

Szigetelőolajok minőség-tendenciái - miként tart lépést ezekkel a hazai kőolajipar

VIII. Szigetelésdiagnosztikai Konferencia

2008. április 23-25.

Egerszalók



Kocsisné Mosolygó Enikő

Termékfejlesztő mérnök – ipari olajok
MOL- LUB Kft.

- ▶ Történeti áttekintés - MOL szigetelőolajok
- ▶ Transzformátorolajok funkciója és alkalmazása
- ▶ Specifikációk – régi és új IEC
- ▶ Korrozív kén probléma
- ▶ MOL transzformátor olajok minősége

Szigetelőolaj-gyártás – történeti áttekintés

- ▶ Almásfüzitői finomító alapítása: 1907 – 100 éves múlt
- ▶ 1960
 - ▶ furfurolos finomító üzem - nafténes olajok feldolgozása
 - ▶ neminhibitált transzformátorolaj gyártás
- ▶ 1971
 - ▶ A Magyar Villamos Művek együttműködésével
 - ▶ TO 40A nagyteljesítményű inhibitált transzformátorolaj kifejlesztése és jóváhagyása
(Technol (ma Nynas) US 4000 helyettesítésére)
- ▶ Formulák továbbfejlesztése
 - ▶ 1997 - áttérés az MSZ IEC 296 minőségre (MSZ 153 helyett)
 - ▶ 2004 - az új IEC szabvány adaptációja



Szigetelőolajok – általános áttekintés

- ▶ Követelmények
 - ▶ elektromos szigetelés
 - ▶ villamos ív kioltása
 - ▶ hűtés
 - ▶ korrózió elleni védelem
 - ▶ gázabszorpció
 - ▶ oxidációgátló hatás

- ▶ Alkalmazás
 - ▶ Olaj-töltésű transzformátorok
 - ▶ Kapcsolók, megszakítók
 - ▶ nagyfeszültségű kapacitív cellák
 - ▶ Röntgen-készülékek



Szabványok, specifikációk

- ▶ IEC 60296 (2003)
 - ▶ leginkább elterjedt Európában
 - ▶ üzemeltetési jellemzők
 - ▶ finomítás és stabilitás
 - ▶ elektromos tulajdonságok
 - ▶ EBK (egészség, biztonság, környezet)
- ▶ ASTM D 3487
 - ▶ Észak-Amerikában jellemző
- ▶ Egyéb
 - ▶ BS
 - ▶ Gépgyártók (Alstom, Siemens, stb.)

Szigetelőolajok – főbb tulajdonságok (IEC 60296)

- ▶ **funkcionális (üzemeltetési) jellemzők**
- ▶ **kémiai jellemzők**
- ▶ **EBK - egészség, biztonság és környezet**

Szigetelőolajok tulajdonságai – Funkcionális jellemzők

- ▶ viszkozitás
 - ▶ tipikusan 9,0-10,5 cSt 40°C-on
 - ▶ tipikusan 20-25 cSt 20°C-on
- ▶ alacsony hőmérsékleti viszkozitás
 - ▶ lényeges – hidegfolyási képesség
- ▶ fagyáspont
 - ▶ követelmény: -40 °C maximum, tipikus -45 - -60 °C
 - ▶ nafténes kompozíciójú az olaj
- ▶ víztartalom
- ▶ átütési feszültség
- ▶ dielektromos veszteségi tényező ($\text{tg}\delta$) 90°C-on
- ▶ sűrűség

Specifikációk – régi és új IEC

<i>Jellemző</i>	<i>Követelmény</i>	<i>régi IEC Class I(IA)</i>	<i>régi IEC Class II(IIA)</i>	<i>új IEC</i>
Kinematikai viszkozitás 40°C-on (EN ISO 3104) - mm ² /s	max.	16.5	11.0	12.0
Kinematikai viszkozitás -15°C-on (EN ISO 3104) - mm ² /s	max.	800		
Kinematikai viszkozitás -30°C-on (EN ISO 3104) - mm ² /s	max.		1800	1800
Folyáspont (ISO 3016) - °C	max.	-30	-45	-40
Víztartalom (EN 60814) – mg/kg (ömlesztett/hordó)*	max.	30/40*	30/40*	30/40*
Átütési feszültség (IEC 60156)				
- kezelés előtt (IEC 60156 - kV	min.	30	30	30
- kezelés után (IEC 60156) - kV	min.	50	50	70
Sűrűség 20°C-on (ISO 12185) - g/cm ³	max.	0.895	0.895	0.895
Dielektr. vesz. tényező, tgδ 90°C-on (IEC 60247)	max.	0.005	0.005	0.005



Laboratóriumi műszerek



folyáspont



viszkozitás

9

Laboratóriumi műszerek



- ▶ Víztartalom - coulometriás Karl-Fischer titrálás
- ▶ IEC 60814

Átütési feszültség

- ▶ az olajba merített elektródok között ívkisülés nélkül alkalmazható maximális feszültség
- ▶ nem határozza meg a transzformátor maximum feszültségét
- ▶ főként a víztartalom és más szennyezők befolyásolják



Dielektromos veszteségi tényező ($\tan\delta$)



- ▶ teljesítmény-veszteség, a dipólus-molekulák elektródok között fellépő orientációja és reorientációja következtében
- ▶ függ a hőmérséklettől, feszültségtől, az áram karakterisztikájától
- ▶ Követelmény: $\max. 50 \cdot 10^{-4}$

Szigetelőolajok – főbb tulajdonságok (IEC 60296) - 2

- ▶ **funkcionális (üzemeltetési) jellemzők**
- ▶ **kémiai jellemzők**
- ▶ **EBK - egészség, biztonság és környezet**



Szigetelőolajok tulajdonságai – kémiai jellemzők

- ▶ Külső
 - ▶ tiszta, fényes, szuszpendált anyagoktól mentes
- ▶ Semlegesítési szám / savasság
 - ▶ a savas komponensek összes mennyisége
- ▶ Határfelületi feszültség
 - ▶ víz és olaj határfelületén
 - ▶ a víznek a szigetelőolajba való átjutási hajlama a víz-olaj határfelületen
- ▶ Kéntartalom
- ▶ Korrozív kén
 - ▶ néhány vegyület korróziót okoz a réz felületén
 - ▶ ezüst vagy réz felületen vizsgáljuk
 - ▶ új szigorított vizsgálati módszerek
- ▶ Antioxidáns adalékok
 - ▶ inhibált termékek oxidációs stabilitását javítja, az olaj élettartamát növeli
- ▶ Furfurol tartalom
 - ▶ a papír szigetelés károsodását okozhatja

