

СТАНОВИЩЕ

върху дисертационния труд за придобиване на образователна и научна степен
„Доктор“

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

Тема на дисертационния труд: Изследване на загряването на силови маслени трансформатори

Член на научното жури: проф. д-р инж. Райна Тончева Ценева

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

Ролята на трансформаторите в преноса и разпределението на електрическата енергия е изключително висока. Имайки пред вид високите капиталови инвестиции за тяхното производство прекъсванията в резултат на отказ от работа въздействат икономически при функционирането на електроенергийните системи.

Изследването на загряването и мониторинга на трансформаторите са важни проблеми в областта на електроинженерството. Ето защо съвременните цифрови техники при проектирането и наблюдението на тези устройства се прилагат изключително успешно. Също така с тези техники може още в процеса на проектиране да се прогнозира поведението на трансформаторите в процеса на експлоатация. С развитието в тази посока проблемът с изследването на загряването на трансформаторите е много актуален.

Целта на дисертационната работа е да се изследва, чрез компютърно моделиране и експериментално, загряването в силови маслени трансформатори.

За постигане на целта са изпълнени следните задачи:

- Създаване на триизмерен модел с помощта на софтуерния 3DCAD продукт Solid Edge на трансформатори 160 kVA и 630 kVA
- Решаване на линейна електромагнитна задача – за моделите на активната част без и с казана и за двата трансформатора.
- Решаване на нелинейна електромагнитна задача – за моделите на активната част без и с казана за трансформатор 160 kVA.
- Решаване на смесена задача топлинно поле-механика на флуидите – за модела на активната част с казана за трансформатор 160 kVA.
- Експериментални изследвания:

- 2. Съответствие на избраната методика на изследване и поставената цел и задачи на дисертационния труд с постигнатите приноси*

Избраната методика на изследване и съответните цел и задачи позволяват да се получат научно-приложни и приложни приноси, полезни за практиката. 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.

3. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд

Основните приноси в дисертационния труд са научно-приложни и приложни. *Научно-приложните приноси* са: разработени са триизмерни компютърни модели за анализ на електромагнитното поле на трансформаторите на основата на САD система и по метода с крайни елементи, чрез решаване на линейната и нелинейна електромагнитна задача. Получените загуби от решаването на електромагнитната задача се използват като източници на топлина при топлинната задача; Разработени са компютърни модели за решаване на задачи за анализ на тримерно топлинно поле на трансформатори чрез МКЕ при установен режим, при преходен режим и чрез свързано топлопренасяне. Резултатите от тези модели показват много добре термичното състояние на компонентите на трансформатора. *Приложни приноси*: Направена е инфрачервена термография на няколко трансформаторни станции;. Предложена е методика за експериментално изследване на маслени трансформатори, базирана на стандарта БДС EN 60076-2:2011 Силови трансформатори. Част 2: Прегряване на трансформатори, потопени в течност;

4. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Основните постижения и резултати от дисертационния труд са публикувани в седем научни статии, от които една самостоятелна и шест в колектив с други автори. Пет от статиите са на английски език, другите две на български. Четири от публикациите са на международни конференции, индексирани по Scopus, и три в Годишника на Технически Университет - София. Статиите имат 6 цитирания от чужди автори.

5. Мнения, препоръки и бележки

Нямам съществени забележки към дисертационния труд. Предлагам *авторът да приложи и доразвие получените резултати* в производствената практиката на завода, където работи.

6. Заключение с ясна положителна или отрицателна оценка на дисертационния труд

Въз основа на запознаването с представения дисертационен труд, съдържащите се в него научно-приложни и приложни приноси и публикациите намирам за основателно **да предложи маг. инж. Емил Петров Мечков** да получи образователната и научна степен „доктор“ в професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“ по специалността „Електрически апарати“.

Дата: 10.06.2020

ЧЛЕН НА ЖУРИТО: *Вярно с оригинала!*

STATEMENT

on dissertation for awarding the educational and scientific "PhD" degree

Dissertation author: Emil Petrov Mechkov, M.Sc.E.E.

