

KOMPARATIVNA ANALIZA SILIKONSKIH I MINERALNIH TRANSFORMATORSKIH ULJA

Vladana Rajaković, Ksenija Drakić, Velinka Pejović
Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Beograd

Sadržaj: Mineralna ulja su dielektrični fluidi koji se primenjuju u električnoj opremi. Lako su dostupna na tržištu, imaju relativno nisku cenu i odlične fizičke i električne karakteristike. Nedostatak mineralnih izolacionih ulja je niska tačka paljenja i tačka zapaljivosti. Polihlorovani bi-fenili (PCB), komercijalni naziv Askareli, su sintetizovani kao alternativa mineralnim izolacionim uljima. PCB imaju izvanredne dielektrične karakteristike i manje su zapaljivi od mineralnih ulja. Međutim, otkriveno je da su PCB kancerogeni i štetni za životnu okolinu. Zakon danas propisuje izbacivanje PCB iz upotrebe. Razlikujemo dva glavna tipa fluida koja su zamena za PCB i nisu zapaljiva, kao mineralna izolaciona ulja. Prvi tip predstavljaju ugljovodonici, koji mogu biti prirodni ili sintetski. Drugi tip su sintetski polimeri na bazi silikona. U ovom radu je dat pregled karakteristika silikonskih fluida. Navedene su glavne osobine silikonskih ulja. Navedene su metode za određivanje gasova kvara u silikonskim uljima, kao i metode za njihovu analizu. U eksperimentalnom delu je dat primer određivanja karakteristika silikonskog ulja. Rezultati potvrđuju da je moguće analizirati karakteristike silikonskih ulja u laboratoriji za izolacione fluide "Instituta Nikola Tesla" ("INT"), iako su ova merenja preliminarna, u cilju utvrđivanja proširivanja delatnosti laboratorije za ispitivanje izolacionih ulja i na silikonska ulja.

Cljučne reči: izolacioni fluid, silikonsko ulje, transformatorsko ulje

1 UVOD

Mineralna ulja su dielektrični fluidi koji se primenjuju u električnoj opremi. Lako su dostupna, imaju relativno nisku cenu na tržištu, imaju odlične fizičke i električne karakteristike. Nedostatak mineralnih izolacionih ulja je relativno niska tačka paljenja i tačka zapaljivosti. Prema definiciji, tačku paljenja predstavlja najniža temperatura do koje se proizvod zagreva da bi se emitovana isparenja trenutno zapalila u prisustvu plamena, u standardnim uslovima. Tačka zapaljivosti predstavlja najnižu temperaturu na kojoj se proizvod pali i nastavlja da gori za određeno vreme posle dejstva malog plamena na njegovu površinu u standardnim uslovima. Manje zapaljivi dielektrični fluid od mineralnih izolacionih ulja je postao imperativ. Kao alternativa mineralnim uljima sintetizovani su polihlorovani bifenili, PCB, (jedan od komercijalnih naziva je Askareli), koji imaju izvanredne dielektrične karakteristike i manje su zapaljivi od mineralnih ulja. Međutim, utvrđeno je da su PCB štetni za životnu okolinu i kancerogeni. Upotreba fluida sa takvim karakteristikama je zakonom zabranjena i PCB su izbačeni iz upotrebe. Prema sastavu, razlikujemo dva glavna tipa fluida, koji su alternativa PCB, a manje su zapaljivi od mineralnih izolacionih ulja. Prvi tip čine ugljovodonici, prirodni ili sintetski, velike molarne mase (*engl. High Molecular Weight Hydrocarbon-HMWH*).

Drugi tip su sintetski polimeri na bazi silikona [1].

Tačka paljenja i tačka zapaljivosti najčešće korišćenih dielektričnih fluida date su u tabeli 1.

