

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд

за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“

по научна специалност „Промислена топлотехника“

Професионално направление 5.4 Енергетика

с автор

маг. инж. Боян Младенов Младенов

на тема

ЕФЕКТИВНИ РЕЖИМИ НА СУШЕНЕ НА ТЕЛА СЪС СЛОЖНА ГЕОМЕТРИЯ

РЕЦЕНЗЕНТ: проф.д-р инж. Никола Георгиев Калоянов

1. Представени документи

В съответствие с Правилника на ХТМУ - София за придобиване на научната и образователна степен „доктор“, маг. инж. Боян Младенов Младенов е представил следните основни документи:

- Заповеди на Ректора на ХТМУ – за зачисляване в редовна докторантура, считано от 01.03.2017 г. до 01.03.2020 г., за удължаване на срока с една година, считано от 01.03.2020г. до 01.03.2021 г. и за отчисляване с право на защита, считано от 01.03.2021 г.;
- Автобиография;
- Диплом за ОКС Магистър, специалност Енергийна техника и технологии, специализация Топлинна и хладилна техника в ТУ-София;
- Дисертационен труд;
- Автореферат;
- Списък на научните публикации, участията в научни форуми и проекти на докторант маг. инж. Боян Младенов, свързани с дисертационния труд;
 - Публикации в реферирани и индексирани световни бази данни – 4 бр.
 - Публикации в национални реферирани списания – 4 бр.
 - Участия с доклади в международни конференции – 3 бр.
 - Участия с доклади в национални конференции с международно участие – 5 бр.
 - Участия в национални конференции и постерни сесии – 5 бр.

- Участия в семинари с индустрията – 1 бр.
- Участие в национален проект – 1 бр.
- Участие в проекти към НИС при ХТМУ – 4 бр.
- Копия на публикуваните статии;
- Протоколи от проведените изпити в съответствие с докторантската му програма;
- Декларация за авторство.

2. Удовлетворяване на минималните изисквания

Дисертационният труд и представените от кандидата документи са окомплектовани правилно и съответстват напълно на Правилника за придобиване на научни степени в ХТМУ. Авторът маг. инж. Боян Младенов Младенов удовлетворява всички минимални изисквания, посочени в Правилника.

3. Актуалност на темата на дисертационния труд

Сушилните процеси в силикатната промишленост заемат съществен дял и значимост в цялостния технологичен процес. Високата им енергийна интензивност е неотменим фактор за търсене на ефективни решения. Търсенето на такива решения обаче е неразривно свързано с получаваното качество на крайния продукт в условията на променливост на режимните параметри в хода на самия процес и обвързаността им със спецификата на характеристиките на изсушавания материал и геометрията на изсушаваното тяло. Сложните нестационарни процеси на топло и масопренос са неразривно свързани и с механични процеси на деформация в тялото, което се отразява чувствително върху качеството на крайния продукт. Особено при изделия със сложна геометрия, при които има естествени условия за неравномерност в изсушаваните обеми и формиране на температурни, влажностни и деформационни градиенти. При неправилна организация на сушилния режим тези градиенти водят до технологичен брак и преразход на енергия. В световната практика е добре установен актуален проблем от необходимост от оптимизация на сушилните процеси в промишлените инсталации с променливи режимни параметри на сушилния агент при реалните чести промени на суровинни състави и асортименти на изделията по отношение на геометрията. Обикновено прецизирането на организацията на сушилните режими в тези

случаи се прави на основата на продължителни промишлени експерименти. В дисертационния труд се предлага друга основа за това - моделно изследване на спрегнатите преносни и механични процеси при сушене на изделия със сложна геометрия, която основа се формира като мултидисциплинарна задача, базирана на термодинамиката, теорията на топло и влагопреносните преносните процеси и механиката. Решаването на задачата осигурява правомерна база знания за рационално организиране на промишлените сушилни режими с намаляване на разходите за енергия, бездефектно сушене, изпичане и следпроизводствена употреба на продукцията. Не са известни моделни изследвания на нестационарните тримерни мултифизични полета и процеси в изделия със сложна геометрия и неравномерна степен на масивност при индустриално сушене на керамични изделия, приложими за ефективна организация и настройка на сушилните процеси. Представеният литературен обзор безусловно показва актуалност на тематиката и очаквана широка научно-приложна значимост в световен мащаб.

4. Познаване на проблемите, обект на изследване в дисертационния труд

Докторантът познава добре проблемите, обект на изследване в дисертационния труд. В подкрепа на това може да се приведат следните аргументи:

- Информационната основа, върху която е изграден дисертационния труд – авторът използва богата база от информационни източници, която включва 105 позиции (65 бр. от тях на английски език, 22 бр. на руски език и останалите – на български език), отразяващи съществените постижения по тематиката в световен мащаб. Източниците са използвани коректно и по същество.

