

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен
„доктор” по професионално направление 5.13. „Общо инженерство” -
Технология за оползотворяване и третиране на отпадъците

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Димитър Борисов Борисов**

Тема на дисертационния труд: **„Определяне на технологичните възможности за минимизиране, оползотворяване и високотемпературно обезвреждане на промишлени отпадъци**

Реценент: **доц. д-р инж. Николай Дончев Козарев**, член на Научното жури,
заповед Р-ОХ-40/06.02.2015 г. на Ректира на ХТМУ - София

1. Кратки биографични данни за докторанта

Маг. инж. Димитър Борисов е роден през 1976 г. в София. Завършил е висше образование през 1999 г. в Химикотехнологичен и металургичен университет – София (ХТМУ) като магистър инженер по „Информационни и управляващи технологии”. През 2000 г. е завършил Европейски магистърски курс по „Опазване на околната среда и устойчиво развитие” в ХТМУ.

От 2005 г. последователно е заемал в ХТМУ длъжностите: асистент, (2005 – 2007 г.); ст. асистент, (2007 – 2009 г.); гл. асистент, (2009 г.), едновременно с това е системен и мрежови администратор на ХТМУ (от 2008 г.).

Научните и професионални интереси на инж. Д. Борисов са в областите: Енергийна и екологична оптимизация на горивните процеси и процесите на високотемпературно обезвреждане на твърди производствени и опасни отпадъци; Математично моделиране на високотемпературни процеси; Оползотворяване и обезвреждане на производствени и опасни отпадъци; Енергийна ефективност и оползотворяване на вторични енергийни ресурси; Факелни технологични процеси; Методи за оптимизация на технологични процеси.

Владее английски, руски и френски език.

2. Преглед на дисертационния труд и анализ на резултатите

Основната цел на дисертационната работа е създаване на методология за определяне на технологичните възможности за минимизиране, оползотворяване и (или) високотемпературно обезвреждане на твърди промишлени отпадъци, генерирани при технологични операции в металургичната и химическата промишленост.

В дисертационната работа са поставени за решаване следните основни задачи:

- Да се избере стратегия за минимизиране на отпадъците в химическата и металургичната промишленост;

- Да се състави аналитичен математичен модел на топилни металургични процеси, който да се използва за минимизиране на количествата на твърдите отпадъци;

- Да се състави алгоритъм за решаване на математичния модел и да се реализира компютърна програма;

- Да се използват и докажат възможностите на модела за оптимизация и оперативно управление на технологичните процеси с цел минимизиране на отпадъците;

- Да се проверят възможностите на модела за адаптация към конкретни технологични операции и процеси.

Дисертационният труд е изложен на 169 страници, от които 24 страници са приложения, с 24 таблици и 45 фигури. Изложен е в 4 глави, обобщаващи изводи и заключение.

В **Глава 1** е направен анализ на литературата по проблема и са формулирани целите и задачите на дисертационния труд. Разгледани са основните стратегии и проблемите в мениджмънт на отпадъците и са направени подходящи изводи.

Литературният обзор по темата е направен на базата на анализа на 246 източника, от които 241 са литературни източници и 5 Интернет източници. От литературните източници 233 са на латиница и 8 на кирилица. Преди 2000 година са посочени 90 броя (36.6 %), а след 2000 (включително) са посочени 151 (61.4 %) литературни източника, включвайки и Интернет източниците. Това показва, че са анализирани най- новите достижения по дисертационния проблем.

Анализът е направен критично и много конкретно, като е проследено развитието на проблема с годините, особено след 2000 година и са посочени нерешени проблеми и откриване на нови възможности за оптимален мениджмънт на отпадъците с основен приоритет минимизиране на генерираните отпадъци.

Задълбоченият литературен анализ е дал възможност на докторанта да формулира много добре основните цели и задачи на дисертационния труд.

