



VAKUUMSKA TEHNOLOGIJA REGULACIONIH SKLOPKI I SMANJENJE UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

VACUUM TECHNOLOGY OF ON LOAD TAP CHANGERS AND REDUCTION OF ENVIRONMENTAL IMPACT

Bogdan PETROVIĆ, Siniša SPREMIĆ, Elektrodistribucija Srbije, TC Novi Sad, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Već duži niz godina se vakuumska tehnologija pokazala kao veoma dobra u srednjenaponskim prekidačima. Dobre radne karakteristike vakuumskih boca u prekidačima sa smanjenim nivoom održavanja u odnosu na prethodne malouljne prekidače, uslovile su da se gotovo u potpunosti izvršila zamena malouljnih prekidača vakuumskim prekidačima. Druga veoma dobra karakteristika je izbegavanje ulja kao izolacionog sredstva u smislu manjeg zagađenja životne sredine i izbegavanje mogućeg požara u slučaju kvara malouljnog prekidača. Nakon primene u vakuumskim prekidačima došlo je do primene vakuumske tehnologije u prekidačkom delu regulacionih sklopki pod opterećenjem (u daljem tekstu: regulaciona sklopka). Prikazan je način rada uz korišćenje vakuumskih boca. Opisani su dobici u smislu održavanja i smanjenje uticaja na životnu sredinu korišćenjem vakuumske tehnologije iako se kod regulacionih sklopki i dalje koristi ulje kao izolaciono sredstvo.

Ključne reči: prekidački deo, regulaciona sklopka, vakuumska tehnologija, životna sredina

SUMMARY

For many years, vacuum technology has been proven a very good for medium-voltage circuit breakers. The good performance of vacuum bottles in circuit breakers with a reduced level of maintenance, compared to previous low-oil circuit breakers, has led to the almost complete replacement of low-oil circuit breakers with vacuum circuit breakers. Another very good feature is the avoidance of oil as an insulating medium in terms of less environmental pollution and avoidance of possible fire in case of failure of the low-oil circuit breaker. After the application in vacuum circuit breakers, vacuum technology was applied in diverter (or selector) switches of on-load tap changers. The mode of operation with the use of vacuum bottles is shown here. Gains in terms of maintenance and reduction of environmental impact by using vacuum technology are described, although oil is still used as an insulating medium in on-load tap changers.

Key words: Diverter switch, Environment, On-load tap changer, Vacuum technology

Bogdan Petrović, Segedinski put 22-24, 24000 Subotica, Srbija, bogdan.petrovicSU@ods.rs
Siniša Spremić, Bulevar oslobođenja 100, 21000 Novi Sad, Srbija, sinisa.spremic@ods.rs

