

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на ОНС доктор

Автор на дисертационния труд: **Йовелина Минкова Димитрова**, редовен докторант към Катедра „Технология на водата неорганичните вещества и силикатите“ на Технически факултет в Бургаски университет „Проф. д-р Асен Златаров“

Тема на дисертационния труд: **ПРИЛОЖЕНИЕ НА МИКРОБИОЛОГИЧНИ ГОРИВНИ КЛЕТКИ ЗА ОБЕЗСОЛЯВАНЕ**

Рецензент: д-р Богдан Стоянов Бонев, доцент в Катедра „Технология на водата неорганичните вещества и силикатите“ в Бургаски университет „Проф. д-р Асен Златаров“, член на Научно жури, назначено със Заповед № УД-8/ 24.01.2019 г. на Ректора на Бургаски университет „Проф. д-р Асен Златаров“

Настоящата рецензия е структурирана съобразно *Общите правила и образци за оформяне на рецензии и становища при защита на дисертации и присъждане на научни длъжности.*

Йовелина Минкова Димитрова е родена на 30, април, 1985 г. Средното си образование е завършила през периода 2000 – 2004 год. в Професионална гимназия по електротехника и електроника, гр. Бургас. През периода 2004 – 2008 год. завършва Бакалавър-еколог а през периода 2008 – 2010 год. Магистър-инженер в Университет "Проф. Асен Златаров", гр. Бургас.

От 2014 г. до 2018 г. е редовен докторант в Катедра „Технология на водата неорганичните вещества и силикатите“ на Технически факултет в Бургаски университет „Проф. д-р Асен Златаров“.

Представеният ми за рецензия дисертационен труд на Йовелина Минкова Димитрова **обхваща 122 страници** като е структуриран в **4 глави**: Въведение (5 стр.), Литературен обзор (28 страници, с 5 подглави), Цел и задачи (1 стр.), експериментална част с 5 подглави в които са включени:

- Материали и методи;
- Изследване производителността на лабораторна МГК за обезсоляване;

- Влияние на осмотичното налягане върху ефективността на биоелектрохимичното обезсоляване;
- Мултиефекти свързани с използване на МГК при обезсоляване на морска вода;
- Експерименти при отворена верига, при различни стойности на съпротивлението на електрическата верига и при прилагане на външен потенциал;
- Отстраняване на биогенни елементи с биоелектрохимична клетка.
- Експерименти с морска луга като катодит.

Резултатите и обсъжданията в експерименталната част на дисертацията са представени на 62 страници.

В заключението (глава 4) са представени основните изводи (3 стр.), приносите (1 стр.), и цитираната литература (15 страници с общо 176 източника). Прави много добро впечатление факта, че в научното поле на ползваната литература, докторантката е включила ръководства за упражнения, учебници и научна продукция на катедра ТВНВС в която тя е изработила и сега защитава своя дисертационен труд,.

Дисертационният труд е илюстриран с 36 фигури и графики и съдържа 7 таблици.

Актуалността на темата е добре очертана и обоснована във въведението на дисертацията и литературния обзор.

Разработваният в дисертационния труд проблем е актуален в научно и научно-приложно отношение поради факта, че тук обект на изследване са био-електрохимични реактори, в които химичната енергия на органичните вещества се превръща директно в електрическа благодарение на специфичната активност на изолирани и изучени до определена степен групи микроорганизми.

В този аспект микробиологичните горивни клетки са интересни и за опазването на околната среда. Като инструмент на екологичната биотехнология, микробиологичните горивни клетки предлагат възможности за обработка на водни разтвори на различни типове замърсители, както и чрез други типове био-електрохимични системи, сродни на микробиологичните горивни клетки. На това ниво на развитие на микробиологичните горивни клетки за опазването на околната среда, най-реалистично изглежда евентуалното им приложение като алтернативен процес за анаеробна стабилизация на активни утайки или при частично обезсоляване на води с по-високо солесъдържание.

Това налага по-задълбоченото проучване на тяхната работа при различни условия, включително култивационни. На този етап от научното познание по тази тема, един от основните проблеми, който трябва да се преодолее за реалното приложение на изучаваните в дисертационния труд лабораторни клетки, е свързан с невъзможността да се извърши адекватното им мащабиране от лабораторен към пилотен и следващ промишлен образец, поради спецификата на тяхната био- и електрохимия.

Нямам съмнение че докторантката е навлязла много добре в проблематиката. В цитираните от нея 176 литературни източника е направен опит да се събере информацията по темата от 1990 година до настоящия момент.

