

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор” по научната специалност „Металургична топлотехника” от професионално направление 5.9 Металургия, област Технически науки

Научна организация: **Химикотехнологичен и металургичен университет -
София**

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. НАДЕЖДА ДЕЛЧЕВА КАЗАКОВА**
Тема на дисертационния труд: **„ПРОМИШЛЕНО ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕ НА
БИОМАСА ЗА ЕНЕРГЕТИЧНИ ЦЕЛИ”**

Рецензент: **проф. д-р инж. МИНЧО СТОЯНОВ МИНЧЕВ**, катедра „Промислена топлотехника“, Университет по хранителни технологии, Пловдив, член на Научното жури, със заповед **РОХ-184/01.03.2016** г. на Ректора на ХТМУ - София

1. Кратки биографични данни за и характеристика на научните интереси на кандидата

Инж. Надежда Казакова е родена на 26.10.1985 г. в гр. Карлово, където получава средно образование. Висше образование придобива в ХТМУ, като през 2008 г. защитава бакалавърска образователна степен по „Органични химични технологии“, а през 2009 г. получава магистърска диплома по „Природни и синтетични горива” с общ успех - отличен 5,58. В периода 2009 – 2011 г. е специалист „Енергийна и екологична ефективност”, ХТМУ, гр. София. От 01.04. 2012 г. е зачислена като редовен докторант в катедра „Физична металургия и топлинни агрегати”, ФММ, ХТМУ, гр. София със срок на обучение 3 години. Със заповед на ректора РОХ-150/26.03.2015 г. е удължен срока на докторантура. В рамките на срока на обучение, инж Казакова полага успешно заложените в индивидуалния план на докторанта изпити. Със заповед на ректора Р-ОХ-36 от 21.01.2016 г. е отчислена с право на защита, с което *всички процедурни изисквания са изпълнени.*

В периода 2009 – 2010 г. работи последователно като химик и научен сътрудник III ст. в лаборатория по химия на твърдите горива към БАН по органична химия с център по Фитохимия, с което предполагам се формират научните интереси на инж. Казакова. В периода от 2010 до 2014 г. работи в отдел „Контрол на качеството“ във фирма „Аркадия Херба“ ЕООД, Нови хан с което придобива нови знания и отговорно поведение.

2. Преглед на дисертационния труд и анализ на резултатите

Темата на дисертацията е свързана с безспорно актуален проблем, т.к в последните години особено внимание се обръща за усъвършенстване на технологиите за ефективно използване на ВЕИ, което е свързано и със влагане на значителни средства. Настоящата дисертационна работа е в съответствие с тази на световната и собствената ни национална политика, затова актуалността на разработения в нея проблем е безспорна.

Дисертационният труд на инж. Казакова се състои от четири глави, заключение, научни приноси, литература и приложения. Материалът е изложен в строга логическа последователност и е разположен върху 213 страници, в това число 30 таблици и 175 фигури, общо с тези от приложенията.

Първа глава, която е посветена на литературна справка и обосновка, е пълна и е направен критичен коментар на постиженията на другите автори. Литературния обзор обхваща 32 страници и е отделено не малко място и на въпроси като актуалност на проблема със състоянието на енергийните ресурси, Европейското и национално законодателство и необходимостта от технологично усъвършенстване и подобряване степента на усвояване на биомасата като възобновяем източник на енергия.

Разнообразието на биомасата предполага и разнообразие от пътища за нейното оползотворяване. В тази връзка са разгледани основните пътища за конвертиране на биомасата – биохимичен и термохимичен, представени са и подходящи сравнения.

На базата на направеното проучване на проблема по усвояване на биомасата като източник на енергия е формулирана целта на дисертационния труд *„да бъдат определени физичните и режимни параметри на процеса на газификация на дървесна биомаса“*.

За реализиране на поставената цел е приета методика за изследване на процесите на газификация, като бъдат разработени и числено реализирани:

- ❖ Термодинамичен равновесен модел;

❖ Кинетичен модел на процеса на газификация.

