

A2-00

ИЗВЕШТАЈ СТРУЧНИХ ИЗВЕСТИЛАЦА

М. ОПАЧИЋ*, Енергоинвест РАОП, Источно Сарајево
РЕПУБЛИКА СРПСКА - БиХ

А. БОЈКОВИЋ, Институт Никола Тесла, Београд

З. МИЛИВОЈЕВИЋ, Минел – Трансформатори, Рипањ

Ч. ПОНОЋКО, ЕМС, Београд
СРБИЈА

1. УВОД

За 28. сесију JUKO CIGRE Студијски комитет А2 усвојио је следеће преференцијалне теме:

- 1) **Поузданост трансформатора, технички, економски и стратешки аспекти**
 - техничка и економска разматрања за спецификацију и конструкцију;
 - динамичко оптерећивање и преоптерећење;
 - ефекти старења, напрезања, одржавања (ремонта);
 - скупљање података, мониторинг...
- 2) **Нова достигнућа у истраживану ел. транзијента на карактеристике трансформатора**
 - комутациони удари, енергетска електроника;
 - искуства са GIS процесима;
 - утицај на изолациони систем;
 - технике испитивања и стандарди;
 - мерења и технике ублажавања.
- 3) **Одржавање трансформатора на терену, ревитализација и реконструкција**
 - операције са малим трошковима као што су филтрирање, дегазација уља, сушење,...
 - комплетна обнова намотаја (чишћење, поновно притезање,) регенерација уља, .. укључујући и модификацију расхладног система и друге опреме.
- 4) **Нове технологије и методе у конструкцији, експлоатацији и праћењу енергетских и мерних трансформатора и трансформатора померача фазе**

Кључне речи: трансформатори, изолациони систем, термичко старење, век, ревитализација, рад на терену, гасна хроматографија, индекс полимеризације, фурани, диелектрични губици, мерење, испитивање, дијагноза, експлоатација, одржавање, конструкција, поузданост, прелазни процес

Прве две и четврта преференцијална тема поклапају се са темама за CIGRE сесију у Паризу 2006. године, а трећа преференцијална тема је резултат настојања СТК А2 да се покрије и посебна актуелна проблематика нашег електроенергетског система.

* Милорад Опачић, Енергоинвест РАОП, Вука Караџића 17, Источно Сарајево, Република Српска-БиХ

Рецензију приспелих радова обавила је радна група коју су сачињавали стручни извештачи, председник Комитета Р. Радосављевић и неколико еминентних стручњака.

Радна група је прихватила укупно 14 радова и једну информацију, од којих је 3 рада из области прве преференцијалне теме, 2 рада из области друге преференцијалне теме, 5 радова из области треће преференцијалне теме и 4 рада из области преференцијалне теме 4. Петнаести рад је информација дипл. инж. Владимира Пантића о првом трансформатору снаге 20 MVA израђеном у Србији. Радна група је са задовољством констатовала наставак пораста квалитета приспелих радова из групе А2, уз врло добру бројност и сразмерност у заступљености свих преференцијалних тема.

2. РАДОВИ ГРУПЕ А2 ЗА 28. САВЕТОВАЊЕ YUKO CIGRE

Висок степен подударности проблематике изложене на међународној CIGRE сесији у Паризу 2006. године са уоченим проблемима наше електропривреде, довео је до великог степена подударности са преференцијалним темама на домаћој CIGRE сесији. Известан изузетак је проблематика гасом изолованих постројења, која се код нас, и поред потребе, још недовољно третира, али се у будућности и ту очекује напредак, посебно због већ уочених проблема на неким таквим домаћим постројењима, у првом реду проблематика цурења гаса, контаминације и појаве повећаних парцијалних пражњења.

