

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен
"доктор"

Автор на дисертационния труд: Стефан Маринов Стефанов

Тема на дисертационния труд: **"Горивни клетки с екологична насоченост"**

Рецензент: проф., д-р Драгомир Симеонов Янков

Стефан Маринов Стефанов, докторант на самостоятелна подготовка в ИИХ – БАН, е завършил висше образование със степен бакалавър в Химически факултет на СУ "Св. Климент Охридски" през 2012 г. и придобива магистърска степен в ХТМУ – София през 2015 г. в специалност „Природни и синтетични горива“. От 2013 г. работи като химик в лаборатория „Биохимично инженерство на ИИХ – БАН“, а през 2023 г. е зачислен като докторант на самостоятелна подготовка.

Представеният ми за рецензия дисертационен труд на Стефан Стефанов, докторант на самостоятелна подготовка в ИИХ-БАН е написан на 126 страници. Съдържа 36 фигури и 10 таблици. Цитирани са 225 литературни източници.

Дисертационният труд е посветен на експерименталното изследване и оценка на влиянието на различни работни параметри върху работата на горивна клетка за очистване на води, замърсени със серни съединения.

Дисертационният труд е структуриран както следва: Въведение, Литературен обзор, Изводи от литературния обзор, Цел и задачи, Експериментални изследвания. Материали и методи, Резултати и дискусия, обсъждане на резултатите, Изводи, Приноси, Бъдеща работа по тематиката, Литература и Приложения.

Актуалност на разработвания проблем

Индустриалният и технологичен прогрес е съпроводен с възникването на редица екологични и енергийни проблеми, чието решаване е от основно значение за по-нататъшното развитие на обществото. Едни от основните замърсители са серните съединения и в частност сероводорода. Сероводородът е токсичен продукт и се генерира от природни източници – вулкани и термални извори, както и при анаеробно разлагане на органични вещества в застояли водни басейни или може да има антропогенен произход – отпаден продукт от петролната, минната и други индустрии. Друг химически стабилен замърсител (основно с антропогенен произход) са нитратите. Чрез

използването на технология, позволяваща едновременно почистване на води, замърсени с тези замърсители, би решило два сериозните екологични проблеми, стоящи пред съвременното общество. Използването на горивните клетки за отстраняване на тези замърсители и същевременно получаването на електрическа енергия от протичащия окислително-редукционен процес е стъпка напред към постигане на някои от целите пред съвременното общество – енергиен и въглероден неутралитет и минимизиране на генерираните отпадъци. От тази гледна точка актуалността на темата на дисертацията не буди съмнение. Това се потвърждава и от факта, че около 60% от цитираните литературни източници са публикувани в последните 10 години.

Познаване на състоянието на проблема и творческо оценяване на литературния материал

Литературният обзор е написан на 32 страници и в него докторантът се е спрял последователно на преглед на литературата по следните въпроси:

- обща характеристика, свойства и произход на сероводорода, сулфитите и нитратите;
- методи за почистване, приложими за посочените замърсители;
- типове горивни клетки – характеристика, предимства и недостатъци.;

Логиката на систематизиране, обемът, както и критичната преценка на известните факти, ми дават основание да твърдя, че авторът познава много добре съвременната литература по темата и борави свободно с нея.

Въз основа на направените изводи от литературния обзор е очертана целта на дисертацията, а именно: *експериментално изследване и оценяване на влиянието на различни параметри върху работата на горивна клетка за почистване на води, замърсени със серни съединения* и са поставени задачите за решаването ѝ.

Оценка на избраната методика и възможностите ѝ да даде отговор на поставената цел и задачи на дисертационния труд

Обект на изследванията в настоящата дисертация е изследване на влиянието на различни параметри върху работата на два типа горивни клетки, а целта е разработване на интегриран процес за едновременно получаване на енергия и почистване води, замърсени с сероводород, сулфити и нитрати. По мое мнение целта и задачите са удачно формулирани.

За количественото определяне на сулфидни йони е проведено съгласно модифицирана от Рийс методиката на Густавсон, а именно: трансформиране на сулфидните (S^{2-}) йони до метиленово синьо, чрез добавяне на два реактива (N,N-диетил-р-фенилендиамин сулфат (ДЕФА) и 5 % воден разтвор на железен трихлорид), последвано от определяне на абсорбцията на получения разтвор. Това е и стандартният метод по БДС.

Количественото определяне на концентрацията на нитратни йони е проведено съгласно методиката на Голдман и Якобс. Присъствието на полисулфидни, тиосулфатни йони и разграничаване на сулфитни и сулфатни йони е направено посредством подходящи качествени методи.

Използваните методи са адекватно подбрани и осигуряват достоверни резултати.

Оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертацията.

Проведените изследвания са много добре планирани и правилно проведени. Адекватните аналитични и изчислителни техники са основание за получаване на достоверни резултати. Докторантът е овладял и успешно приложил различни методи и техники.