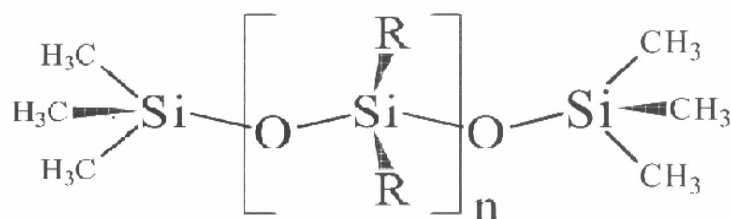
Tabela 1. Tačka paljenja i tačka zapaljivosti dielektričnih fluida [1]

Dielektrični fluid	PCB	Mineralno ulje	HMWH	Silikonsko ulje
Tačka paljenja (°C)	195	150	284	300
Tačka zapaljivosti (°C)	Nisu zapaljivi	165	312	343

Vrednosti za tačke paljenja i tačke zapaljivosti prikazane u tabeli 1 ukazuju na prednosti silikonskih fluida u odnosu na mineralna ulja i HMWH, jer silikonski fluidi imaju razliku između tačke paljenja i tačke zapaljivosti od 43 °C, a za mineralna izolaciona ulja ta razlika je samo 15 °C. Veća razlika u temperaturi predstavlja veći faktor stabilnosti. Iz tabele 1 se vidi da su PCB nezapaljivi, što je bio razlog ekspanzije PCB u periodu kada nije bila dostignuta svest o važnom ekološkom aspektu. Razvoj silikonskih ulja zasnovan je na činjenici da je u intervalu od 43 °C od tačke paljenja do tačke zapaljivosti moguća prevencija u sprečavanju požara. Oštećenja i kvarovi električne opreme nastaju najčešće zbog požara i zapaljivosti opreme. Silikonska ulja su fluidi koji pri zagrevanju oslobađaju neznatne količine pare. Potpunim sagorevanjem silikonskih fluida nastaju proizvodi kao što su primarni silikat SiO₂, voda i ugljen-dioksid. Amorfnu silicijum koji se formira na površini silikonskog fluida smanjuje toplotni fluks u odnosu na fluid koji gori i tako se smanjuje brzina sagorevanja.

2 FIZIČKE I HEMIJSKE KARAKTERISTIKE SILIKONSKIH IZOLACIONIH TEČNOSTI

Silikonske izolacione tečnosti su prema sastavu sintetski linearni polimeri čija je struktura prikazana na slici 1[2].



Slika 1 - Struktura sintetskih silikonskih fluida [2]

Organske grupe, obeležene slovom -R, mogu biti alifatične ili aromatične grupe i mogu se nalaziti na bilo kom atomu silicijuma. Krajnje, završne grupe su najčešće trimetil grupe. Silikonski polimeri kod kojih su krajnje metil grupe, -CH₃, nazivaju se polidimetilsiloksani (PDMS). Molekulsku masu polimera određuje n (broj strukturnih jedinica) i organske grupe -R. Vrednost n varira od 0-2000. Fizičke karakteristike silikonskih fluida, u prvom redu viskoznost, isparljivost i provodljivost, zavise od molekulske mase. Sa povećanjem molekulske mase raste viskoznost, a smanjuje se

isparljivost i termička provodljivost fluida. Broj umreženih grupa utiče na viskoznost koja se u zavisnosti od broja n kreće od 0,65 do 2 500 000 mm^2/s . Širok opseg viskoznosti omogućava PDMS fluidima najraznovrsniju primenu, od dielektričnih fluida, do antipenušavaca i provodnika toplote. Koriste se i u kozmetici, i u automobilske industriji.

Tipičan predstavnik PDMS fluida koji se koristi za transformatore je PDMS kod koga su sve –R grupe metil grupe, a viskoznost 50 mm^2/s . U tabeli 2 date su karakteristike silikonskih ulja i mineralnih izolacionih ulja i metode koje se od strane Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) preporučuju za proveru kvaliteta [3,4,5].

3 KONTROLA SILIKONSKIH FLUIDA

Dielektrični fluidi u električnoj opremi imaju tri primarne uloge. Prva je uloga dielektrika, odnosno moraju biti dobar izolator, rashladno sredstvo i impregnant. Ove karakteristike treba da budu trajne, dok je fluid u funkciji. Fluidi koji se koriste u transformatorima treba da budu stabilni, inertni i dugog veka trajanja. Dielektrični fluidi su izloženi električnim i termičkim stresovima koji menjaju strukturu fluida. Različite nečistoće, vlaga i kiseonik iz atmosfere ili iz konstrukcionih materijala transformatora mešaju se sa izolacionim fluidom. Nečistoće hemijski ili fizički reaguju sa fluidom i menjaju karakteristike fluida. Vlaga iz atmosfere ili čestice celuloze, iz papirne izolacije, se disperguju ili rastvaraju u fluidu i umanjuju kvalitet fluida. Kiseonik reaguje sa mineralnim uljem pri čemu nastaju kiseline i formira se talog. Silikonske tečnosti su u odnosu na mineralna ulja otpornije na oksidaciju i nema formiranja kiselina. ASTM metode koje predstavljaju dijagnostičke testove za određivanje fizičkih karakteristika, čistoće i funkcionalnosti izolacionih fluida mogu se uz izvesne izmene (u odnosu na mineralna izolaciona ulja) primeniti i za silikonska ulja [6]. Procedura za uzimanje uzorka silikonskog ulja iz transformatora je identična kao i kod mineralnih izolacionih ulja. ASTM metode koje se preporučuju za kontrolu i održavanje silikonskih ulja su date u tabeli 3.

