ректора на МГУ „Св. Ив. Рилски” - № Р-374/29.04.2021 г.

Дисертационният труд е разгледан и обсъден на разширен катедрен съвет (съгласно Ректорска заповед № Р-660 от 16.09.2022 г.) на катедра “Инженерна Геоекология“, проведен на 14.10.2022 г.

По процедурата за защита са представени следните документи:

- Заявление за разкриване на процедура;
- Протокол № 9 (предварителна защита) от заседание на КС на катедра “Инженерна Геоекология“ от 14.10.2022 г.;
- Заповеди за зачисляване и отчисляване от докторантура;
- Заповед на Ректора на МГУ за утвърждаване на състава на Научното жури за публична защита на дисертационния труд;
- Удостоверение за положени изпити;
- Диплома за завършено висше образование;
- Автобиография;
- Дисертационен труд за придобиване на ОНС "доктор";
- Автореферат на дисертация за придобиване на ОНС "доктор";
- Списък на приноси в дисертацията;
- Списък и копия на публикации, свързани с дисертационния труд;
- Електронен носител (CD) с материали по процедурата.

Представеният от маг. инж. Ивелина Живкова Мотева комплект материали е в съответствие с изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника за неговото прилагане и Правилата и процедурите за приемане и обучение на докторанти и придобиване на ОНС „Доктор“, и научната степен „Доктор на науките“ на Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“.

## **2. Актуалност на темата**

Представената дисертация, разглежда тема, която е актуална и с важно значение за практиката и опазването на околната среда.

Дисертационният труд представя резултатите от проведените изследвания за намиране на ефективен и нисък по себестойност метод за пречистване на води, замърсени с арсенатни йони, посредством имобилизацията им върху различни железни хидроксида, така че концентрацията на замърсителя да се намали под ПДК и като краен резултат да се подобри екоотоксичната характеристика на пречистените води.

## **3. Обща характеристика на дисертационния труд**

Представеният дисертационен труд се състои от 164 страници текст, включително 25 фигури и 41 таблици. Текстът е структуриран в 6 глави (включително увод и изводи), списък на приносите, насоки за бъдеща работа и списък на използвана литература - общо 227 литературни източници, като 216 са на английски език и 11 български език.

## **4. Структура и съдържание на дисертационния труд**

Уводът много кратко, но ясно представя проблемът и извършената работа.

В глава „Литературен обзор“ са разгледани теоретичните основи, необходими за изясняване проблемите, поставени за решаване в дисертацията - наличие на арсен в различните компоненти на околната среда, процеси на трансформация на арсена, процеси на сорбция и десорбция, методи за отстраняване на арсена от води, посочени са източниците за замърсяване на водите с арсен в България, както и нормативната уредба и изискванията за съдържание на арсен в питейни води в България.

Написана е на приемлив научен език и показва, че докторантката познава разглеждания проблем.

Данните от литературната справка са послужили като основа за определяне на целта на работата и формулиране на задачите постигането ѝ.

В следваща глава „Цел и задачи“ е ясно формулирана целта и са поставени основните задачи, чието разрешаване биха осигурили постигането ѝ.

В глава „Материали и методи“ са описани подробно а) изследванията върху адсорбцията и десорбцията на арсенатни йони върху повърхността на гьотит и хематит, при условия на разбъркване, включително зависимостите, използвани за изследване кинетиката на процеса, както и използваната изотерма; б) експериментите върху химично окисление на желязото и утаяването му като хидратирани железни оксиди с крайна цел - получаване на сорбент на база кварцов пясък, покрит от гьотит и изграждане на лабораторна установка за пречистване на минерални води, замърсени с арсен при проточен режим на работа; в) изследванията върху адсорбцията и десорбцията на арсенатни йони върху сорбента "кварцов пясък/гьотит", включително влиянието на конкурентни замърсители и основните модели, използвани в литературата, за оценка на резултатите; г) изследвания на геохимичните фракции, в които се намира имобилизираният арсен; д) определяне екоотоксичната характеристика на разтворите (с помощта на културата *Daphnia spp.*), след отстраняване на арсена.

Използваните материали са подходящо подбрани или синтезирани. Приложените методи за изследване, както и тестваните модели, описващи процесите, са представени сравнително точно и са целесъобразно използвани за постигане на представените резултати.

В глава „Резултати и дискусия“ са обобщени основните резултати от направените изследвания от автора, като структурата на главата следва описанието на изследванията, направено в глава „Материали и методи“. Установени са най-ефективният адсорбент, факторите, които оказват значително влияние върху процеса, както и кинетичното уравнение и изотермата, описващи процеса на имобилизация на арсената в статични условия. Определени са оптималните условия за химично окисление на желязото и утаяването му като гьотит върху

кварцов пясък с цел използване на получения адсорбент в колони за изследване на имобилизация на арсената в динамични условия. Получаването на сорбент, позволяващ прилагането му и за експерименти в по-големи мащаби, за мен е един от основните научно-приложни приноси на работата.