1. UVOD

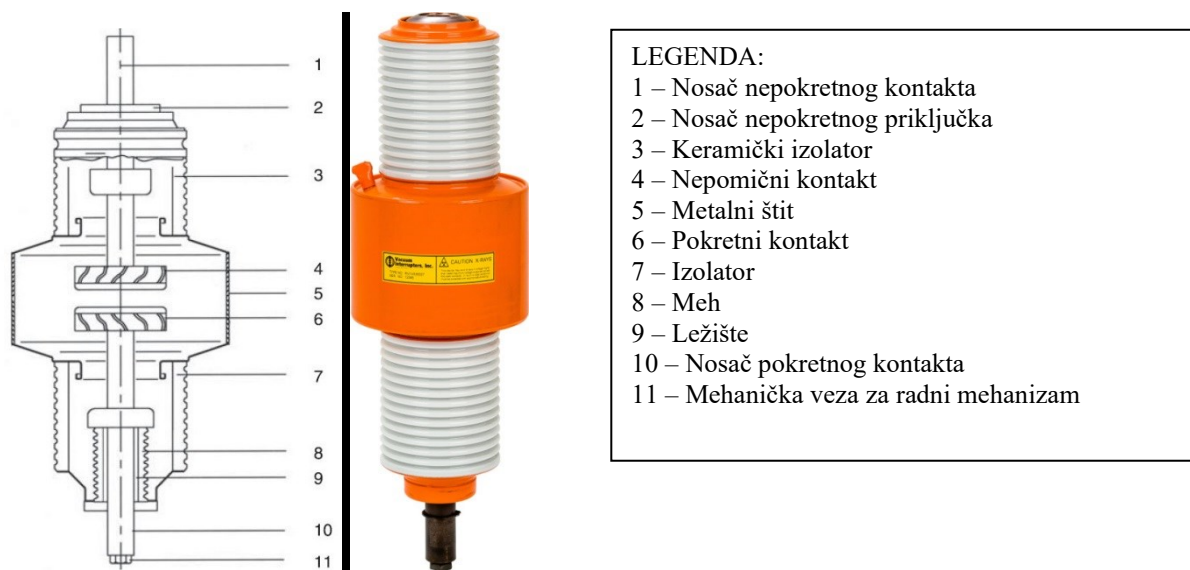
Korišćenje malouljnih prekidača na srednjenaponskom nivou je nekad bilo potpuno. Kasnije se za srednjenaponske prekidače kao medijum za gašenje luka koristio sumpor heksafluorid SF₆. Nedostaci malouljnih prekidača su potreba zamene ulja usled velikog broja prorada posebno na nekim srednjenaponskim izvodima i opasnost od požara u slučaju njegovog kvara. Na području TC Novi Sad bila su dva veća požara koja su izazvala veliku štetu i probleme u snabdevanju kvalitetnom električnom energijom u dužem vremenskom periodu. Nedostaci prekidača sa SF₆ gasom su u njegovom uticaju na životnu sredinu u smislu da ima veoma visok globalni potencijal zagrevanja koji je 22.800 puta veći od ugljen dioksida, potreba za korišćenjem specijalne, skupe opreme za upravljanje njime, stvaranje otrovnih i kiselih jedinjenja usled razlaganja ovoga gasa i mogućnost gušenja u zatvorenim prostorijama u slučaju njegovog ispuštanja.

Pojava sredjenaponskih vakuumskih prekidača je otklonila sve nedostatke prethodnih tehnologija malouljnih prekidača i prekidača punjenih SF₆ gasom. Jedini nedostatak je moguće emitovanje rendgenskih zraka (X-zraka). Dosadašnja iskustva su dobra iako je bilo kvarova, a za upotrebu su izuzetni zbog mogućnosti velikog broja uključenja/isključenja posebno kad se koristi kao zemljospojni prekidač u sredjenaponskim mrežama sa velikim brojem zemljospojeva.

Novija upotreba je u regulacionim sklopkama gde se promena položaja regulacione sklopke u prekidačkom delu ne vrši u ulju sa prisutnim varničanjem, već se za prekidanje/ostvarivanje kontakta u postupku promene položaja regulacione sklopke koristi vakuumaska tehnologija, tj. vakuumske boce.

2. VAKUUMSKE REGULACIONE SKLOPKE

Danas je u upotrebi veliki broj tipova vakuumskih regulacionih sklopki različitih proizvođača i različitih izvedbi. Na Slici 1 je prikazana i opisana vakuumaska boca.

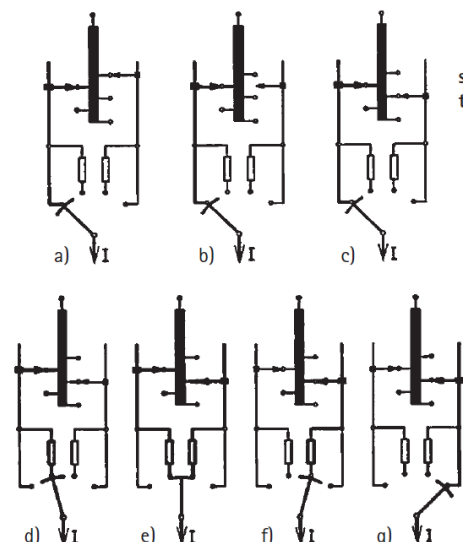


Slika 1 – Prikaz vakuumske boce

Klasifikacija regulacionih sklopki po načinu izvedbe je data u Tabeli 1 [1].