- Качеството на литературния обзор е на добро равнище.

- Цялостният текст е балансиран и показва увереност при решаването на научноизследователските задачи.

- Структурата на изложение на материала в дисертационния труд е друго съществено доказателство за познаване на теоретичните и практически аспекти на тематиката. В два основни раздела: Раздел I- Теоретична част и Раздел II- Практическа част, докторантът представя детайлно теоретичните аспекти на сложните и

многосвързани процеси на топло-масообмен и механични деформации в процеса на сушене на керамични изделия, както и спецификата и възможностите за комплексно математично моделиране и числено симулиране в избраната за целта среда ANSYS.

5. Тип на изследванията

Извършените изследвания по дисертационния труд може да се характеризират като комплекс от теоретични и експериментални такива, включително реални експериментални изследвания на съществуващ обект и моделни симулационни изследвания, които имат безусловно конкретна практическа приложимост.

6. Цели на изследванията

Основната цел на представения дисертационен труд е разработване на алгоритъм за определяне на ефективни режими на сушене на изделия със сложна геометрия при проектиране на нови и анализ на действащи промишлени сушилни на базата на математични модели на мултифизични процеси в изсушаваните среди, експериментални изследвания и балансови зависимости. За постигане на целта са поставени и решени следните основни задачи:

1. Разработване на математични модели на взаимносвързаните масопреносни и механични процеси, протичащи в керамични изделия при сушене и на концепция за численото им решаване посредством съвременни софтуерни продукти.

2. Тестване и валидиране на математичните модели чрез прилагането им за анализ на процеса на сушене на конкретни изделия, включващо:

- Заснемане на сушилните режими в действаща сушилна инсталация
- Балансови изчисления за калибриране на информацията относно сушилните режими и за анализ на енергийната им ефективност
- Експериментално определяне на физико-механични параметри на изделията като функция на влажността и анализ на факторите, влияещи върху напрегнатото състояние на телата

- Калибриране и числено решаване на съставените модели за симулационно моделиране на влаго-механичните процеси в изделията при експлоатационни условия
- Валидиране и прецизиране на математичните и симулационни модели
- Анализ на преносните и механични процеси в изсушаваните тела и на напрегнатото им състояние.

3. Моделно изследване на възможностите за икономия на енергия чрез интензифициране на процеса в действащата сушилня, включващо:

- Симулационно моделиране на влаго-механичните процеси в изделията при вариране на режимните параметри и на продължителността на процеса.
- Анализ на възможностите за интензифициране на процеса и на ефектите от прилагането му.

4. Систематизиране на последователността от числени анализи, моделни и експериментални изследвания в алгоритъм за организация на ефективни сушилни режими в промишлени условия.

Намирам комплекса обвързани задачи за постигане на дефинираната главна цел на дисертационния труд като добре структуриран в научноизследователски аспект алгоритъм, основаващ се на изводите от подробния литературен обзор. Личното ми впечатление е, че като обхват той надхвърля значително минималните изисквания за обхват на дисертационен труд за получаване на ОНС „Доктор“.

7. Методи на изследванията

Методите на извършените изследвания оценявам като напълно адекватни на главната цел и подходящи за решаване на поставените задачи. Установявам умело съчетание между теорията на преносните процеси при сушене на керамични изделия със съвременните подходи на приложната математика, числените методи и среди за симулационен анализ.

8. Приноси на дисертационния труд

Оценявам приносите в дисертационния труд като научноприложни и инженерноприложни.

Научноприложни приноси

1. Формулирана е и експериментално е доказана хипотеза за преобладаващо влияние на масопренасянето върху напрегнатото състояние на строително-керамични изделия при индустриално конвективно сушене.
2. Съставени са и са валидирани математични модели и алгоритъм за числено изследване на взаимносвързаните масопреносни и механични процеси в капилярно-порести колоидни материали при конвективно сушене в промишлени сушилни при отчитане на организацията на сушилните режими и спецификата на процесите в изсушаваните тела.
3. Чрез моделни изследвания на влаго-механичните процеси в материала и балансови зависимости е установен потенциал за редуциране на продължителността на сушене на керамични изделия в промишлена сушилня със 7,7 % при незначително намаляване на разхода на енергия. Този потенциал осигурява възможност да се реализира (при необходимост) повишаване на производителността на керамичния завод.
4. На база на разработените в настоящия труд концепции за числено симулиране на влаго-механичните процеси в конвективно изсушавани изделия и за анализ на възможностите за технологичен брак, са предложени алгоритмизирани процедури за решаване на проектната и проверочната задачи, свързани с ефективна организация на сушилните режими. Същите разширяват възможностите за изследвания за структурно-параметричен анализ и оценка на влиянието на планирането и организацията на сушилния процес върху крайната ефективност.