Определени са факторите с най-съществено влияние върху имобилизацията / мобилизацията на арсената при контакт с гьотита в динамични условия. Защитена е тезата, че имобилизирането на арсената се дължи на специфична адсорбция. За определяне на ключови параметри на процеса са използвани линейните форми на най-често срещаните в литературата модели, описващи адсорбцията на замърсители при непрекъснат режим на работа. Приведени и дискутирани са резултати за имобилизирането на арсен от гьотит, получен чрез биологично окисление и химично подпомогната хидролиза на желязото от кисели дренажни води. Описани са и са коментирани резултатите от изследване разпределението на арсена по фракции в образуваните утайки на желязото в зависимост от условията на тяхното образуване, което за мен е значим научен принос. Накрая са описани и коментирани данните за промяната (в посока подобрене) на екоотоксична характеристика на водите след пречистването им чрез сорбционните колони, оценена чрез използването на *Daphnia spp.*

В рамките на комплексното изследване е извършена голяма по обем и разнообразна експериментална работа. Натрупана е много полезна информация.

Дискусията и интерпретацията на резултатите от всеки експеримент, съпоставката им с литературни данни, подкрепата с табличен и графичен материал показват че докторантката е изграден млад изследовател.

Посочените от автора на дисертационен труд изводи най-общо са добре формулирани и аргументирани. Установените резултати представляват интерес главно от научно-приложна гледна точка.

Положително впечатление прави точното и конкретно формулиране на насоките за бъдеща работа. Считаю, че би трябвало да следват изводите, т. като логично следват от цялата работа, но подреждането не намалява стойността им.

## **5. Публикации по дисертационния труд, авторство на получените резултати**

По дисертационния труд са представени четири публикации, всички са в съавторство (от двама до петима автори). Докторантката е на първо място в три от публикациите. Две от публикациите на докторантката са в списание на Минно-геоложкия университет, с двойно научно рецензиране, включено в редица международни бази данни, а две са в Годишника на МГУ.

Съгласно нормативния документ "Правила и процедури за приемане и обучение на докторанти и придобиване на ОНС „Доктор“ в МГУ „Св. Ив. Рилски“", за присъждане на ОНС „доктор“ е необходимо (освен представяне на дисертационен труд – показател А - 50 т.) покриване на изисквания за показател В публикационна дейност - минимум 30 т. От представените научни публикации може да се направи изводът, че докторантката отговаря на изискванията.

Публикациите отразяват основни резултати от изследванията, представени в дисертацията. Споменатите списания са на „отворен достъп“ и може да се счита, че е постигната необходимата публичност пред научно-инженерната общност.

## **6. Приноси и значимост на дисертационния труд**

Формулираните научно-приложни приноси са добре обосновани от представената работата. Съгласна съм по същество с формулировките, предложени и класифицирани от докторантката като научно-приложни.

Бих добавила още един принос, произтичащ от работата: „Намерени са условия, при които повторната имобилизация на замърсителя е минимизирана.”

## 7. Оценка на автореферата

Авторефератът е структуриран в общ обем от 50 стр., формат А4. Отразява коректно и в достатъчна степен целите и задачите на работата, основните изследвания, получените резултати и тяхната дискусия, направените изводи и насоките за бъдеща работа, както и приносите и публикациите, свързани с дисертацията. Считам, че авторефератът удовлетворява изискванията на съответните нормативни документи.

## 8. Въпроси, критични бележки и препоръки

Към дисертантката имам два въпроса:

- Правени ли са експерименти, насочени основно към изследването на *едновременната* сорбция на арсенат и силикат от разтвор и при какво съотношение на концентрациите на двата елемента? Въпросът е във връзка с твърдението на стр. 108 "Резултатите от настоящето изследване доказват, че адсорбцията на арсенатните йони върху повърхността на гьотита е ефективен процес в присъствието на силикати, дори когато концентрацията на последните е с порядък по-голяма от концентрацията на токсичния елемент."

- Може ли по-подробно да обясните механизма на адсорбция на арсенатните йони върху повърхността на гьотита, представен на стр.112? Откъде идват серните йони или със символа S е отбелязано нещо друго?

Както за всяко научно изследване, в представения дисертационен труд, могат да бъдат посочени пропуски, непълноти и други дискуссионни въпроси (напр. използване на води с минерализация, най-общо по-ниска от характерната за България; прилагане на уравненията за порядък на реакцията към отделни етапи на реакцията; използването на данни за едновременно протичане на процеса, когато той протича макар и много по-бавно и след това, за изследване на адсорбционните изотерми и изчисляване на съответните параметри; прилагане на модификацията на Хътчинс за изчисляване на параметри на процеса, като се използва практически цялата крива), но те не се отразяват на общото ми положително мнение за него.

