



СТ А Н О В И Щ Е

от доц.д-р инж. Ангел Звездов, член на Научно жури съгл. Заповед № УД-98/06.04.2017 год.

относно дисертационен труд на тема:

ПРЕЧИСТВАНЕ НА ОТПАДЪЧНИ ВОДИ ЧРЕЗ МИКРОБИОЛОГИЧНИ ГОРИВНИ КЛЕТКИ И ПРИЛОЖЕНИЕ НА АЛТЕРНАТИВНИ КАТОДНИ ПРОЦЕСИ

разработен от докторанта: инж. маг. Ралица Юлианова Колева

за присъждане на образователна и научна степен “доктор” по научна специалност “Технология за пречистване на водите”, шифър 02.22.02, Професионално направление 5.10 Химични технологии

Микробиологичните Горивни Клетки (МГК) са системи, в които химичната енергия на органичните субстрати се превръща в електрическа. Този процес се осъществява чрез специфичната биоактивност на определени групи микроорганизми. Те окисляват органичните субстрати за сметка на крайни акцептори на електрони във външната среда. Полученият електронен поток се пренася от анода през външна електрическа верига до катода, на който се извършва редукцията на електронните акцептори. Повечето изследвания в последните години са насочени към разработване на нови конфигурации на МГК с оглед разширяване спектъра на тяхната практическа приложност в различни аспекти.

Предоставеният ми за становище дисертационен труд отразява резултатите и техния коментар, от изследвания на възможностите за биологично пречистване на отпадъчни води чрез процеси протичащи в Микробиологични Горивни Клетки (МГК) и приложението на алтернативни катодни процеси с оглед разширяване областа за приложението им. Литературният обзор е достатъчно обхванен и задълбочен, в който е осъществен коментар в исторически план от годините на възникване научният интерес към създаване и изследване на горивните клетки (ГК) и биологичните горивниклетки (БГК) от известни учени изследователи (Galvani; Grove; Cohen; Schröder; Benetto; Roller; Wilkinson; Angement и др.). Направен е коментар относно опитите и постиженията при осъществяването на считаната отначало като причудлива фантазия идея чрез микробиологични горивни клетки да се пречистват отпадъчни води, ползвани като гориво за МГК и с паралелно производство на ползваем електрически ток. Отразен е също така екологичният позитив касаещ намаляване на количествата отпадна биомаса при сравняването на микробните биоелектрични пречиствателни системи спрямо конвенционалните водопреочиствателни методи. Анализите на литературния обзор дефинират изследванията и приложението на микробните биоелектрични системи като твърде перспективна изследователска и практически приложна интердисциплинарна област. Докторантът много умело и компетентно съчетава анализа на литературните източници и изложението на своите теоретични познания за поставените си изследователска цел и задачи относно електрохимизма на биоелектрохимичните системи (БЕС). Компетентно е описана биологията и механизмът на анодните и катодни процеси, респ. електронтрансфера на организмите, при който се извлича максимална енер-

гия от усвояваните органични вещества, както и най-често изучаваните акцептори на електроните: кислород; въглероден диоксид; нитрати; сулфати; различни оксиди на метали (Fe^{III} ; Mn^{IV} и др.). При този коментар е акцентирано, че приоритетно предпочитаният акцептор е кислородът. В коментара на литературния обзор компетентно са отразени и процесите на електрогенния метаболизъм в МГК. Описана е и е коментирана ролята на микробния екзоелектрогенен метаболизъм и електрохимично окисление (ЕО), ролята на директното анодно окисление (ДАО) и индиректно анодно окисление (ИАО), както и ролята на замърсителите като медиатори за трансфера на електрони между микроорганизмите и анода. Коментиран е процеса на създаването на вторични окислителни: O_3 , ClO_2 , H_2O_2 и др., които инициират и стимулират индиректното анодно окисление (ИАО). Посочени са наименованията на най-популярните и изучавани в изследователската практика електрогенни микроорганизми. Цитирани са общо 286 литературни източника. На основата на осъществения и коментиран с необходимата компетентност литературен обзор, формулирането на изследователската цел и задачите за нейното изпълнение са логично поставени.