Установено е, че понастоящем, в резултат на многобройни и разнообразни по характер изследвания, е натрупан сериозен обем информация за работата на микробиологичните клетки. Цялата тази информация предоставя различни възможности за нейното използване, анализиране и осмисляне и е реално предизвикателство пред младите изследователи. Смяя да твърдя, че докторантката Йовелина Димитрова успешно се е справила с това предизвикателство, като **творчески е осмислила съществуващите научни данни и проблеми описани в достъпната за нея литература**, които е съумяла да представи кратко и ясно в 5-те подглави на обзора.

В обзора докторантката е очертала направленията по които се работи през последните 30 години за развитието на биоелектрохимичните системи- за обезсоляване или за отстраняване на азот и фосфор, като сериозни усилия са насочени към изследване на връзката микроби-електрод като основна част на всеобщото усилие за увеличаване на производителността на биоелектрохимичните системи. Стремещт е към повишаване на произведения ток и на основните показатели на биоелектрохимичните системи- плътност на тока и плътност на мощността на база свободна анодна повърхност.

Представен е опитът тази технология да се превърне в достъпен метод за третиране на отпадъчни води, като едновременно с това се продуцира устойчиво електричество. За да може тази технология да се превърне в достатъчно ефективен и достъпен метод за третиране на отпадъчни води се разчита на разработването на иновативни конструкции или на нови материали или проектиране на нови електроди, които да имат способността да подобрят взаимодействието между електрогенния

биофилм и електрода за да се изведат по-ефективно наличните електрони от вътрешния метаболизъм на бактериите.

Производството на електрически мощности винаги е било една от най-привлекателните цели. Подобряването на производителността може да направи биоелектрохимичните системи реално приложима технология.

На базата на обзора докторантката е обобщила следните цели на дисертацията:

- *Оценяване на съвременните методи и технологии за обезсоляване на води и извличане на ценни компоненти с акцентирание върху мембранни методи и елиминирание на азот и фосфор от води, потенциала на биоелектрохимичните клетки (МГК като обезсолителна клетка) и потенциал за възстановяване на биогенни елементи (азот и фосфор).*
- *Конструкция и реализация на трикамерна МГК, различаващи се от използваните системи цитирани в литературния обзор по отношение на компонентите на разтвора в анодната камера и съотношение между обемите на анодната, обезсолителната и катодната камери.*
- *Прилагане на синтетични разтвори, съдържащи натриев хлорид (NaCl) с различна концентрация, в процеси на обезсоляване с трикамерна микробиологична горивна клетка, целейки използване на широк концентрационен диапазон.*
- *Изследване ефектите на обезсоляване с трикамерна МГК при различно солесъдържание за целия диапазон 5÷30 g/dm⁻³.*
- *Оценяване влиянието на концентрацията на солите в обезсолителната камера върху ефективността на обезсоляване чрез МГК в широк концентрационен диапазон*
- *Изследване влиянието на процеса осмоза върху обезсоляването в биоелектрохимичните системи.*
- *Използване на реална морска вода (Черно море, Бургас) в процеси на обезсоляване с микробиологична горивна клетка.*
- *Биоелектрохимично извличане на йонно разтворени съединения на азот и фосфор от отпадъчни води.*

Методиката за изследване приложена от докторантката произтича от поставените цели и съответства на тях. Начинът по който тя процедира, намирам за много логичен и последователен и в резултат на това – ползотворен по отношение на получените чисто практически резултати.

Много е важно, че е на лице цялата верига- от проучването, през анализа на наличната информация, до реализацията на формулираните цели. Следователно от методическа гледна точка докторантката е показала необходимата научна култура и умения.

Представянето на проведените експерименти в дисертацията е убедително.

Методите, избрани за изпълнението на дисертационния труд, са научно-обосновани, стандартни и без съмнение позволяват получаването и публикуването на коректни научни резултати.

Необходимо е да се подчертае, че това е първата в България дисертационна разработка за изследване на възможностите за приложение на МГК като средство за обезсоляване на води. Описаните изследвания за ефективността на обезсоляване с трикамерна МГК на разтвори със солесъдържание в диапазона 5÷30 g/l са показали, че ефективността на процеса обезсоляване е право пропорционална на началната концентрация- при по-високи начални концентрации степента на обезсоляване е по-висока.

Използваният за изследване материал е напълно оригинален и включва използването на електрогенни бактерии от дънни седименти и реална морска луга като катоден разтвор в БЕК която увеличава преноса на амониеви и фосфатни йони през йонообменните мембрани и води до повишаване на рН на католита над 7.5, като по този начин се създават по-добри условия за директното утаяване на струвит в биоелектрохимичната клетка.

