

04.07.2014.

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Na 775. sednici Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu održanoj 20. maja 2014. godine imenovani smo u Komisiju za pregled i ocenu magistarskog rada kandidata Aleksandra Popovića, dipl. ing., pod naslovom "**Metodologija ispitivanja za utvrđivanje stanja velikih energetskih transformatora u pogonu**" i posle detaljnog pregleda dostavljenog materijala podnosimo Veću sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci o kandidatu

Aleksandar Popović je rođen 18. marta 1966. godine u Beogradu. Osnovnu školu i gimnaziju pohađao je u Beogradu. Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Odsek za energetiku, upisao je 1985. godine, a diplomirao je 1993. godine. Poslediplomske studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu upisao je 1994. godine. Nakon diplomiranja zaposlio se u Fabrici transformatora MINEL u Ripnju kao rukovodilac visokonaponske ispitne laboratorije do 2001. godine. Nakon toga nakratko prelazi u Elektrotehnički institut "Nikola Tesla" u Beogradu kao stručni saradnik na ispitivanjima visokonaponske opreme, a krajem 2001. godine prelazi u JP "Elektroistok" Beograd gde radi kao rukovodilac Odeljenja za ispitivanje visokonaponske opreme. Od formiranja JP "Elektromreža Srbije" 2007. godine radi kao šef Službe za ispitivanje visokonaponske opreme u tom preduzeću.

Što se tiče stručnog angažovanja, radio je kao stručni saradnik u Laboratoriji za ispitivanje električnih mašina na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu u periodu od 2002. do 2004. godine. Sekretar je Komiteta STK A2 - Transformatori u udruženju CIGRE Srbije od 2013. godine, a član je Komisije N14 - Transformatori pri Institutu za standardizaciju u Beogradu od 2006. godine.

2. Ošti podaci o radu

Energetski transformator je jedan od najvažnijih, najskupljih, ali i najteže zamenjivih elemenata u elektroenergetskom sistemu. Kao i svi drugi elementi sistema, podložan je neizvesno mogućim kvarovima i izvesno sigurnom starenju. Zato je vrlo važno da se njegovo stanje prati što redovnije, a u poslednje vreme za najznačajnije transformatore i "on-line". Praćenje stanja transformatora u pogonu, a pogotovo predikcija njegovog ponašanja u budućnosti je vrlo složen process, pošto je istovremeno potrebno poznavanje više oblasti, kao što su konstruktivne karakteristike transformatora, karakteristike izolacionog sistema, načini opterećivanja i eventualnog preopterećivanja transformatora u pogonu, itd. Također je vrlo važno i dobro poznavanje različitih metoda ispitivanja stanja transformatora, ali i pravilnog tumačenja dobijenih rezultata ispitivanja. Za pravilnu procenu stanja transformatora često treba objediniti rezultate više različitih ispitivanja za šta je potrebno i određeno iskustvo osoblja koje učestvuje u celom postupku.

U radu su prikazane različite metode za utvrđivanje stanja energetskih transformatora u pogonu. Učinjen je pokušaj sistematizacije metodologija ispitivanja koja se primenjuju u specifičnim uslovima pogona hidroelektrana, termoelektrana i prenosnih visokonaponskih sistema. Najveći deo rada odnosi se na metodologiju izvođenja ispitivanja velikih transformatora u cilju prilagođenja te metodologije specifičnim uslovima na terenu ili u fabrikama/radionicama, prilikom utvrđivanja njihovog stanja. Obradene su metode za ispitivanje magnetnog kola i izolacionih sistema, kao i načini dobijanja električnih karakteristika transformatora, što predstavlja oblast za koju još uvek ne postoje jedinstvene metodologije. Poseban akcenat je dat na novije metode sa primenom savremene merne opreme. Posebno je vođeno računa o tumačenju dobijenih rezultata ispitivanja uz ugrađivanje korisnih iskustava stečenih višegodišnjom praksom. Dati su i konkretni primeri takvih ispitivanja.

3. Prikaz i analiza rada

Naučna oblast kojom se bavi rad je oblast elektroenergetskih mreža i sistema. Rad je prezentovan na ukupno 68 strana teksta i ilustrovan je sa 35 slika i potrebnih grafičkih prikaza eksperimentalnih rezultata dobijenih pri ispitivanjima. U spisku literature navedeno je ukupno 9 referenci. Pored kratkog uvoda u

kome je ukazano na problematiku kojom se bavi rad i kratak prikaz celog rada i spiska korišćene literature, materija je izložena u ukupno četiri poglavlja.