Specifikációk – régi és új IEC

Jellemző	Követelmény	régi IEC Class I	régi IEC Class II	új IEC
Külső (vizuális)				
Semlegesítési szám (IEC 296) – mgKOH/g	max.	0,03	0,03	-
Savszám (IEC 62021-1) – mgKOH/g	max.	-	-	0,01
Határfelületi feszültség (ISO 6295) – mN/m	max.	(40)	(40)	(40)
Összes kéntartalom () - %(m/m)	max.	-	-	(0,15)
Korrozív kén (ISO 5662) – rézlemez		nem korrozív	nem korrozív	-
Korrozív kén (DIN 51353) – ezüst lemez		-	-	nem korrozív
Antioxidáns adalékok (IEC 60666) - %(m/m)	##	(0-0,08)	0,15-0,40	U: nem detektálható T: max. 0,08% I: 0,08-0,40%
2-Furfurol tartalom (IEC 61198) – mg/kg	max.	-	-	0,1

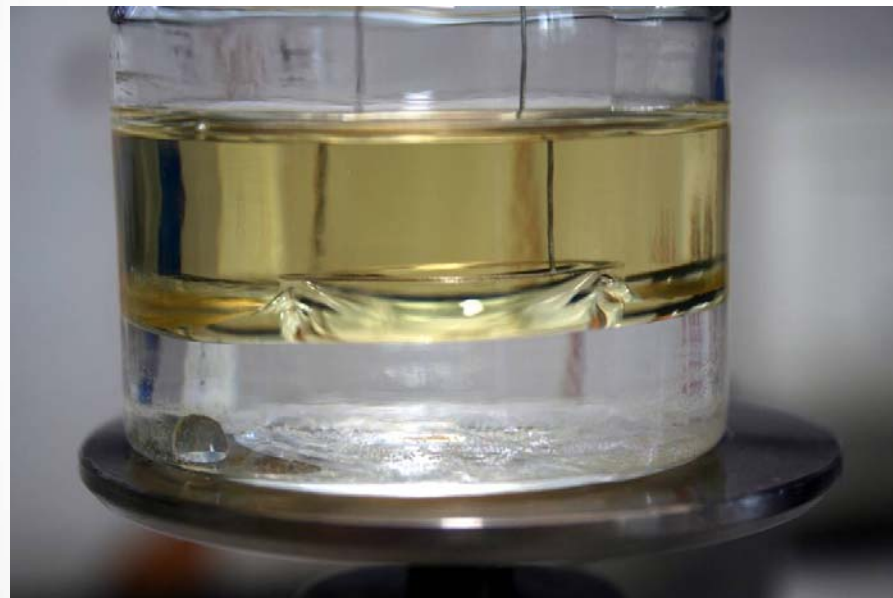


- ▶ Titrimetriás módszer – IEC 62021-1

Határfelületi feszültség



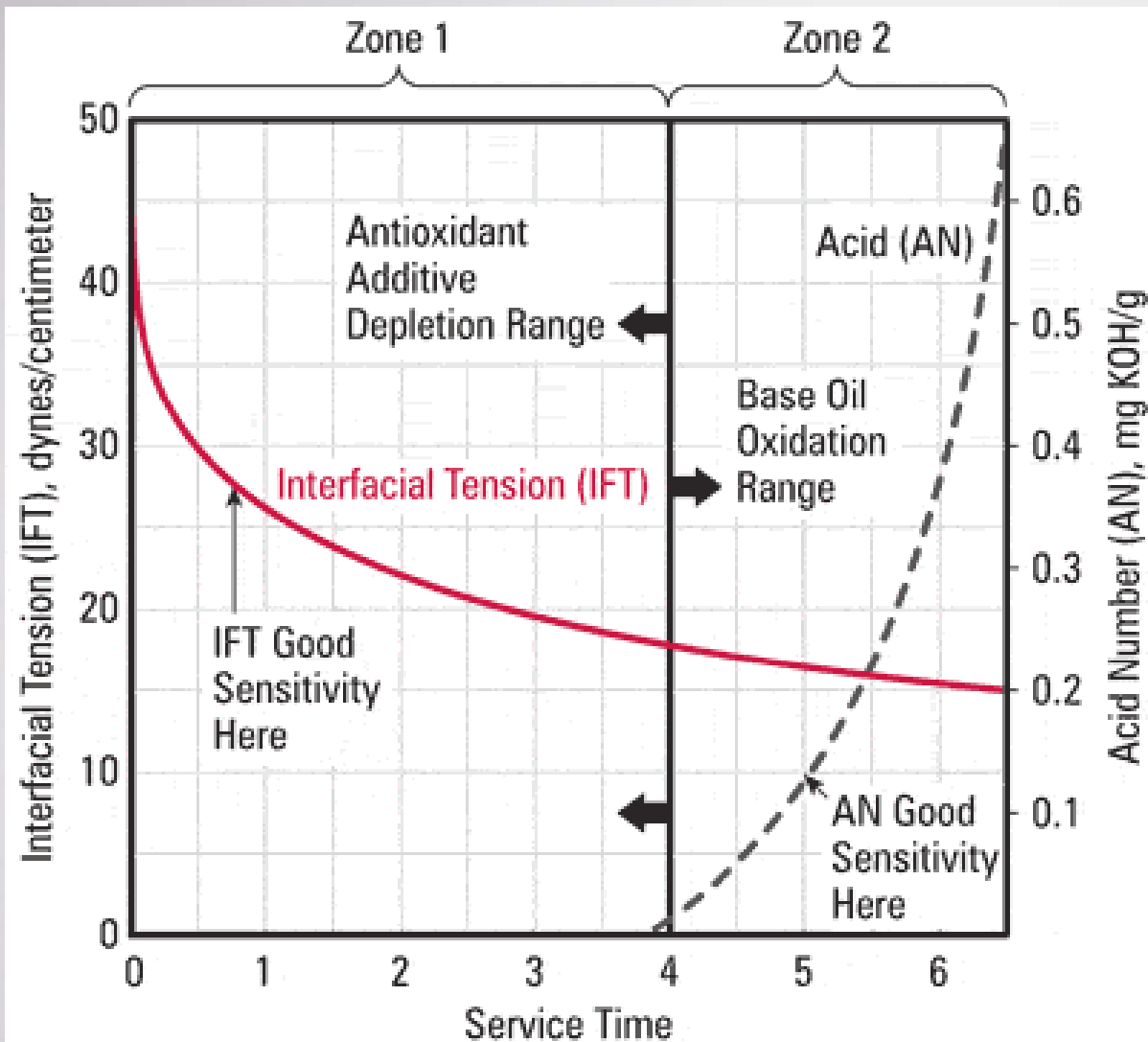
- ▶ Du-Nouy gyűrűs módszer – ISO 6295
- ▶ Szennyező anyagok (pl. detergensek, poláros vegyületek, oxidációs termékek) jelenlétében értéke csökken
- ▶ Friss olajok IFT > 40 mN/m



