

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р инж. Ангел Костадинов Терзиев

Технически 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.**

Една от целите на зелената сделка е повишаване на енергийната и ресурсна ефективност при понижено въздействие върху околната среда във всяка една от сферите на инженерната наука и практика. Повишаването на ефективността на горивните процеси и целесъобразно използване на разполагаемите природни ресурси е един от способите за постигането на тази цел. Последните изследвания сочат, че количествата на оползотворена отпадна биомаса, в т.ч. от прочистването на горите не превишава 30%, което е причина за сериозен и задълбочен анализ в тази посока. Директното изгаряне на отпадна биомаса в котли е добре позната технология, но в последните две десетилетия, основен е фокусът върху вторично оползотворяване на енергията от биомаса, посредством процеси на газификация, пиролиза и др., при които се генерира горим газ, който може да бъде последващо изгарян както в газови турбини, така и в когенерационни модули. Тези технологии предлагат по-висока степен на оползотворяване на енергията, съдържащата се в биомасата като отпаден продукт, како се намалява и вредното въздействие върху околната среда.

Казаното по-горе прави темата на докторската дисертация изключително актуална. Основната цел е повишаването на ефективността на горивния процес при изгарянето на различни горива от отпадна биомаса, в т.ч. смес от различни отпадни суровини. На тази база се прави анализ на влиянието на спецификите на горивния процес върху конструктивните особености на топлогенераторите. Правят се и предложения за допълнително оползотворяване на отпадна топлина по пътя на основния горивен процес.

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

От представените материали става ясно, че броят на анализираните литературни източници наброява 141 заглавия, от които 8 уеб базирани източници. 36 от анализираните източници са на кирилица. Над 58% от всички литературни източници са след 2015г., което показва, че докторантът се е запознал със съвременните изследвания и технологии, използвани при производство на енергия от отпадна биомаса.

Основните части на дисертационния труд са добре балансирани. Докторската работа се състои от шест глави, в т.ч. въведение, литературен обзор на съвременното състояние на изследваната проблематика, експериментални и числени изследвания, приложение на резултатите от изследванията в реална система за комбинирано производство на енергия, изводи и препоръки за приложения.

Проведения критичния анализ, показва че докторантът се е запознал в детайли със спецификите при изгарянето на отпадна биомаса, в т.ч. методи за определяне на калоричността на еднокомпонентни и многокомпонентни горива. Познава в дълбочина изследваната тематика, като надлежно е дефинирал цел и задачи, които е необходимо да бъдат решени в хода на разработване на дисертационния труд.

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

Избрания подход за определяне на топлотехническите характеристики на изследваните видове отпадна биомаса, провеждането на експериментални и

числения изследвания за определяне на ефективността на горивния процес, считам за коректен.

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

Представената докторска дисертация е в обем от 178 страници и включва въведение, шест глави, заключение, в т.ч. изводи и предложения за практическо приложение, както и списък на използваната литература.

В уводната част на дисертационния труд се прави анализ на състоянието и значимостта на биомасата, като първичен и вторичен ресурс за комбинирано производство на енергия.

В глава 1 (литературен обзор) докторантът прави критичен анализ на съществуващите методи и средства за оползотворяване на енергия на отпадна биомаса, в т.ч. смес от различни по вид материали за производството на електрическа и топлинна енергия. Основен фокус са характеристиките на биомасата като гориво, като се акцентира върху производни на няколко вида отпадни суровини – смес от дървесна и слънчогледова дървесина в различни съотношения. Ролята на термичния анализ е съществен при характеризиране на топлотехническите характеристики на биомасата, поради което докторантът дефинира и съответните ограничения при провеждането на термичните изследвания.

В глава 2 е представена методиката, която се използва при решаване на дефинираните в дисертационния труд задачи. Добре описана е методиката за изследване на енергийните характеристики на пелетите, като използваните методи на термичния анализ (диференциален термичен, диференциална сканираща калориметрия, както и термогравиметрия) са приложени при анализ на топлотехническите характеристики на изследваните материали.

В Глава 3 се прави анализ на енергийните характеристики на пелетите. Изследванията върху пелетите са относно тяхната калоричност, влагосъдържание и пепелно съдържание. Този етап от работата е изключително важен, понеже се

„хвърля“ яснота върху характера на процеса на изпарение на влага, необходима енергия за възпламеняване и динамика на горивния процес. Проведеният анализ показва, че при смес на пелети от няколко дървесни източници в различни съотношения, топлотехническите характеристики на материалите се отличават значително. Това показва и значимостта на провежданите многократно експериментални изследвания.

Числени изследвания на горивни процеси в битов котел са представени в Глава 4 от дисертационния труд. Математическото моделиране на горивните процеси е коректно, като възприетия турбулентен модел за затваряне на системата уравнения е адекватен. Числено изследван е и процесът на горене на дървесни и слънчогледови пелети, както и микс при различни съотношения. Показана е ефективността на котела при променливи режими на подаване на първичен и вторичен въздух в котела. Представени са разпределението на скоростното и температурно полета в котела при различни режими на работа. По изменението на степента на турбулентност се съди за преноса на топлина и формирането на специфични зони в котела. Анализът на емисиите показва, че подобряването на степента на изгаряне понижава генерирането на въглеродни емисии и има съответния положителен екологичен ефект. Резултатите от числените изследвания са логични, като проведените сравнения с експерименталните такива показват задоволителна грешка от около 5%.