Втора глава е посветена на термохимичните технологии за използване на биомасата. Тази част от дисертационният труд представлява по същество обзор по проблемите на горенето, газификацията и образуването на катран. Детайлно внимание е отделено на съпътстващите процеси сушене и пиролиза.

Съществен проблем при газификацията е образуването на катран. От съществено значение за преодоляване на този проблем е проучването и оценката на главните фактори за образуването му, като температура, налягане, газифицираща среда, време на престой и др. Установено е съществено влияние на конструкцията на използваните газификатори, което е видно и от направената съпоставка.

От всичко това, авторът достига до извода, че е необходимо провеждането на едно по-подробно изследване на процесите на газификация с цел определяне на оптималните режимни и конструктивни параметри в реакторите за газификация на биомаса.

Следващите трета и четвърта глава съдържат най-съществената част от дисертационната работа. Всъщност **трета глава** обхваща оценка на съществуващите симулационни модели и разработване на термодинамичен равновесен модел на процеса на газификация. Моделът е съставен на база съвместно решаване на материален и енергиен баланс с помощта на равновесни константи, изчислени за основните реакции при приети температури на пиролиза 500, 600, 700, 800 и 900 °C.

На базата на известни стехиометрични зависимости за изгаряне на горива с определен състав са определени количеството въздух за процеса и състава на газовете при газификация. С помощта на система, съставена от масовите балансови уравнения (3.31 – 3.33) и уравненията (3.34 - 3.38) за равновесните константи се създадени възможности за определяне на добивите и състава на продуктите на газификацията за зададени температура и налягане в газификатора и еквивалентно съотношение (ER).

Чрез комбиниране на масовите балансови уравнения с енергийния баланс на процеса газификация е получена възможност за определяне състава и калоричността на получения газ и на еквивалентното съотношение. Разработеният модел е реализиран програмно и са проведени симулационни изследвания при различни стойности на параметрите за оценка на неговата ефективност. За целта е разработен алгоритъм за двустепенна газификация, който е реализиран програмно. Получени са резултати за състава и количеството на получения пиролизен газ от първа степен на газификатора

при $ER = 0$. Определени са калоричността на получения газ и топлината необходима за протичане на процеса. Получените резултати са представени коректно в таблица 3.4 и на фигури 3.3 и 3.4. При направения анализ за влиянието на температурата върху специфичната топлина на изгаряне на получения газ е пропуснато да се отбележи и коментира различния характер при температури на газификация под $600\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Проведени са симулационни изследвания при промяна: на температурата на въздуха за газификация (20, 100, 200, 300, 400 и $500\text{ }^{\circ}\text{C}$); внесената в първа степен на газификатора топлина (0, 500, 1000 и 1500 kJ/kg); температура в първа степен ($600, 700$ и $800\text{ }^{\circ}\text{C}$) и $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ във втора степен на газификатора. Получените резултати са представени таблично (3.5 до 3.8) и графично с фигури 3.7 до 3.26.

При внимателния прочит на представения ми за рецензия материал се натъкнах на някои неточности от технически характер като такива на „таблица 3“; на фиг.2.2 и на молната топлина на изгаряне на етилена C_2H_4 в таблица 3.2. В последните 4 колони на таблица 3.5, относно получените резултати за варианта при който се въвежда топлина в I-ва степен в количество 1500 kJ/kg , вероятно е допусната грешка при препечатване, т.к. това става ясно с графичното представяне на фигура 3.7 и от останалите резултати.

Четвърта глава е посветена на създаването на математичен модел на процеса пиролиза на биомаса. Анализирани са три типа пиролиза. За целта се съставя система от уравнения на материалния и енергийния баланси, на движението на получените газове в твърдо тяло и кинетиката на химичните реакции при разлагане на биомасата. Пренасянето на маса в твърдо тяло е сложен топло- и масообменен процес, който зависи от структурата на тялото, като неговата интензивност се определя от взаимното действие на различни градиенти (движещи сили) като температура, налягане и други.

