

СТАНОВИЩЕ

от доц. д-р Гинка Атанасова Антова,

Химически факултет, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

на дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен 'доктор'

по научна специалност: 05.10 „Химични технологии“ (Технология, механизация и автоматизация на лесохимическите производства)

Автор: инж. Стойко Александров Петрин

Форма на докторантурата: редовна форма на обучение

Катедра: Целулоза, хартия и полиграфия

Тема: *Кинетични закономерности на ензимна хидролиза на лигноцелулозни материали*

Научен ръководител: доц. д-р инж. Иво Вълчев

Представеният комплект материали на електронен носител е в съответствие с чл. 14 (раздел II) от Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ХТМУ и включва всички необходими документи. Докторантът е приложил дисертационен труд, автореферат, 4 броя публикации и посочените документи.

1. Кратки биографични данни

Докторантът инж. Стойко Петрин е завършил през 2010 г. магистърска програма по специалност „Биогорива“ в ХТМУ – гр. София. От 01.03.2011 г. е зачислен като редовен докторант в катедра „Целулоза, хартия и полиграфия“ и на 01.03.2015 г. е отчислен с право на защита. Издържал е с много добри и отлични оценки изпитите по научната специалност, специализация, широкопрофилния и английски език.

2. Преглед на дисертационния труд и анализ на резултатите

Дисертационният труд е представен на 168 страници, от които увод – 2 стр., литературен обзор и изводи от него – 77 стр. (~45%), цел и задачи – 1 стр., методична част – 5 стр. (~3%), експериментална част – 63 стр. (~40%), изводи – 3 стр., списък на научни публикации – 1 стр. и цитирана литература – 16 стр. Използваната литература съдържа 207 източника, като само 9 са на кирилица, посочени са и 11 интернет страници. В дисертацията са включени 89 фигури, 23 таблици и 88 уравнения, като резултатите са отразени в 62 фигури и 20 таблици.

Представеният дисертационен труд от инж. Стойко Петрин разглежда изключително важен и актуален за човечеството проблем - алтернативни енергийни източници, т.е. производство на биогорива от възобновяеми източници (ензимна хидролиза на растителни суровини, чиито продукти могат да бъдат използвани като

биогорива). Лигноцелулозната биомаса се смята като алтернатива на класическите суровини за производство на биоетанол. Усъвършенстване на методите за ензимна хидролиза на лигноцелулозни материали налага изучаване на кинетичните закономерности на процесите, протичащи при предварителното третиране на материала и при самата хидролиза на целулозата до глюкоза, която се използва за последваща ферментация до етанол. Познаването на кинетичните закономерности на процеса позволява да се направят конкретни изводи за механизма на протичащите процеси и да се намерят оптималните условия за протичането му.

В литературния обзор са разгледани производството на биоетанол, различните методи за предварително третиране на лигноцелулозна биомаса, същността на ензимната хидролиза и използваните за тази цел ензимни комплекси. В отделен раздел са дадени основните понятия и модели в кинетиката на хетерогенните химични процеси, както и кинетичните модели на ензимно-катализираните реакции. Направена е солидна библиографска справка и е обработена голяма по обем информация. Прави впечатление, че голяма част (над 78 %) от литературата са съвременни източници (след 2000 година). На базата на обширния, съвременен и добре подреден литературен обзор и направените изводи от него, коректно са формулирани целта и задачите на изследванията в дисертационната работа.

В методичната част са описани използваните лигноцелулозни отпадъчни продукти (пшенична слама и царевични стъбла) и дървесни видове (пауловния, върба и топола), методите за анализ, условията при които се провеждат процесите на предварителната подготовка на лигноцелулозната биомаса и ензимната хидролиза, както са и дадени интегралните форми на използваните кинетични уравнения. Използвани са съвременни методи за анализ (HPLC) на получените хидролизати.

Проведено е задълбочено научно изследване на процесите на ензимна хидролиза на различни лигноцелулозни материали. Първоначално докторантът е провел кинетични изследвания на двустепенната хидролиза на новия за България дървесен вид Пауловния и въз основа на изведените кинетични зависимости е дал обяснение за механизма на протичащите процеси както при различните предварителни третираня на суровината, така и при самия процес на ензимна хидролиза. Изследвана е и кинетиката на ензимно действие на различни ензимни комплекси при хидролиза на лигноцелулозни отпадъчни продукти. Изведени са кинетични модели на ензимна хидролиза с високо активен целулазен комплекс и β -глюкозидаза на избелена широколистна целулоза и на различни дървесни видове след паро-взривна обработка.

