

SAVREMENI UREĐAJI U ELEKTRODISTRIBUTIVNOJ MREŽI

D. OBRADOVIĆ¹, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM, Srbija

UVOD

Savremeni materijali i izvedbe uređaja su u elektrodistributivnoj delatnosti umnogome unapredili zaštitu životne sredine, povećali pouzdanost opreme i omogućili određene uštede. Zaštita životne sredine je unapređena zamenom boljim materijalom kako u tehnološkim karakteristikama tako i što se tiče manjeg zagađenja i izostankom potrebe učestale zamene materijala usled pogoršanja karakteristika i zbrinjavanja istog (odlaganje i uništavanje). Pouzdanost je povećana zbog boljih tehnoloških karakteristika što se ogleda u manjem broju kvarova, mogućnosti uvođenja novih automatika, manjim štetama na okolnoj opremi i bržem otklanjanju kvarova. Uštede se ogledaju u izostanku potrebe zamene ugrađenog materijala, u manjem broju intervencija zbog otklanjanja nedostataka i kvara, u smanjenoj potrebi za održavanjem, manjim utrošenim sredstvima za obradu ili odlaganje i uništavanje otpadnog materijala. U drugom poglavlju su opisani savremeni materijali i izvedbe uređaja i njihova primena u elektrodistributivnom sistemu sa prikazom prethodne ili prethodnih tehnologija poređenje što se tiče karakteristika sa savremenom tehnologijom. Razmotren je uticaj na zaštitu životne sredine, pouzdanost i uštede. Navedeni su nedostaci i ograničenja nekih od savremenih materijala i izvedbe uređaja. U zaključku se daje predlog za dalje korake u primeni savremenih materijala i izvedbi uređaja..

SAVREMENI MATERIJALI I IZVEDBE UREĐAJA, PRIMENA I POREĐENJE SA PRETHODNIM TEHNOLOGIJAMA

Savremeni materijali i izvedbe uređaja koji su našli veliku primenu u elektrodistributivnoj delatnosti su: vakuumska tehnologija kod srednjenaponskih prekidača i regulacionih sklopki pod opterećenjem, SF6 tehnologija kod električne opreme, silikon-kompozitni izolatori, suvo punjenje provodnih izolatora kapacitivnog tipa, suvi transformatori i transformatori sa uljem biljnog porekla. U tabelama u podtačkama su prikazane prednosti i nedostaci.

Vakuumska tehnologija kod srednjenaponskih prekidača i regulacionih sklopki pod opterećenjem

Vakuumska tehnologija je najviše pogodna za primenu na nivou srednjeg napona. Za više napone je vakuumska tehnologija razvijena, ali još uvek nije cenovno konkurentna. Stepenn vakuuma je u opsegu od 10^{-7} do 10^{-5} Tora. Otvaranjem kontakata u vakuumu dolazi do električnog luka između kontakata i jonizacije metalnih isparenja od kontakata. Električni luk se brzo gasi jer se metalna isparenja, elektroni i joni proizvedeni električnim lukom

¹ Dušan Obradović, J.P. EPS-Tehnički centar Novi Sad – Sektor održavanja EEO VN i MM , Bulevar oslobođenja 100, 21000 Novi Sad (dusan.obradovic@ev.rs)

brzo kondenzuju na površini kontakata vakuumske komore sa ishodom brze obnove dielektrične čvrstoće. Vakuumska komora ima jedan nepomični i jedan pomični kontakt. Na slici 1 je dat prikaz vakuumske komore.