Većina navedenih ASTM metoda su razvijene za karakterizaciju i ocenu kvaliteta mineralnih ulja, ali se mogu primeniti i za silikonska ulja. Metoda za određivanje dielektrične čvrstoće mineralnih ulja zahteva modifikaciju pri merenju silikonskih ulja. Kod mineralnih ulja određivanje dielektrične čvrstoće izvodi se sa 6 uzastopnih, konsektivnih merenja na istom uzorku. Za silikonska ulja merenje se izvodi uvek sa novom količinom ulja. Modifikacija testa za dielektričnu čvrstoću za silikonska ulja je neophodna zbog toga što se usled pražnjenja luka menja silikonsko ulje.

4 OTKRIVANJE KVARA U TRANSFORMATORIMA NAPUNJENIM SILIKONSKIM ULJEM

Analiza gasova koji nastaju usled kvara u transformatoru određuje se gasnom hromatografijom, koja je usvojena kao dijagnostička metoda.

Gasna hromatografija se primenjuje i kod gasne analize silikonskih ulja. Gasnom analizom utvrđuje se sastav i sadržaj produkata degradacije izolacionih ulja. Na osnovu rezultata gasne analize moguće je otkriti prisustvo i vrstu kvara (električnog ili termičkog). Griffin se bavio intenzivnim istraživanjima uslova pod kojima dolazi do kvarova [7]. Gasovi male molekulske mase koji nastaju usled prisustva kvara u transformatoru sa silikonskim uljem su isti gasovi koji su prisutni kod kvara transformatora sa mineralnim uljem. To su: vodonik, ugljen-monoksid, ugljen-dioksid, metan, etan, etilen i acetilen. Koncentracija navedenih gasova u fluidu zavisi od brojnih

faktora kao što su: temperatura, koncentracija rastvorenog kiseonika i prisustvo metalnih katalizatora, od kojih je najzastupljeniji bakar. Svaki kvar karakteriše određena grupa gasova. Kod termičkih kvarova najčešće je prisutan metan sa pratećim vodonikom, ugljen-monoksidom, etilenom i etanom. Vodonik i metan su rezultat pojave korone. Lučno pražnjenje izaziva nastanak vodonika, metana, ugljen-monoksida i acetilena. Primećeno je, na primer, da je odnos između vodonika i acetilena kod silikonskih ulja mnogo veći u odnosu na mineralna ulja za ista lučna pražnjenja [7].

Tabela 2. Fizičke i hemijske karakteristike dielektričnih fluida, pri isporuci [3]

Karakteristika	Metoda	Mineralno ulje	Silikonsko ulje
Probojni napon (kV)	IEC 60156	≥ 30	≥ 40
Tangens ugla gubitaka na 90 °C	IEC 60247	$< 0,005$	$< 0,001$
Gustina na 20 °C (kg/dm ³)	ISO 3675	$\leq 0,895$	0,955-0,970
Tačka stinjavanja (°C)	ISO 3016	≤ -30	≤ -50
Međupovršinski napon (mN/m)	ISO 6295	40	20,8
Viskoznost (mm ² /s) na 40 °C	ISO 3104	$\leq 16,5$	40±4
Sadržaj vode (mg/kg)	IEC 60814	≤ 30	50
Tačka paljenja (°C)	ISO 2719	≥ 140	> 240
Tačka zapaljivosti (°C)	ASTM D-92	160	371

Pored razlike u koncentracijama rastvorenih gasova u fluidu, razlikuju se i koncentracije gasova iznad fluida. Ostvaldov koeficijent rastvorljivosti za gasove kvara u mineralnim izolacionim uljima se razlikuje u odnosu na silikonske fluide. Razlika u rastvorljivosti je navedena u tabeli 4. Navedene vrednosti su ravnotežne i ne mogu se očekivati u promenljivim uslovima okruženja, odnosno za transformatore u pogonu, kod koga se okruženje i uslovi neprestano menjaju.