17



Határfelületi feszültség (IFT) és savszám változás – üzemelés közben



Kéntartalom



- ▶ Kéntartalom – röntgen-fluoreszcens spektrometria (RFS)

19



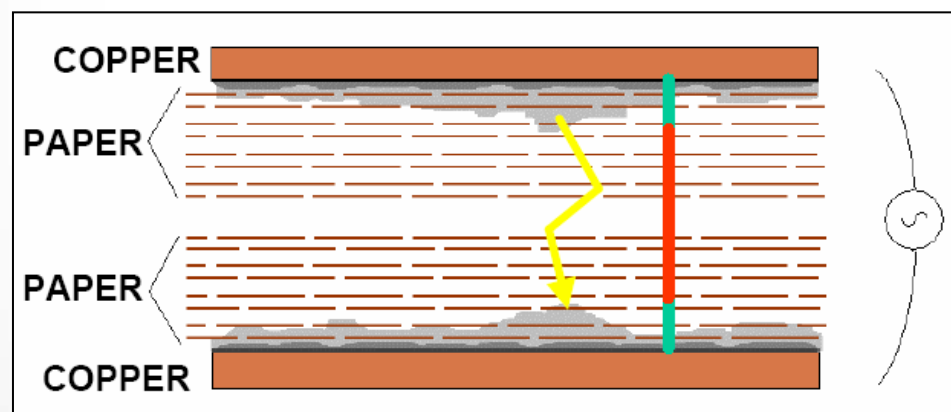
Korrozív kén probléma

Mi a korrozív kén?

- ▶ Definíció az ASTM D 2864 szerint:
 - ▶ elemi kén és termikusan instabil kénvegyületek az dielektromos szigetelőolajokban, amelyek bizonyos transzformátor fémeken, pl. réz és ezüst korróziót okozhatnak

Korrozív kén probléma

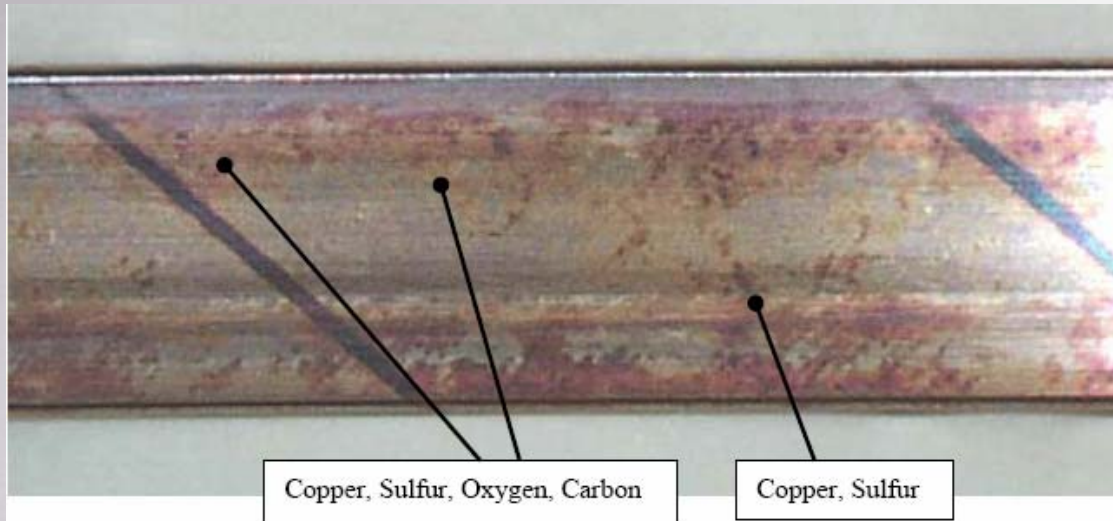
- ▶ számos transzformátor elektromos meghibásodása elsősorban Dél-Amerikában 2005-től
- ▶ bizonyos körülmények között a réz és kén reakciójából származó lerakódás képződik a vezető felületén
- ▶ a réz-szulfid kiválás bejut a papír szigetelésbe és annak degradációját okozza
- ▶ a réz-szulfid csökkenti a dielektromos szigetelőképeséget
- ▶ ívkisülés, károsodás



21

MOL

Korrozív kén probléma



Rézkorrózió jellemzői

- ▶ **A jelenség mechanizmusa még nem teljesen tisztázott**
 - ▶ A szerves kénvegyületek reaktivitása eltérő
 - ▶ elemi S
 - ▶ merkaptánok (tiolok) R-SH
 - ▶ Szulfidok (tio-éterek) R-S-R
 - ▶ Diszulfidok R-S•S-R
 - ▶ Tiofének (5-tagú gyűrűben kötött S)
 - ▶ mértéke növekszik a hőmérséklet és idő növelésével
 - ▶ Oxigén hatása (zárt berendezések veszélyeztetettebbek)
- ▶ **A transzformátor - mint rendszer - valamennyi eleme befolyásolja:**
 - ▶ konstrukció (geometria, hőeloszlás)
 - ▶ villamos terhelés mértéke
 - ▶ alkalmazott anyagok minősége (réz, papír, szigetelőolaj)
- ▶ **Elfogadott érzékenységű mérési módszere jelenleg nincs (IEC 62535 jelenleg kidolgozás alatt, nem publikus!)**



Korrozív kén vizsgálati módszerek

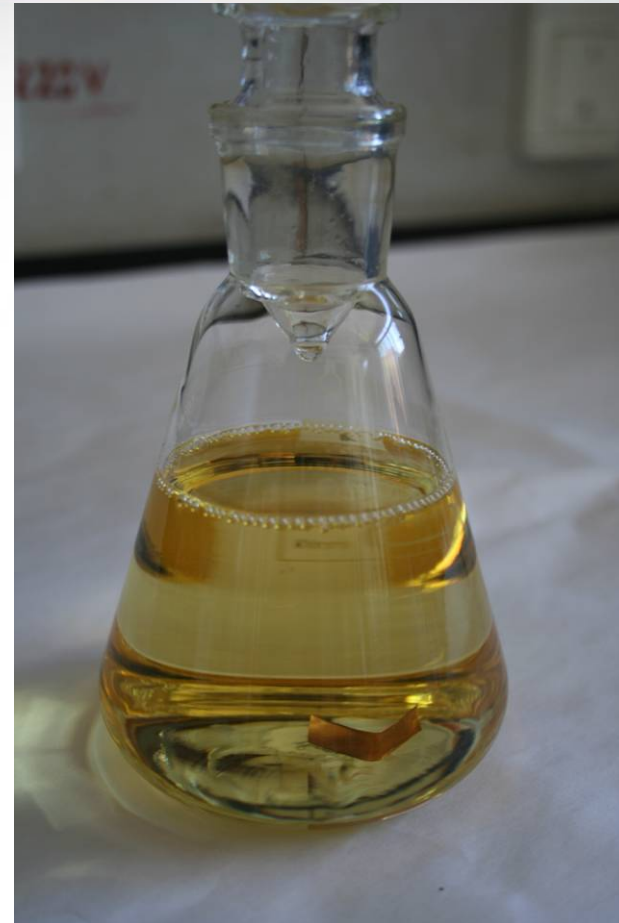
	DIN 51353	ASTM D 1275 A	ASTM D 1275 B	IEC 62535 CDV (CCCD)
Olaj, ml	100	250	220	15
Fém	ezüst	réz	réz	réz
papír	-	-	-	+
Hőmérséklet, °C	100	140	150	150
Idő, h	18	19	48	72