Tabela 1 – Klasifikacija regulacionih sklopki po načinu izvedbe

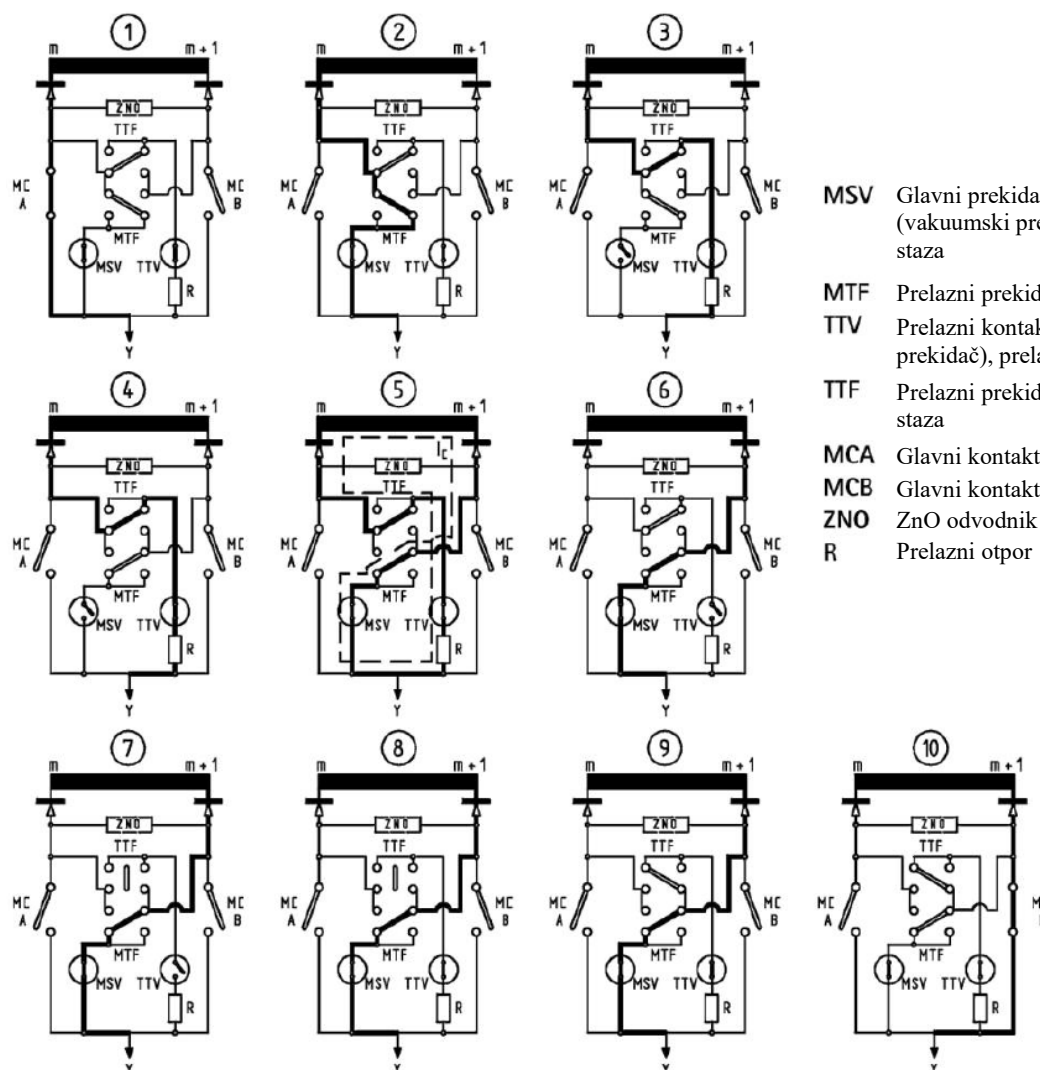
A	Prekidanje luka u ulju usled struja opterećenja prilikom promene položaja regulacione sklopke	
V	Vakuumske boce za prekidanje luka usled struja opterećenja prilikom promene položaja regulacione sklopke	
	R	Otpornik za prebacivanje struja prilikom promene položaja regulacione sklopke (otpornički tip)
	X	Reaktansa za prebacivanje struja prilikom promene položaja regulacione sklopke (reaktansni tip)
	S	Prekidački deo i birački deo u odvojenim sudovima (Separate)
	C	Prekidački i birački deo u istom sudu (Combined)



