

РЕЦЕНЗИЯ

от доц. д-р Любка Георгиева Атанасова, катедра „Химични технологии“, Университет „Проф. д-р Асен Златаров“-Бургас, член на Научно жури, съгласно заповед на Ректора на Университет „Проф. д-р Асен Златаров“-Бургас № УД-28/26.02.2023 година

на дисертационен труд за присъждане на *образователната и научна степен „доктор“* по професионално направление 5.10 *Химични технологии, научна специалност „Технология за пречистване на водите“*

Автор: *маг. инж. Мая Богданова Станчева*, редовна докторантка на катедра „Химични технологии“, Факултет по технически науки, Университет „Проф. д-р Асен Златаров“-Бургас

Тема: „Технологични възможности за възстановяване на ресурсите от отпадъчни потоци“

Научни ръководители: проф. д-р Валентин Ненов и доц. д-р Хюсеин Йеменджиев

1. Кратка информация за професионалното развитие на докторантката Мая Станчева

Маг. инж. Мая Богданова Станчева завършва през 2005 година бакалавърска степен на специалност „Биотехнологии“ в Университет по Хранителни технологии, град Пловдив. През 2009 година завършва магистърска степен по специалност „Анализ и контрол на хранителни продукти“ в същия университет. Работи последователно като технолог в „Захарни изделия – Варна“, ЕООД, като лаборант, а след това и като специалист по качеството в Лаборатория за изпитване на храни „Булджак“ към фирма „Булджак“, ЕАД, град Бургас. Владее немски и английски език.

2. Актуалност на темата на дисертационната работа

Темата на дисертационния труд е свързана с оценка на **възможностите за възстановяване на ресурси от отпадъчни потоци**. С развитието на индустрията, количеството на отпадъците се увеличава. В същото време, наличността на природни ресурси все повече се ограничава и се увеличава замърсяването на околната среда. Затова, решаването на проблема, свързан със запазването и възстановяването на ресурсите от отпадъчни потоци, както и тяхното правилно управление в безопасен за околната среда и устойчив начин е от изключително важно значение. Необходимо е, да се гледа на *отпадъчните потоци като на ресурс, който да се използва*. Едно основно направление в постигането на тази цел е **възстановяването на ресурси от отпадъчни потоци**. През последните години, ние сме свидетели на усилията на учените в разработването на нови

технологии, които позволяват възстановяване на ресурсите през целия цикъл на пречистване на отпадъчни потоци, в това число и на отпадъчни води с различен произход.

Поставената цел в дисертационния труд е да се изследват отпадъчни потоци, богати на биогенни елементи, от животновъдството (оборски тор и отпадъчни води от дейността) и от производството на сирене (суроватка) и да се посочат възможностите за тяхната обработка, така че да се извлекат от тях биогенните елементи и енергия, подходящи за тяхното им повторно използване (възстановяване).

Това ми дава основание, обосновано да твърдя, че темата на дисертационния труд е *актуална и е с принос към общите усилия на учените в търсенето на възможности за ефективно извличане, възстановяване и повторно използване на ресурси от различни видове отпадъчни потоци.*

3. Преглед и анализ на дисертационната работа

Дисертационният труд, традиционно, съдържа следните **раздели**: въведение, литературен обзор, експериментална част, резултати и обсъждане, изводи и приноси. Работата е представена на 143 страници и включва 29 таблици и 50 фигури, в които са посочени резултатите от експерименталната работа и изследвания. Цитирани са 243 литературни източници, които са основно публикации след 2000 година, което е знак, че информацията е актуална.

В Глава *Литературен обзор* е направен преглед на литературата, свързана с тематиката на дисертационния труд. Обърнато е внимание на *елемента фосфор*, като хранителен елемент за растенията и *неговото съдържание в оборския тор*, който е отпадъчен поток и обект на анализ в дисертационния труд, от който могат да се възстановят ресурси. Разгледана е възможността за получаването *на биогаз от оборски тор*, чрез анаеробно разграждане (основен биологичен процес). Особено внимание е отделено на възможностите за *получаване на струвит от отпадъчните потоци*, които се разглеждат и анализират в дисертационния труд. *Струвитът е магнезиево амониев фосфат, който може да се използва като тор*, защото съдържа в себе си основните хранителни елементи за растенията, като азот и фосфор и микроелемента магнезий, необходим за обмяната на вещества при растенията. Разгледани са неговите химични и физични свойства, структурата на кристалите му и влиянието на различни фактори върху неговата кристализация, с цел да се получат качествени кристали за следващия процес на филтруване и за неговото използване като тор. Описана е работата на различни видове реактори за получаването на струвит.

