

D1 – 00**GRUPA D1: MATERIJALI I SAVREMENE TEHNOLOGIJE****IZVEŠTAJ STRUČNIH IZVEŠTILACA**

N. ARSIĆ*, FTN, Kosovska Mitrovica

P. OSMOKROVIĆ, ETF, Beograd

SRBIJA

Za 28. savetovanje JUKO CIGRE pristiglo je 10 radova. Svi pristigli radovi su pozitivno recenzirani od recenzenata koje je odredio predsednik stručnog komiteta, pri čemu je tokom recenentskog postupka predsednik stručnog komiteta komunicirao sa autorima i sugerisao im određene ispravke u radovima ako su to recenzenti zahtevali. Pristigli radovi se mogu uslovno podeliti na dve tematske grupe: 1 - izolaciona svojstva elektrotehničkih materijala (radovi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 i 8) i 2 - uticaj uslova eksploatacije na karakteristike elektrotehničkih materijala, odnosno komponenata (radovi 9 i 10). Imajući u vidu ovakvu tematiku prispelih radova, i na sastanku stručnog komiteta određene preferencijalne teme, može se zaključiti da svi prispeli radovi pripadaju široj oblasti definisanoj preferencijalnom temom.

SADRŽAJ RADOVA I PITANJA ZA DISKUSIJU

R D1-01 G. Ilić, D. Vičić, Č. Jovalekić:

ELEKTRETSKA SVOJSTVA BIZMUT TITANATNE KERAMIKE

U radu su razmatrana elektretska svojstva polikristalne keramike bizmut titanata dobijene konvencionalnim sinterovanjem u tečnoj fazi. Površinska gustina naelektrisanja σ_{eff} , termički tretiranih uzoraka u atmosferi kiseonika i argona polarisanih u električnom polju $E_p = 1 \text{ MVm}^{-1}$ i na različitim temperaturama tokom 90 min, određivana je kompenzacionom metodom a praćena je tokom vremena. Termički tretirani uzorci u oksidacionoj atmosferi pokazuju značajno smanjivanje σ_{eff} dok uzorci tretirani u redukcionoj atmosferi poseduju znatno stabilnije elektretsko stanje tokom vremena. Ovo ukazuje da na formiranje i promenu elektretskog stanja kod $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ značajnu ulogu imaju kiseoničke vakancije.

Pitanja za diskusiju:

1. Kakva je mogućnost primene opisanog materijala u elektrotehnici, posebno sa aspekta korišćenja stabilnosti njegovih elektretskih osobina?

* dr Nebojša Arsić, Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, Srbija

R D1-02 D. Arandjić, K. Stanković, T. Padežanin - Živić

UTICAJ USLOVA EKSPLOATACIJE NA KARAKTERISTIKE KONDENZATORA SA POLIKARBONATNIM DIELEKTRIKOM

U radu je opisan uticaj uslova eksploatacije na karakteristike kondenzatora sa polikarbonatnim dielektrikom. Pošto se ovaj tip kondenzatora koristi u kolima za filtriranje prenaponskih pojava (odnosno za zaštitu od njih), iz stabilnosti njihovih karakteristika direktno slijedi stabilnost radne tačke filtra, odnosno efikasnost njegove primjene. Konkretno, u radu se razmatra uticaj temperature i dejstva jonizujućeg zračenja na tangens ugla gubitaka i kapacitivnost kondenzatora sa polikarbonatnim dielektrikom. Takođe, ispitan je i uticaj broja naponskih impulsa na starenje dielektrika, preko promjene kapacitivnosti i tangensa ugla gubitaka. Dobijeni rezultati pokazuju da porast temperature ima znatan uticaj na tangens ugla gubitaka kod ovih kondenzatora, dok istovremeno izlaganje neutronskom i gama zračenju izaziva smanjenje njihove kapacitivnosti. Uticaj starenja dielektrika na karakteristike kondenzatora postaje kritičan pri dugoročnoj upotrebi.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li uočene nestabilnosti karakteristika kondenzatora sa polikarbonatnim dielektrikom mogu biti kompenzovane u uslovima primene u kolima za filtriranje prenaponskih pojava?