В **Глава 2** е съставен моделиращ алгоритъм за решаване на поставената цел в дисертационния труд, като са дефинирани основните изисквания за формулиране на балансови математични модели в съответствие с характерните особености на технологичните процеси. Направена е оценка на процесите и агрегатите за високотемпературно третиране, обезвреждане и оползотворяване на отпадъци. Формулирани са основните закономерности за съставяне на материални и топлинни баланси на процеси на факелно топене, които се използват при съставянето на алгоритъм за минимизиране, оползотворяване и високотемпературно обезвреждане на промишлени отпадъци. За решаване на системите от независими балансови уравнения, формиращи математичния модел е избран метода на Гаусова елиминация и е избран софтуерния продукт „Maple“ за програмна среда за реализиране на математичен модел.

За решаване на математичния модел и неговата програмна реализация, в **Глава 3** е съставена блок-схема на общата структура на модела за минимизиране

на количествата на промишлени отпадъци, тяхното оползотворяване и/или високотемпературно обезвреждане. На базата на физико-химичните особености на тройната система $\text{Cu} - \text{Fe} - \text{S}$ е създаден оригинален изчислителен модел за определяне на фазите в сулфидни медни концентрати и шихти въз основа на масовите концентрации на съответните елементи. Съставени са уравненията на материалния баланс за компонентите, участващи в основните физикохимични превръщания на процеса на окислително топене на сулфидни шихти в технологичен факел. В зависимост от фазовия състав на входящия шихтов поток са формулирани пет характерни системи от независими балансови линейни уравнения, които се решават числено по метода на Гаус и се определят количествата на твърдите материални потоци на изхода на системата. За определяне количеството на компонентите на шихтата преминаващи в газовата фаза, са съставени балансови уравнения на газовата фаза и на горивните процеси, при изгаряне на въглеродно гориво.

Създаден е аналитичен математичен модел на процесите при факелно топене на сулфидни медни концентрати и апроксимационни модели за целите на оперативното управление и оптимизация. Този модел е използван в Глава 4 за верификация на възможностите на модела за минимизиране на отпадъците.

В Глава 4 са доказани възможностите на модела за минимизиране на количеството на отпадъчната шлака чрез регулиране на състава на шихтовите материали, както и за използване на нестандартни шихтови материали, като отпадъци от минната и въгледобивната промишленост, производството на енергия, производствени процеси в електронната промишленост и др.

За улесняване на изчислителната процедура при решаване на аналитичния математичен модел и при използването му за оперативно управление, предложени в Глава 3 аналитичен математичен модел за високотемпературни факелни топлилни процеси е апроксимиран чрез провеждане на числени експерименти с използване на методите на планирания експеримент в ограничено факторно симплексно пространство. За три различни области на трите основни компоненти в шихтата $\text{Cu} - \text{Fe} - \text{S}$ са приложени планове на Мак - Лийн и Андерсен за изследване на тройната система. Предложени са три плана за виртуални експерименти и е избран най-добрия апроксимиращ модел.

Чрез получения апроксимиращ модел са съставени графични зависимости за експресно определяне на очакваните количества на шлака и щейн при различни комбинации от компонентите на шихтата за факелно топене на сулфидни суровини. Намерено е множество от Парето – оптимални решения за фазовите състави, за едновременно минимизиране на количеството на шлаката и максимизиране на количеството на щейн.

В заключението е направено обобщение на постигнатите резултати и са дадени някои насоки за бъдеща работа в научната област.

Високо оценявам показаните знания на дисертанта в дисертационния труд при решаване на интердисциплинарни проблеми при опазване на околната среда, свързани с решаване на проблемите при реализиране на устойчивото развитие.

Относно приетата методология в дисертационния труд, считам, че докторантът основателно е приложил много от съвременните подходи за съставяне на изчислителни алгоритми, съставяне на математични модели, оценка на параметри в математични модели, планиране на числени експерименти, методи за оптимизация, вземане на оптимални компромисни решения, съвременни принципи за оптимален технологичен мениджмънт на отпадъците и др.