Slika 1 – Vakuumska komora

Vakuumska tehnologija se u elektrodistributivnoj delatnosti primenjuje u većini kod srednjenaponskih prekidača naponskog nivoa 10 kV, 20 kV i 35 kV i kod nekoliko regulacionih sklopki transformatora 110/x kV. Starija tehnologija je sa korišćenjem izolacionog ulja umesto vakuumu kod malouljnih srednjenaponskih prekidača i regulacionih prekidača.

| | |
|-------------------------|---|
| Zaštita životne sredine | Izbegava se zamena mineralnog izolacionog ulja, nema curenja ulja i zagađenja, prilikom kvarova nema požara. |
| Pouzdanost | Manji broj kvarova po broju odrada, mogućnost korišćenja kod zemljospojnih prekidača gde se traži veliki broj prorada, brz prekid kvara, bez većih havarija usled izostanka zapaljenja ulja, bolja dielektrična čvrstoća. |
| Ušteda | Bez troškova održavanja u životnom veku usled izostanka upotrebe i zamene ulja, kvar nema za posledicu požar i veliku štetu kao kod malouljnih. |
| Nedostaci | Može emitovati rendgenske zrake (X-zrake). |

Tabela I – Prednosti u odnosu na druge tehnologije i nedostaci

SF6 tehnologija kod električne opreme

Sumporheksafluorid je sintetički gas bez boje mirisa i negoriv. Hemijski je veoma stabilan i na sobnoj temperaturi ne reaguje ni sa kojim drugim elementom. Koristi se kao izolacioni materijal u uređajima i opremi pod odgovarajućim pritiskom [1].

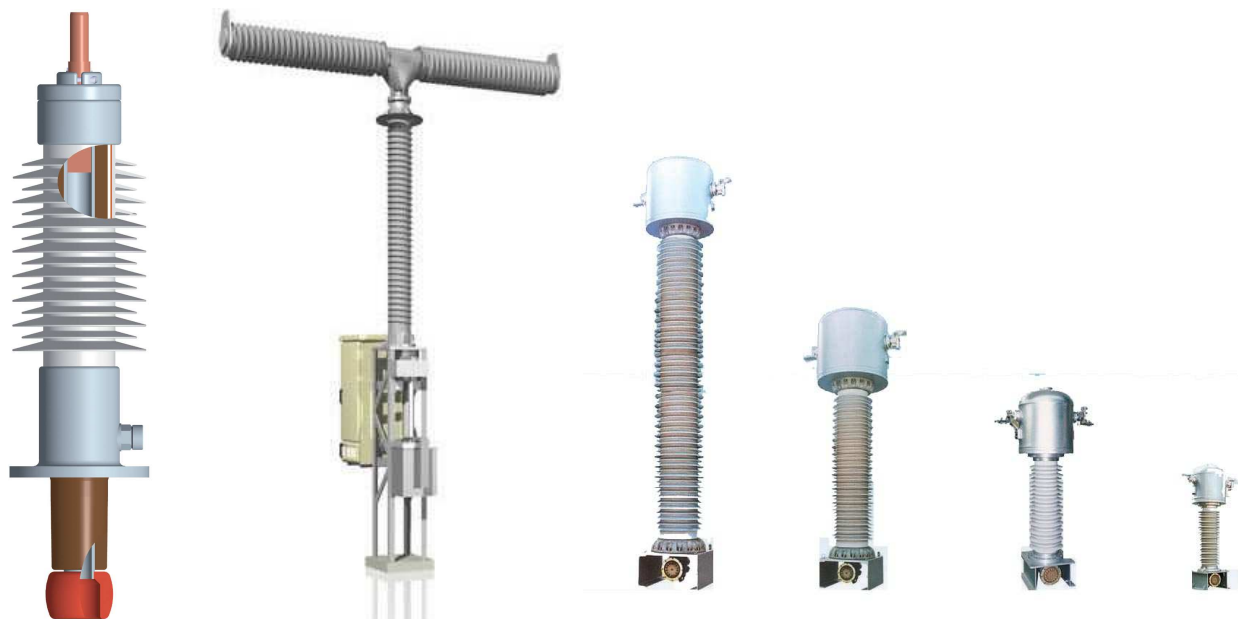
Tehnologija sa korišćenjem gasa sumporheksafluorida SF6 je u elektrodistributivnoj delatnosti našla primenu kod visokonaponske opreme. U većoj meri kod 110 kV prekidača koji su u poslednjih 15 godina isključivo u SF6 tehnologiji, u nekim srednjenaponskim postrojenjima gde je potrebno obezbediti manje dimenzije i u maloj meri kod 110 kV mernih transformatora (slika 2). Starija tehnologija je korišćenje izolacionog ulja kod malouljnih prekidača i mernih transformatora.