R D1-03 T. Padežanin - Živić, D. Arandjić, K. Stanković

VAŽENJE ZAKONA SLIČNOSTI ZA ELEKTRIČNO PRAŽNENJE U GASOVIMA

Ovaj rad istražuje važenje zakona sličnosti na električno pražnjenje u gasovima pri primeni dc i impulsnog napona. U eksperimentu su korišćeni geometrijski slični sistemi, izolovani SF₆ gasom. Pokazano je da je zakon sličnosti validan za primenjeni dc napon, ukoliko je u geometrijske parametre sistema uključena srednja slobodna dužina puta elektrona, što nije slučaj pri primeni impulsnog napona. Objašnjenje leži u mehanizmu dinamičkog proboja. Zakon sličnosti je, stoga, proširen kako bi u obzir uzeo i mehanizam inicijacije impulsnog proboja. Na taj način je dobijen prošireni zakon sličnosti, čija je validnost dokazana eksperimentalnim putem.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li prema mišljenju autora izvedeni zakon sličnosti može da se primeni i u slučaju drugih izolacionih medija?

R D1-04 M. Pešić, D. Manojlović, M. Jurošević, A. Vasić

BRZ, EFIKASAN I JEFTIN POSTUPAK ZA REMEDIJACIJU POVRŠINA KONTAMINIRANIH TRANSFORMATORSKIM ULJIMA NA BAZI PCB-a KOMBINOVANOM TEHNIKOM STABILIZACIJE I HEMIJSKE RAZGRADNJE

U ovom radu su prikazane mogućnosti kombinovane metode remedijacije površina koje su kontaminirane piralenskim transformatorskim uljem. Postupak je po prvi put veoma uspešno primenjen za dekontaminaciju asfaltno-betonske površine u trafostanici Zaječar 2. Na samom početku utvrđen je sadržaj PCB-a na kontaminiranoj površini. Nakon dobijanja podataka o sadržaju PCB-a, urađena je klasifikacija kontaminirane površine. U zavisnosti od mesta uzorkovanja, površina se kretala od kategorije "zagđene" do "potencijalno zagđene"

piralenskim uljem, što je svrstava u kategoriju "opasni otpad". Zatim se pristupilo dekontaminaciji primenom kombinovane metode hemijske degradacije i procesa stabilizacije/solidifikacije. Nakon četiri meseca je urađeno ponovno uzorkovanje od starne nezavisne i ovlašćene ustanove i utvrđeno je da sadržaj PCB-a sveden ispod granice detekcije standardne HE DM 0107 metode, odnosno bio je ispod 10 ppb. Ovo tretiranu površinu svrstava u kategoriju "nisu zagađene" piralenskim uljem.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je predloženi postupak u skladu sa, u našoj zemlji, usvojenim standardima?