Korrozív kén vizsgálati módszerek



ASTM D 1275B

polírozott rézlemez, 150°C, 48 h,
inertizálás nitrogén-öblítéssel

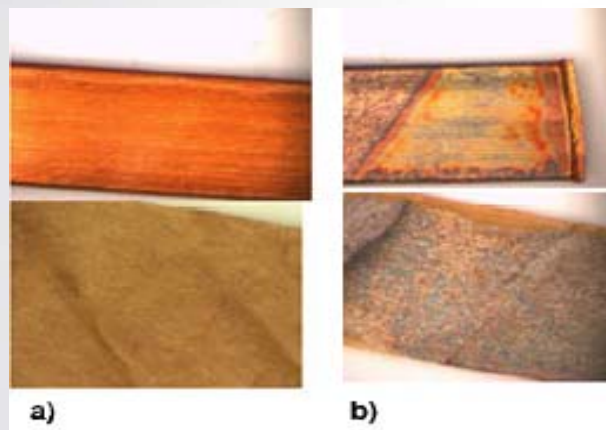


Korrozív kén vizsgálati módszerek

IEC 62535 (CDV)

a CIGRE TF A2-32.01 alapján

- 15 ml olaj
- 30 mm rézlemez
- 1 rétegű kraft papír
- 150 °C, 72 h



a)

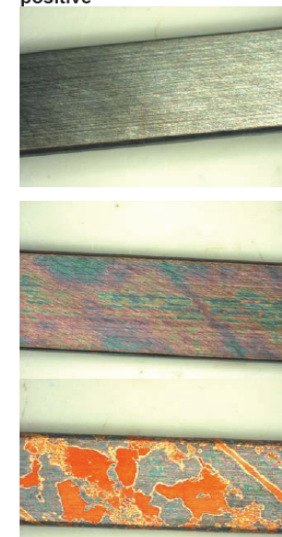
b)

a) negatív

b) pozitív

negative

positive



Potenciálisan korrozív



Korrozió



Oxidáció \neq rézkorrózió!



Szigetelőolajok tulajdonságai – kémiai jellemzők

Oxidációs stabilitás

- ▶ az olaj kémiai stabilitása oxidáció hatására
- ▶ élettartam és üledékképző hajlam becslése
- ▶ gyorsított öregítési körülmények mellett vizsgáljuk

Szabvány	IEC 61125		
	A nem-inhibált	B inhibált	C mindkét típus
	IEC 74	IEC 474	IEC 813
Minta mennyisége, g	25	25	25
Oxidáló közeg	1 l/h O ₂	1 l/h O ₂	0,15 l/h levegő
Hőmérséklet, °C	100	120	120
Időtartam	164	Indukciós periódus	164 h v. n x168h
Katalizátor	réz spirál (30 cm)	réz spirál (90 cm)	réz spirál (90 cm)
Értékelés	- savszám - iszap	0,28 mg KOH/g illó savszám eléréséig eltelt idő	- teljes savszám - iszap - DDF

30



Oxidációs stabilitás



Specifikációk – régi és új IEC

A régi és új oxidációs stabilitás eredményekben a számok önmagukban nem összehasonlíthatók: az új IEC szigorúbb körülményeket ír elő!

<i>Jellemző</i>	<i>Követelmény</i>	<i>régi IEC Class I-II</i>	<i>régi IEC Class IA-IIA</i>	<i>új IEC</i>
Oxidációs stabilitás (IEC 61125 A) (=IEC 74) 100 °C / Cu / 1 l/h O ₂ - teljes savasság, mgKOH/g - iszap, %(m/m) - DDF	max.	0,40 0,10 -		
Oxidációs stabilitás (IEC 61125 B) (=IEC 474) 120 °C / Cu / 1 l/h O ₂ - indukciós periódus, h	min.		(120)	
Oxidációs stabilitás (IEC 61125 C) (=IEC 813) 120 °C / Cu / 0,15 l/h levegő - teljes savasság, mgKOH/g - iszap, %(m/m) - DDF	max.			1,2 0,8 0,5

Szigetelőolajok – főbb tulajdonságok (IEC 60296) - 3

- ▶ **funkcionális (üzemeltetési) jellemzők**
- ▶ **kémiai jellemzők**
- ▶ **EBK - egészség, biztonság és környezet**



Szigetelőolajok jellemzői - EBK

- ▶ Lobbanáspont (PM)
- ▶ PCB – poliklórozott bifenilek
 - ▶ korábban szintetikus szigetelőolajként alkalmazták, nem adalékként
 - ▶ tiltott
 - ▶ Követelmény: nem kimutatható (< 50 ppm)
- ▶ PAH – poliaromás szénhidrogének
 - ▶ rákkeltő hatású
 - ▶ megfelelően finomított olajok esetén mindig határérték (<3 %) alatti

Specifikációk – régi és új IEC

<i>Jellemző</i>	<i>Követelmény</i>	<i>régi IEC Class I(IA)</i>	<i>régi IEC Class II(IIA)</i>	<i>új IEC</i>
Lobbanáspont, PM (EN ISO 2719)	min.	140	130	135
PCA-tartalom (IP 346)	max.	-	-	3
PCB-tartalom (IEC 61198)	max.	-	-	Nem detektálható

Szigetelőolajok – főbb tulajdonságok (IEC 60296) - 4

- ▶ **funkcionális (üzemeltetési) jellemzők**
- ▶ **kémiai jellemzők**
- ▶ **EBK - egészség, biztonság és környezet**
- ▶ **Speciális (IEC-n kívüli) tulajdonságok**



Speciális tulajdonságok

- ▶ szín
- ▶ törésmutató
- ▶ Szénhidrogén-csoportösszetétel ($C_A/C_P/C_N$)
- ▶ Szilárd szennyezőanyag-tartalom