| | |
|-------------------------|---|
| Zaštita životne sredine | Izbegava se zamena kao kod mineralnog izolacionog ulja, nema curenja ulja i zagađenja, prilikom kvarova nema požara. |
| Pouzdanost | Brz prekid kvara, bez većih havarija usled izostanka zapaljenja ulja, bolja dielektrična čvrstoća, smanjene dimenzije opreme. |
| Ušteda | Bez troškova održavanja u životnom veku usled izostanka upotrebe i zamene ulja, kvar nema za posledicu požar kao kod malouljnih što je povezano sa velikim štetama. |
| Nedostaci | Doprinosi efektu staklene bašte, gasni i čvrsti proizvodi usled delovanja električnog luka mogu biti korozivni i otrovni u većim količinama. |

Tabela II – Prednosti u odnosu na druge tehnologije i nedostaci

Silikon-kompozitni izolatori

Silikon-kompozitni izolatori su u poslednjim decenijama stekli tržišnu zrelost, tako da su cenovno konkurentni drugim vrstama izolatora. Izolacione tube se prave od polimerima ojačanih staklenih vlakana na koje se onda nanosi silikon.



Slika 2 – Silikon-kompozitni izolatori (sa leva provodni izolator, prekidač, merni transformatori)

Zahvaljujući izjednačavanju cena sa porcelanskom izolacijom koja se kroz dugi niz godina pokazala kao dobra, silikon-kompozitna izolacija nalazi sve veću primenu u elektrodistributivnoj delatnosti kod prekidača, rastavljača, mernih transformatora, odvodnika prenapona i različitih vrsta potporne i ovesne opreme.

| | |
|-------------------------|---|
| Zaštita životne sredine | Prilikom kvarova nema razletanja delova kao kod porcelana što može da ošteti opremu i izazove curenje ulja i u odgovarajućim uslovima požar, manji utrošak energije za proizvodnju. |
| Pouzdanost | Usled savitljivosti (elastičnosti) otpornost na zemljotres, ne raspada se usled oštećenja (može da nastavi da radi), laganije od porcelana. |
| Ušteda | Kvar nema za posledicu razletanje parčadi kao kod porcelana što je povezano sa velikim štetama. |
| Nedostaci | Moguće oštećenje silikona od mineralnog izolacionog ulja ukoliko silikon nije uljnootporan. |

Tabela III – Prednosti u odnosu na druge tehnologije i nedostaci

Suvo punjenje provodnih izolatora kapacitivnog tipa

Uobičajena tehnologija kod provodnih izolatora kapacitivnog tipa je punjenje izolacionim uljem između aktivnog dela i izolatora. Izolator može biti porcelanski ili silikon-kompozitni. Novija tehnologija je suvo punjenje koje se naliva u tečnom obliku i nakon toga postaje suva stišljiva ispuna [2], a postoji i punjenje poliuretanom [3]. Primenjivo je kod tehnologije smolom impregnisanog papira. Zavisno od zahteva kupca isporučuju se sa porcelanskim ili silikon-kompozitnim izolatorom.

| | |
|-------------------------|---|
| Zaštita životne sredine | Prilikom kvarova nema razletanja delova kao kod porcelana što može da ošteti opremu i izazove curenje ulja i u odgovarajućim uslovima požar, manji utrošak energije za proizvodnju. |
| Pouzdanost | Izostanak veće štete i kvara što može biti povezano sa dužim vremenom isključenja potrošača i otklanjanja kvara. |
| Ušteda | Izostanak veće štete i kvara što može biti povezano sa dužim vremenom isključenja potrošača i otklanjanja kvara. |
| Nedostaci | |

Tabela IV – Prednosti u odnosu na druge tehnologije i nedostaci

Prva izvedba provodnih izolatora kapacitivnog tipa je bila uljem impregnisana papirna izolacija koja je dokazano dobra sa vrednostima tangens delta i kapacitivnosti nakon decenija upotrebe sličnim onima pri fabričkom ispitivanju. Ova izvedba se i danas proizvodi.

