

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ . ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ
ФАКУЛТЕТ**

Булевар краља Александра 73, 11000 Београд,
Србија Тел. 011/324-8464, Факс: 011/324-8681

**КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ
ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ**

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 04.06.2021. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Анастасије Поповић под насловом „Анализа инверзног струјања уља у намотајима са цик-цак струјањем уља коришћењем методе коначних елемената“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Анастасија Поповић је рођена 21.03.1997. године у Подгорици. Основну школу и гимназију завршила је у Подгорици као носилац дипломе "Луча". По завршетку гимназије уписала је основне академске студије на Електротехничком факултету у Подгорици. Током трајања студија била је учесник више интернационалних школа и пракси. Дипломирала је као најбољи студент на смеру Енергетика и аутоматика 2019. године са просечном оценом 10,00. Дипломске академске – мастер студије, на модулу Енергетска ефикасност, уписала је школске 2019/20. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Положила је све предвиђене испите (5 на мастер студијама и два диференцијална) са оценом 10. Течно говори енглески и италијански језик.

2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 54 стране, са укупно 41 сликом, 3 табеле и 16 референци. Рад садржи увод, 5 поглавља и закључак (укупно 7 поглавља) и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Уведен је појам инверзног струјања уља у намотајима са цик-цак струјањем уља и указано је на његов утицај на hot-spot температуру.

У другом поглављу описан је термички процес код трансформатора и значај одређивања hot-spot температуре. Дат је кратак преглед основних прорачунских метода за одређивање hot-spot фактора.

У трећем поглављу детаљније су представљене две методе термичког моделовања трансформатора у стационарном стању: методе коначних елемената CFD / Heat transfer методе и детаљни термо-хидраулички модел.

У оквиру четвртог поглавља приказан је могућ утицај инверзног струјања уља на вредност и позицију hot-spot температуре. Дате су и структурне промене хидрауличких шема у детаљном термо-хидрауличком моделу за случај постојања инверзног струјања уља. Имајући у виду суштинску разлику појава у случају принудног диригованог струјања уља кроз намотај и недиригованог струјања уља кроз намотај (ON / OF хлађење), хидрауличке шеме су дате посебно за ова два случаја. На крају поглавља приказана је конструкција намотаја која ће се користити за FEM прорачуне.

У оквиру петог поглавља разматрана је појава инверзног струјања уља за случај принудног диригованог струјања уља у намотај. Приказани су резултати симулација применом методе коначних елемената за различите геометрије намотаја и различите брзине и температуре уља на уласку у намотај. Описан је узрок појаве инверзног струјања уља и дате смернице ка имплементацији овог феномена у оквиру детаљног термо-хидрауличког модела.

У шестом поглављу посматрана је појава инверзног струјања уља за случај недиригованог струјања уља кроз намотај (ON / OF хлађење). Извршене симулације

омогућавају да се сагледа утицај температуре и брзине уља на уласку у намотај на појаву инверзног струјања. Такође, описана је природа појаве која узрокује инверзно струјања уља у овом режиму хлађења.

Седмо поглавље је закључак у оквиру кога су сумирани резултати истраживања феномена инверзног струјања уља. Са аспекта пораста температуре најтоплије тачке изолације намотаја закључено је да појава малих протока има већи утицај од саме појаве инверзног струјања уља.

3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Анастасије Поповић се бави недавно детектованим феноменом инверзног струјања уља у намотајима са цик-цак струјањем уља. Кроз низ FEM симулација, користећи FEM Comsol софтвер, истражен је утицај инверзног струјања уља на вредност температуре и позицију најтоплије тачке изолације намотаја. Симулације су извршене за низ случајева који су дефинисани полазећи од конструкције намотаја која је анализирана у радној групи CIGRE WG A2.38, за реални опсег брзина и температура на уласку у намотај. Разматрани су случајеви енергетских трансформатора са и без принудног диригованог струјања уља у намотај. Истражене су и природе појава које доводе до појаве инверзног струјања у оба режима хлађења и наглашене тешкоће приликом моделовања овог феномена у оквиру детаљног термо-хидрауличког модела.

Основни доприноси рада су: 1) детектовање случајева у којима се јавља инверзни смер струјања уља; 2) анализирање утицаја инверзног струјања уља и појаве малих протока на температуру најтоплије тачке изолације; 3) дате су корисне основе за унапређење термо-хидрауличког модела намотаја са цик-цак струјањем уља.

4. Закључак и предлог

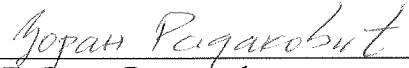
Кандидат Анастасија Поповић је у свом мастер раду детаљно истражила феномен инверзног струјања уља и његов утицај на температуру најтоплије тачке изолације намотаја. Резултати анализа представљају корисну основу за унапређење термо-хидрауличког модела намотаја са цик-цак струјањем уља. Увођење утицаја релевантних параметара на елементе хидрауличке шеме намотаја са цик-цак струјањем, који утичу на расподелу протока генерално, што обухвата и појаву инверзног струјања уља, представља отворен стручни проблем у области енергетских трансформатора са течношћу као унутрашњим расхладним флуидом.

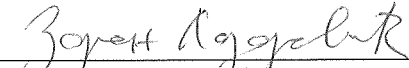
Кандидат је током рада исказао самосталност и систематичност, као и аналитичност која се очекивала од студента који је све испите на основним и мастер студијама положио са оценом 10.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Анастасије Поповић под насловом „Анализа инверзног струјања уља у намотајима са цик-цак струјањем уља коришћењем методе коначних елемената“ прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 03.09.2021. године

Чланови комисије:


Др Зоран Радаковић, редовни професор


Др Зоран Лазаревић, редовни професор