Један од најважнијих аспекта анализе енергетских и мерних трансформатора је њихово праћење у раду, како би се правовремено уочиле промене које захтевају интервенције, без обзира да ли ће то да доведе до набавке новог трансформатора, или се реконструише стари уз евентуално повећане снаге. Са једне стране су оштри експлоатациони захтеви уз постизање потребних радних карактеристика и уз високу термичку, динамичку и диелектричну издржљивост и поузданост рада, а са друге стране потреба за минимизирањем трошкова за набавку, одржавање и експлоатацију. Недостатак енергије који ће се временом само још више повећавати, упућује на реконструкције постојеће опреме у циљу повећања снаге, а да би се утврдиле могућности и донети, потребно је извести велики број мерења и анализа. Наведеном проблематиком баве се радови прве преференцијалне теме А2-01 до А2-03, од који рад А2-01 утврђује оптималан број резервних мерних трансформатора, рад А2-03 покреће питање ревитализације, а рад А2-02 даје комплетан приказ поступка утврђивања стања уљно-папирног изолационог система иза које следи израда стратегије даљег поступања са старијим трансформаторима велике хидроелектране.

Радови из области друге преференцијалне теме односе се на специфичне проблеме у експлоатацији мерних трансформатора, посебно у честим транзијентним режимима као што је укључење далековода, када је долазило до ферорезонансе и оштећења мерне опреме (А2-04). У пракси је веома актуелна ферорезонанса у 6 kV и 10kV мрежи са изолованим звездиштем на индуктивним мерним трансформаторима, повишење напона и пражњење водова преко ових трансформатора, што захтева одговарајуће мере заштите (А2-05).

Стални захтеви за технички ефикасном производњом електричне енергије уз минимум трошкова одржавања, довели су до развоја савремених метода ревитализације и регенерације првенствено усмерене за извођење на терену, што је светски тренд. Основна тежња је да се константно одржава висок ниво перформанси трансформатора, по правилу знатно изнад вредности које прописују ИЕС препоруке и близу перформанси које важе за практично нову опрему, а све у циљу да се изузетно успори процес старења изолације, чије стање у највећој мери дефинише век трајања. Овом проблематиком баве се радови треће преференцијалне теме А2-07 и А2-08 при чему први рад даје резултате ревитализације савременом методом, а други конвенционалном методом. Покреће се и питање утицаја корозивности трансформаторског уља о чијој опасности постоје веома подељена мишљења, па се о томе очекује значајна дискусија на предстојећем саветовању. Значај превентивне контроле регулационе склопке указује да се благовременим поступањем може избећи њена замена, при чему се покреће питање оправданости замене са склопком високог квалитета за трансформатор који треба да буде у погону још неколико година (А2-06). И поред немогућности да се мерењем концентрације 2-фурфурала у уљу утврђује преостали век трансформатора, ово мерење је важно превентивно

средство које може указати на појачан процес деградације чврсте изолације (A2-09). Одлуци за извођење поправке трансформатора на терену или у фабрици претходи читав низ анализа и дијагностичких мерења, што је методолошки обрађено на реалном примеру велику трансформатора у ХЕ (A2-10).

Радови из области четврте преференцијалне теме A2-11 до A2-14 сведоче о могућности да се и најзахтевнија високонапонска мерења поправљених трансформатора могу успешно изводити и на терену (A2-11), да је потребно формирања заједничке резерве поједине опреме на нивоу ЕПС-а (A2-12), да се отварају нове могућности заштите уља у конзерватору дистрибутивних трансформатора (A2-13) и да се мора обратити велика пажња при пријемним термичким испитивањима трансформатора и то не само у погледу средњих пораста температура већ и у погледу температура на појединим местима. Ово нарочито при одступању од стандардних конструкција трансформатора (A2-14).

Реферат A2-01

Одржавање мерних трансформатора 110 kV- подаци, мониторинг и искуства

Аутор: Душан Обрадовић, Електровојводина, Нови Сад

У раду се дају основни подаци о уграђеним 110 kV мерним трансформаторима, опис одржавања и превентивна контрола методом ултра звука и гаснохроматографском анализом уља, опис кварова и оштећења и процена оптималне резерве мерних трансформатора.