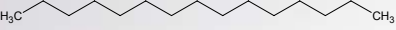
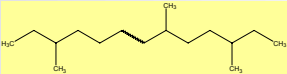
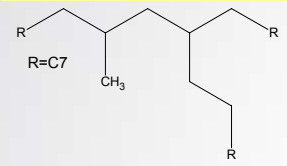
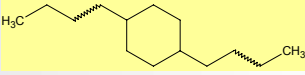
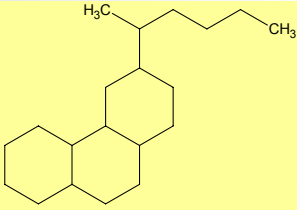
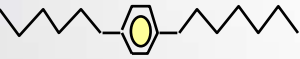
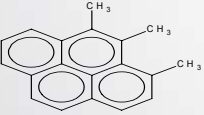


Szilárd szennyezettség – IEC 60970

Finomítási fok, szénhidrogén-eloszlás

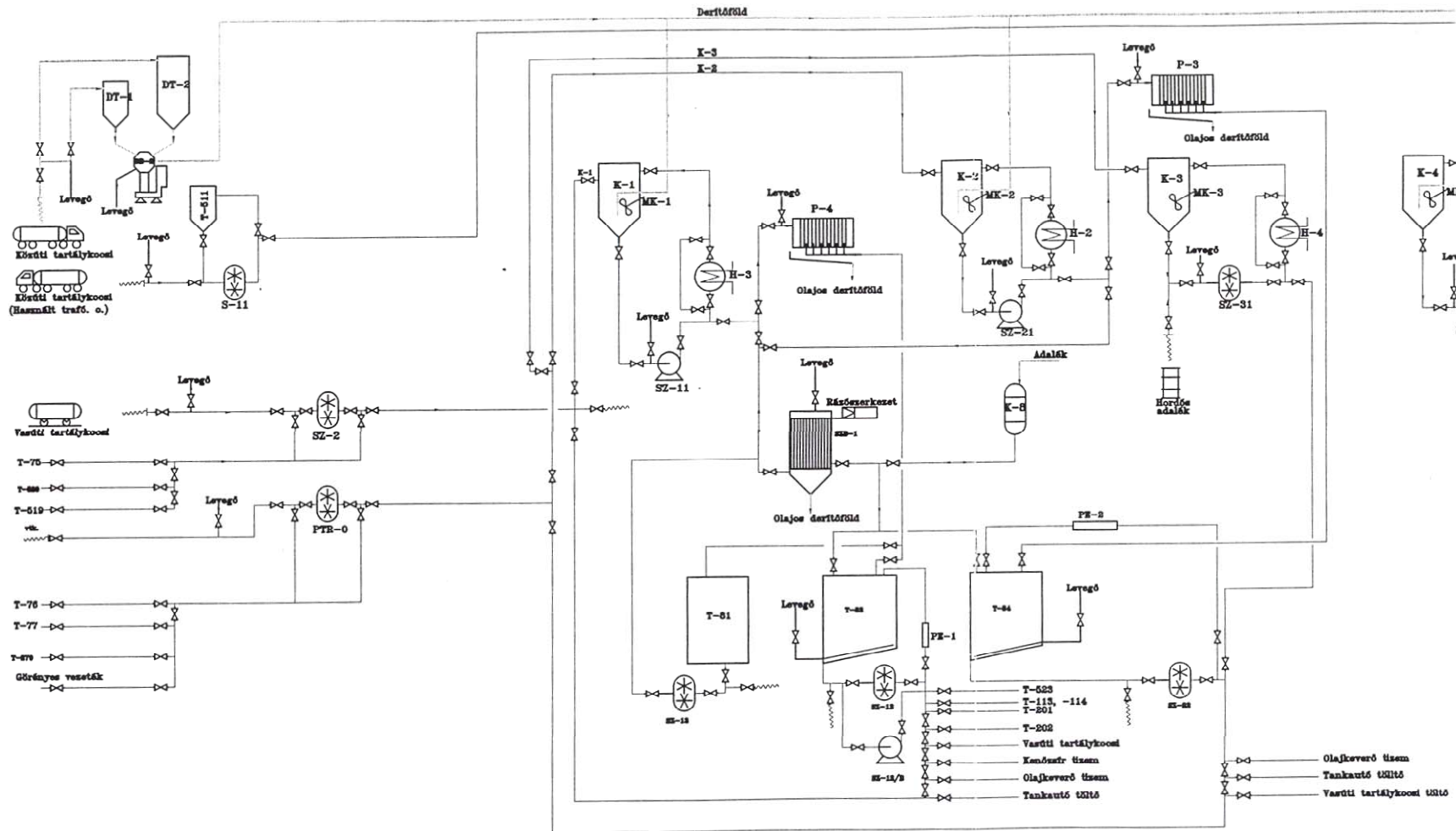
- ▶ Követelmény: nagy finomítási fok
- ▶ Alkalmazott finomítási technológiák
 - ▶ oldószeres (furfurol, NMP) extrakció
 - ▶ hidrogénezés
 - ▶ derítőföldes finomítás
- ▶ kedvezőtlen vegyületek eltávolítása
 - ▶ öregedést fokozó vegyületek
 - ▶ Poláros és aromás vegyületek
 - ▶ Dielektromos tulajdonságokat rontó vegyületek
- ▶ Felhasználható bázisolaj-típusok
 - ▶ Nafténes: c_p 42-50 %
 - ▶ Intermedier: c_p 50-56 %
 - ▶ Paraffinos: c_p 56-65 %
 - ▶ ($C_N \sim 40$ %)