Sledeća izvedba je bila izolacija smolom vezanog papira impregnisanog uljem. U procesu proizvodnje su ostajale vazdušne šupljine koje su uzrok povećanog nivoa parcijalnih pražnjenja, parcijalnih proboja u izolaciji i promene tangens delta i kapacitivnosti u odnosu na fabričko ispitivanje. Nakon više godina upotrebe i dokazanih loših karakteristika prestaje se sa proizvodnjom izvedbe izolacije smolom vezanog papira impregnisanog uljem. Ovih provodnih izolatora ima još uvek mnogo u upotrebi, a do sada barem u privrednom društvu nije bilo kvarova uz zamenu dela provodnih izolatora te izvedbe.

Poslednja izvedba je izolacija smolom impregnisanog papira sa uljem između aktivnog dela i izolatora, a postoji i suva izolacija kako je pre navedeno. Ova izvedba ima vrednosti tangens delta i kapacitivnosti slične onima sa fabričkog ispitivanja i nakon nekoliko decenija upotrebe.

Najnovija istraživanja se bave razvojem provodnih izolatora sa sintetičkim materijalima i staklenim vlaknima. U svakom slučaju treba sačekati da se dokaže u prameni.

Suvi transformatori



Slika 3 – Suvi transformator

Već dugi niz godina se proizvode suvi transformatori. Dugogodišnje iskustvo je donelo unapređenje u konstrukciji, tehnologiji izrade i tehnologiji obrade primenjenih materijala [4]. U elektrodistributivnoj delatnosti se uglavnom koriste u specijalnim primenama na mestima sa posebnim zahtevima što se tiče protivpožarne zaštite.

| | |
|-------------------------|---|
| Zaštita životne sredine | Izbegava se moguće curenje ulja i u odgovarajućim uslovima požar. Korišćena čvrsta izolacija je samogašuća. Nema rizika od eksplozije. Mala količina gorive materije. |
| Pouzdanost | Nema isključenja zbog curenja ulja. Pogodan za posebne primene (bolnice, aerodromi, brodovi,...). Manje premije osiguranja. |
| Ušteda | Smanjeni izdaci usled smanjenog održavanja, izostanak potrebe ispitivanja ulja i zamene silika gela. Manji bezbednosni i zaštitni zahtevi. |
| Nedostaci | Nešto veći gubici usled opterećenja kod standardne konstrukcije u odnosu na uljne transformatore. |

Tabela V – Prednosti u odnosu na druge tehnologije i nedostaci

Transformatori sa sa uljnopapirnom izolacijom impregnisani biljnim uljem



Slika 4 – Izvedba transformatora sa biljnim uljem

Sa sve većim zahtevima za zaštitu životne sredine i upotrebe materijala koji ne zagađuju ili mogu da zagade životnu sredinu u manjoj meri uočena je mogućnost korišćenja biljnih ulja kao gorivo kod motornih vozila, ali i kao izolaciono sredstvo u transformatorima.