Због великог броја старих мерних трансформатора који су и даље у погону, посебна пажња је посвећена њиховој превентивној контроли методом ултра звука и гаснохроматографском анализом уља. Добијени резултати доказују оправданост и допуњивост двају метода. За укупну количину од око 1000 уграђених мерних трансформатора, предлаже се као оптимална резерва, 12 струјних и 8 напонских мерних трансформатора.

У закључку, аутор се залаже за неопходну примену гаснохроматографске анализе у превентивној контроли мерних трансформатора због тога што се мерења парцијалних пражњења методом ултра звука не могу извршити у свим случајевима.

Питања СИ:

1) Због чега мерења парцијалних пражњења методом ултра звука у 2002. години нису била успешна?

2) Који рок за наредну гаснохроматографску анализу предлаже аутор, ако је предходна анализа имала шифру А?

Реферат A2-02

Процена стања изолације и преосталог радног века блок трансформатора у “ХЕ Ђердап II”

као фактора при планирању ревитализације и замене уз нове техничке карактеристике

Аутори: Радован Радосављевић, Александар Бојковић, Александар Поповић, Александар

Јанковић, Драгомир Гуџић, Петар Николић

У раду су широко третирана два основна питања при ревитализацији блок трансформатора старих 35 година уз повећање снаге у ХЕ «Ђердап I»: Прва дилема је могућност уградње нових расхладних система веће снаге или замена са новим трансформатора. Друго питање је израда стратегије како и када спровести изабрана решења. Доношење исправних одлука кључно зависи од процене преосталог века на бази непосредних мерења за утврђивање стварног стања уљно - папирног изолационог система, достигнутог према кумулативном утицају оптерећења - температуре и осталих фактора деградације изолације.

Приказани су резултати мерења степена полимеризације – DP индекса на узорцима папира узетим директно са ВН и НН намотаја демонтираног трансформатора због поправке, уз поређење са ранијим резултатима на узорцима папира са извода намотаја и шинских веза, као и поређење са резултатима мерења концентрације фурана у уљу методом течне хроматографије. Описани су избор места и начин узорковања чврсте изолације условљен специфичностима датог трансформатора, као и поступак мерења, одређивање граничног вискозитетног броја и

коришћена корелациона функција, на основу којих је изведена процена преосталог века трансформатора првог блока снаге 380 MVA напона 420 kV. На бази укупног времена проведеног на мрежи и сличности конструкције и дијаграма оптерећења, изведена је процена преосталог века и остала три трансформатора. Ове процене су кључно допринеле у одлучивању о степену мера ревитализације односно планирању замене.

Питања СИ:

1) У којој мери по мишљењу аутора линеарна корелациона функција вискозитетног броја и DP индекса из IЕС стандарда може да задовољи у процени стања чврсте изолације с обзиром на уочене нелогичности од нове до остареле изолације? Какве су особине Марксове нелинеарне корелационе функције у истом опсегу стања чврсте изолације и коју корелацију преферирају аутори?

2) Да ли су аутори вршили анализу процене стања изолације појединих трансформатора према времену проведеном на мрежи и начину терећења имајући у виду и измене у размештању? Колико су били расположиви прецизни подаци о експлоатацији појединих трансформатора и да ли у садашњој евиденцији недостају подаци битни за процену века?

3) У новије време присутна је и теза о великој штетности корозивног сумпора у уљу за трансформаторе са и без регулационе склопке и да то може изазвати хаварију. Да ли је по мишљењу аутора могуће да бакарсулфид (Cu_2S), као чврста супстанца, продре са бакарних проводника преко најмање четворослојног преплета папира појединачних проводника и још бар 3 слоја заједничке изолације навојака на површину навојака, односно на место где једино може да има негативан утицај? Све ово имајући у виду да бакар сулфид наталожен на бакарној површини делује као заштита од даље корозије – метал пасиватор.