Bázisolaj-kémiai

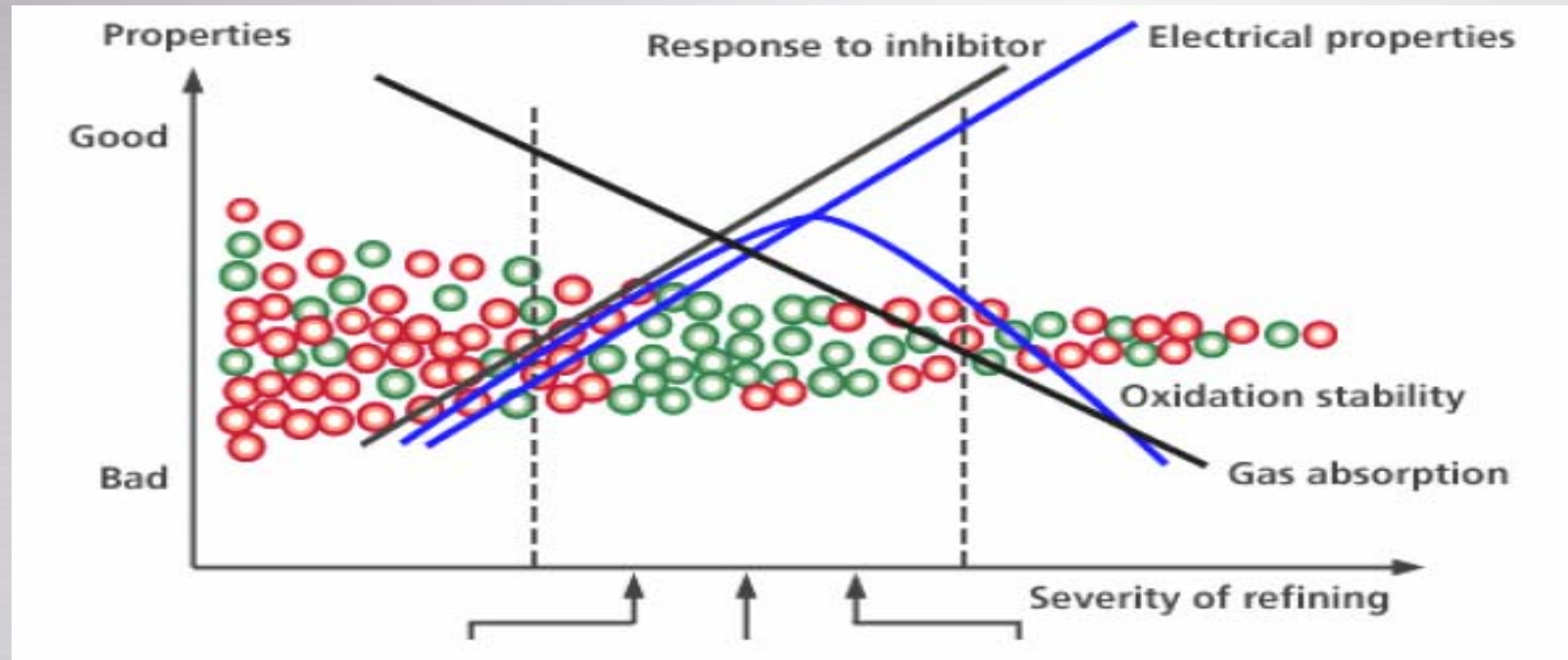
Vegyülettípus	Szerkezet	VI	Folyás	Oxidációs stabilitás
▶n-Paraffin (Wax)		igen nagy ~175	szilárd @ 50°C	kiváló
▶iso-Paraffinok, oldallánccal		magas ~150	jó	kiváló
▶iso-Paraffinok, hosszú oldallánc (PAO)		jó ~130	jó	kiváló
▶ciklo-Paraffinok, egy-gyűrűs+oldallánc		jó ~130	rossz	jó
▶Naftének, polikondenzált		alacsony ~60	rossz	közepes
▶Monoaromások, hosszú oldallánccal		alacsony ~60	rossz	közepes
▶Poliaromások		nagyon rossz <0	rossz	igen rossz

Gyártástechnológia

Komponensek bekeverése – derítés – szűrés



Mi az optimális finomítási fok?

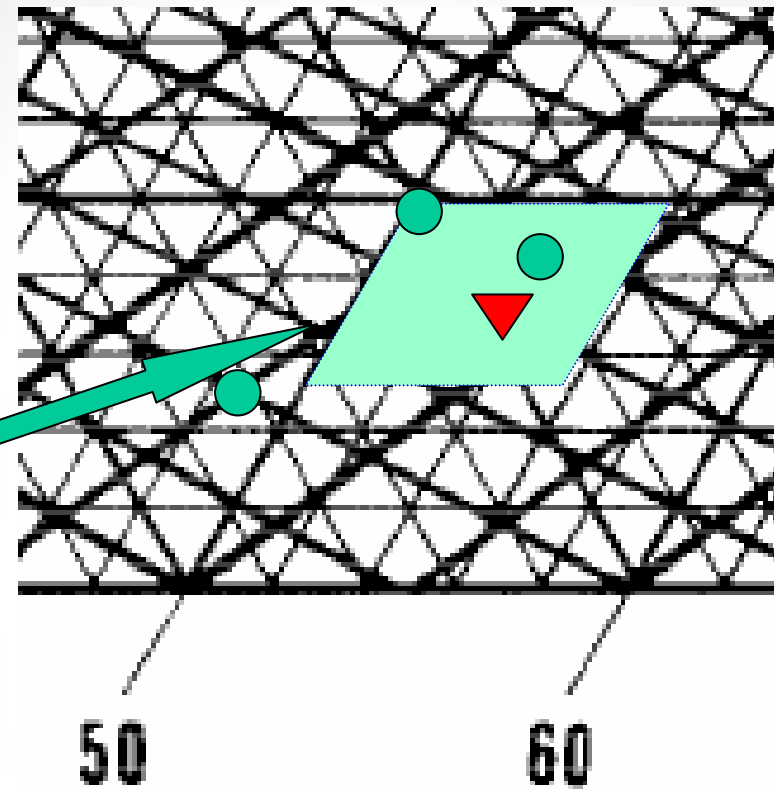
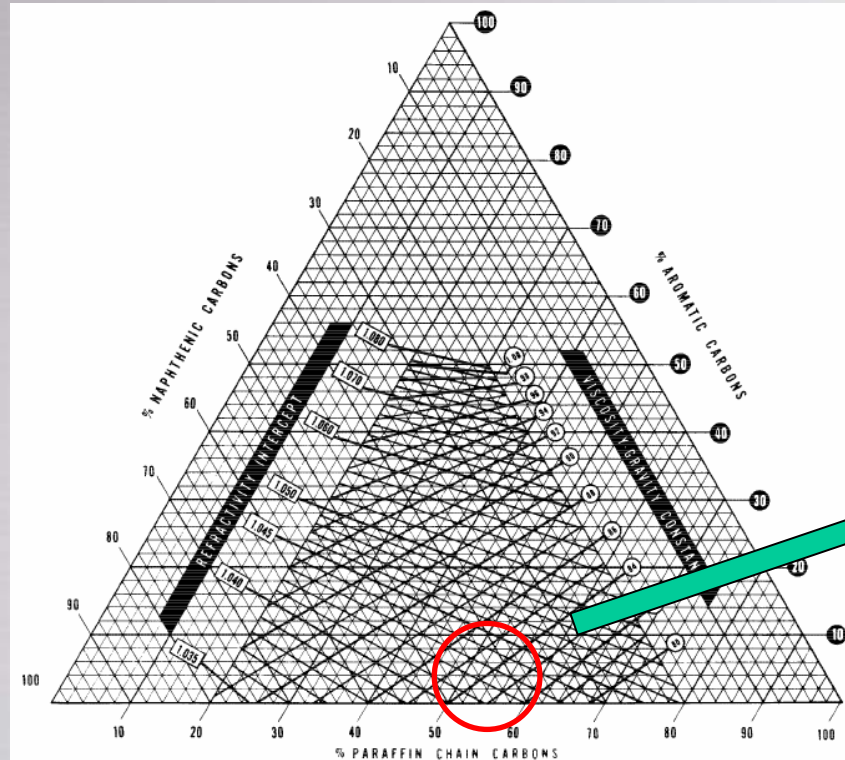