Формулираните в дисертацията изводи позволяват да се установи, че поставените цели и задачи в дисертационния труд са изпълнени, бих казал и значително преизпълнени. В дисертационния труд, е предложен и създаден системен методологичен подход за определяне и оценяване на технологичните възможности за минимизиране на количеството отпадъци и високотемпературно обезвреждане на твърди промишлени отпадъци, генерирани в производствени инсталации от металургичната и химическата промишленост.

Дисертационният труд е оформен съгласно изискванията на Правилника на ХТМУ за придобиване на научна степен "доктор" (2011). Спазени са изискванията на чл. 10, чл. 11 и чл. 14 от Правилника. Дисертационният труд е написан много добре и оставя много добро впечатление с обосноваността на проблемите, ясното изложение и оформлението.

Особено полезни са представеният списък на съкращенията и списъкът на основните означения и символи, използвани при написването на дисертационния труд. Дадени са списъци на фигурите и на таблиците.

3. Оценка на съответствието между автореферата и дисертационния труд

Представеният Автореферат е в обем от 50 страници и отразява пълно изпълненото в дисертационния труд. Оформен е много добре и отговаря на изискванията на Правилника за приложение на ЗРАСРБ.

4. Характеристика и оценка на приносите на дисертационния труд

Считам, че посочените от докторанта претенции за основни приноси в дисертационния труд са основателни. В дисертационния труд има научно-приложни и приложни приноси, които водят до разширяване и обогатяване на принципите, методологията и стратегиите за управление на отпадъците със съвременни и оригинални идеи, а именно:

(а) Научни и научно-приложни приноси

(1) Предложен е и е реализиран балансов метод за количествено минимизиране, оползотворяване и (или) обезвреждане на промишлени отпадъци в металургичната и химическата промишленост чрез използване на подходящи шихтови материали и техните оптимални съотношения за основните технологични операции, с отчитане на технологичните възможности и ограничения на производствените инсталации.

(2) Предложен е и е съставен моделиращ алгоритъм, който включва математично описание на материалните и топлинни потоци и баланси, определени от физико-химичните превръщания в промишлените агрегати. Определени са

основните изисквания за формулиране на балансови математични модели в зависимост от характерните особености на технологичните процеси.

(3) Предложен е математичен модел за минимизиране на количествата на промишлените отпадъци при металургичните процеси на факелно топене на сулфидни медни суровини. Съставени са пет характерни системи от независими балансови уравнения в зависимост от фазовия състав на входящия шихтов поток.

(4) Разработен е алгоритъм за програмно реализиране на математичния модел и за числено решаване на изведените системи от независими балансови уравнения чрез използване на метода на елиминация на Гаус със следните основни изчислителни модули:

- Модул за определяне на фазовото разпределение на компонентите в шихтата в широк диапазон на изменение на концентрациите им;

- Модул за изчисляване на топлинния баланс на топилния агрегат и определяне на необходимото количество първично гориво за осигуряване на технологично необходимия температурен режим;

- Модул за изчисляване на масовите дебити на получаваната шлакова фаза и щейновия продукт, както и обемния дебит и състава на газовата фаза.

(5) Предложени са и са анализирани няколко апроксимиращи полиномиални математични модели на базата на разработения в дисертационния труд аналитичен математичен модел за минимизиране на количествата на промишлените отпадъци при металургичните процеси на факелно топене на сулфидни медни суровини. Определен е най-добрият апроксимиращ математичен модел и областта от концентрации на основните компоненти, осигуряващи най-малките средни абсолютни грешки при определяне на полезния продукт и на отпадъка.

(б) Приложни приноси

(1) Съставеният балансов математичен модел на високотемпературни факелни технологични процеси, е алгоритмизиран и е реализиран програмно в средата на софтуерния продукт „Maple“.

(2) Доказани са възможностите на програмния продукт, реализиращ математичния модел, за минимизиране на количеството на отпадъчната шлака и за предсказващо и превантивно осигуряване на оптимален режим на факелно топене на сулфидни суровини в широк диапазон на изменение на концентрациите на основните компоненти в използваните шихтови материали.

