

РЕЦЕНЗИЯ

от доц. д-р инж. Калин Симеонов Крумов

Химикотехнологичен и металургичен университет – София

на дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „Доктор“

**Тема: “ЕФЕКТИВНОСТ НА ГОРИВНИЯ ПРОЦЕС ПРИ ИЗГАРЯНЕ НА
ПЕЛЕТИ И ОТПАДЪЧНИ СУРОВИНИ В КОТЛИ“**

Автор: маг. инж. Невена Милчева Милева

Научна област: 5.Технически науки

Професионално направление: 5.4.Енергетика

Докторска програма: Топлотехника

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение. Степен и мащаб на актуалността на проблема и конкретните задачи, разработени в дисертацията.

Биомасата, като енергиен източник, заема важна част от глобалния преход към устойчиво енергийно производство. Изследванията показват, че този тип горива освен че са възобновяеми и намаляват използването на изкопаеми такива, притежават и значителен потенциал за намаляване на въглеродния отпечатък. Използването на пелети и отпадъчни твърдогоривни суровини, демонстрира висока енергийна ефективност и икономическа привлекателност, особено при използването на локални ресурси. Освен това използването на биомасата подпомага местната икономика, намалява енергийната ѝ зависимост от вносни суровини и подпомага създаването на кръгова икономика, където отпадъците се разглеждат като ресурси.

Всичко това прави темата особено актуална в научно и научно-приложно отношение. Целта на дисертационния труд е да се оцени ефективността на горивния процес при изгаряне на пелети и отпадъчни суровини в котли. За постигането на тази цел са решени следните основни задачи:

1. Провеждане на сравнителен анализ на горивните характеристики на пелети от различни отпадъчни суровини, като се използват класически методи за

определяне на влагосъдържание, пепелно съдържание и калоричност, както и методите за термичен анализ (ТГ, ДТА, ДСК) за детайлно изследване на термичните свойства на горивата.

2. Числено моделиране на битов пелетен котел с цел симулиране на процеса на изгаряне при различни режими на подаване на въздух и оптимизиране на съотношението между първичен и вторичен въздух. Симулациите позволяват оценка на ефективността на горенето и емисиите на димните газове при различни условия.

3. Анализ на ефективността на експериментална когенерационна система с органичен цикъл на Ренкин, която ще бъде съобразена с особеностите на изгаряните отпадъчни суровини. Системата анализира посоката на нейната енергийна ефективност и възможностите за улавяне и преобразуване на отпадъчната топлина в електрическа енергия.

4. Статистическа обработка на експерименталните и симулационните данни за оценка на значимостта на основните фактори, които влияят върху ефективността на горивния процес и работата на когенерационната система. Чрез решаването на така поставените задачи е направена стъпка напред при изучаване на физико-химическите процеси, протичащи при изгарянето на биомасата и отпадъчни суровини.

2. Познава ли дисертантът състоянието на проблема и оценява ли творчески литературния материал

Дисертационният труд съдържа 178 страници, включително 84 фигури, 36 таблици и 2 приложения, оформени в 6 глави, общи изводи, списък на авторските публикации и списък на използваната литература включващ 141 заглавия, от които 36 на кирилица, 97 на латиница и 8 интернет източника. В края на всяка глава са направени констатации, обобщения и изводи.

Анализът на изложението показва високо ниво на познаване и овладяване на методите за изследване – експериментални, статистически и симулационни на разглежданата проблематика. Високата степен на познаване състоянието на

проблема се доказва и от научните публикации, направени по дисертационния труд.

Направеният критичен анализ показва, че докторантката е развила своите способности за творческо оценяване на наличния литературен материал.

3. Избраната методика на изследване може ли да даде отговор на поставената цел и задачи на дисертационния труд.

Подходът за изследване на разглежданият проблем и използваната методика категорично позволяват да се постигнат дефинираните цел и задачи на дисертационния труд. Интегрирането на експериментални изследвания, термичен анализ, числено моделиране и компютърната симулация водят до постигане на значителни подобрения в енергийната ефективност и устойчивост на горивните процеси.