За моделиране на преносните топло- и масообменни процеси при разлагане на биомасата е избрана сферична форма на моделното тяло с радиус R . При изчисляване на масовия поток на компонентите на газовата фаза е прието да се пренебрегва дифузионния поток на газовете, което приемам за логично. Направеното допускане ни най-малко трябва да умаловажава избраната методика и получените резултати и трябва да се признае, че разработения модел описва с достатъчна точност процеса газификация на биомаса. Началните и гранични условия са подбрани правилно. Разработен е алгоритъм на модела, който е реализиран програмно с използването на две основни програми и четири подпрограми.

С разработването на числената реализация и формулирането на модела, инж. Казакова показва добро владение на теорията на топло-и масообменните процеси, а така също и добра математическа подготовка, с което подчертава ясно, че са постигнати както образователните, така и научни цели с разработката на дисертационната работа.

С помощта на модела са получени резултати за температурата, скоростта на възникване на твърдия въглероден остатък от пиролиза, както и сумарните стойности на катрана, газа и твърдия остатък на повърхността и в центъра на частицата с диаметър 10 до 40 mm за температура на пиролизата 800 °C. Резултатите са представени в таблици 4.8 до 4.19, П.4.20 до П.4.82, като на фигури 4.18 и 4.19 е направено сравнение с експерименталното и теоретично изследване на Park Won Chan и колектив, което дава основание за достоверност.

Използвана литература

Дисертационният труд на инж. Казакова е разработен на базата на литературен обзор върху 178 заглавия, основно на латиница, от които 8 са от интернет пространството. Литературни източници от последните 10 години (2005 – 2015 г.) използвани в дисертацията са 69, което представлява 38,8 % , което ми дава основание за оценка на направения анализ, като съответстващ на съвременното състояние на използваните технологии и методи за оценка.

3. Оценка на съответствието между автореферата и дисертационния труд

Представеният Автореферат е в обем от 30 страници, в които е включен кратък обзор на процесите на газификация на биомаса, методите за математическо моделиране и симулационни модели, на базата на което е формулирана целта на дисертационния труд „да бъдат определени физичните и режимни параметри на процеса на газификация на дървесна биомаса“. За реализиране на поставената цел е приета методика за изследване на процесите на газификация, като бъдат разработени и числено реализирани:

- ❖ Термодинамичен равновесен модел;
- ❖ Кинетичен модел на процеса на газификация.

Представените в автореферата резултати от реализираните модели отразяват напълно изпълненото в дисертационния труд, който е оформен добре и отговаря на изискванията на Правилника за приложение на ЗРАСРБ.

4. Характеристика и оценка на приносите на дисертационния труд

4.1. По образователната степен

На базата на представените ми за рецензиране материали по защита на докторската дисертация на инж. Казакова считам, че са изпълнени изискванията и постигнати образователните цели на обучение в ОНС „доктор“. Основанията ми за това са богатия обзор на съществуващите проблеми, методики и технологии свързани с темата на дисертационния труд. Като второ основание имам предвид подготовката и успешното полагане на изпитите от докторантския минимум. Съгласно представените протоколи за положените изпити от индивидуалния учебен план на докторанта по дисциплините „Металургична топлотехника ”- Отличен (6.00), „Приложение на крайните елементи при симулиране на процесите“ - Отличен (6.00), „Преносни процеси ”- Отличен (6.00), „Английски език“ – Мн. Добър (4,50). Като трето основание бих посочил участието в четири научни конференции у нас и в една в Турция с което считам, че инж. Казакова е повишила значително професионалната си подготовка в областта на металургичната топлотехника.

4.2. Научни приноси

Претенциите на автора са за два научни и шест научно-приложни приноса. Считам, че претенциите за първия научен принос относно разработването на термодинамичен равновесен модел са не много обосновани поради факта, че се основава на известни балансови уравнения и е по удачно да се обедини с първия научно-приложен принос. Научният принос относно съставения кинетичен модел на газификацията на биомаса, на сферична частица според мен е натоварен с много детайлна информация, която би могло да се редуцира, без с това да се отрази върху същността и стойността на приноса.

По отношение на научно-приложните приноси считам, че отразяват коректно дисертационната работа, както и при едно обединяване на първите приноси. Като изхождам от целта на дисертационния труд и поставените задачи за нейното реализиране, приемам претенциите на автора за приносите в дисертационния труд.