(3) Определено е влиянието на основните компоненти на шихтовите материали върху количеството на получаваната шлака.

(4) Определен е оптималният фазов състав за получаване на максимум щейн и оптималният фазов състав за минимум шлака. Определени са множество от Парето - оптимални (компромисни) решения за компоненти на шихтата при металургичните процеси на факелно топене на сулфидни медни суровини, които осигуряват възможни изисквания за получаване на максимално количество щейн и минимално количество на шлака.

5. Мнение за публикациите по темата на дисертационния труд

Съгласно Правилника на ХТМУ, чл. 11, ал. 4 „Дисертационният труд трябва да се основава най-малко на една научна публикация в списание с импакт-фактор или на две научни публикации в специализирани научни издания без импакт-фактор, или на три научни публикации в доклади на международни научни форуми, отпечатани в пълен текст в сборници с редактор.”

По дисертационния труд са направени 5 публикации. Две от тях са статии, публикувани в специализирани журналы на английски език (International Journal of Pure and Applied Mathematics, Vol.38, No. 3, 2007 и Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 49, 1, 2014). Три са изнесени доклади на научни конференции, една е отпечатана в пълен текст в сборник доклади и две са електронно издание на сборник доклади с ISBN 978-954-92052-1-3. Два от докладите са на английски език и един на български език.

Публикациите отразяват основни резултати, получени при разработване на дисертационния труд, а броят им съществено надвишава поставените нормативни изисквания.

Не поставям под съмнение водещото участие на докторанта в публикации, които са съвместно с неговите научни ръководители.

Считам, че с тези публикации резултатите от дисертационния труд са получили достатъчна публичност за научната и професионалната общност.

6. Критични бележки, въпроси и препоръки

Нямам съществени критични забележки към докторанта. Все пак, бих желал да получа отговор на следните въпроси:

1. Защо в таблици IV.4 - IV.9 са представени стойностите на абсолютната, а не на относителната грешка?
2. Кой са “експерименталните” и кой – “изчислените” стойности в същите таблици?
3. Ако (както предполагам) „експерименталните“ стойности са получени на базата на аналитичния модел, а се оценява точността на апроксимиращия, не трябва ли абсолютните грешки да бъдат с обратен знак?

На дисертанта бих дал следните препоръки:

1. В бъдещи изследвания, при многокритериална оптимизация в управлението на отпадъци, да използва и анализира различни видове „реферирани (препоръчани) стойности” (оптимистични, песимистични, желани, рискови, смесени и други) и да използва обективни оценки за приоритетите на отделните критерии.
2. При оценките на приоритетите за критериите да използва експертни мнения или мнения на групи от хора, които са заинтересовани от реализирането на съответното управление.

7. Лични впечатления от докторанта

Познавам лично работата и възможностите на докторанта инж. Димитър Борисов, който е бил мой студент в катедра „Автоматизация на производството” и в Европейския магистърски курс по “Опазване на околната среда и устойчиво развитие” към ХТМУ и мога да дам само положителни оценки.

За мен не възникват съмнения, относно личното участие на докторанта в приносите на дисертационния труд, получени под ръководството на проф. д-н инж. С. Стоянов и доц. д-р инж. Б. Стефанов.

Познавам дисертанта и като експерт при осъществяването на редица проекти по Оценки на въздействието върху околната среда.

8. Заключение

Дисертационният труд е разработен на високо научно ниво по актуален и значим, за теорията и практиката, научен проблем и са постигнати значими научно-приложни и приложни приноси. Считам, че дисертационния 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 съвременен методи и техники за изследване. Изпълнени са също и образователните изисквания.

Това ми дава пълно основание да предложа на научното жури да **присъди образователната и научна степен „доктор” на маг. инж. Димитър Борисов Борисов**

22.02.2015 г.

Рецензент:

(доц. д-р инж. Н. Козаев)