Interpretacija rezultata gasne analize bazira se na praktičnom, iskustvenom pristupu i empirijskim metodama. Kod mineralnih izolacionih ulja analiza rezultata merenja obuhvata "ključne" gasove kvara i njihov odnos. *IEEE* propisi daju smernice za granične koncentracije za svaki gas kvara, kao i za ukupnu koncentraciju gasova kvara. Gasnohromatografska analiza treba da ukaže na vezu između ključnih gasova kvara i detekciju vrste kvara i mesta kvara u transformatoru. Podaci za transformatore napunjene mineralnim izolacionim uljem su brojniji od podataka za silikonska ulja, ali postoje smernice *IEEE* na osnovu kojih se mogu interpretirati i rezultati gasne analize

kod transformatora napunjenih silikonskim uljima. Kvar čvrste izolacije transformatora usled razgradnje papira može se utvrditi i u silikonskim uljima. Prisustvo oksida ugljenika, a odsustvo ugljovodonika je signal za razgradnju celuloze. Određivanje furanskih jedinjenja, kao i kod mineralnih izolacionih ulja, se preporučuje kao test na osnovu koga se potvrđuje obim degradacije celuloze. Razgradnja celuloze praćena je izdvajanjem furanskih jedinjenja.

IEEE preporuke se takođe odnose na uvrđivanje početnog stanja, odnosno praćenje transformatora od trenutka puštanja u rad, nedeljno ili mesečno, dok se ne ustali režim rada transformatora.

Brzina nastanka i povećanje koncentracije gasa je ključni parametar, na osnovu koga se može oceniti ozbiljnost kvara. Za sada još nisu utvrđene IEEE vrednosti za brzinu nastanka gasa, na osnovu kojih se može proceniti veličina kvara, ali je svaki porast i prisustvo acetilena, uopšte, signal za izuzetno ozbiljan kvar, kod transformatora sa silikonskim uljima.

Tabela 3. Testovi koji se preporučuju za održavanje silikonskih transformatorskih fluida [2]

Test	ASTM	Granična vrednost	Prekoračenje granične vrednosti ukazuje na prisustvo
<u>Minimum testiranja</u>			
Vizuelna kontrola		kristalno čista boja, bez čestica	Čestica, taloga, slobodne vode, promenu boje
Dielektrična čvrstoća (kV)	D-877	>35 u stanju isporuke >25 iz transformatora	Čestica ili slobodne vode
<u>Dodatna testiranja koja se preporučuju</u>			
Sadržaj vode (mg/kg)	D-1533B	<100	Viška vode
Faktor dielektričnih gubitaka (%)	D-924	<0-1	Polarnih/jonskih kontaminanata
Viskoznost (mm ² /s)	D-445	50 + 5	Degradacije ili kontaminacije
Tačka zapaljivosti (°C)	D-92	>340 °C	Kontaminacije isparljivim jedinjenjima
Kiselinski broj (mg KOH/g ulja)	D-974 D-664	/	Degradacije celulozne izolacije ili kontaminacije

Tabela 4. Ostvaldovi koeficijenti rastvorljivosti gasova u izolacionim fluidima [2]

GAS	Silikonsko ulje	Mineralno ulje
Vodonik (H ₂)	0,057	0,0429
Azot (N ₂)	0,143	0,0745
Ugljen-monoksid (CO)	0,096	0,102
Kiseonik (O ₂)	0,175	0,138
Metan (CH ₄)	0,514	0,337
Ugljen-dioksid (CO ₂)	1,401	0,900
Acetilen (C ₂ H ₂)	1,411	0,938
Etilen (C ₂ H ₄)	1,018	1,35
Etan (C ₂ H ₆)	1,339	1,99

Za transformatore kod kojih nema utvrđenog početnog stanja, IEEE preporučuje granične koncentracije, koje se baziraju na iskustvu brojnih laboratorija i njihovih merenja. Ove granične koncentracije date su u tabeli 5 [8]. Ako koncentracija bilo kog gasa ili ukupna zapremina rastvorenog gasa u fluidu prekorači kritične koncentracije, treba ponoviti merenja u cilju kontrole i praćenja porasta i promena koncentracije gasa što ukazuje na obim kvara.