R D1-05 I. Milovanović, M. Krišan, P. Osmokrović, N. Kartalović

SISTEM ZA SNIMANJE I VERIFIKACIJU ODZIVA MODIFIKOVANE KAPACITIVNE SONDE U NANOSEKUNDOJ OBLASTI

U radu se razmatra problematika vezana za snimanje impulsnih napona amplitude do 100 kV pomoću kapacitivne sonde, odnosno naponskog razdelnika, karakterističnog vremena porasta u nanosekundnoj oblasti i odgovarajućeg mernog sistema odnosno impulsnog generatora i uređaja za merenje i registraciju naponskog oblika - osciloskopa. Opredelilo se za direktno, kapacitivno, sprezanje mernog sistema na merni sistem na kome se naponski oblik snima. Dati su osnovni podaci o konstrukciji i bitnim električnim parametrima kapacitivne sonde i ukratko opisan način njihovog određivanja. Posebna pažnja je posvećena ograničenjima prilikom konstrukcije sonde iz aspekta previđene merne nesigurnosti, kao i izboru odgovarajućeg materijala. Ukratko je opisan način izbora materijala niskonaponskog kondenzatora i njegov uticaj na odziv kapacitivne sonde. Osnovni konstrukcioni zahtev je bio da se bez izobličenja u frekventnom i naponskom domenu mogu pratiti impulsnih napona frekvencije do 500 MHz. Opisana je predviđena konfiguracija korišćenog mernih sistema za registrovanje i prenos impulsnih napona pomoću ove kapacitivne sonde. Data je ocena ispunjenosti zahteva koji se pred takav sistem postavljaju, odnosno da li se samo sonda ponaša zadovoljavajuće u pogledu funkcionalnosti u navedenom frekventnom domenu, što samo po sebi predstavlja njenu verifikaciju. Predložene su statističke metode za potpuniju analizu i ocenu dobijenih rezultata i same verifikacije, shodno ranijim iskustvima poznatim u odgovarajućoj naučnoj literaturi. Na kraju je dato predviđanje načina na koji bi se mogla izvršiti simulacija i verifikacija odziva kapacitivne sonde na mikroročunaru, uz poznate električne parametre sonde i mernog sistema i data kratka specifikacija softvera koji je najpodesniji za vršenje simulacije i ocenu dobijenih rezultata, i dalju mogućnost bolje, pouzdanije i detaljnije statističke obrade dobijenih rezultata.

Pitanja za diskusiju:

1. Na koji način autori očekuju da se odziv merne sonde prikazan na slici 8 dovede u korespondenciju sa test impulsom prikazanim na slici 7?

R D1-06 N. Arsić, Z. Jeremić

PROBOJNI MEHANIZMI TROELEKTRODNIH ISKRIŠTA

U ovom radu predstavljeni su mehanizmi prorade troelektrodnih okidnih iskrišta. Osnovni nedostatak dvoelektrodnih iskrišta je taj što ne može da se postigne njihova prorada u željenom trenutku zbog postojanja nekih veličina koje imaju slučajni karakter (stvaranje inicijalnog elektrona koji dovodi do elektronske lavine). Zbog toga se ovakva iskrišta ne

koriste tamo gde se traži reagovanje iskrišta u tačno određenom trenutku. Ovaj problem se rešava tako što se u međuelektrodni prostor ubacuje određena energija koja izaziva pobuđivanje elektrona, odnosno jonizaciju. U praksi su zaživela dva načina injektovanja spoljne energije, i to ubacivanje treće, takozvane okidne elektrode i lasersko injektovanje energije. Ovde je detaljnije objašnjen princip ubacivanja okidne elektrode na koju se dovodi visokonaponski impuls koji dovodi do proboja između glavnih elektroda.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li autori očekuju da bi većim brojem iteracija prilikom proračuna električnog polja mogli poboljšati slaganje između teoretski očekivanih i eksperimentalnih rezultata?

R D1-07 M. Pešić, K. Stanković, D. Arandić

VAŽENJE POVRŠINSKOG ZAKONA UVEĆANJA ZA PROBOJ U VAKUUMU

U radu je izveden površinski zakon uvećanja za dvoelektrodne sisteme izolovane vakuumom. Dobijene relacije zakona uvećanja su proverene eksperimentalno. Eksperimenti su pokazali relativno dobro slaganje između izvedenih teorijskih izraza zakona uvećanja i rezultata merenja. Do određenih neslaganja je došlo pošto slučajna promenljiva probojni napon za vakuum pritiska 10^{-4} bar pripada mešovitoj raspodeli aditivnog tipa, a ne Weibull-ovoj raspodeli što je bila pretpostavka prilikom izvođenja zakona uvećanja.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je prema mišljenju autora proboj vakuuma površinski ili zapreminski determinisana pojava?

