

РЕЦЕНЗИЯ

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

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Емил Петров Мечков**

Тема на дисертационния труд: **Изследване на загоряването на силови маслени трансформатори**

Рецензент: **проф. д-тн инж. Илиана Маринова**

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

Представеният дисертационен труд е посветен на изследването на загоряването на силови маслени трансформатори. За целта са използвани съвременни методи и средства за компютърно моделиране и физически експерименти.

Постоянно нарастващите изисквания към съвременните електроенергийни системи и производствените мощности, към тяхната сигурната, безопасна и ефективна работа, както и към качеството на електрическата енергия правят изследванията на процесите, полетата и явленията в силовите трансформатори важни и актуални. Актуалността на проблема е безспорна предвид важноста на силовите трансформатори и тяхната ефективна работа за електроенергийните системи. Процесите на загоряване в силовите трансформатори са важен елемент при анализ, изследване и проектиране на трансформаторите, предвид въздействието им върху електрическата изолация на трансформатора.

Формулираната цел и решаваните задачи са предмет на изследователски интерес, тъй като разработването на компютърни модели и методи и използването на приложни програми, както и експерименталните изследвания с използване на съвременни методи и техники, дават възможност за по-точно и по-детайлно определяне на различни параметри и характеристики на процесите на загоряване на силови трансформатори при различни условия и режими на работа.

В този смисъл изследванията на загоряването на силови маслени трансформатори несъмнено са актуални и полезни.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал.

Списъкът на литературните източници обхваща 111 заглавия на публикации по темата. Цитираните публикации имат пряко отношение към разглеждания в

дисертацията проблем. Това показва, че тези изследвания представляват интерес за инженерната практика. Може да се каже, че дисертантът се е запознал със състояние на проблемите, поставени в дисертацията и изложени в литературата, въпреки че предвид актуалността на разглежданата проблематика в последните години се появиха много публикации и в този аспект литературният обзор не е актуализиран.

В резултат от литературния обзор и анализ са направени изводи за важността на трансформаторите за функционирането, надеждността и капиталовите разходи на електроенергийните системи. Отбелязано е, че чрез използване на експериментални методи за определяне на температурата на трансформатора може да бъдат проверени изчислителните методи. Посочено е, че недостатък на използване на експерименталните методи в развойната дейност са необходимостта от влагане на много средства за опитни образци. За преодоляването на тези сериозни недостатъци е необходимо използването на тримерни модели, които да се решават с помощта на софтуерни пакети, работещи по метода с крайни елементи.

На основата на направените изводи на съществуващите в литературата изследвания са формулирани целта и задачите на дисертационния труд.

3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд.

Представените в дисертацията резултати са получени въз основа на теоретично и експериментално изследване на трансформатори. При теоретичното изследване са използвани методи за моделиране на вериги и полета, както и подходящ софтуер, който ги реализира, а при експерименталното изследване са използвани съвременни измервателни методи и системи.

Използваните методи и системи за изследване на трансформатори са адекватни на поставените задачи като позволяват да се получат резултати и да се направи сравнение на резултатите от моделирането с тези, получени от експерименталните изследвания.

Представените резултати са анализирани и на тази основа са формулирани изводите и заключенията в дисертационния труд.

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

За постигане на поставените цел и задачи в дисертационния труд са изследвани два маслени разпределителни трансформатори – трансформатор с обявена мощност 160 kVA, коефициент на трансформация 10/0,4 kV, група на свързване Yyn0 и трансформатор с обявена мощност 630 kVA, коефициент на трансформация 20/0,4kV,

група на свързване Dyn5, производство на „Елпром Трафо СН“ АД, гр. Кюстендил. Изградени са модели с използване на метода с крайни елементи и софтуерните продукти Solid Edge и ANSYS на двата трансформатора за изследване на електромагнитното поле. Моделирано е топлинното поле на маслен разпределителен трансформатор 160 kVA с метода с крайни елементи и софтуерните продукти Solid Edge, ANSYS и COMSOL за установен и преходен режим. Предложена е методика за експериментално изследване на маслени трансформатори, на базата на стандарт БДС EN 60076-2:2011 Силови трансформатори. ч. 2. Представени са резултатите от изследванията на няколко трансформаторни станции с използване на термовизионна камера, като е направена класификация на топлинните аномалии.

Използването на съвременни измервателни методи и средства, както и сравнението и анализът на получените резултати осигуряват достоверността на резултатите от разработените теоретични модели и формулираните научно-приложни и приложни приноси.

5. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд.

Основните научно-приложни приноси на дисертационния труд са в категорията създаване на изследователски методи и технологии и може да се обобщят по следния начин:

- Научно-приложни приноси
Разработване на компютърни модели за:
 - анализ на електромагнитното поле на трансформатори на основата на CAD система с общо предназначение и готов програмен продукт по метода с крайни елементи.
 - анализ на тримерно топлинно поле на трансформатори чрез метода с крайни елементи и готов програмен продукт при установен и преходен режим чрез свързано топлопренасяне.
- Приложни приноси
 - Направен е преглед на класификацията на топлинните аномалии, резултатите и техния анализ от изследване посредством инфрачервена термография на няколко трансформаторни станции на територията на едно от електроразпределителните дружества в България.
 - Предложена е методика за експериментално изследване на маслени трансформатори, базирана на стандарта БДС EN 60076-2:2011, като е направено надграждане чрез използването на термодвойки за директно измерване на температурата на маслото и на намотките и чрез заснемане с инфрачервена термографска камера.