В глава 5 е представено практическо приложение на изгарянето на пелети в котел на биомаса. Производството на пара, в резултат на директното изгаряне се използва за производство на електрическа енергия в турбина. Остатъчното количество топлинна енергия се използва в Органичен модул на Ренкин за допълнително производство на електрическа енергия. Въпреки по-ниската ефективност на модула, реализирането му е икономическо целесъобразно, поради невъзможността за използване на съществена част от генериранта топлинна енергия.

В глава 6 са представени основните изводи от работата по дисертационния труд, като се дават и предложения за практически приложения. Създадените в хода на изследванията методики на провеждане на експериментални изследвания за определяне характеристиките на горивния материал, както и методи за

оптимизиране на количество първичен и вторичен въздух в горивния процес са предпоставка за повишаването на енергийната ефективност, както и смекчаване на вредното въздействие върху околната среда.

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

Определям приносите в докторската работа като научно-приложни и инженерно-приложни. Получените резултатите могат да се използват успешно както при провеждането на бъдещи числени изследвания на горивни процеси, използващи отпадна биомаса, така и за настройка на горивни процеси в котли. Приносите в дисертационния труд могат да се обобщят както следва:

Доказване с нови средства на съществени нови страни в съществуващи научни проблеми и теории.

- Използвани са нови термични методи за подобряване на процеса на изгаряне на пелети. На тази база е възможно разработването на горивни системи от нов тип;
- Създадени са модели на базата на числени изследвания за предсказване на поведението на горивните процеси. Посочени са значимите фактори, оказващи влияние върху горивния процес;
- Предложения модел на смесване на гориво с първичен/вторичен въздух позволява регулиране на температурата на горене, което от своя страна оказва влияние върху вида на генерираните емисии;

Получаване и доказване на нови факти и получаване на потвърдителни факти

- Приложния характер на докторската дисертация се състои в автоматизация на подаването на гориво и въздух в определени съотношения при битови котли за повишаването на енергийната и ресурсна ефективност;
- Интегрирането на система за комбинирано производство на енергия, снабдена с ORC модул към индустриален котел за производство на топлинна енергия, определям като приложен принос.

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 основно от участия в научни форуми у нас. Считам, че работата на кандидата е лично дело, разбира се под ръководството на нейния ръководител. Смело мога да заявя, че са спазени двете условия за разработване на докторската работа – образователна и научна части. Кандидатът несъмнено е повишил своята квалификация както в областта на горивните процеси така и областта на численото моделиране. Със сигурност натрупаният опит ще бъде от полза за последващата преподавателска и изследователска дейност на кандидата.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд.

Дисертантът е представил списък от три публикации, като две от тях са самостоятелни, а третата е в съавторство, вкл. с научния ръководител. Публикациите са намерили отражение 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 докладвани на научни конференции и са станали достояние на научната общност. Темата е изключително актуална и със сигурност резултатите биха намерили отражение в инженерната наука и практика.

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

Изградената пилотна централа е доказателство за приложимостта на резултатите от работа по докторската дисертация. Налице са възможности за интеграция в редица различни по мащаб промишлени обекти.

10. Автореферат

Представеният автореферат е изготвен в съответствие с изискванията на действащата закона и нормативна уредба. Съдържанието му съответства на дисертационния труд и точно отразява основните резултати от проведените изследвания. Резюмето е с обем 52 страници, вкл. графичен материал.

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

Дисертацията представлява добре развито и задълбочено изследване в областта на горивните процеси. Изследователската работа може да се определи като задълбочена и последователна. Проведения теоретичен обзор е задълбочен, използван е подходящ инструментариум, който съответства на целта и задачите на изследването. Правилно са интерпретирани получените резултати. Те са удачно представени в табличен и графичен вид, като направените констатации към тях са точни.

Бях определен да изготвя предварителна рецензия на дисертационния труд, в която бях посочил критични бележки и препоръки. В представената коригирана версия, докторантът се е съобразил и отстранил пропуските, посочени в предварителната рецензия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеният дисертационен труд отговаря напълно на изискванията за придобиване на образователната и научна степен „Доктор”.

Оценявам високо постигнатите положителни резултати и приноси в дисертацията, като считам, че представеният труд отговаря на Закона за развитие на академичния състав, правилника за неговото приложение и Процедурните правила на Технически университет Варна. Всичко посочено ми дава основание да дам своята положителна оценка и да предложа на научното жури да присъди на **маг. инж. Невена Милчева Милева** ОНС “Доктор” в област от висшето образование 5.

Технически науки, професионално направление 5.4. Енергетика, Докторска програма: Топлотехника.

24.02.2025

София

Рецензент:

/проф. д-р инж. Ангел Терзиев/