

PRIMENA ELEKTROPORCELANSKE MASE POVEĆANIH MEHANIČKIH ZAHTEVA ZA PROIZVODNJU IZOLATORA ZA ELEKTRODISTRIBUTIVNA POSTROJENJA

Borislav Simendić, Svetlana Majkić*

Visoka tehnička škola strukovnih studija Novi Sad

***Ad „Elektroporcelan „ Novi Sad**

borosim@sezampro.yu

Abstrakt:

Masa karakteristika prema standardima IEC 672-3 /84, C-120, za proizvodnju izolatora za elektrodistributivna postrojenja koristi se od 1970 g. Sve veći zahtevi za električne i mehaničke osobine su uslovile da se kod projektovanja novih postrojenja ugrađuju izolatori sa većim gabaritima. Pošto i gabariti izolatora imaju svoja ograničenja, a da bi se zadovoljili uslovi koje postavljaju savremeni tokovi razvoja novih elektrodistributivnih postrojenja, neophodno je razmotriti mogućnosti razvoja novih elektroporcelanskih masa. Jedan od načina da se zadovolje ovi veći mehanički i električni zahtevi kod je izrada izolatora od elektroporcelanske mase povećanih mehaničkih osobina, koja odgovara standardima IEC 672-3 / C-130. U radu je prikazana mogućnost zamene elektroporcelanske mase karakteristika C-120 sa masom povećanih mehaničkih zahteva C-130.

Ključne reči: elektroporcelan, izolatori, mehaničke osobine, standard IEC 672-2, C-130

Abstract:

Mass for insulator production with properties according standardization 672-3/84, C-120 for electro-distributive plants is in use from 1970 year. The more severe demands for electrical and mechanical properties influenced the use of insulations with huge dimensions in new processing plant projects. As the volume scale of insulators has limitations it is necessary to study this procedures and to develop new types of electro-porcelan mass and thus fulfill the new trends and more severe demands in electro-distributive plants. One possibility to obtain better mechanical and electrical properties of the electro-porcelan mass in electro-distributive plants is the production according standardization IEC C-130. In this paper the properties of electro-porcelan mass produced according old (C-120) and new standard (C-130) are investigated and correlated. It is concluded that by new standards it is possible to produce the mass with better mechanical properties.

Key words; elektroporcelan, insulator, mechanical properties, standard IEC 672-2, C-130,

1. UVOD

Osnovne karakteristike procesa proizvodnje elektroporcelana:

Elektro-tehnički porcelan je jedan od najviše primenjenih keramičkih materijala i koristi se za proizvodnju izolatora visokog i niskog napona. Značaj elektro-tehničkog porcelana u odnosu na druge keramičke materijale sve više raste, čemu svakako doprinose njegove izuzetno dobre mehaničke i dielektrične osobine Kingery (1). Široka primena porcelana kao elektro izolacionog materijala, objašnjava se ne samo njegovim relativno visokim dielektričnim karakteristikama, već i drugim činjenicama: Kao polazne sirovine za proizvodnju ove vrste porcelana koriste se materijali široko rasprostranjeni u prirodi: gline i kaolini, kao "plastične" sirovine, kvarcni pesak i glinica kao punioci i feldspati kao topitelji. Visoka plastičnost porcelanske mase dozvoljava oblikovanje masivnih proizvoda u vrlo složene forme, koji se u sirovom stanju karakterišu dobrim mehaničkim osobinama, što je izuzetno značajno za transport i mehaničku obradu. Karakteristične osobine porcelanske mase, pri termičkom tretmanu, sastoje se u postojanju širokog intervala sinterovanja i malo osetljivosti na promenu sastava. Ova svojstva dozvoljavaju dobijanje visoko kvalitetnog proizvoda u industrijskim pećima, gde uvek postoje odgovarajuće oscilacije temperature.

U procesu proizvodnje elektro porcelana, uloga glinenih komponenti sastoji se u obezbeđenju neophodne plastičnosti za oblikovanje polazne porcelanske mase. Feldspati, kvarcni pesak i glinica doprinose smanjenju skupljanja i deformacije u stadijumu sušenja i za vreme termičkog tretmana suvog proizvoda. Kada se dostigne temperatura obrazovanja rastopa (~1100 °C) uloga feldspata i glinenih komponenti se menjaju Budnikow (2). Naime, uloga feldspata u toku termičkog tretmana porcelanske mase sastoji se u obrazovanju staklaste faze, koja rastvara sastavne komponente porcelanske mase a služi i kao sredina u kojoj se obrazuju druge kristalne faze. Sposobnost feldspatnog rastopa da rastvara čestice kvarca i kaolina, pri tome zavisi od hemijskog sastava rastvorenih čestica i od svojstava samog rastopa, pre svega njegovog viskoziteta.