Основните изследвания представени в дисертацията са както следва:

За горивни клетки, неутрализиращи сулфидни йони:

- влияние на концентрацията на горивото;
- влияние на концентрацията на катодния окислител;
- влияние на концентрацията на фоновия електролит;
- влияние на вида на работните електроди;
- влияние на вида на мембраната;
- влияние на температурата, върху ефективността на ГК;

Горивни клетки, неутрализиращи сулфитни йони:

- ГК работещи с натриев сулфит
- ГК работещи с калциев сулфит.

Приноси на дисертационния труд

Приносите на дисертационния труд могат да се определят като научни и научно-приложни.

Научни приноси:

1. Доказано е, че технологията на горивните клетки успешно може да се приложи за третиране на замърсени със серни съединения потоци, едновременно неутрализирайки екологична опасност и генерирайки въглерод-неутрална електроенергия.

2. Установени са редица лимитиращи фактори и техните ефекти, като са предложени подходи за намаляване на въздействията им.

3. Демонстрирано е, че изследваната горивна клетка успешно неутрализира два замърсени потока (сулфидни и нитратни), като комбинацията им подобрява съществено всички работни характеристики на горивната клетка.

Научно-приложни приноси:

1. Изследван е модифициран анод, значително подобряващ работата на горивната клетка спрямо стандартни графитни електроди.

2. Изследвани и доказани са възможностите на мембраните CelGard®, Fumapem® и Nafion® да работят успешно с горивна клетка, използваща серни съединения като анолит.

3. Изследвана и е оценена възможността за включване на горивна клетка за неутрализиране на сулфитни йони от моделни абсорбционни разтвори, симулиращи различни етапи на очистването на димни газове, като са определени подходящи условия на работа за постигане на максимални енергийни добиви, както и количествата замърсители, неутрализирани при тези условия

Оценка на личния принос на докторанта.

Познавам Стефан Стефанов от 2013 г., когато започна работа в ИИХ като химик. Още тогава той правеше впечатление с прецизността и вещината в експерименталната работа, както и с желанието за усвояване на нови знания. Личните ми впечатления от работата на аспиранта и богатия експериментален материал ми дават основание да твърдя, че основните резултати и приноси в дисертационния от приносите на труда са лично дело на дисертанта.

Преценка на публикациите по дисертационния труд

Резултатите от изследванията са публикувани в три публикации – две, от които в международни списания с ИФ :

Stefanov, S., Panaiotova, P, Beshkov, V., „**Influence of Temperature and Initial Concentration on the Oxidation Rate of Sulfide from Sea Water in Fuel Cell.**“, *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 49, 5, 2014, pp. 455-458. **SJR:0.205; Q 3.**

2. Razkazova-Velkova, E., Martinov, M., Stefanov, S., Beschkov, V., „**Fuel Cells for Environmental Purposes. Part I. Sulfide and Nitrate Driven Fuel Cell.**“, *Proceedings of the Georgian NAS, Chemical Series*, 42, 3, 2016, pp. 258-261.

3. Beschkov, V., Razkazova-Velkova, E., Martinov, M., Stefanov, S., „**Electricity Production from Marine Water by Sulfide-Driven Fuel Cell.**“ *Applied Sciences*, 8, 2018, pp. 1-20. **SJR: 0.379, JCR-IF: 1.689; Q 1.**

До момента са забелязани 26 цитирания на тези публикации. Наукометричните данни на дисертацията напълно отговарят на изискванията за получаване на образователната и научна степен доктор.

Критични бележки

В представения ми екземпляр има съвсем малко правописни и граматични грешки. Какво се има предвид под „умерени стойности на pH“ на стр. 16 и по-активен и по-силен окислител (стр. 90)? На стр. 18 според мен йонните течности са недостатъчно добре описани. Правилно е да се използва микробни, а не микробиални за този вид горивни клетки (стр. 24). Не трябва да се смесват процеси и апарати на стр. 24 – „Традиционното управление на замърсените със сулфити потоци разчита основно на химична неутрализация, абсорбция, окисление и скрубери“. На стр. 56 би трябвало да се обоснове избраната концентрация на фоновия електролит, а не на стр. 79.

Направените забележки в никакъв случай не намаляват отличното ми впечатление от дисертационния труд.

Авторефератът правилно и пълно отразява основните резултати и научни приноси на дисертационния труд.

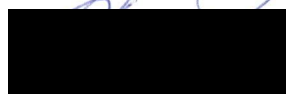
ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Изложеното дотук ми дава основание да твърдя, че представените резултати по обем и качество отговарят напълно на изискванията на ЗРАСРБ, правилника за приложението му и правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в БАН. Препоръчам на уважаемото жури да присъди на Стефан Стефанов образователната и научна степен "доктор".

София

08.09.2026 г.

Изготвил:



/проф. д-р Драгомир Янков/