Реферат А2-03

Чиниоци који утичу, методе за утврђивање и мјере за продужење животног вијека енергетских трансформатора

Аутор: Радован Букановић, ЕПЦГ ХЕ Перућица Никшић

Аутор најпре излаже познате чињенице и процесе старења изолације трансформатора, методе превентивне контроле и мере које се могу предузети на основу резултата превентивне контроле у циљу продужења животног века трансформатора. Наведен је конкретан пример једног блок трансформатора у ХЕ, са резултатима спроведених електричних мерења (отпор изолације R_{60} , R_{60}/R_{15} , $\text{tg } \delta$, струја магнећења при ниском напону) и испитивања узорака уља (електричне, физичке и хемијске карактеристике уља са садржајем воде, гасне и течне хроматографије). Донета је одлука да се изврши ревитализација на терену у току 2007. године. Нажалост, изостала је конкретна анализа неких од изнетих података, која би бацила више светлости на стање трансформатора и мотиве за доношење одлуке о ревитализацији

Питања СИ:

1) Да ли је најављен захват ревитализације изведен у међувремену и да ли аутор може укратко да прикаже добијене резултате?

2) Да ли је у посматраном периоду од 1984. године до 2006. године било неких значајнијих интервенција на овом трансформатору?

3) Како се тумаче прелази уља из III у I групе и обрнуто? Испада да је у периоду од 1999. до 2005. године стање уља побољшано према табели IV?

4) У периоду од двадесетак година (1987-2006), практично се не запажају промене карактеристика уља које су индикатор старења: нема талога, неутрализациони број је и даље 0,16 mKOH/g, међуповршински напон је незнатно пао са 18,53 на 18 mN/m, фактор диелектричних губитака мало порастао од 16,65 на 23,1 %. Све ово не указује на старење уља. Како се то тумачи?

Реферат А2-04

Спесифични проблеми на капацитивним напонским трансформаторима са одводником пренапона у електромагнетној јединици

Аутори: Милорад Опачић, Стјепан Милићевић, Срђан Петровић, Петар Вукеља, Жељко Миладиновић, Енергоинвест РО Источно Сарајево

У једном разводном постројењу 400 kV у више наврата је долазило до оштећења спрежног филтера за VF везу, који је смештен у електромагнетској јединици капацитивног мерног трансформатора 400 kV. Паралелно са спрежним филтером везани су одводник пренапона са напоном прораде 40 kV и коло за пригушење ферорезонансе – RLC филтер. Међунапон електромагнетске јединице износи 15 kV.

Ради разјашњења проблема обављено је осцилографско снимање напона при укључивању неоптерећеног далековода, које је указало да проблем изазива прорада одводника пренапона чија вредност прораде је пала на 20 kV, тј на око 30% изнад међунапона електромагнетске јединице, што је недопустиво ниска вредност због пренапона приликом укључивања далековода 400 kV у празан ход. Прорада одводника је иницирала ферорезонансу и спрежног филтера. Слична појава је регистрована и у другим постројењима са KNT истог типа. Поставља се питање оправданости контроле и евентуалне замене одводника пренапона на свим KNT овог типа.

Питања СИ:

1. Да ли аутори сматрају да се применом савремених типова одводника пренапона у EMJ KNT проблем може решити?

Реферат А2-05

Анализа утицаја импедансе напонских трансформатора на елементе заменске шеме изоловане мреже

Аутори: Драган Ристивојевић, С. Марковић, Ненад Стевановић, Слободан Дамњановић, Г. Вуковић, Драган Славковић, РБ Колубара

Рад обрађује актуелну проблематику појаве ферорезонансе на индуктивним напонским трансформаторима у 6(10) kV-ној мрежи са изолованим звездиштем, појаву пренапона, заштиту од појаве ферорезонансе и феномен пражњења водова преко индуктивних мерних трансформатора.

Дати су математички изрази за еквивалентне активне и индуктивне отпорности напонских трансформатора у заменској шем мреже и за коефицијент пренапона. Наведене су вредности отпора у отвореном троуглу за пригушење ферорезонансе. Описан је и утицај индуктивних напонских трансформатора на пражњења водова и наведени резултати експерименталних мерења.