Извършена е значителна по обем експериментална работа, детайлите по която не коментирам, тъй като детайлно вероятно те са коментирани в рецензиите по дисертационния труд, но все пак основните изследователски експериментални елементи в нея са следните:

- Изолиране, създаване и идентификация на микробиологична колекция от анаеробни бактерии с потенциални електрогенни свойства;
- Характеризиране на електрохимичните и деградационни показатели на анодните процеси при утилизирани на замърсени моделни води наподобяващи реални отпадъчни;
- Мобилизация на орто-фосфати от суспензии на железен фосфат в МГК при възстановяване на биогенните елементи от отпадъчни води и утайки;
- Изследване на възможностите за приложение на МГК като съоръжение за неутрализиране и отстраняване на свободни радикали, както и осъществяване на безреагентна антиоксидантна защита;
- Изследване на възможностите за редукция и отстраняване на медни йони в катодната камера на МГК.

Експериментите са провеждани при адекватни обстоятелствени условия, методи и материали. Като източник на електрогенни микроорганизми е използван дънен седимент от яз. "Ясна поляна". Използваните химикали са със сертифицирана аналитична и/или биохимична чистота доставени от Sigma -Aldrich. Биоелектрохимичните експерименти са провеждани с подходяща за целта холандска триелектродна система AUTOLAB PGSTAT 101 Metrohm Autolab с работен референтен електрод Ag/AgCl . Като електролит в анодната част на МГК (анолит) във всички експерименти е използвана моделна отпадъчна вода с подходяща богата хранителна среда. За катодит и краен акцептор на електрони са ползвани: 2%-ен феррицианид; FePO_4 с концентрация $500\text{mg PO}_4/\text{dm}^3$; CuSO_4 с концентрация $200\text{ mg Cu}^{2+}/\text{dm}^3$; и DPPH с $150\text{ }\mu\text{M}$ (метанол). Методите и средата за култивиране, развитие и поддържане на микроорганизмите са правилно подбрани, като изолирането на бактериална ДНК, PCR амплификацията, секвениране и биоинформатичния анализ са процедурни съобразно изискванията и указанията описани от



производителя Sigma –Aldrich. Пробите за анализ са охарактеризирани от специализирана компания за извършване на услуги касаещи анализ на ДНК проби „Macro-gen“- Холандия, т.е. точността на аналитичните процедури е без съмнение. Структурата на проба (образец от анод с биоелектроактивен биофилм) е наблюдавана и констатирана посредством сканираща електронна микроскопия чрез апарат JEOL JSM-5510, JEOL, Токуо, Япон и чрез оптична микроскопия с микроскоп Optika B-150. Аналитичните методи прилагани при изследователските търсения на докторанта са базирани на циклична волтаметрия, като за определянето на ХПК и концентрацията на: амониеви йони; медни йони; фосфатни йони и свободни радикали са използвани апарати на известната немска фирма “HACH LANGE”. В експерименталната част, представянето и обсъждането на получените резултати прави впечатление добра фразеологично ясна подреденост и добро графично и таблично онагледяване на коментариите им. В заключителната част правилно са обособени направените изводи от експериментите и приносите на проведените дисертационни изследователски търсения.

Приносите на дисертационния труд са научни но с тенденцията за технологична приложност. Те са базирани на експериментални научно-изследователски констатации, но обуславят възможности за практическа реализация на нови технологични подходи при пречистване на отпадъчни води с твърде осезаем позитивен екологически и техникоикономически ефект.

Във връзка с дисертационния труд са публикувани 4 броя статии, две от които са в специализирани международни списания с импакт фактор и две в сборници от научни конференции с международно участие в Република България. Отбелязани са шест участия на докторанта в научни конференции у нас и в чужбина и участие при разработката на два проекта с международна значимост по тематиката на изследваната научна област.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение, считам че докторантът Ралица Колева представя за защита дисертационен труд, който е в съответствие с изискванията за придобиване на научната и образователна степен “доктор”. Като резултат от научно-изследователски експерименти при разработката на дисертационния труд са обособени шест научни приноси с твърде иновативна теоретична и технологично-приложна същност. На тяхна база може да се промени коренно методологичния технологичен подход при създаването на технологични съоръжения и схеми за пречистване на отпадъчни води, които екологически и технико-икономически са твърде съблазнителни и ще заменят конвенционалните подходи прилагани досега за тази цел.

Въз основа на това предлагам на уважаемото Научно жури да присъди на инж. маг. Ралица Колева образователната и научна степен “доктор” по научна специалност 02.22.02. Технология на пречистване на водите, професионално направление 5.10. Химични технологии.

02.05.2017 год.
Бургас

Член на научното жури:
/ доц. д-р инж. А. Звездов