Na slici 4 je prikazan transformator konstrukcije za biljno ulje. Vidi se da u odnosu na klasične transformatore ima više konstrukciono tehnoloških izmena. Primetan je izostanak konzervatora, buholca i sušionika vazduha. Širenje/skupljanje ulja usled temperaturnih promena preuzima na sebe sud transformatora i radijatori. Zbog neotpornosti biljnog ulja na oksidaciju [5], tj. na dodir sa vazduhom ovo rešenje je bilo neophodno. Zbog zatvorene konstrukcije drugačije je rešena zaštita od kvara gde je prema ranijoj konstrukciji tu ulogu vršio buholc relej, a sada uređaj drugog tipa [6].

| | |
|-------------------------|---|
| Zaštita životne sredine | Curenje biljnog ulja ne predstavlja ekološku opasnost. |
| Pouzdanost | |
| Ušteta | Izostanak zamene silika gela. |
| Nedostaci | U slučaju curenja ulja neophodna zamena transformatora. Biljno ulje izuzetno osetljivo na oksidaciju i veoma higroskopno. |

Tabela VI – Prednosti u odnosu na druge tehnologije i nedostaci

Klasična izvedba transformatora sa mineralnim izolacionim uljem se od početka pokazala kao izuzetno dobro rešenje koje traje čitav vek. Mineralno izolaciono ulje sa dobrim izolacionim osobinama i sa prirodnom otpornošću na oksidaciju što se može poboljšati inhibiranjem je proglašeno opasnom materijom koja se slabo razlaže u prirodi. Mineralno izolaciono ulje je takođe prirodnog porekla, samo što su uslovi u kojima je stvoreno pod velikim pristiscima i temperaturama dalo karakteristike koje su bolje od karakteristika biljnog ulja. Mineralno izolaciono ulje se može razložiti koristeći mikroorganizme: bakterije, kvasce i plesni.

ZAKLJUČAK

U radu prikazani neki savremeni materijali i izvedbe uređaja su našli veliku primenu u elektrodistributivnoj delatnosti. Za većinu njih se može reći da su bolji od prethodnog ili prethodnih materijala ili izvedbi uređaja što se tiče zaštite životne sredine, pouzdanosti i ušteta. Manji nedostaci nekih su pokriveni značajnim poboljšanjima. Postoje i drugi savremeni materijali i izvedbe uređaja koji su našli manju primenu u elektrodistributivnoj delatnosti.

Neke izvedbe uređaja koriste više savremenih materijala kao na primer neki tipovi provodnih izolatora kapacitivnog tipa koji imaju silikon-kompozitni izolator i suvo punjenje, prekidači sa silikon-kompozitnim izolatorom i SF6 gasom,...

Za mineralno ulje se može reći da je bolje od biljnog ulja izuzev u smislu zaštite životne sredine. Biljno ulje se još uvek proverava u primeni kod različitih uređaja sa posebnim osvrtom na starenje i gubitak osobina i na razlike u količinama gasova u odnosu na mineralno ulje za iste vrste kvarova u cilju određivanja dijagnostike istog.

Kod izbora izvedbe uređaja s obzirom na primenjene materijale treba prvenstveno obratiti pažnju na to da je uređaj dokazan višegodišnjom upotrebom sa aspekta pouzdanosti. Novi uređaj mora imati manji broj kvarova od uređaja starog tipa sa drugim materijalom. Ne treba srljati u kupovinu uređaja sa novim materijalima ukoliko isti nisu dokazani za šta primer mogu biti provodni izolatori kapacitivnog tipa u tehnologiji smolom vezanog papira. Ostali veoma bitni uslovi izbora su ušteta što se tiče troškova održavanja u veku trajanja uređaja i dobici u zaštiti životne sredine.

4. LITERATURA

1. Dokument proizvođača: SF6_3p-1HSB429954-10sr.pdf
2. Dokument proizvođača: 1zcd066580-airrip-rtkf-catalogue-en.pdf
3. Dokument proizvođača: Alstom Grid_Bushings_PNR_UK.pdf
4. Dokument proizvođača: pg dry_hidry72_1lab000200_en.pdf
5. V. Mandić, D. Nikolić, J. Lukić, "Izolaciona ulja biljnog porekla i komparativna analiza sa mineralnim uljima", 30. savetovanje CIGRE Srbija, Zlatibor 2011., R- A2.02
6. Dokument proizvođača: DGPT2.pdf