Tabela 5. IEEE granične koncentracije gasova u silikonskim uljima [8]

GAS	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₂	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	CO	CO ₂	ukupno
Granična koncentracija (ppm _{vol})	200	100	1	30	30	3000	30 000	33600

Druga faza u interpretaciji rezultata predstavlja otkrivanje vrste kvara. Sadašnje IEEE preporuke su navedene u tabeli 6 [8]. Kako se baza podataka za silikonska ulja bude uvećavala i ove preporuke će verovatno biti modifikovane ili proširene.

5 PRIKAZ REZULTATA MERENJA U LABORATORIJI

Rezultati izvršenih merenja i određivanje fizičkih, hemijskih i električnih karakteristika uzoraka silikonskog i mineralnog ulja, urađeni u laboratoriji INT-a, prikazani su tabelarno, zbog bolje preglednosti, u tabeli 7. Kod oba uzorka ispitivane su

sledeće karakteristike: FIZIČKE (gustina, tačka paljenja i viskoznost), ELEKTRIČNE (faktor dielektričnih gubitaka, dielektrična čvrstoća, specifična električna otpornost i relativna permitivnost) i HEMIJSKE (sadržaj vode i neutralizacioni broj). Na osnovu dobijenih rezultata uočena je saglasnost sa preporukama IEEE-a i iskustvima drugih laboratorija.

Tabela 6. Interpretacija vrste kvara [8]

Vrsta kvara	Ključni gasovi	Dodatni gasovi	Napomene
Povećana temperature u fluidu	CO (glavni), CO ₂ , CH ₄	H ₂ i C ₂ H ₆	1
Povećanje temperature u celulozi	CO (glavni) i CO ₂	-	-
Pojava korone	H ₂ i CH ₄	CO, C ₂ H ₂ , C ₂ H ₄ , C ₂ H ₆	-
Pojava lučnog pražnjenja	H ₂ i C ₂ H ₂	CH ₄ , C ₂ H ₄ , CO, CO ₂	2

Napomene:

- 1) Prodor kiseonika u fluid. Formiranje CO i CO₂, kao i CH₄, favorizovano je pri niskim koncentracijama kiseonika u fluidu.
- 2) Odnos gasova C₂H₂/H₂ raste sa porastom energije lučnog pražnjenja.

6 ANALIZA REZULTATA ISPITIVANJA

Kao što je napomenuto, glavni nedostatak mineralnih izolacionih ulja je relativno niska tačka paljenja. U odnosu na silikonsko ulje koje je ispitivano u laboratoriji instituta "Nikola Tesla" razlika između tačke paljenja silikonskog ulja i mineralnog ulja je 129 °C. Razlika koja je izmerena ukazuje na manju opasnost od požara, pregrevanja i drugih neželjenih pojava, kod silikonskih ulja.

Na osnovu rezultata i određivanja karakteristika silikonskog ulja i poređenjem sa mineralnim uljem utvrđeno je da su razlike i prednosti silikonskih ulja sledeće:

- Veća je otpornost silikonskih ulja od požara, što je veoma značajno sa aspekta zaštite opreme od potencijalnih požara.
- Veća je viskoznost silikonskih ulja u odnosu na mineralna ulja.
- Kod uzorka silikonskog ulja izmereni sadržaj vode je iznad granične vrednosti (50 mg/kg), što znači da je neophodna obrada ulja, filtriranjem i sušenjem, pre nalivanja u transformator i puštanja u pogon.
- Sa aspekta karakterizacije, količina ulja koja se troši za merenje je u znatnoj meri veća od količine mineralnog ulja.