Въпреки сравнително старателното техническото оформяне и коригиране на работата след предварителната защита, все още има пропуски:

- Терминологични неточности - няколко примера: оставено е описанието на изотермата под заглавието за кинетика; използване на израза "уравнения за скорост на псевдо първи и псевдо втори порядък"; "нисък праг на активизираща енергия"; "Зеолит- представлява гранулиран материал, покрит с манганов оксид" - стр 39; "електроотрицателен заряд" - стр 41; "кисело рН" - стр 93.

- Неясни изрази - няколко примера: "Този тип адсорбция не се контролира пряко от повърхностния заряд, например анионната концентрация може да продължи стойностите на рН много над точката на нулев заряд на съответната фаза (рН<sub>рзс</sub>); По този начин, специфичната адсорбция на анионите е склонна да увеличава отрицателния заряд при рН<sub>рзс</sub>, докато се адсорбират катионите са склонни да движат рН<sub>рзс</sub> към стойността за образуване на хидроксида на съответния катион (Parks, 1965)." - стр 30; "намаление концентрацията на адсорбционната зона" - стр 32; "В основата на този метод стои използването на протичащите окислително-редукционно процеси между Fe<sup>0</sup> и преминаващите разтвори със съответния химичен състав, като водят до вторичната на желязото, свързано с образуването на нова фаза..." - стр 40; "подкисляване на равновесното рН" - стр 80; "скоростта на процеса през останалия период от експеримента протича със значително по-ниска скорост" (стр. 83).

- Технически грешки при запис на използваните зависимости в частта "Методи и материали" - стр 57, стр. 63, стр. 67; Записване на зависимости и мерни единици без да се има предвид известният "ред на действие на операциите" от математиката. При наличните записи би трябвало определени величини да се считат като присъстващи в числителя, вместо в знаменателя (както е в оригиналните изрази) - напр. стр 58, 64, 66, 67. Положителното в случая е, че после при обработването на данните са приложени коректните зависимости.

- На много места в работата (вероятно поради преминаването от doc в pdf формат) не личат индексите (горен, долен) на означенията, което на практика в някои случаи води до некоректен краен вид, - напр. стр 57, 58.

- Технически грешки, но водещи до привиден некоректен извод - напр. в таблици 19 и 20 (стр. 79) времето трябва да е в часове; стр. 84 (ред 14) вместо "по-ниска" трябва да е по-висока; стр. 134 - отстраняване е, а не "утаяване".

- Съставът на водите в табл. 8 не е описан коректно и коментарите под таблицата не отговарят на представеното в нея. Отбелязвам, че тази таблица е от литературния обзор и не касае същността на работата.

- Обща техническа грешка - таблици фигури не са отделени от останалия текст с малко разстояние, което затруднява читателя.

- Обща техническа грешка - доста таблици и фигури не са въведени с текст - напр. фиг.1, фиг. 2, фиг. 8, табл. 5, таблици 19 и 20. Табл 1, табл. 2 - не са въведени и са споменати много по-късно от появата им в текста. Фиг. 4, 5, 6, 7 не са въведени с текст, а само са споменати доста след като са поставени в текста.

- Забелязват се и граматически грешки (съгласуване по род и число, запетайки, употреба на пълен/кратък член).

Имам бележка по отношение на общото структуриране на текста и по-точно - номерацията на отделните части. Използват се едни и същи номерации с арабски цифри в различните части на работата, означени с римски цифри, като при това римска цифра не предшества арабската. Това затруднява читателя, който трябва постоянно да се връща към съдържанието (особено по отношение на части II, IV и V).

## 9. Заключение

Посочените бележки и препоръки не променят *положителната ми оценка* за извършената от докторантката огромна работа и получените резултати. Дисертационният труд, авторефератът и публикациите показват, че магистър инж. Ивелина Мотева притежава необходимите теоретични знания по тематиката, овладяла е нови методи и подходи за изследване, може да планира и провежда самостоятелно научни изследвания, да интерпретира и представя получените резултати.

Представеният дисертационен труд съдържа научно-приложни резултати, които представляват оригинален принос и отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и на Правилата и процедурите за приемане и обучение на докторанти и придобиване на ОНС „Доктор” в МГУ „Св. Иван Рилски”. ***Постигнатите резултати са основание да дам положителна оценка на дисертационния труд и да предложа на уважаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „ДОКТОР” на маг. инж. Ивелина Живкова Мотева в професионално направление 4.4. "Науки за земята", научна специалност "Екология и опазване на екосистемите".***

София,  
16. 12. 2022 г.

Рецензент:  
/проф. д-р Маринела Панайотова/