Питања СИ:

1) Који фактори утичу на одређивање вредности отпорности у отвореном троуглу слога (комплета) напонских трансформатора?

2) Да ли аутори имају снимке појаве ферорезонансе у реалној конфигурацији кабловске мреже у Колубари ?

Реферат А2-06

Превентивне контрола, утврђивање квара и замена регулационе склопке трансформатора сопствене потрошње блока термоелектране

Аутори: Александар Бојковић, М. Савићевић, С. Јефтић, ЕИИТ, Београд

Рад разматра проблеме са регулаторима напона енергетских трансформатора који се могу открити превентивном контролом, пре свега мерењем омских отпора и гаснохроматографском контролом гасова растворених у уљу. Отсуство превентивне контроле и адекватних радова на одржавању регулатора напона, могу проузроковати и тешке хаварије трансформатора. Услед недостатка резервних делова, понекад је нужна замена комплетног регулатора напона.

У раду је описано откривање квара код трансформатора сопствене потрошње 25 MVA, 15,75/6,3 kV у термоелектрани. Регулатор напона је морао да буде замењен. По први пут је

уграђен регулатор напона са вакуумским прекидачем. Приказане су предности овог типа регулатора напона, чији је радни век изједначен са веком трансформатора.

Питања СИ:

- 1) Да ли анализиран узрок промене омских отпора, посебно евентуални утицај прелазних отпора кантаката бирача на добијене вредности ?
- 2) Да ли је процењиван преостали век трансформатора, с обзиром на стање папирне изолације и услове експлоатације ?
- 3) Да ли је исплатива замена регулатора на трансформатору високе старости (произведен 1968. године) регулаторима највишег квалитета, модерне конструкције и релативно високе цене?
- 4) Како се одражава прекидање струје у вакуумском прекидачу у тренутку када струја не прплази кроз нулу, с обзиром на пренете пренапоне на папирну изолацију трансформатора ?

Реферат А2-07

Критеријуми за доношење одлуке о ревитализацији изолације енергетских трансформатора, нова метода сушења трансформатора на терену

Аутори: Дејан Пантић, Радован Радосављевић, Ксенија Ђурђевић, Владимир Пантић*ВИМАП Београд*

Проучавање процеса и ефеката старења изолационог система трансформатора све су интензивнија. Нова сазнања и софистициране технологије уобличио су нове методе симултане регенерације уља и целулозне изолације.

У раду се, полазећи од регуларног погонског стања, износе критеријуми и наводе параметри за оцену стања изолационог система трансформатора и дефинисање тренутка када је потребно започети свеобухватно одстрањивање продуката оксидације.

Поред краћег критичког прегледа конвенционалних поступака ревитализације, у раду је детаљније представљена метода ревитализације синтетичким адсорбентима која укључује и методу сушења изолације. Са акцентом на патентирану технологију у нашој земљи, како у изворној тако и иновираној верзији, наводе се одлучујуће предности оваквих захвата: универзална применљивост у режиму ван погона и on-line, применљивост на терену без истакања уља и вакуумирања, регенерација постојећег а тиме и ослобађање од потребе одлагања загађеног уља, примена регенеративних адсорбената и реактивација истих у постројењу за регенерацију, као и позитивни еколошки аспекти по људе и околину. Изложени су и резултати ревитализација новом методом код нас и у Румунији.

Питања СИ:

- 1) До које вредности се предложеним процесом ревитализације може спустити вредност фактора диелектричних губитака? У којој мери је то оправдано и како се одражава на постизања високе оксидационе стабилности уља ?
- 2) Које су по мишљењу аутора разлози да се ревитализацији приступи и пре достизања граничних дозвољених вредности електричних, физичких и хемијских карактеристика уља по ИЕС стандардима ?
- 2) У којој мери процес реактивације адсорбената загађује околину ?