Na Slici 2 je prikazan postupak promene položaja uljne regulacione sklopke kod koje se prekidanje/uspostavljanje struje vrši kontaktima koji se nalaze u ulju [2]. Postupak kreće nameštanjem željenog položaja na biračkom delu prema a), b) i c) na Slici 2. Postupak se nastavlja prema d), e), f) i g) prebacivanjem sa prvog glavnog kontakta preko dva prelazna kontakta sa otpornikom (ili reaktansom) do drugog glavnog kontakta čime je obavljena promena položaja.

Slika 2 – Promena položaja uljne regulacione sklopke

Na Slici 3 je prikazan postupak promene položaja prekidačkog dela vakuumske regulacione sklopke kod koje se prekidanje/uspostavljanje struje vrši kontaktima koji se nalaze u vakuumu (vakuumskoj boci) [3]. Vakuumske regulacione sklopke u prekidačkom delu takođe imaju izolaciono ulje. Priprema na biračkom delu je ista kao na Slici 2.



- MSV** Glavni prekidački kontakti (vakuumski prekidač), glavna staza
- MTF** Prelazni prekidač, glavna staza
- TTV** Prelazni kontakti (vakuumski prekidač), prelazna staza
- TTF** Prelazni prekidač, prelazna staza
- MCA** Glavni kontakti strane A
- MCB** Glavni kontakti strane B
- ZNO** ZnO odvodnik
- R** Prelazni otpor

Slika 3 – Promena položaja vakuumske regulacione sklopke tipa VACUTAP® VR

Na Slici 3 se vidi da se prekidanje/uspostavljanje struje opterećenja vrši na kontaktima vakuumskih boca MSV i TTV, a postoje i drugi kontakti koji, slično radu biračkog dela, izvrše pripremu za korišćenje vakuumskih boca u prekidačkom delu regulacione sklopke.

3. SMANJENJE UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU (I DRUGI DOBICI) VAKUUMSKIH REGULACIONIH SKLOPKI

U prethodnim poglavljima je dat prikaz prethodnih i vakuumske tehnologije za sredjenaponske prekidače i opis vakuumskih i uljnih regulacionih sklopki.

Uljne regulacione sklopke zahtevaju remont na pet godina ili na 50.000 promena položaja regulacione sklopke. Ovakav remont, pored preporučenih zamena delova, obavezno zahteva i zamenu izolacionog ulja koje se, usled prekidanja/uspostavljanja struje u ulju, uz prisutno varničenje na glavnim i prelaznim kontaktima, ugljeniše, čime mu se umanjuju svojstva koja se prvenstveno traže: dobra dielektrična čvrstoća i nizak sadržaj vode u ulju.

Vakuumske regulacione sklopke zahtevaju remont na 300.000 ili 600.000 promena položaja regulacione sklopke [3] i ispitivanje ulja: dielektrična čvrstoća i sadržaj vode u ulju na svakih sedam godina za regulacione sklopke koje su smeštene u neutralnu tačku i koje se kod nas koriste. Ukoliko kvalitet ulja ne zadovoljava prema standardu, preporučuje se zamena ulja. Ukoliko je održavanje sušionika vazduha u smislu zamene silika gela po potrebi ili postoji sušionik vazduha koji sam obavlja sušenje, može se očekivati da će visoko kvalitetno ulje, koje je isto kao u transformatorima, zadovoljavati vrednosti date u standardima gotovo za ceo životni vek transformatora, tj. neće biti potrebna zamena ulja.