- Създадените компютърни модели са внедрени в процесите на проектиране и развойна дейност в завода за производство на трансформатори „Елпром Трафо СН“ АД, гр. Кюстендил. В резултат на това значително са намалени разходите за производството на опитни образци и е повишена конкурентоспособността на дружеството.

Считам, че научно-приложните и приложни приноси на трудовете на маг. инж. Мечков са актуални и значими за науката, образованието и индустрията.

6. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите.

Считам, че дисертационния труд е лично дело на дисертанта под ръководството на научните му ръководители. Маг. инж. Мечков работи в завода за производство на трансформатори „Елпром Трафо СН“ АД, гр. Кюстендил и създадените компютърни модели са внедрени в процесите на проектиране и развойна дейност в завода.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд.

Дисертационният труд е представен със 7 публикации, които напълно отразяват работата по дисертацията. Две от публикациите са на български език, а пет са на английски език. Всички публикации са представени на авторитетни научни форуми и списания в България и чужбина. Три от публикациите са в Годишник на Технически Университет – София; една публикация е в Materials Science Forum, ISSN: 0255-5476; а другите четири публикации са представени на 19th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies (SIELA) 2016, 15-th International Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems (ELMA) 2017, International Conference on High Technology for Sustainable Development (HiTech) 2018. Една публикация е самостоятелна, една е с двама автори, а останалите са с повече от двама автори. Четири публикации са в списания, а четири публикации са индексирани в световна база данни Scopus. Публикациите по дисертационния труд в количествено и качествено отношение съществено надхвърлят изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени на ТУ-София. Наличието на 6 цитирания на две от публикациите са показател за качеството на направените публикации.

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

Получените резултати в дисертационния труд са приложими в сферата на науката, образованието и индустрията. Създадените компютърни модели са внедрени в процесите на проектиране и развойна дейност в завода за производство на трансформатори „Елпром Трафо СН“ АД, гр. Кюстендил. В резултат на това

значително са намалени разходите за производството на опитни образци и е повишена конкурентоспособността на дружеството. Ефектът от внедряването е конкретизиран в представено Становище относно постигнатия икономически ефект от внедряването на създадените компютърни модели при разработване на дисертационния труд на маг. инж. Емил Мечков, подписано от Изпълнителния Директор на „Елпром Трафо СН“ АД, гр. Кюстендил. Създадените компютърни модели може да бъдат използвани за научно-изследователска работа и обучение на студенти и докторанти в ТУ-София.

9. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и на адекватността на отразяване на основните положения и приносите на дисертационния труд.

Авторефератът на дисертационния труд е изготвен съгласно изискванията и адекватно отразява основните положения и приносите на дисертационния труд.

10. Мнения, препоръки и бележки.

Изследванията в дисертационния труд са актуални, направени са професионално и представените резултати са значими. Дисертантът е демонстрирал отлично познаване на топлинните процеси в силови маслени трансформатори, на методите и софтуерните продукти за моделиране, както и на използване на измервателни системи и техники за експериментални изследвания.

Към дисертационния труд имам някои бележки:

1. Някои от литературните източници не са описани съгласно изискванията за библиографско цитиране.
2. Изследваните трансформатори не са описани достатъчно подробно, липсват чертежи с означения на размерите, информация за намотките, дебелина на ламелите, и др. Частично някои данни са дадени в различни глави.
3. Дисертационният труд би спечелил, ако проведените симулации със разработените модели за електромагнитен и топлинен анализ бяха описани подробно с данни и условия, при които са проведени, а изложените резултати бяха анализирани задълбочено.
4. При изследване на електромагнитното поле е зададена токовата плътност, но не става ясно какъв е токът на намотките.
5. При изследване на топлинните процеси не са посочени източниците на топлина, при които са получени представените резултати.
6. При сравнение на визуализирани резултати препоръчително е да се използва еднаква числена и цветова скала.

Направените забележки и препоръки не омаловажават постигнатите резултати. Извършената работа е голяма, а получените резултати са важни и значими за науката и индустрията.

Заключение:

Дисертационния труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав на Република България, Правилника за прилагане на закона и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Технически университет-София. Проведените научни изследвания са в актуална област и третират проблематика, която е обект на изследователски интерес.

Като имам предвид сложната проблематика на изследванията, както и получените научно-приложни и приложни приноси, считам че може да се даде положителна оценка на дисертационния труд и предлагам авторът ѝ

маг. инж. Емил Петров Мечков

да получи образователната и научна степен „доктор“ по научна специалност „Електрически апарати“, професионално направление 5.2 Електротехника, електроника и автоматика.

Дата: 15.04.2020

Рецензент: **Вярно с оригинала!**
/проф. д-р И. Маринова/