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

По докторантурата са публикувани общо 3 бр. научни публикации, от които в две е на първо място в работния колектив. Една от тях е докладвана и публикувана на научна конференция на НТСМ в България, а останалите 2 в Journal of Chemical Technology and Metallurgy:

❖ инж. Казакова Н., доц. д-р инж. Петков В., проф. д-р инж. Михайлов Ем. Изследване на топло и масообменните процеси при пиролизата на биомаса. „Дни на безразрушителния контрол 2015“, Научни известия на НТСМ

Целта на работата е изследване на процесите на пиролиза в обема на сферична частица. Избран е многостепен кинетичен модел на пиролиза на биомаса на трите основни компонента на биомасата - целулоза, хемицелулоза и лигнин.

❖ Nadezhda Kazakova, Venko Petkov, Emil Mihailov. **MODELLING OF BIOMASS PYROLYSIS**, Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 50, 3, 2015, 278-281

На фигури 2, 3 и 4 са представени резултатите от числен експеримент, които са включени като част от дисертацията

❖ Venko Petkov, Emil Mihailov, Nadezhda Kazakova. **MODELING OF BIOMASS GASIFICATION**, Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 49, 1, 2014, 94-98

В публикацията се разработват термодинамичен равновесен модел и енергиен баланс, които заемат съществен етап в дисертацията.

Научните публикации съответстват на съдържанието на дисертационния труд. Не е представен разпределителен протокол за участието на авторския колектив, което ми дава основание да считам, че те принасят на съавторите в научните публикации са равностойни помежду им.

6. Критични бележки и коментари

При прегледа на дисертационната работа, бяха направени някои коментари, изразени становища и поставени въпроси които няма да бъдат поставени повторно. Все пак за мен остават неизяснени следните въпроси, които се надявам да бъдат уточнени при защитата:

❖ Енергийният баланс, съставен за 1 kg сухо гориво, на процеса на газификацията се описва с уравнение 3.41, в което участват специфичните топлинни капацитети на въздуха и произведения газ, които зависят от температурата, а в работата не става ясно по какъв начин това е отразявано?

❖ В балансовото уравнение за изчисляване на специфичната топлина на горене, разходът на топлина за изпаряване на водата съдържаща се в работната маса на горивото и тази получена при окисляване на водорода е приета 2260 kJ/kg. Обикновено при този тип аналитични изчисления се приема

стойността на парообразуване при 0 °С, която е 2500 kJ/kg – какво е становището на докторанта по този въпрос?

❖ Интересен е и технико-икономическият ефект от реализацията на продуктите на пиролиза и газификация в двете направления – биомасата като гориво за генериране на енергия под формата на топлина и като гориво за транспорта.

7. Лични впечатления за докторанта

Не познавам инж. Казакова и по тази причина личните ми впечатления се градят върху представените ми за рецензия материали. Оставам с впечатлението за добре подготвен специалист в областта си с добре изявен афинитет към научните изследвания. Много добро впечатление прави и отговорното отношение към заложените в индивидуалния план изпити по научната специалност и избраните допълнителни дисциплини, което се потвърждава от получените отлични оценки. Добро впечатление прави и участието на докторанта в научни конференции у нас и чужбина.

8. Заключение

Дисертационният труд е разработен на високо научно ниво по актуален и значим за теорията и практиката научен проблем и са постигнати значими научни приноси. Считам, че дисертационният труд отговаря напълно на изискванията на ЗРАСРБ и правилника за приложението му. Докторантът е доказал своите възможности за извършване на теоретични изследвания, решаване на сложни задачи с прилагане на съвременни методи и техники за изследване. Изпълнени са също и образователните изисквания от докторанта. Това ми дава пълно основание да предложа на научното жури да **присъди образователната и научна степен „доктор”** на маг. инж. Надежда Делчева Казакова по научната специалност **5.9. Металургия (Металургична Топлотехника)**

27.04.2016 г.

Рецензент:

(проф. д-р инж. М. Минчев)