Направен е обзор на работата на *микробиологични горивни клетки и на микробиологични електролизни клетки*, с цел получаването на струвит, чрез електрохимични процеси. Цитирани са литературни източници, които описват получаването на струвит и неговото

използване като тор, чрез йонообменни и мембранни технологии. Накрая на литературния обзор са дадени технологиите за получаване на струвит, чрез възстановяване на ресурси от отпадъчни потоци, *които имат промишлена реализация.*

От направения литературен обзор се формулира целта на дисертационни труд и изследователските *задачи за постигането ѝ: Избор и характеризирание на отпадъчни потоци с висок потенциал по отношение на биогенни елементи; Изследване на анаеробната деградация като подход за първична обработка на отпадъчните потоци и повишаване на концентрацията на химически достъпните форми на азот и фосфор и в същото време получаване на биогаз като източник на енергия; Третиране на отпадъчни потоци за подобряване на следващия етап на извличане на биогенните елементи от тях; Анализират се процеси за утаяване и възстановяване на биогенни елементи.*

Направената от докторантката **обширна литературна справка** по темата на дисертацията, показва, че тя задълбочено е проучила проблема и постиженията в това научно направление, направила е правилни изводи и е формулирала целта и задачите на дисертационната си работа.

Глава Експериментална част.

*По изпълнението на първата задача поставена при разработването на дисертационния труд - избор и характеризирание на отпадъчни потоци с висок потенциал по отношение на биогенни елементи, докторантката подбира и изследва проби и субстрати от следните отпадъчни потоци: от животновъдството (говежда и биволска тор), отпадъчна вода от свинеферма и суроватка – отпаден поток от процеса на преработка на мляко. За характеризирание на посочените отпадъчни потоци е направен **голям брой от анализи, които са необходими за определяне състава на изследваните отпадни потоци.** Много подробно и ясно са описани използваните за анализа *химикали и реагенти.**

Тук искам да отправя една *забележка към докторантката*, че когато говорим за научна работа, каквато е дисертационния труд, е правилно да се цитират наименованията на химичните съединения според установената номенклатура от *Международен Съюз по Чиста и Приложна Химия*. Например, монокалийев хидроген фосфат, според МСЧПХ е калиев дихидроген фосфат, тетрахидрат е с 4 молекули вода, а не с една и други.

Следва подробно описание и представяне на **методите за анализ при определянето** на голям брой показатели, а това са: фекални колиформи в отпадни утайки, на фосфор, на ортофосфати, хидролизуеми фосфати и ортофосфати, на общ фосфор в анализираните проби, за изпитване на водно-екстрахиращ се фосфор от биологични отпадъци е приложен универсален метод за изпитване, на десорбиращ се фосфор от биологични отпадъци. Описан е Келдал-методът за определяне на общ азот във вода и в утайки от пречиствателни станции на отпадъчни води. Разгледани са методите за определяне на твърдост на водата, химична

потребност от кислород (ХПК), биохимична потребност от кислород (БХП), сухо вещество, неорганично сухо вещество, летливо сухо вещество, утаяеми твърди вещества, летливи киселини и алкалност, общо суспендирани вещества. За определяне на следи от елементи и такива с ултраниска концентрация, както и за анализ на изотопите на изследваните елементи е приложена мас-спектрометрия с индуктивно свързана плазма. Описана е методиката за предварителна обработка на суха проба. Използван е софтуер за определяне на индекса на насищане - идентифициране на тенденцията на твърдото вещество да се утаява или разтваря във воден разтвор,

Всички анализи са извършвани минимум от две повторения и като резултат се взема тяхната средна стойност.

Описани и представени са опитни постановки и експериментално оборудване, с които докторантката работи. Това са:

- анаеробен ферментор, в който се осъществява процес на анаеробно разграждане (процесът е периодичен, а при един от експериментите е полунепрекъснат). Отделеният от анаеробния реактор биогаз се измерва.
- Лабораторна система за ултрафилтрация.

Считам, че докторантката е избрала правилните методи за анализ при определяне на характеристиките на изследваните от нея проби, които позволяват да се изпълнят поставените задачи и да се постигне целта на дисертационната работа.

Глава трета Резултати и обсъждане.

По изпълнение на първата задача, като се използват описаните подробно методи за анализ, са направени следните изследвания:

1. Направен е анализ на фракциите фосфор в оборския тор от биволоферма, след сепарация и в отпадъчната вода от свинеферма преди сепаратора. Резултатите показват, че тези източници дават възможност за възстановяване на фосфора от тях и са подходящи за директно утаяване на струвит.
2. Сравнени са характеристиките на отпадъчни води от свинеферма преди и след процеса на сепариране, поставени при два режима. Единият режим е при температура около 4⁰С, а другият-стайна температура.
3. Определен е елементния състав на отпадъчни потоци от кравеферма, биволоферма и свинеферма
4. Направени е анализ за определяне на физикохимичните свойства на суроватка. Установено е, че в нея се съдържат органични вещества с висока концентрация. А съдържанието на ортофосфатни и амониевы йони са в концентрации, които позволяват от този отпадъчен поток да се получи струвит.