3. Оценка на съответствието между автореферата и дисертационния труд

Авторефератът, който е 73 страници, съответства на съдържанието на дисертацията и представлява съкратен вариант на нейната същност, отразява напълно и достоверно резултатите, отразени в дисертацията, както и техния анализ.

4. Характеристика и оценка на приносите в дисертационния труд

Дисертацията е много добре оформена и структурирана. При изследване кинетиката на даден процес се провеждат голям брой експерименти и като се има в предвид, че са изследвани шест на брой различни целулозни материали, хидролизирани с различни ензимни комплекси и при различна предварителна обработка на суровината,

описани в отделните подраздели на експерименталната част от дисертацията се вижда големият обем от работа, която докторантът е извършил. Получените експериментални резултати са обработени математически и статистически и е установено кое уравнение описва най-точно изследваните процеси. Освен извеждането на отделните кинетични зависимости е даден и най-вероятния механизъм на протичането на отделните процеси, с което се изяснява тяхната същност. Резултатите са представени в добре оформени фигури и таблици. Въз основа на проведеното научно изследване ясно и точно са формулирани 9 основни извода. Изведени са и оригинални корелации между отделни кинетични величини – компенсационен ефект между предекспоненциалния множител и активиращата енергия при ензимната хидролиза на царевични стъбла, пшенична слама и пауловния и общ компенсационен ефект между предекспоненциалния множител и активиращата енергия в началото на процеса валиден за всички изследвани суровини. Установените кинетични зависимости са реално значими за практиката, тъй като познаването на кинетичните закономерности на процеса позволява да се правят конкретни изводи за механизма на протичащите процеси, както и да се дадат препоръки за най-оптималния и ефективен начин за провеждане на процеса. Изведените уравнения могат да се използват за бърз и прецизен контрол и управление на технологичните процеси.

5. Мнение за публикациите на дисертанта по темата на дисертационния труд

В списъка на публикациите на инж. Петрин във връзка с дисертационния труд са представени статии в международно и българско списание с импакт фактор – **2 броя** (в *Cellulose Chemistry and Technology* с IF = 0,825 (2012 г.) и *Bulgarian Chemical Communication* с IF = 0,229 (2015 г.)), публикация в пълен текст на международна конференция – **1 брой и 1 брой** доклад на международна конференция с пълен текст. Всички публикации са на английски език. Личното участие на инж. Стойко Петрин в посочените научни трудове се илюстрира с факта, че в **1** от публикациите докторантът е на **първо** място, в **1** е на **второ** място и в останалите **2** е на **трето** място. Резултатите от проведените изследвания са докладвани на международна конференция – 21st European Biomass Conference and Exhibition, 2013, Copenhagen, Denmark.

6. Критични бележки

Направените забележки са изцяло с редакционен характер: В обзора на стр. 60 е написано „ ΔS_θ е изменение на ентропията при абсорбция” - вместо адсорбция; на стр. 90 в таблица III.4 имената на редуциращите захари са написани на английски, докато на стр. 93 в таблица III.5 са на български; видът на пауловния в текста трябва да е написан на италиански (*Paulownia tomentosa*) - на стр. 71 и 144 е написано така, но не навсякъде (напр. стр. 99 и 149); в българските публикации при изписването на числата десетичният знак, който се използва за отделянето на цялата от дробната част, е запетая, докато в английските текстове на публикациите се използва точка; в изпратения ми екземпляр на стр. 151 изречението на 9^{-я} извод не е довършено – предполагам че е изпуснат изразът „хидролиза на лигноцелулозни материали”; в литературата при литературни източници с номера 28, 54, 112, 122, 177 и 206 няма посочени година на публикуване. Посочените забележки по никакъв начин не намаляват научната стойност на дисертационния труд.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Като се има предвид значимостта на темата на дисертацията, изключителната по обем извършена работа за изпълнение на поставената цел, съдържащите се в нея научни резултати, които представляват значителен теоретичен принос в технологията на лесохимичните производства, както и по-големия брой научни публикации от необходимия, предоставеният труд от инж. Стойко Александров Петрин **отговаря на всички** изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и **напълно** съответства на специфичните изисквания в Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ХТМУ.

Дисертационният труд показва, че докторантът инж. Стойко Александров Петрин притежава теоретични знания и професионални умения по тази научна специалност.

Поради гореизложеното, убедено давам своята **положителна оценка** за проведеното изследване, представено от дисертационен труд, автореферат и постигнати резултати, и **предлагам на почитаемото научно жури да присъди образователната и научна степен 'доктор'** на инж. Стойко Александров Петрин по научна специалност „Химични технологии” (Технология, механизация и автоматизация на лесохимичните производства).

24.04. 2017 г.

Изготвил рецензията: 

Доц. д-р Гинка Антова