Реферат А2-08

Анализа и оптимизација процеса сушења папирно/уљног изолационог система трансформатора «ТРО» са ТС Смедерево 3 Т2

Аутори: Јелана Лукић, Слободан Даковић, С. Милосављевић, Чедомир Поноћко, ЕИИТ

У раду је приказана ревитализација на терену уљно-папирне изолације аутотрансформатора 150 MVA, 220/110/110 kV, који је био у погону од 1977. до 1999. године, када је прешао у резерву. Због потребе за поновни улазак у погон, донета је одлука о ревитализацији у оквиру које је обављена замена уља са новим и сушење и испирање активног дела. При замени уља појавио се проблем његовог лошег стања због складиштења у бурадима. Сушење је обављено у сопственом суду конвенционалном методом рецикулације – загревањем активног дела (75 -

85 С) и вакуумирањем (1 mbar) са циклусима од 36-48 часова и завршном проциркулацијом целокупне количине уља на 60 С током 48 h, а све са циљем да се постигне минимално термичко старење папира и низак садржај ваге у папиру од 0,5 %. Мерења су показала да је поступак дао добре резултате.

У раду се скреће пажња и на питање корозивног сумпора у уљу уз твђење да стварање бакарсулфида (Cu_2S) може да буде веома опасно за трансформаторе због ризика од пробоја чврсте изолације услед стварања проводних стаза.

Питања СИ:

1) Да ли аутори могу да изнесу податке о карактеристикама уља (електричним, физичким и хемијским) пре спроведеног поступка и на основу чега је донесена одлука о његовој замени уместо филтрирања, сушења и евентуалне регенерације? Ово посебно са аспекта да је по ауторима трансформатор тешко оквалификован као «израубован», да је циљ да се век продужи за 5 година (до реконструкције TS 220/110 kV на 400/110 kV) и да замењено уље далеко надживљава радни век трансформатора.

2) Какво је стање корозивности старог уља и какво је стање новог уља по том питању?

3) Аутори су предложили додавање метал-пасиватора за побољшање карактеристика уља у погледу корозивности. Да ли је ауторима у сазнању изјава једног познатог произвођача уља да према њиховим лабораторијским испитивањима метал-пасиватор нема штетних утицаја на трансформатор, а да не поседују искуства са дугорочним ефектима његовог деловања у погону и да произвођач скида са себе сваку одговорност? Да ли Србија треба да буде полигон за такве експерименте?

4) Да ли је при сушењу активног дела вођено рачуна о могућем смањењу волумена изолације што за последицу има потребу за притезањем намотаја због елиминације опасности од смањене издржљивости при напрезањима у кратком споју ?

Реферат А2-09

2-Фурфурал у трансформаторском уљу – примери из праксе: значај у одржавању енергетских трансформатора

Аутори: Слађана Теслић, Весна Радин, Јелена Лукић, ЕИИТ, Београд

Аутори дају осврт на механизме у процесу старења целулозне изолације, као ограничавајућег фактора у експлоатацији трансформатора. Иако се најпоузданија оцена стања чврсте изолације може добити мерењима DP – индекса, наводе се и слабости методе због неуниформности и недоступности релевантних узорака, што се и илуструје на примеру једног трансформатора. Анализирају се и опционалне методе базиране на мерењима продуката старења, у првом реду концентрације фуранових деривата, без обзира што не постоји поуздана корелација са DP индекса и 2-фурфурала.

Питања СИ:

1) У којој мери су аутори уважавали конструкционе карактеристике намотаја (тип намотаја, начин изоловања навојака, начин извођења извода, места са најачим електричним пољима, специфичностима везаним за циркулацију уља, начин хлађења трансформатора итд) при избору места узорковања чврсте изолације са VN намотаја у циљу добијања узорака са критичних места и минимизирања утицаја неуниформности? У којој мери је релевантан податак да је критично место на 2/3 висине трансформатора ?

2) Због чега се уводе граничне температуре термичког старења папира 105 С за целулозу и 150 С за уље када је процес термичког старења постоји на практично свим температурама и везан је за квалитет и структурни састав чврсте и течне изолације ?