Инженерноприложни приноси

В резултат на извършените изследвания е установено, че редуцирането на продължителността на сушилните процеси при индустриално конвективно сушене на керамични изделия увеличава потребните енергийни мощности и не води до съществено намаление на специфичния разход на енергия и на енергоемкостта на изделията. Следователно:

- увеличаването на продължителността на сушилните процеси с известен запас не е неефективно, стига да не доведе до съществено намаляване на производителността на технологичните линии;

- като енергоспестяващи мерки трябва да се търсят решения за оползотворяване на топлината на изходящите газове от сушилните инсталации, тъй като тя е вторият по големина разход на енергия след разхода на енергия за изпарение на влагата.

Представените резултати дават добра основа за продължаване на изследванията в обширната интердисциплинарна област на тематиката, обхващаща взаимосвързани проблеми от механиката, механика на флуидите, термодинамиката, топлопренасянето, неорганичната химия, приложната математика, което намирам за съществен ефект от представения труд.

Разработените в дисертационния труд модели са база за бъдещо развитие при търсене на нови подходи за подобряване на граничните условия на масопренасянето през втори период на сушене, развитие на модели за числено симулиране на топло-влаго-механичните процеси в изсушаваните среди, комплексно моделиране и компютърно симулиране на процесите в газовите и твърдите изсушавани среди в сушилните, предсказване на първоначалната форма на изделията след формоване посредством обръщане на посоката на моделираните процеси от изсушаване към овлажняване, както и на посоката на гравитационните сили. Приведените анализи убедително доказват силата и възможностите на математичното и компютърно моделиране при решаване на проблеми, свързани с повишаване на ефективността на промишлени агрегати и вземане на оптимални оперативни решения.

Приемам цитираните приноси като основа за значим научноприложен отзвук и база за последващо развитие на специфични приложения.

9. Оценка на съответствието на автореферата с дисертационния труд

Съдържанието на автореферата съответства напълно на дисертационния труд.

10. Участие на докторанта при постигане на резултатите в дисертационния труд

Считам, че дисертационният труд е разработен със значимо лично участие на докторанта, подкрепено с висока научна компетентност от научния ръководител и колектива от катедра „Технология на силикатите“, работещ в тази област. Несъмнено доказателство за това е и мащабното участие на докторанта в подготовката и публикуването на резултатите от изследванията:

- Публикации в реферирани и индексирани световни бази данни – 4 бр.(2 бр. на второ място в авторския екип и 2 бр. на трето място) всички индексирани по Scopus. Една от публикациите е намерила отражение с цитиране в труд на международна научна конференция.
- Публикации в национални реферирани списания – 4 бр. (2 бр. на първо място в авторския екип и 2 бр. на второ място)
- Участия с доклади в международни конференции – 3 бр.
- Участия с доклади в национални конференции с международно участие – 5 бр.
- Участия в национални конференции и постерни сесии – 5 бр.

Познавам докторанта от времето на обучението му в ТУ-София. Имам много добри впечатления от развитието му в професионалната област на енергопреобразуващите процеси, технологии и енергийната ефективност. Тази подготовка, заедно с високопрофесионалното ръководство от научния ръководител му даде възможност за адекватно професионално развитие и личен принос в теоретичните и експерименталните изследвания, свързани с дисертационния труд.

11. Критични бележки

Нямам съществени критични бележки към представения дисертационен труд и автореферата.

Без да се омаловажава постигнатото, намирам, че в автореферата има несъответствие в номерацията на цитираните фигури от дисертационния труд и показаните в него такива. Не откривам текст, който да разяснява това.

12. Заключение

Дисертационният труд на маг. инж. Боян Младенов Младенов съдържа научни и научно-приложни резултати, които представляват принос в науката и отговарят на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ) и Правилника за прилагане на ЗРАСРБ. Изпълнени са наукометричните показатели, както и образователната част на изискванията на Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ХТМУ. Анализът на резултатите от проведените изследвания показва, че докторантът притежава задълбочени теоретични

знания и професионални умения по научна специалност Промислена топлотехника“, като демонстрира убедително качества за самостоятелно провеждане на научни изследвания.

Това ми дава основание за положителна оценка на дисертационния труд и предлагам на уважаемите членове на научното жури да гласуват положително за присъждане на маг. инж. Боян Младенов Младенов образователната и научна степен „Доктор“ по научна специалност „Промислена топлотехника“ - Професионално направление 5.4 Енергетика.

15.11.2021г.

РЕЦЕНЗЕНТ:

Проф. д-р инж. Никола Калоянов