Втората задача е свързана с изследване на анаеробната деградация като подход за първична обработка на отпадъчните потоци и повишаване на концентрацията на химически достъпните форми на азот и фосфор и в същото време получаване на биогаз като източник на енергия. Отпадъчните потоци подложени на анаеробна деградация са: тор от кравеферма, тор от биволоферма, пресен тор от биволоферма, смесен субстрат на тор от биволоферма и отпадъчна вода от свинеферма в съотношение 1:1, тор от биволоферма, като процесът на анаеробна деградация е полунепрекъснат. Направено е сравнение между показателите на всички описани по-горе партии.

Третата задача е свързана с третиране на отпадъчни потоци с цел подобряване на следващия етап на извличане на биогенните елементи от тях. За целта са направени следните експерименти: Титрувана е отпадъчна вода от свинеферма с 0,4 n H₂SO₄ и с 1n NaOH в два варианта – от събирателя и след сепарацията. Подкисляване и ултрафилтрация на отпадъчна вода от свинеферма и ултрафилтрация на суроватка.

Четвъртата поставена задача е да се изследват процесите на утаяване и възстановяване на биогенни елементи от отпадъчни потоци. Анализирани и изследвани са процесите на утаяване на: *струвит от отпадъчни води от свинеферма и от суроватка.*

Всички получени резултати от анализите и експериментите са представени много нагледно в таблици. Изследваните зависимости, от които са направени основните изводи, са оформени като графики.

4. Приноси на дисертационни труд

Приносите, които докторантката е открила, отговарят на извършената от нея работа по изпълнение на поставената цел и свързаните с нея задачи в дисертационния труд. Те са:

1. За пръв път, в детайли, е изследван потенциалът на отпадъчни потоци от животновъдството и млекопреработвателната промишленост като потенциален източник за възстановяване на фосфор.

2. Направени са изследвания и анализ на анаеробната деградация като процес за преработка и стабилизиране на отпадъчните потоци, който да подобри техните показатели като субстрати за утаяване на струвит, а също и да се възстанови част от енергията чрез метанизация и получаване на биогаз от органичните примеси.

3. Изяснено е поведението на различните изходни субстрати при процеса на анаеробна деградация, както и е проследена динамиката на целевите амониеви и фосфатни йони.

4. Установено е, че отпадъчните потоци от свинеферми не са подходящи за провеждане на пълноценен метанизационен процес и не подлежат на ефективна анаеробна стабилизация.

5. Приложен е подход за мобилизиране на допълнителен потенциал по отношение на наличните за утаяване фосфати, **чрез третиране на субстратите с киселини като е постигната висока ефективност.**

6. Установено е, **че ултрафилтрацията е ефективен метод за допълнително пречистване на работните флуиди по отношение на органичните примеси** като същевременно при процеса се запазват значителна част от фосфатните, амониевите и магнезиевите йони.

7. Получени са данни от експерименти с реални отпадъчни потоци, които са солидна база за създаване на хибридни технологии **за едновременно третиране на отпадъчните води от животновъдството и възстановяването на ресурси от тях.**

5. Оценка на съответствието на автореферата с дисертационния труд

Представеният от докторантката автореферат напълно съответства на дисертационния труд и отразява неговото съдържание.

6. Оценка на участието на докторантката при разработването на дисертационния труд и на публикациите по дисертацията

Добро впечатление прави познаването от докторантката на различните аналитични методи и тяхното правилно използване, за да се получат обективни резултати от анализите. За изследване на анаеробните процеси ползва успешно лабораторната апаратура. Има умения да работи и със софтуерни продукти. Логично е описана последователността на анализите и целите, които си поставя с тях. Правилно разчита получените резултати и следващите от тях изводи. Маг. инж. Мая Станчева извършва голяма по обем експериментална работа с нужната точност.

По отношение на публикационната дейност, докторантката е изпълнила критериите заложи в *Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Университет "Проф. д-р Асен Златаров" – Бургас*. Общият брой публикации е **6, от които с IF е една статия, а SJR – три статии**. Участва с доклади **в три конференции**, които се провеждат в България и са с международно участие. Член е на колектив в **два проекта**. Единият е финансиран от Министерството на образованието и науката и един от възложител фонд „Научноизследователска и художественотворческа дейност“.

7. Критични бележки по дисертационния труд

Нямам критични бележки. Имам един въпрос към Мая Станчева. От големия брой изследвания, които е направила и отразила в дисертационната си работа, може ли да посочи

кой от всички процеси, които целят да се възстановят ресурси от отпадъчни потоци, може да се разработи като технология, която да се реализира в промишлени условия.

8. Заключение

Предвид постигнатите научноизследователски резултати и приноси с пълна убеденост давам **положителна оценка** на разработения дисертационен труд от маг. инж. Мая Богданова Станчева и считам за основателно да предложа на уважаемото Научно жури да гласува за **присъждане на образователната и научна степен „доктор“ по професионално направление 5.10. Химични технологии, научна специалност „Технология за пречистване на водите“.**

6.02.2023 год.

Град Бургас

Рецензент :....

/доц. д-р Любка Атанасова/

Подпис заличен
Чл.2 от ЗЗЛД