4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд

Във въведението на дисертационния труд докторантката представя темата на изследването, посочва нейната актуалност, степен на развитие, дефинира целта и задачите на изследването. Дисертацията предлага интегрирана методология за оценка и оптимизация на горивния процес при изгаряне на пелети и отпадъчни суровини. Основната цел е постигне на оптимален енергиен баланс с минимални емисии, съответстващ на съвременните екологични стандарти и нуждите на индустрията. Разработката предлага устойчиви и екологосъобразни решения, които повишават ефективността на отоплителните системи и допринасят за глобалните усилия за устойчиво развитие.

Дисертацията е разделена на шест основни глави.

В Глава 1 се разглежда състоянието и развитието на изследванията за изгаряне на пелети и отпадъчни суровини в котли. Направен е преглед на съществуващите изследвания по проблема, разгледани са свойствата на биомасата като гориво, теорията на горивните процеси и видовете термичен анализ, наличните горивни технологии и иновации. Направените изводи от литературния

обзор във връзка с актуалността на темата е дефинирана и целта на настоящата дисертация.

Глава 2 представлява описание на използваните методики за научни изследвания. Описани са изборът на материали и переспективни пробни образци, методите за термичен анализ, методиките за изследване на основните енергийни характеристики на пелетите и измерване на димните газове. Направен е извода, че използваните методики и апаратура осигуряват необходимата база за изпълнението на разглежданите задачи, като така ще бъде постигната основната цел на дисертационния труд.

В Глава 3 са представени резултатите от изследване на горивните характеристики на пелетите – калоричност, влагосъдържание и пепелно съдържание, както е направено същевременно и статистическо изследване на тези параметри. Резултатите от изследванията на енергийните и термичните характеристики на пелети са получени в акредитирана лаборатория, с което се гарантира тяхната високата надежност и достоверност. Направен е генерален извод, че резултатите подчертават необходимостта от оптимизация на суровините и производствените процеси за подобряване на енергийните и екологичните характеристики на пелетите.

В Глава 4 е проведено изследване на изгарянето на пелети в битов котел. Направен е анализ на горивните процеси в битови котли при изгаряне на пелети, описан е математичен модел на протичащите процеси в конкретен битов водогреен котел и е числено решен в компютърна среда Ansys. Моделирани са варианти с използването на три вида пелети – дървесни, слънчогледови и смесени, и различно съотношение (40/60 и 60/40) на първичен и вторичен въздух, подаван за горене на твърдото гориво. Представен е анализ на сходимостта на решенията при компютърните симулации за изгаряне на различните дървесни пелети и съотношения на първичен и вторичен въздух. В края на главата са направени адекватни изводи.

В Глава 5 се разглежда анализ на ефективността на експериментална когенерационна система с термален маслен котел и ORC модул като вариант за

оползотворяване на отпадъчни суровини. Описани са ползите от проекта и е направен технико-икономически анализ на инвестицията и са изчислени спестените емисии на вредни газове. Посочените в края на главата обобщени изводи кореспондират с направените преди това анализи и заключения.

Глава 6 представя основни изводи и предложения за практиката от извършената работа при разработване на дисертационния труд. Същевременно са и изброени научно – приложните, приложните и методически приноси.

5. В какво се заключават научните или научно-приложните приноси на дисертационния труд?

В дисертационния труд са представени пет научно-приложни приноса, за които докторантката има претенции да обогатяват теорията, науката и практиката в контекста на усъвършенстване на ефективността на горивния процес при изгаряне на пелети и отпадъчни суровини в котли. Допълнително са представени полезни за инженерната практика и обучението на студентите три приложни и два методически приноса.