Aluminatna masa u proizvodnji elektro –izolacionog porcelana koristi glinicu kao punioc na nižim temperaturama, a na višim temperaturama se ugrađuje kao agregat u visoko viskoznu tečnu fazu, Vydrik (3). Glinična kristalna faza pri termičkom tretmanu porcelanske mase, u kontaktu sa već formiranim feldspatnim rastopom, obogaćuje staklastu fazu sa aluminijum-dioksidom. Rastvaranje alumine kao i rastvaranje kaolina, dovodi do povećanja viskoziteta staklaste faze i na taj način porcelanska masa dobija veću sposobnost suprostavljanja deformaciji u toku termičkog tretmana. Brzina rastvaranja aluminatne mase, pri tome zavisi pre svega od početne veličine čestica i od temperature termičkog tretmana.

U proizvodnji elektro-izolacionog porcelana koriste se gline različitog mineraloškog sastava, koje se odlikuju određenim hemijskim sastavom. Pored osnovnih konstituenata, minerali gline sadrže i neke primese. Oksidi alkalija i oksidi gvožđa sposobni su da povećaju elektroprovodljivost, a samim tim se povećavaju dielektrični gubici u keramičkim proizvodima. Neželjena pojava u glinama je povećani sadržaj rutila, što takođe dovodi do smanjenja dielektrične otpornosti. Za proizvodnju elektro-porcelana, od interesa su sledeće osobine glinenih minerala: plastičnost, interval sinterovanja, adsorpciona sposobnost, sposobnost obrazovanja stabilnih suspenzija u vodi, bubrenje itd. Pri termičkom tretmanu, gline i kaolini, u temperaturnoj oblasti 100-120 °C, gube adsorpcionu vodu, pri višim temperaturama (400-550 °C) udaljava se konstituciona voda i nastaju proizvodi dehidratacije, na primer, meta kaolini, ukoliko je prisutan kaolinit, Vydrik (3). U temperaturnoj oblasti 1100-1200 °C počinje obrazovanje primarnog mulita u masi zrna feldspata. Sa nastankom feldspatnog rastopa, pri termičkom trtiranju porcelanske mase, dolazi do rastvaranja jednog dela metakaolinita i amorfno SiO_2 , tako da je feldspatno staklo zasićeno sa Al_2O_3 i SiO_2 . Sa porastom temperature u rastopu koji je zasićen sa Al_2O_3 , dolazi do nastanka sekundarnog mulita. Ova faza kristališe u obliku igličastih kristala, okruženih feldspatnim rastopom. Primesna jedinjenja iz gline (oksid alkalija, zemno-alkalije, gvožđe ..) pr razlaganju glina, takođe se rastvaraju u feldspatnom rastopu. Rastvaranje SiO_2 u feldspatnom staklu, u temperaturnoj oblasti 1300-1400 °C, zavisi od sadržaja CaO, MgO i Fe_2O_3 u porcelanskoj masi, a osciluje od 60-70 masenih %, dok rastvaranje Al_2O_3 iznosi 3.5-14 masenih % .

Na osnovu izloženog, možemo reći da u prisustvu glina i kaolina, pri termičkom tretmanu, dolazi do obrazovanja primarnog i sekundarnog mulita, zasićenost feldspatnog rastopa sa SiO_2 i Al_2O_3 i sniženja temperature nastanka rastopa i to delom na račun postojanja primesa u glinenoj masi. Stvarni sadržaj mulita u elektro-izolacionom porcelanu uvek je manji od teoretskog, a zavisi od sastava porcelanske mase, disperznosti polaznih sirovina, od dejstva mineralizatora i od samog režima termičkog

tretmana. Do smanjenja sadržaja mulita može doći i zbog njegovog rastvaranja u formiranom feldspatno-kvarcnom rastopu. Neke od najznačajnijih karakteristika elektroporcelana prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1: Neke od najznačajnijih karakteristika elektroporcelanskih masa C-120 i C-130 prema IEC publikaciji 672-2 (4)

Osobine	Simbol	Jedinica mere	C-120	C-130
Otvorena poroznost	P	zapr. %	0,0	0,0
Zapreminska gustina	ρ	g/cm ³	2,3	2,5
Čvrstoća na savijanje	neglazirani	Mpa	90	140
	glazirani	MPa	110	160
Modul elastičnosti	E	GPa	100	100
Otpor na termički šok	Δt	°K	150	150
Električna čvrstoća	E_d	kV/mm	20	20
Podnosivi napon	U	kV	30	30
Relativna dielektrična konstanta	ϵ		6-7	6-7,5

2. EKSPERIMENTALNI DEO

U cilju dobijanja opštih zaključaka o mogućnosti procesiranja elektroporcelanske mase povećanih mehaničkih osobina, korišćena je aluminatna elektroporcelanska masa pripremljena od sirovina koje se koriste u proizvodnji visokonaponskog elektroporcelana u fabrici elektroporcelanskih izolatora AD „Elektroporcelan“ iz Novog Sada. Aluminatna elektroporcelanska masa, korišćena za ispitivanja u ovom radu, predstavlja višekomponentni sistem, formiran od plastičnih i neplastičnih keramičkih sirovina, Hecht (5), čija kompleksnost u potpunosti dolazi do izražaja tokom procesa sinterovanja, usled obrazovanja novih jedinjenja (mulit) i tečne faze (sinterovanje u prisustvu tečne faze).