Получените оригинални и достоверни резултати са с приносен характер и на основанието на моето лично наблюдение, подчертавам че са личен труд на докторантката Йовелина Димитрова.

Научните и научно-приложните приноси на докторантката са оформени в 5 точки:

1. Установено е, че при използване на морска или вода с високо солесъдържание в процес на обезсоляване с микробиологична горивна клетка се наблюдава частично обезсоляване на водата. Този подход би могъл да се използва за предтретиране (частична деминерализация) на морска преди прилагане на конвенционални методи като мембранна деминерализация или дестилация;

2. Проектирана е и е изработена иновативна конструкция на БЕС, съдържаща две последователно свързани анодни отделения и едно катодно разположено между тях. Предимство на тази конструкция са съотношение анолит: католит до 5: 1, с което се повишава производството на клетъчна енергия. Наличието на две въглеродни четки като аноди благоприятства повишаване на броя електрони, отделени от разграждането на органичните вещества;

3. В резултат от няколко експеримента е установено, че в БЕК (състояща се от две свързани анодни отделения и средно катодно отделение), степента на преминаване на амониев азот и ортофосфати в катодния разтвор е съответно над 70% и над 90%. Това позволява утилизация на тези биогенни елементи;

4. Установено е, че с биоелектрохимична клетка може да се постигне пречистване на моделна солена отпадъчна вода и получаване на католит с високо съдържание на $\text{NH}_4\text{-N}$, o-PO_4 , Ca^{2+} , Mg^{2+} и Cl^- , но с ниско съдържание на органични вещества (2% спрямо началното анолитно ХПК за период от 96 часа);

5. Установено е, че използването на реална морска луга като катоден разтвор в БЕК увеличава преноса на амониеви и фосфатни йони през йонообменните мембрани и води до повишаване на католитното рН над 7.5, като по този начин се създават по-добри условия за директното утаяване на струвит в биоелектрохимичната клетка.

и се отнасят на първо място към категорията **получаване и доказване на нови факти**, което прави работата изключително ценна.

През периода на редовната си докторантура Йовелина Димитрова е участвала в пет конференции където е представяла регулярно получените от нея резултати. **Представените публикации във връзка с дисертацията са четири** и са от 2016 г. до 2018 г. Три от тях са в списания индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (Scopus; Web of Science) и са с импакт фактор, а една е в сборник доклади от конференция. В две публикации тя е водещ автор. Тази публикационна дейност е достатъчна съгласно критериите на Технически факултет в Бургаски университет „Проф. д-р Асен Златаров“, по направление 5.10, Химични технологии.

Авторефератът е изготвен съгласно изискванията и точно отразява основните положения и научните приноси на дисертационния труд.

Към докторантката имам следния **въпрос и препоръка за бъдещата ѝ работа:**

- Като анолит в МГК е използвана моделна отпадъчна вода с начално ХПК 2030 ± 2200 mg O₂/l. В литературата ли е препоръчана конкретно тази стойност? Защо само една концентрация? Добре е освен степента на отстраняване на органичните вещества описана в шести извод да се установи и тенденцията на отстраняването им, за която са необходими минимум три различни начални стойности на моделната отпадъчна вода.
- Предлагам продължаване на експериментите за отстраняване на органичните вещества от анолита с реална морска вода и затворена електрическа верига.

Всички представени документи, както и самата дисертация са изготвени и оформени прецизно, коректно и отговорно.

В заключение бих искал да отбележа, че представеният дисертационен труд заедно с публикациите на Йовелина Димитрова напълно отговаря на критериите на Технически факултет в Бургаски университет „Проф. д-р Асен Златаров“, по направление 5.10, Химични технологии.

Целият труд е написан интелигентно като се основава на подходящи методи, предопределящи достоверността на получените оригинални резултати с приносен характер.

Поради това давам положителна оценка и считам, че представеният ми за рецензия труд трябва да бъде допуснат до защита и препоръчвам на членовете на уважаемото Научно жури да го оценят по достойнство като присъдят на Йовелина Димитрова образователната и научна степен *доктор* по научна специалност „Технологии за пречистване на водите“, професионално направление: 5.10 Химични технологии, научна област: 5 Технически науки.

Бургас, 18.02.2019 г.

Подпис заличен,
чл.2 ЗЗЛД
Подпис:
(доц. д-р инж. Богдан Ст. Бонев)