Доказване с нови средства на съществени нови страни в съществуващи научни проблеми:

- Извършено е детайлно изследване на ключови свойства на конкретни перспективни образци от биомасата, които оказват критично влияние върху ефективността на горивните процеси.
- Използване на термични методи (ТГ, ДТА, ДСК) за идентифициране на температурни режими, подходящи за ефективно изгаряне. Тези анализи допринасят за разработването на горивни системи с висока енергийна ефективност.
- Създадени са симулационни модели за прогнозиране на поведението на горивните системи, които доказват значителен принос за оптимизацията на разпределението на въздуха и геометрията на горивните камери, осигурявайки стабилност и ефективност на процесите.
- Разработена е когенерационна система с органичен цикъл на Ренкин (ORC), която демонстрира енергийна ефективност над 85% и осигурява

ефективно оползотворяване на отпадъчната топлина за производство на електроенергия.

- Разработен е модел за автоматизация на подаването на гориво и въздух, който значително повишава ефективността и намалява оперативните разходи на горивните системи.

Получаване и доказване на нови факти. Получаване на потвърдителни факти.

- Изследвано е влиянието на съотношението въздух-гориво върху емисиите на замърсители (CO и NOx). Резултатите насочват към устойчиво управление на горивните процеси с минимизиране на въглеродния отпечатък.
- Установено е, че дървесните пелети демонстрират висока калоричност и ниско съдържание на пепел, което ги прави подходящи за битови приложения. За селскостопанските пелети е идентифицирана необходимостта от предварителна обработка за постигане на сходни характеристики.
- Създадена е универсална методология, която съчетава експериментални изследвания, термични анализи и числени симулации. Тази методология осигурява адаптивност към различни видове горива и горивни системи.

6. Може ли да се оцени в каква степен дисертационния труд и приносите представляват лично дело на дисертанта?

Познавам работата на маг. инж. Невена Милева от катедра „Топлотехника“, а разработената от нея дисертация ми дава основание да считам, че тя, под ръководството на своя научен ръководител и с подкрепата на колегите от обучаващата катедра, се е утвърдила като изследовател. Убеден съм, че натрупаният опит в научните изследвания тя ще приложи успешно в бъдещата си преподавателска и изследователска дейност.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд.

Авторката е представила списък от три публикации, две от които са самостоятелни, а третата е в съавторство с научния ръководител и други

изследователи. Резултатите от нейната научна работа са публикувани в две рецензирани списания и в сборник с доклади, включен в базата данни Scopus.

8. Резултатите от дисертационния труд използвани ли са вече в научната и социалната практика?

Основните резултати от дисертационния труд са представени на научни конференции и са добре познати на научната общност в страната и чужбина.

9. Препоръки за бъдещо използване на научните и научноприложните приноси.

Възможностите на създадената методология, която съчетаваща експериментални изследвания, термични анализи и числени симулации, да бъде широко популяризирана сред индустриалните предприятия с цел нейното практическо използване.

10. Автореферат

Представеният автореферат е съставен според изискванията, съдържанието му съответства на дисертацията и отразява коректно всички нейни основни части. Обемът му е 52 страници.

11. Критични бележки по дисертацията, включително и по литературната осведоменост на кандидата.

Към предоставената работа нямам критични забележки и въпроси, тъй като те вече бяха обсъдени и коригирани.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационния труд на маг. инж. Невена Милева засяга актуален проблем свързан с използването на биомаса, като възобновяем енергиен ресурс и повишаването на ефективността на горивния процес при изгаряне на пелети и отпадъчни суровини в котли. Съчетаването на експериментални изследвания, термичен анализ и компютърно моделиране позволява да се повиши значително устойчивостта и ефективността на горивните процеси.

Считам, че представеният труд отговаря на Закона за развитие на академичния състав, правилника за неговото приложение и Процедурните правила

на Технически университет - Варна. Всичко това ми дава основание да дам своята положителна оценка за работата на маг. инж. Невена Милчева Милева и да предложа на научното жури да ѝ присъди ОНС "Доктор" в област от висшето образование 5.Технически науки, професионално направление 5.4.Енергетика, Докторска програма: Топлотехника.

24.02.2025

София

Рецензент:

/доц. д-р инж. Калин Крумов/