R D1-08 N. Arsić, Z. Jeremić

UTICAJ IZOLACIJE NA FUNKCIONISANJE TROELEKTRODNOG ISKRIŠTA

U ovom radu su prikazane uporedne karakteristike troelektrodnog iskrišta kod kojeg se kao izolacioni mediju u međuelektrodnom prostoru koriste gas i vakuum. Eksperimentalni deo opisuje ispitivanja koja su izvršena na modelu iskrišta. Ispitivana su dva tipa iskrišta: sa okidnom elektrodom smeštenom u glavnoj elektrodi i sa izdvojenom okidnom elektrodom. Kod oba iskrišta su kao izolatori korišćeni gas pod pritiskom i vakuum. Eksperimentalna merenja imala su za cilj utvrđivanje uticaja izolacionih parametara gasa i vakuuma na funkcionisanje iskrišta. Kao izolator korišćeni su sumporheksafluorid (SF_6) i azot (N_2), kao i vakuum. Mereno je vreme prorade i vreme kašnjenja.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji od ispitivanih izolatora u troelektrodnom iskrištu bi autori preporučili za primenu iskrišta u tehnici impulsnih akceleratora (impulsne snage)?

R D1-09 A. Vasić, M. Vujisić

UTICAJ ZRAČENJA NA STARENJE SOLARNIH ČELIJA

Široka primena fotonaponskih (PV) solarnih sistema nameće potrebu izrade solarnih ćelija od različitih materijala i struktura u cilju poboljšanja njihovih osobina i smanjenja cene solarnih ćelija i struktura. Iako efikasnost pojedinih savremenih solarnih ćelija baziranih na p-n spoju, u laboratorijskim uslovima dostiže 25% (što je blizu teorijskog maksimuma od 31%), dalje

poboljšanje osobina ovih uređaja danas predstavlja glavni preduslov njihove šire upotrebe. Poslednjih godina, tržište fotonaponskih uređaja je izuzetno napredovalo, uz godišnji rast od oko 30% godišnje (u poslednjih 5 godina). Iz tog razloga je proučavanje spoljašnjih činilaca koji utiču na osobine solarnih ćelija, dovodeći do pogoršanja njenih osnovnih parametara od izuzetnog značaja. U ovom radu prikazani su rezultati dobijeni analizom uticaja zračenja na starenje, pa samim tim i na kvalitet solarnih ćelija kao fotonaponskih generatora.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li promene uočene u radu utiču na komercijalnu primenu solarnih ćelija sa ekonomskog aspekta?

R D1-10 V. Vukić, P. Osmokrović

KARAKTERISTIKE PROCESA "HDS²/P² MULTIPOWER 20V" U POLJIMA FOTONA SREDNJE I VISOKE ENERGIJE

U prethodnim istraživanjima uočena je izuzetno visoka radijaciona otpornost stabilizatora napona "STMicroelectronics" L4940V5. Zbog toga se pristupilo detaljnom proučavanju komercijalnog tehnološkog procesa pomoću koga je napravljeno ispitivano integrisano kolo. U radu je izvršena analiza BiCMOS komplementarnog tehnološkog postupka "HDS²/P² Multipower 20V" i karakteristika vertikalnih PNP tranzistora. Daljim ispitivanjima kola L4940V5 u poljima γ i X zračenja izvršena je analiza odziva energetskog PNP tranzistora i uticaja izolacionog oksida na radijacione karakteristike procesa. Do trajnog oštećenja ispitivanih komponenata nije došlo čak ni nakon apsorbovanja doza γ zračenja većih od 10 kGy(Si). Analizirane su promene kolektorske struje, napona kolektor - emitor i napona kolektora vertikalnih PNP bipolarnih tranzistora.

Pitanja za diskusiju:

1. Kako autor objašnjava uočene efekte sa aspekta mikroskopskog fenomena interakcije elektromagnetnog zračenja sa poluprovodničkim strukturama?