

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за придобиване
на образователна и научна степен „доктор”

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Даниела Жекова Марева

Тема на дисертационния труд: „Инвертор за индукционно нагряване на флуиди“

Член на научното жури: проф. д-р инж. Михаил Петков Илиев

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение

Превръщането на енергийната ефективност във водещ качествен показател на всяка технология, изделие или продукт направиха изследванията в областта на индукционното нагряване силно актуални и предпочитани в научните среди. Атрактивността на тази проблематика произтича от динамичното развитие на силовата електроника във всичките ѝ аспекти: конструктивни елементи, полупроводникови прибори, схемотехника на силова част и системи за управление и др. Това създаде възможност да се предложат идеи и решения, чувствително подобряващи качествата и параметрите на предлаганите битови и промишлени системи за индукционно нагряване. Затова проблематиката на предложението ми за рецензиране дисертационен труд за изследване на инвертор за индукционно нагряване на флуиди с цел постигне максимално отдаване и преобразуване на енергията от електрическа в електромагнитна и в топлинна е актуална, значима и подходяща за задълбочени научни изследвания.

2. Оценка за познаване състоянието на проблема

Представеният ми за рецензиране дисертационен труд на тема „Инвертор за индукционно нагряване на флуиди“ е с обем 169 страници, включително 242 фигури, 14 таблици и 1 приложение. При разработването му докторантката е използвала 132 информационни източника, в т.ч. 57 на кирилица и 75 на латиница. В дисертационния труд е направен обзор, включващ материали, публикувани през последните години. Считам, че докторантката е навлязла в същността на проблематиката по темата на дисертационния труд и чрез интерпретация на информацията от литературния обзор е успяла да формулира целта и основните задачи, чрез които да я постигне.

3. Методика на изследване

При разработването на дисертационния труд докторантката е приложила методика на изследване, адекватна на целта, формулирана в работата. Използвани са методи за симулационно изследване чрез PSpice и експериментално изследване и верификация. Получени са резултати, позволяващи да се формулират конкретни изводи и да се решат поставените в дисертационния труд задачи.

4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка за достоверността на материала, върху който са изведени приносите на дисертационния труд

В дисертационния труд е анализирана и изследвана система за индукционно нагряване на вода, приложима за проточен бойлер. Оценени са възможностите за регулиране на температурата на водата в работни условия. В работата се решават следните основни задачи:

- Анализиране на основните принципи на въздействие на електромагнитното поле върху процеса на нагряване на метали.
- Анализиране на конструкциите, качествата и особеностите при работа на индуктори за различни приложения.
- Изследване и анализиране на различни схеми на преобразуватели за индукционно нагряване.
- Разработване на методика за електрическо и конструктивно проектиране на индуктор за нагряване на вода за домашен индукционен бойлер.
- Разработване на методика за електрическо проектиране и изследване на DC/AC преобразувател за индукционно нагряване за домашен индукционен бойлер.
- Проучване на възможностите, изследване и сравняване на методите за регулиране на температурата на индукционен проточен бойлер чрез въздействие на силовите преобразуватели.

Трудът е структуриран в 4 глави, с формулирани изводи във всяка. Докторантката е представила и 1 приложение – лабораторен макет на инвертор за индукционно нагряване на вода.

В първа глава е направен анализ на теоретичните и експериментални изследвания в областта на индукционното нагряване. Предложена е класификация на видовете индукционно нагряване. Извършена е оценка на основните предимства и

недостатъци на индуктори и инвертори, на нерешените проблеми, в резултат на което са формулирани целта и задачите на дисертационния труд.

Във втора глава е направена класификация на индукторите за нагряване на флуиди, според параметри и конструктивно оформление. Синтезирана е методика за тяхното проектиране. Направена е еквивалентна заместваща схема, отговаряща точно на такова приложение, за да се отчете съгласуването на индуктора с цялата система за индукционно нагряване. Определено е и еквивалентното съпротивление на системата. Въз основа на получените зависимости са направени математически симулации и са изчислени два иновативни вида индуктора.

В трета глава е предложен сравнителен анализ на схемотехнически решения на резонансни инвертори. Направено е изследване на схемите и са оценени енергетичните им характеристики. Изведени са математически зависимости за избор на елементите на схемата. Симулационно е изследвана предложената схема на LLC инвертор за индукционно нагряване на вода.

В четвърта глава са анализирани методите на регулиране за избраната схема на LLC резонансен инвертор. Извършено е сравнение между тях. Показани са резултати от експерименталните изследвания и е направена верификация със симулационните резултати.

5. Приноси на дисертационния труд

Основните приноси на дисертационния труд класифицирам като научно-приложни и приложни:

1. Предложена е методика за изчисление на габаритните размери на индуктор в система за индукционно нагряване. Изведени са математически зависимости на електрическите параметри на индуктора във функция от габаритните му размери. Допълнена е общата формула за изчисление на индуктивност - желязна сърцевина, в съответствие с използвания тръбен индуктор, чрез въведения коефициент k_6 , в зависимост от габаритните размери на избрания индуктор и режима на работа на инвертора (2.19).