- ▶ Ha túl alacsony : rossz dielektromos jellemzők, rézkorrózió veszélye
- ▶ Ha túl nagy: stabilitás romlik, fokozott üledék-kiválás
- ▶ Optimum: hidrogénezés +derítőföldes befejező finomítás

41



Optimális szénhidrogén egyensúly



- ▶ Szénhidrogén-eloszlás
 - ▶ MOL – optimális tartományon belül
 - ▶ néhány versenytárs kívül

MOL TO 40A

- ▶ inhibitált (fenolos) ásványolaj-alapú szigetelőolaj
- ▶ nafténes komponenseket tartalmazó keverék
- ▶ alacsony aromás-tartalom
- ▶ kiváló dielektromos tulajdonságok
- ▶ nem okoz rézkorrózió

MOL TO 40A Extra: stabilizált szigetelési jellemzők

MOL TO 35 K:

- ▶ azonos tulajdonságok, mint MOL TO 40A, de nem tartalmaz inhibitort



MOL TO 40 A tipikus adatok - 1

<i>Jellemző</i>	<i>Követelmény</i>	<i>specifikáció</i>	<i>tipikus</i>
Külső (Vizuális)		Tiszta, fényes, szuszpendált anyagtól mentes	
Sűrűség@ 20 °C (MSZ EN ISO 12185:1998) - g/cm ³	max.	0,895	0,870
Kinematikai viszkozitás@ 40°C (MSZ EN ISO 3104:1996) - mm ² /s	Max.	12	10,1
Kinematikai viszkozitás@ -30 °C (MSZ EN ISO 3104:1996) - mm ² /s	max.	1800	1300
Lobbanáspont (Pensky-Martens) (MSZ EN ISO 2719:2003) - °C	min.	135	143
Folyáspont (MSZ ISO 3016:1999) - °C	max.	-40	-45
Víztartalom (KF) (MSZ EN 60814:2000) - mg/kg	max.	30	15
Határfelületi feszültség (MSZ ISO 6295:1995) - mN/m	min.	40	42
Savszám (MSZ EN 62021-1) - mg KOH/g	max.	0.01	<0.01
Átütési feszültség (MSZ EN 60156:2000)			
- kezelés nélkül (MSZ EN 60156:2000) - kV	min.	30	70
- kezelés után (MSZ EN 60156:2000) - kV	min.	70	>75
Dielektromos veszteségi tényező@ 90 °C, @ 40-60 Hz (MSZ EN 60247:2004)	max.	0.005	<0,001



MOL TO 40 A tipikus adatok - 2

<i>Jellemző</i>	<i>Req.</i>	<i>Specification</i>	<i>Typical</i>
Összes kéntartalom (RFS) (ASTM D 6481-99(2004)) - %(m/m)	max.	(0,15)	0,06
Korrozív kén (ezüs lemezen) (DIN 51353:1985)		mentes	mentes
Korrozív kén (réz) (ASTM D 1275B)		nem korrozív	negatív
Korrozív kén (réz) (IEC 62535 CDV Ed. 1.)		nem korrozív	negatív
Szénhidrogén-csoportösszetétel (ASTM D 2140-03)			
- aromás CH (ASTM D 2140-03) - %(m/m)	táj.	5 - 10	6
- nafténes CH (ASTM D 2140-03) - %(m/m)	táj.	35.0 - 45.0	40
- paraffinosCH (ASTM D 2140-03) - %(m/m)	táj.	50.0 - 55.0	54
Antioxidáns adalékok (IEC 60666:1979) - %(m/m)		0,08-0,40	0,40 (fenolos)
Oxidációs stabilitás (IEC 61125:1992 „C”)			
- savszám (IEC 1125:1992 „C”) - mg KOH/g	max.	1,2	0,8
- iszap (IEC 1125:1992 method „C”) - %(m/m)	max.	0.8	0,1
- DDF (IEC 1125:1992 method „C”)	max.	0.5	0,005
2-Furfurol tartalom (IEC 61198:1993) - mg/kg	max.	0.1	<0.1
Policiklikus aromások (IP 346/92(1998)) - %(m/m)	max.	3.00	<3
PCB tartalom (DIN 51527)		nem detektálható	ND



MOL TO 40 A – IEC 62535 (CDV) Ed.1.

Negatív = nem korrozív



46



MOL TO 35 K – IEC 62535 (CDV) Ed.1.

Negatív = nem korrozív



Vizsgálati jegyzőkönyv – független laboratórium

		Tisza PharmaVet KFT. LABORATÓRIUM		
1151 Budapest, Szódliget u. 47. Tel.: (06)1 306 2283 GSM: (06)30 2199 275 szebenibaranyai@t-online.hu				
A NAT által NAT-1-1242/2007 számon akkreditált vizsgálólaboratórium				
KORROZÍV KÉN VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV				
Megrendelő : MOL-LUB Kft.				
Rendelési szám :				
Jegyzőkönyv sorszáma: 107/2008				1/1 lap
Jegyzőkönyv megküldve : MOL-LUB Kft.				
Készülék adatai				
Transzformátor	Típus	Felszerelési hely	kV	Gvártási szám
Olajminta	MOL TO 40A	-	-	8017009
A minta átvétele: 2008. 02. 19.		Laborjel :	175	
A vizsgálat ideje : 2008. 03. 07. - 03. 10.		Palackszám:	TO 40A	
A vizsgált olaj típusa:		MOL TO 40A		
Vizsgálati adatok				
Vizsgált jellemzők	Vizsgálati módszer	Mértékegység	Vizsgálati eredmény	
Mennyiségi vizsgálatok				
Korrozív S	CDV: IEC 60535 (preEN 62535)	rézvezető Papír szigetelés	Szulfidkiválás nincs Szulfidkiválás nincs	

A vizsgálati eredmények csak a bektöltött vizsgálati mintára vonatkoznak

A jelen eredeti vizsgálatról 1 pld. másolat készült, melyet a Tisza PharmaVet KFT. archivál. Harmadik fél részére másolat kizárólag a megrendelő előzetes írásos engedélye alapján adható ki. A jegyzőkönyv a laboratórium engedélye nélkül csak teljes terjedelmében másolható.


A mérések bizonytalansági értékei a vizsgálati szabványok követelményeinek megfelelnek.

Vélemény:

A minta vizsgálata során sem a papírszigetelésen, sem a rézvezetőn szulfidkiválást nem észleltünk.