Dissertation title: Research on the Heating of Power Oil-Immersed Transformers

Member of the scientific jury: Raina Toncheva Tzeneva, Dr., Professor

1. Scientific and applied research relevance of the developed problem in the dissertation. Degree and levels of relevance of the problem and the specific tasks developed in the dissertation

Transformers have an important role to play in the transmission and distribution of electricity. Given the high capital investment for their production, the interruptions as a result of their operational failures have an economic impact on the safe operation of electricity systems.

Thermal studies and monitoring of transformers are essential in the field of electrical engineering. That is why modern digital techniques are so successfully applied in the design and monitoring of these devices. Also, it is possible with these techniques to predict, early in the design stage, the response of transformers in the process of their operation. The modern trends of development in this direction have already proven the high relevance of the research activities dealing with the heating of transformers.

The goal of this dissertation is to do a research on the heating of power oil-immersed transformers using computer modeling and experimental methods.

To achieve this goal, the following tasks have been completed:

- 3D models have been constructed of 160 kVA and 630 kVA transformers, using the 3D CAD software Solid Edge;
- Linear electromagnetic problem has been solved - for the models of the active part with and without the tank, for both transformers;
- Nonlinear electromagnetic problem has been solved - for models of the active part with and without the tank for 160 kVA transformer;
- Coupled thermal-fluid problem has been solved - for model of the active part with the tank for 160 kVA transformer;
- Experimental research.

2. Correspondence of the chosen research methodology, the goal and tasks of the dissertation with the achieved contributions

The chosen research methodology and the respective goal and tasks allow to obtain scientific-applied and applied contributions, useful for the practice. The constructed computer models are implemented in the processes of design and development in the plant for production of transformers "Elprom Trafo SN" AD, Kyustendil. As a result, the costs for the production of prototypes are significantly reduced and the competitiveness of the company is increased.

3. Scientific and / or scientific-applied contributions of the dissertation

The main contributions of the dissertation are scientific-applied and applied.

Scientific-applied contributions

Three-dimensional computer models have been constructed and the electromagnetic field of transformers has been analyzed on the basis of CAD software and the finite element method, by solving the linear and nonlinear electromagnetic problem. The losses, obtained from the electromagnetic problem solution, have been used as heating sources for investigating the thermal response of the transformer. The finite element method has been applied to analyze problems of the 3D thermal field of transformers by the help of properly constructed steady-state, transient and conjugate heat transfer computer models. The results of these models show very well the thermal state of the transformer components.

Applied contributions

Infrared thermography has been performed at several transformer stations. A methodology has been proposed for experimental research of oil transformers, based on the standard BDS EN 60076-2: 2011 Power transformers. Part 2: Overheating of liquid-immersed transformers.

4. Evaluation of the publications on the dissertation

The main achievements and results of the dissertation are published in seven scientific articles, one of which is individual and six in co-authorship with other authors. Five of the articles are in English, the other two in Bulgarian. Four of the publications are at international conferences, indexed by Scopus, and three in the Yearbook of the Technical University - Sofia. The articles have 6 citations by foreign authors.

5. Opinions, recommendations and remarks

I have no significant remarks on the dissertation. I suggest that the author apply and further develop the obtained results during his future production practice at the transformer plant.

6. Conclusion with a clear positive or negative assessment of the dissertation

Based on the consideration of the presented dissertation, the scientific-applied and applied contributions contained in it and the publications, I find it reasonable **to propose M.Sc.E.E. Emil Petrov Mechkov** to be awarded the educational and scientific degree "PhD" in the professional field 5.2 "Electrical Engineering, Electronics and Automation" in the specialty "Electrical Apparatus".

Date:

10.06.2020

MEMBER of the JURY: Вярно с оригинала!

(Prof. Dr. Eng. Raina Tzeneva)