3) У опису испитивања помиње се проблем грешке услед преклапања пикова, када се препоручује коришћење ацетонитрила као елуента на новом узорку, који је селективнији растварач за екстракцију 2-фурфурала. Зашто се овај растварач не користи као стандардни за анализу ? Да ли је у питању само разлика у цени ?

Реферат A2-10

Поправка блок трансформатора 380 MVA у електрани

Аутори: Александар Јанковић, Миомир Никодијевић, Радован Радосављевић, Александар Бојковић, Драгомир Гуџић, Петар Николић, Вељко Видаковић, Београд

У раду је детаљно приказан скуп захвата до тренутка и стања погодног за коначну дефектажу хаварисаног блок-трансформатора 380 MVA у ХЕ „Ђердап I“. Претпостављени обим квара, утемељен на дијагностичким мерењима, потврђен је након комплетне демонтаже извршене на лицу места.

Посебан акценат дат је евалуацији техно-економских аспеката: цени транспорта до потенцијалног места поправке, подобности сервисера, року за реализацију поправке, усаглашености претпостављених захтева примењених технологија на лицу места са погодностима које пружа технолошки амбијент хидроелектране и могућности ангажовања мобилне испитне опреме - подједнако релевантних за доношење одлуке о самој поправци. Такође су детаљно изложени захвати у току саме поправке, укључујући и сушење у сопственом суду уз прилагођење hot-oil spray методе врло великој маси активног дела.

Питања СИ:

1. У којој мери дијагностичка мерења омогућавају сагледавање минимума демонтажних радова до тренутка коначне дефектаже?
2. Могу ли искуства, стечена на овој поправци оправдати фаворизовање неких критеријума при доношењу одлуке о месту поправке?
3. Могу ли се након ове поправке очекивати радикалне измене већ усвојеног концепта ревитализације блок-трансформатора у овој хидроелектрани?

Реферат A2-11

Концепција завршних испитивања на лицу места блок трансформатора 380 MVA после поправке

Аутори: Александар Јанковић, Радован Радосављевић, Александар Бојковић, Драгомир Гуџић, Петар Николић, Вељко Видаковић, Београд

Коначној одлуци о поправци блок-трансформатора 380 MVA у самој хидроелектрани предходила је евалуација свих техно-економских аспеката поправке, са посебним акцентом на ниво завршних испитивања. У раду су описана извођења конвенционалних испитивања (празан ход и кратак спој), као и завршна напонска испитивања, мериторна за оцену квалитета поправке и гарантовање поузданости трансформатора у погону. Посебно је обрађена улога једног хидрогенератора у наведеним огледима који је претходно издвојен из редовне експлоатације и развезан од матичног блок-трансформатора.

Навођењем високих перформанси ангажованог мобилног постројења које је употребљено за испитивање доведеним и индукованим напоном и извођењем описаних испитивања у трајању од само три дана, убедљиво се демантују неаргументована одређења да се напонска испитивања могу извести само у лабораторијским условима.

Питања СИ:

1. У којој мери је оправдано да се за ремонтване трансформаторе изводе високонапонска испитивања изолације са 70% уместо 80% прописаног испитног напона, што при конкретном испитивању доведеним напоном значи вредност напона 15% изнад номиналне вредности, узимајући у обзир годиште трансформатора и стање изолације?
2. Да ли се на великим трансформаторима, грађеним у времену када нису мерена парцијална пражњења, редовно изводе оваква мерења у склопу контроле стања изолационог система, а у циљу накнадног записа нултог стања?

Реферат A2-12

110 kV проводни изолатори трансформатора 110/x kV – подаци и мерења угла губитака $tg \delta$ и капацитета 110 kV проводних изолатора

Аутори: Синиша Спремић, Електровојводина Нови Сад

У раду се дају основне конструкционе карактеристике и елементи 110 kV-них проводних изолатора трансформатора, краћи опис одржавања, детаљан опис кварова и оштећења, преглед основних података о проводним изолаторима, анализа мерења капацитета и угла диелектричких губитака и проблематика планирања резерве.