A vizsgált minta nem korrozív.

Budapest, 2008. március 25.


Dr. Szebeni Mátia
Laboratóriumvezető



Tisza PharmaVet Kft
1151 Budapest, Szódliget u. 47.
számlaszám: 69400317-10041589
adószám: 12742475-2-42

48



Vizsgálati jegyzőkönyv – független laboratórium

		Tisza PharmaVet KFT. LABORÁTORIUM		
1151 Budapest, Szőlőliget u. 47. Tel.: (06)1 306 2283 GSM: (06)30 2199 275 szebenibaranyai@t-online.hu				
A NAT által NAT-1-1242/2007 számon akkreditált vizsgálólaboratórium				
KORROZÍV KÉN VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV				
Megrendelő : MOL-LUB Kft.				
Rendelési szám :				
Jegyzőkönyv sorszáma: 108/2008				1/1 lap
Jegyzőkönyv megküldve : MOL-LUB Kft.				
Készülék adatai				
Transzformátor	Tipus	Felszerelési hely	kV	Gvártási szám / Gvártási év
Olajminta	MOL TO 35K	-	-	8017021
A minta átvétele: 2008. 02. 19.		Laborjel:	176	
A vizsgálat ideje : 2008. 03. 07. - 03. 10.		Palackszám:	TO 35K	
A vizsgált olaj típusa:		MOL TO 35 K		
Vizsgálati adatok				
Vizsgált jellemzők	Vizsgálati módszer	Mértékegység	Vizsgálati eredmény	
Mennyiségi vizsgálatok				
Korrozív S	CDV: IEC 60535	rézvezető	Szulfidkiválás nincs	
	(preEN 62535)	Papír szigetelés	Szulfidkiválás nincs	

A vizsgálati eredmények csak a beküldött vizsgálati mintára vonatkoznak.

A jelen eredeti vizsgálatról 1 pld. másolat készült, melyet a Tisza PharmaVet KFT. archivál. Harmadik fél részére másolat kizárólag a megrendelő előzetes írásos engedélye alapján adható ki. A jegyzőkönyv a laboratórium engedélye nélkül csak teljes terjedelmében másolható.

A mérések bizonytalansági értékei a vizsgálati szabványok követelményeinek megfelelnek.

Vélemény:

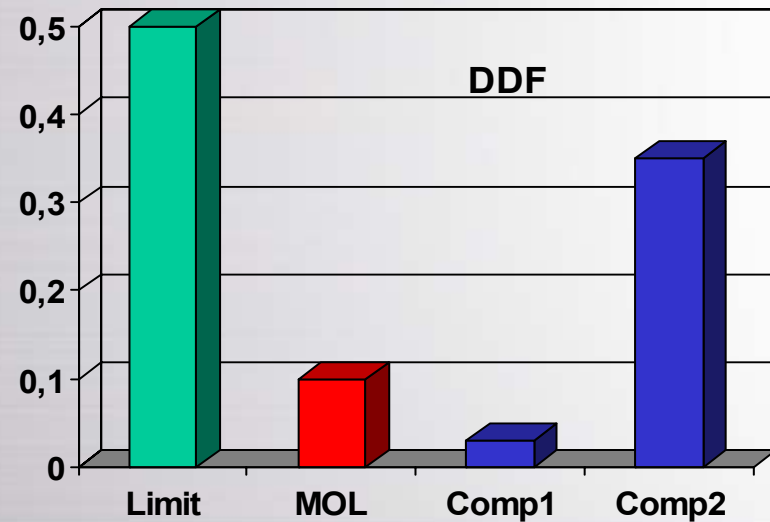
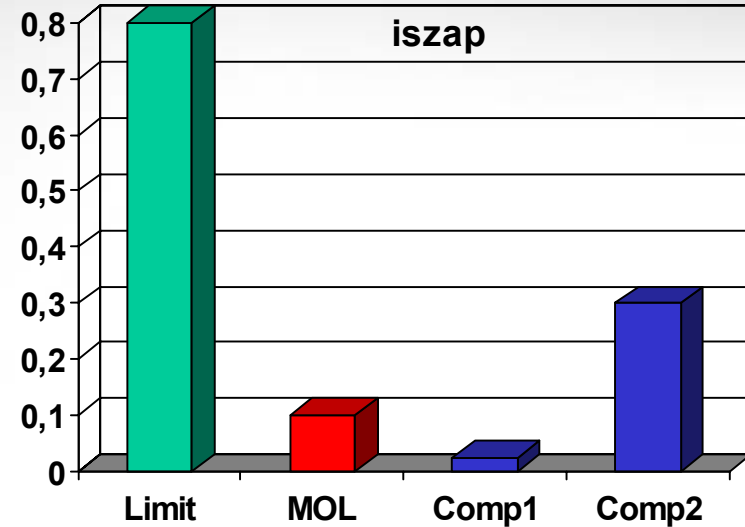
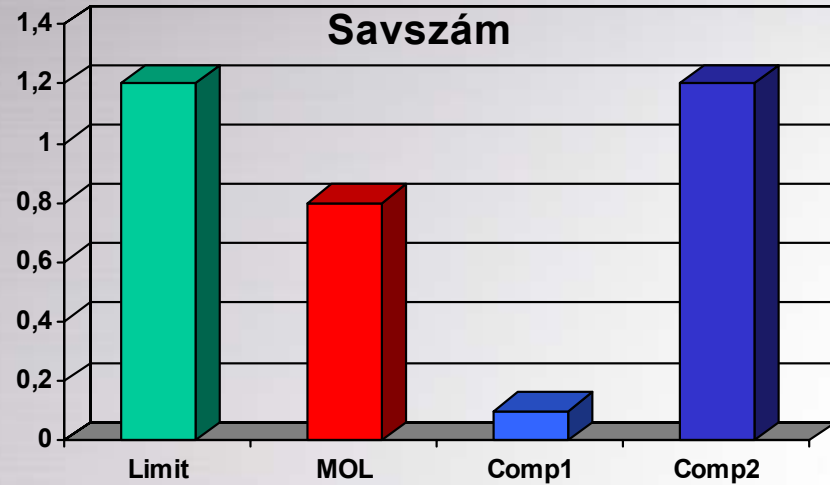
A minta vizsgálata során sem a papírszigetelésen, sem a rézvezetőn szulfidkiválást nem észleltünk.

A vizsgált minta nem korrozív.

Budapest, 2008. március 25.


Dr. Szabóni Mária
Laboratóriumvezető

Oxidációs stabilitás – MOL TO 40A



▶ Oxidációs stabilitás IEC 61125C

- ▶ 120 °C
- ▶ réz katalizátor
- ▶ 0,15 l/h levegő
- ▶ 500 h

50



Kérdések?