Tabela 7. Uporedna tabela karakteristika silikonskog i mineralnog ulja

<u>Ispitivanje</u>	<u>Silikonsko ulje</u>	<u>Mineralno ulje</u>
<u>Fizičke karakteristike</u>		
Gustina na 20 °C (kg/dm ³)	0,963	0,869
Kinematska viskoznost $\nu_{40\text{ °C}}$ (mm ² /s)	38,3	9,07
Dinamička viskoznost, $\eta_{40\text{ °C}}$ (mN/m ² *s)	36,8	7,88
Tačka paljenja (°C)	271	142
Površinski napon (mN/m)	43	41
<u>Električne karakteristike</u>		
Faktor dielektričnih gubitaka $\text{tg } \delta * 10^3$	7,1	2,9
Specifična električna otpornost ρ (G Ω *m)	3584,5	609,2
Dielektrična čvrstoća (kV/cm)	170 170 170 175 190 175	300.300. 300. 300. 300.300. >300
Relativna dielektrična konstanta ϵ_R	2,48	2,05
<u>Hemijske karakteristike</u>		
Sadržaj vode (mg/kg)	78	12
Neutralizacioni broj (mg KOH/g ulja)	0,01	0,01

7 ZAKLJUČAK

Silikonski fluidi imaju bolje karakteristike od mineralnih ulja kao dielektrični fluidi. Adekvatna su alternativa polihlorovanim bifenilima. Visoka tačka paljenja i tačka zapaljivosti čini ih pogodnim sa aspekta ekološke zaštite. Silikonski fluidi su manje toksični od mineralnih ulja i njihovom eksploatacijom nastaje samo ugljen-monoksid. Silikonski fluidi su otporni na oksidaciju i nema nastanka kiselina, što predstavlja problem kod mineralnih ulja. Silikonska ulja imaju viši viskozitet od mineralnih ulja i njihova ukupna toplotna provodljivost je manja od mineralnih ulja. Rezultati merenja karakteristika silikonskih ulja ukazuju na mogućnost proširivanja delatnosti laboratorije za ispitivanje izolacionih ulja u laboratoriji INT. Razvoj i unapređenje metoda za određivanje karakteristika silikonskih ulja, kao i kontrola i praćenje stanja transformatora može se vršiti u laboratoriji INT-a.

LITERATURA:

- [1] J.L. Goudie, "Less Flammable Transformer Liquids Gain Acceptance", CEE News, Feb. 1993.
- [2] F. Jakob, K. Jakob, N. Perjanik, "Silicone Dielectric Fluids", Analytical ChemTech International, Inc.
- [3] IEEE C57.111-1984, "IEEE Guide for Acceptance of Silicone Fluids and its Maintenance in Transformers"
- [4] IEEE C57.121-1988, "IEEE Guide for Acceptance and Maintenance of Less Flammable Hydrocarbon Fluid in Transformers"
- [5] IEEE C57.106-1991, "IEEE Guide for Acceptance and Maintenance of Insulating Oil in Equipment"
- [6] 1996 Annual Book of ASTM Standards, Vol. 10.03, "Standard Test Methods for Silicone Fluids Used for Electrical Insulation", Designation: D2225-92, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA 1996.
- [7] Griffin, P.J., "Analysis for Combustible Gases in Transformer Silicone Fluids," Minutes of the Fifty-Second Annual International Conference of Doble Clients, 1987, Section 10-701.
- [8] IEEE Trial-Use Guide for the Interpretation of Gases Generated in Silicone-Immersed Transformers," IEEE Draft P1258, IEEE, NY, NY September 1995.

Abstract: Mineral oil based dielectric fluids have been used more extensively than other dielectric fluids in electrical equipment because of their wide availability, low cost and excellent physical and electrical properties. Their only shortcoming is their relatively low flash and fire points. Polychlorinated bi-phenyls, PCB's, known generically as Askarels, were developed as alternative dielectric fluids. PCB's have excellent dielectric properties and they are far less flammable than mineral oils. Unfortunately PCB's turned out to be an environmentally hazardous material. Federal regulations subsequently mandated elimination of PCB's. This regulation lead to a search for replacement dielectric fluids that are not as flammable as mineral oil. Two major types of fluids were developed. The first is a less flammable hydrocarbon fluid, which could be either a natural or synthetic blend of hydrocarbons. This type of hydrocarbon fluid is often designated as a high molecular weight hydrocarbon, HMWH.

The second type of less flammable fluid type, which was first introduced in 1974, is a synthetic silicone based polymer. It has been estimated that as of 1993 over 100,000 transformers have been filled with silicone fluids and more than 25,000 have been filled with HMWH1. In this paper main characteristics of silicone fluids have been listed and discussed about.

**CHARACTERISTICS OF SILICONE DIELECTRIC FLUIDS AND THEIR
ADVANTAGES COMPARED WITH MINERAL INSULATING OILS**

Vladana Rajaković, Ksenija Drakić, Velinka Pejović,