У закључку је наведено да већи проценат старијих проводних изолатора има побољшане карактеристике и истиче проблем непознавања карактеристика за неке типове изолатора.

Аутор иницира идеју заједничке резерве за све дистрибуције у ЕПС-у због великог броја проводних изолатора, а такође и конкретне мере заштите од електричног лука изазваног спољним утицајима.

Питања СИ:

1) Колико се разликују вредности капацитета и фактора диелектричких губитака добијене при фреквенцијама од 15 Hz до 400 Hz и различитим напонима од вредности добијеним при фреквенцији од 50 Hz и једном напону?

2) Да ли је за неке проводне изолаторе вршена гаснохроматографска анализа уља и да ли су добијени резултати у сагласности са добијеним вредностима $\text{tg } \delta$ изолационог система проводних изолатора ?

3) Да ли је на проводним изолаторима вршен тест «вруће крагне» и каква су искуства?

Реферат А2-13

Савршеност техничког решења за заштиту уља у конзерватору дистрибутивних трансформатора

Аутори: Ратко Исидоровић, Слободан Радојевић, СР ДЕПОКС, Раља

Погонску спремност у току складиштења као и високу поузданост у погонским условима обезбеђују квалитет не само активних материјала и изолационих компонената, посебно трансформаторског уља, већ и перформансе пратеће опреме. У презентираним раду детаљно се излаже функција дехидратора са мембраном код дистрибутивних трансформатора снаге до 250 kVA, са посебним акцентом на економичност решења, мале трошкове надзора и вишегодишње спонтано задржавање задовољавајућег нивоа незасићености силикагела.

Опису решења и објашњењу механизма функционисања, придодата су пажљива експериментална целодневна осматрања промене нивоа уља („мембране“), инициране успостављеном разликом атмосферског притиска и притиска у самом конзерватору. Искуствени наводи аутора инспиративно упућују кориснике у дистрибутивним мрежама на изложено решење, с обзиром да замена силикагела захтева безнапонско стање трансформатора.

Питања СИ:

1. Да ли досадашњи експерименти са презентованим моделом дехидратора претпоставља нове модификације у случају евентуалне примене на великим трансформаторима?

2. Да ли постоје сазнања о евентуалном утицају ултравиолетних зрачења на силикагел, с обзиром да је експозиција дехидратора сунчевом зрачењу код мањих трансформатора на отвореном простору неупоредиво израженија у односу на велике трансформаторе?

Реферат А2-14

Термовизијска контрола загревања трансформаторског суда јединице снага 8 MVA приликом огледа загревања

Аутори: Ненад Стевановић, Радован Радосављевић, Драган Ристивојевић, Слободан Дамњановић

На примеру неколико трансформатора снаге 8 MVA истог произвођача и идентичне конструкције, у овом раду је конкретизован несклад декларисане снаге трансформатора и енормног прегревања трансформаторског суда. Темелјна термовизијска перспекција трафо суда и расхладног система у току огледа загревања као и раније паралелне контроле загревања и упоређења конструкцијских карактеристика трансформатора истих снага али различитих

конструкција, односно произвођача, упућују на неопходност реконструкције суда. Предложено решење је једноставно и економски оправдано при чему се активни део и расхладни систем задржавају у оригиналној верзији.

Питања СИ:

1. У којој мери проблеми разматрани у овом раду могу бити правовремено предупређени од стране самог корисника, најпре приликом пријемних испитивања, а касније у току гарантног рока?
2. У којој мери постојеће техничке регулативе омогућавају произвођачима намерно пласирање конструкција које на рачун уштеда у материјалима имају знатно ниже перформансе од уговорених? Како избећи енормне градијенте температура суда када трансформатор има средње порасте температура у границама стандарда?
3. Да ли већ измерене гарантоване вредности губитка на граници толеранције представљају озбиљан наговештај проблематичног рада трансформатора и немогућности номиналног оптерећења?