Uzorci su prema zadatim recepturama samleveni u laboratorijskim mlinovima, zatim oblikovani na laboratorijskoj vakum presi, sušeni u laboratorijskoj sušari na 110 °C i sinterovani u pogonskoj peći na 1250 °C. Karakterizacija uzoraka je izvršena preko standardnih fizičkih metoda ispitivanja (određivanje gustine i poroznosti) , zatim preko određivanja mehaničke jačine na savijanje , određivanja dielektrične probojnosti. Pored navedenih osobina izvršena je karakterizacija mikrostrukture pomoću skenirajućeg elektronskog mikroskopa, zatim rendgensostrukturalna ispitivanja i termička ispitivanja pomoću dilatometra. Neki rezultati navedeni ispitivanja su prikazani u delu koji se odnosi na rezultate ispitivanja.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Na slici 1 i 2 je prikazana mikrostruktura uzorka C-130 dobijena na skenirajućem elektronskom mikroskopu, pri uvećanju od 4300 puta.

Sl.1. Obrazovanje usamljenih ostrvaca primarnog mulita (PM), skenirajuća elektronska mikroskopija x 4300

Sl.2. Međusobno povezivanje zatvorenih pora (ZP) i nepromenjeno zrno feldspata (F), skenirajuća elektronska mikroskopija x 4300

Na osnovu analize mikrostrukture prikazanih uzoraka na slici 1. se uočavaju zrna primarnog mulita kao novostvorene faze u toku termičke obrade na 1250 °C. Zbog povećanja viskoziteta staklaste faze, uslovljenog prisustvom zrna alumine na sl.2 se uočavaju još nerastopljena zrna feldspata, koja su doprinela da se udeo staklaste faze smanji. Smanjenjem udela staklaste faze ostao je nepopunjen prostor u mikrostrukтури elektroporcelana, a kojega sada predstavljaju zatvorene pore (ZP). Ova činjenica ukazuje da je ostalo još prostora za popunjavanje sa novonsatalom staklastom fazom koja se razvija sa podizanjem završne temperature sinterovanja. U tabeli 2. prikazani su rezultati ispitivanja elektroporcelanskih masa nakon termičke obrade na 1250 °C. Uzorci sa oznakom C-120 predstavljaju standardnu elektroporcelansku masu, a uzorci sa oznakom C-130 predstavljaju elektroporcelansku masu povećanih mehaničkih osobina.

Tabela 2: Vrednosti nekih fizičkih, mehaničkih i električnih osobina elektroporcelanskih masa, nakon njihove termičke obrade na 1250 °C

Osobine	Simbol	Jedinica mere	C-120	C-130
Otvorena poroznost	P	zapr. %	0,0	0,0
Zapreminska gustina	ρ	g/cm ³	2,45	2,55
Čvrstoća na savijanje	neglazirani	Mpa	118	141
	glazirani	Mpa	142	160
Električna čvrstoća	E_d	kV/mm	28	30

Analizom prikazanih rezultata, uočava se da masa sa oznakom C-130 pokazuje veće vrednosti za navedene osobine nego masa C-120. Upoređivanjem prikazanih vrednosti sa vrednostima za standardne mase (tabela 1), uočava se da masa sa oznakom C-130 zadovoljava fizičke, mehaničke i električne zahteve koje postavlja IEC standard, publikacija 672-2.

4. ZAKLJUČCI:

1. Na osnovu saznanja o mikrostrukтури i na osnovu postavljenih uslova procesiranja i termičkoj obradi na 1250 °C dobijena je masa povećanih mehaničkih zahteva sa oznakom C-130.
2. Na osnovu rezultata ispitivanja fizičkih, mehaničkih i električnih osobina zaključuje se da elektroporcelanska masa sa oznakom C-130 zadovoljava postavljene zahteve prema IEC propisima, publikacija 672-2, za materijale bazirane na alkalnim alumosilikatima, podgrupa C-130
2. Upoređivanjem sa standardnom elektroporcelanskom masom uočava se da masa povećanih mehaničkih zahteva, sa oznakom C-130, pokazuje za oko 20 % veće vrednosti mehaničkih osobina nego standardna elektroporcelanska masa.

5. LITERATURA:

1. Kingery W.D. Interduction to Ceramics, John While and sons, New York 1976, p-20
2. Budnikov P.P., Gevorkyan H.O., Obđig farfora, Moskva, 1972, s-78
3. Vydrik G.A., Kostnjakov N.S. Fizičko-hemijski osnovi proizvodstva i eksploataciji elektrokeramiki, Moskva, 1971, s-78
4. IEC publikacija 672-2, 1984
5. Hecht A., Die Elektrokeramik, Springer Verlag, Berlin, 1976, s-21