Prvo poglavlje je uvodno i u njemu je dat prikaz osnovnih konstruktivnih karakteristika transformatora, navedene su pojedine ispitne metode i daje se njihova podela s obzirom na vrste ispitivanja.

Drugo poglavlje rada je veoma značajno pošto je u njemu detaljno opisan postupak dijagnostike stanja transformatora. Opisane su metode za ispitivanje stanja čvrste izolacije kroz merenje otpora izolacije unutar aktivnog dela transformatora, merenje ugla gubitaka i određivanje stanja čvrste izolacije hemijskom metodama. Nakon toga je dat pregled metoda za ispitivanje izolacionog ulja preko merenja otpora izolacije, tangensa ugla gubitaka i hemijskih metoda ispitivanja. Dat je pregled metodologije kompleksnih ispitivanja celokupnog izolacionog sistema kroz merenje povratnog napona, polarizacionih i depolarizacionih struja i spektroskopiju u frekventnom domenu. U posebnom podpoglavlju je prikazana metodologija dijagnostike provodnog sistema transformatora kroz merenje otpora namotaja, prenosnog odnosa i induktivnosti rasipanja. Dat je i prikaz kompleksnih ispitivanja na provodnom sistemu transformatora. Na kraju poglavlja je dat prikaz dijagnostike stanja dodatne opreme kao što su provodni izolatori, motorni pogoni regulacije i sama regulacija, rashladni sistem i osnovne zaštite transformatora.

U trećem poglavlju je dat prikaz kriterijuma za procenu stanja na osnovu izvršenih ispitivanja na nizu primera primene ovako definisane metodologije utvrđivanja stanja transformatora, kao i niz korisnih sugestija za budući rad. Predložena je opšta šema ispitivanja, a dat je i predlog potrebnih ispitivanja za transformatore u redovnom pogonu i ispitivanja u slučaju havarija.

4. Zaključak i predlog

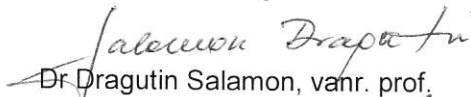
U radu su teorijski i praktično prikazane metode za ispitivanje velikih energetske transformatora. Ukazano je na značaj redovnih ispitivanja transformatora u pogonu u cilju dobijanja uvida u pogonsko stanje transformatora, ali i predikcije ponašanja transformatora u nekom budućem vremenskom periodu. Na taj način se omogućava sprečavanje nastanka velikih kvarova, a time i značajnih materijalnih šteta koje redovno prate ovakve kvarove. Ukazano je da nisu dovoljna ispitivanja samo nekom pojedinačnom metodom, već treba uvek primenjivati više metoda. Osnovni doprinosi rada su sledeći:


- dat je teorijski prikaz metoda za ispitivanje velikih energetske transformatora u pogonu i van pogona, a primena metoda je ilustrovana nizom praktičnih primera,
- predloženi su praktični, iskustveni kriterijumi procene stanja transformatora na osnovu rezultata ispitivanja,
- predložena je opšta šema potrebnih ispitivanja,
- dat je predlog potrebnih ispitivanja za transformatore u redovnom pogonu i u slučaju havarija.

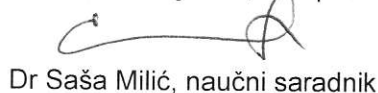
Na osnovu izloženog, Komisija smatra da rad kandidata Aleksandra Popovića, dipl. ing., pod naslovom **"Metodologija ispitivanja za utvrđivanje stanja velikih energetske transformatora u pogonu"** ispunjava sve potrebne uslove da bude prihvaćen kao magistarski rad, te sa zadovoljstvom predlaže Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu da rad prihvati i kandidatu odobri javnu usmenu odbranu.

U Beogradu, 2. jula 2014. godine

Članovi komisije :


Dr Dragutin Salamon, vanr. prof.


Dr Zlatan Stojković, red. prof.


Dr Saša Milić, naučni saradnik


Dr Zoran Lazarević, red. prof.


Dr Zoran Stojanović, docent