2. Синтезирана е еквивалентна заместваща схема на индуктора за симулация на изследвани параметри, специфично приложими при индукционно нагряване на вода. Изведена е зависимост на активното еквивалентно съпротивление на индуктор,

отразяващо нагряващото действие на металната тръба от токовете на Фуко и е показана методика за изчислението му.

3. Предложена е методика за проектиране на LLC резонансен мостов инвертор за индукционно нагряване на вода. Изведени са изчислителните зависимости за избрания тип LLC резонансен инвертор. Въведен е коефициент за избор на комутиращ кондензатор в LLC резонансен инвертор – k_7 . Въведен е коефициент за магнитна индукция на индуктора, в зависимост от габаритните размери на избрания индуктор и режима на работа на инвертора – k_6 .

4. Изследвани и сравнени са параметрите на работа на LLC инвертор и LC инвертор за нагряване на вода и в резултат са доказани:

- по-ниски загуби в силовите ключове и по-ниски динамични натоварвания при LLC инвертора;
- коефициентът на полезно действие на LLC инвертор надвишава този на последователния LC инвертор средно с $(4\div 5)\%$;
- комплексната оценка на енергийните и електротехнически показатели на изследваните схеми показва определени предимства на LLC инвертора.

5. Определена е зависимостта на температурата от мощността на инвертора за битов бойлер при различни дебита на водата.

6. Предложена е класификация на методите за регулиране на резонансни инвертори за индукционно нагряване. Изведени са експериментално зависимости, осигуряващи приложението на разгледаните методи за регулиране на резонансни инвертори за индукционно нагряване в практиката (честотно, амплитудно, времеимпульсно и параметрично регулиране).

7. Разработена е методика за експериментално изследване и са установени изискванията към функционалността на опитната постановка. Проведените реални експерименти и получени резултати са верифицирани с получените чрез симулации, графики и зависимости на система за индукционно нагряване.

6. Личен принос на докторантката

Съдейки по публикациите става ясно, че докторантката работи по тази тематика повече от 10 години. За авторството на приносите на дисертационния труд говори и фактът, че една от публикациите е самостоятелна, а в 12 докторантката е водещ автор в колектива. Това, както и специфичният стил на изложение на авторката ми дават

основание да нямам съмнение за водещата роля на Даниела Марева в подготовката на публикациите.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

По темата на дисертационния труд Даниела Марева е направила 22 публикации, в т.ч. 5 на английски език и 17 на български език. Пет от публикациите са представени в признати от научната общност по електроника научни форуми. Една публикация е самостоятелна, а в 12 докторантката е първи автор. Не ми е представен разделителен протокол за дялово участие на авторите в публикациите в съавторство, затова приемам участието им в тези публикации за равностойно. Три от публикациите са направени в издания с ISSN. Една публикация е представена в конференция на IEEE. Смятам, че публикациите на докторантката по дисертацията съдържат основните приноси, за които претендира. Това съответства на изискванията на Закона за развитие на академичния състав /ЗПАС/ и на Правилника за неговото приложение за публикуване на най-съществените части от дисертационния труд.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика

Не ми е представена информация за приложение на резултатите от изследването в практиката. Без съмнение изследването е полезно и предложеният лабораторен макет се ползва в учебния процес за лабораторни и практически упражнения на студентите от различни специалности и образователно-квалификационни степени.

9. Мнение за автореферата на дисертационния труд

Авторефератът съответства на изискванията за съдържание и обем. Той обективно и пълно отразява същността на дисертационния труд и неговите приноси. Забележката ми е, че не е добре подбран размерът на шрифта, което прави четенето сравнително трудно.

10. Критични бележки и препоръки

- Така формулирана темата на дисертационния труд не съответства на съдържанието, изложено в труда;

- Глава 1 – „Системи за индукционно нагряване на флуиди. Състояние и проблеми“ и Глава 2 – „Индуктори за нагряване на флуиди“ са ненужно подробни /84 страници/, тъй като същността на дисертационния труд е преобразувателят /инверторът/;

- Експерименталните изследвания не са в съответствие с теорията на експеримента. Разглежда се влияние само на един фактор върху целева функция, без да е ясно има ли взаимно влияние между факторите;

- Резултатите от изследването са представени само в научни конференции. Препоръчвам в бъдещата си работа докторантката да публикува резултатите от изследователската си работа в научни списания;

11. Заключение

Предложеният ми за рецензиране дисертационен труд има достатъчен обем, задълбоченост и завършеност. Докторантката е получила резултати с необходимата значимост за образователна и научна степен „доктор“. По дисертационния труд от автора са направени достатъчно публикации. Това ми дава основание да преценя, че дисертационният труд има необходимите приноси и те са на Даниела Жекова Марева.

Спазени са законовите изисквания от гледна точка на процедурите по докторантурата. Работата отговаря на изискванията на ЗРАС в Република България, Правилника за неговото приложение, а също и на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Техническия университет – Варна за получаване на образователната и научна степен „доктор“.

Имайки предвид гореизложеното, давам положителна оценка на представения ми за рецензия дисертационен труд. Препоръчвам на научното жури да присъди на инж. Даниела Жекова Марева образователната и научна степен „доктор“.

18.02.2016 г.

Рецензент:

/Проф. д-р инж. М. Илиев/