U upotrebi imamo transformatore od preko 40 godina korišćenja koji su, prema ispitivanjima, što se tiče aktivnog dela (namotaji, ulje i magnetno kolo) u dobrom stanju. Ukoliko pretpostavimo da će novi transformatori biti u dobrom stanju nakon 40 godina za uljne regulacione sklopke bi se trebalo obaviti osam remonata sa zamenom ulja i potrebnih delova, što zavisi od broja promena položaja regulacione sklopke. U slučaju distribucije električne energije, gde nema potrošača koji zbog tehnologije izazivaju veće i česte promene napona u distributivnoj mreži, broj promena položaja regulacione sklopke se kreće od 2000 do maksimalno 10000 na godišnjem nivou. I ovaj broj promena položaja regulacione sklopke u određenom vremenu zahteva zamenu delova u prekidačkom delu regulacione sklopke.

Što se tiče smanjenja uticaja na životnu sredinu očigledno je da će biti korišćeno mnogo manje mineralnog izolacionog ulja (ili ulja druge vrste). Moguće je da će kod vakuumske regulacione sklopke ulje suda regulacione sklopke biti dobro čitav životni vek transformatora bez potrebe zamene, dok će kod uljnih regulacionih sklopki biti neophodna zamena ulja suda regulacione sklopke osam puta što znači (zavisno od tipa uljne regulacione sklopke) oko 1500 kg otpadnog ulja u toku životnog veka za jedan transformator. Za nešto više od 100 transformatora sa regulacionim sklopkama na području TC Novi Sad to bi bilo oko 150 tona ulja, što nije zanemarivo ni kao otpad ni kao trošak.

S obzirom da ni remont većine vakuumskih regulacionih sklopki neće biti potreban tokom životnog veka (300.000 promena položaja) ovde je velika ušteda u izbegavanju potrebe vršenja remonata koje vrše treća lica, a nema potrebe ni za nabavkom rezervnih delova. Smanjenje uticaja na životnu sredinu se u ovom slučaju svodi na izbegavanje korišćenja vozila, a time goriva i maziva, za prevoz radnika i korišćenje radnih mašina (dizalica, pumpa), ali i na izbegavanje zagađenja životne sredine samom proizvodnjom i prevozom rezervnih delova i dopremanjem/otpremanjem ulja.

Jedini nedostatak vakuumskih regulacionih sklopki je u potrebi ispitivanja ulja u razmacima od sedam godina.

4. ZAKLJUČAK

Velika prednost vakuumskih regulacionih sklopki u odnosu na uljne regulacione sklopke u transformatorima u distribuciji električne energije je u tome što gotovo da nemaju potrebu za održavanjem u toku životnog veka transformatora, izuzev u posebnim slučajevima.

Izbegavanje potrebe za održavanjem u odnosu na uljne regulacione sklopke daje značajno smanjenje uticaja na životnu sredinu izbegavanjem korišćenja izolacionog ulja za zamenu u periodu korišćenja transformatora, izbegavanje vršenja remonata što povlači smanjenje korišćenja energenata za prevoz i obavljanje posla i izbegavanje zagađenja životne sredine proizvodnjom i prevozom rezervnih delova.

Tehnologija vakuumskih regulacionih sklopki omogućava značajne uštede na održavanju transformatora zbog veoma smanjenog nivoa održavanja vakuumskih regulacionih sklopki.

LITERATURA

- [1] Technical brochure TB 443, „DGA in Non-Mineral Oils and Load Tap Changers and Improved DGA Diagnosis Criteria“, CIGRE Working Group D1.32, December 2010
- [2] Dieter Dohnal, „On-Load Tap-Changers for Power Transformers, A Technical Digest“, MR PUBLICATION PB 252/03en – 0406/1000 – 252/03/01/0 – F0126402 · dp · Printed in Germany
- [3] <http://docplayer.net/35638134-Dissolved-gas-analysis-condition-monitoring-of-vacuum-type-tap-changers-for-power-transformers.html> (pristupljeno 23.04.2022. godine)