

Szigetelés diagnosztikai konferencia | Sümeg,

2017. május 15.

Olaj kondicionálás vagy regenerálás?

Laczkó Zsolt

ovit

m

v m

Tartalom

- **Előzmények**
- **Következtetések, javaslat**
- **Elvégzett tevékenység**
- **Transzformátor olaj-papír szigetelés romlása és élettartama**
- **Trafó szigetelés romlására szolgáló diagnosztikai módszerek**
- **Trafó szigetelés felújítási lehetőségek**
- **Olajkezelés és olajregenerálás közötti különbség**
- **Beavatkozás előtti és utáni állapot bemutatása**
- **Összefoglalás**

Előzmény

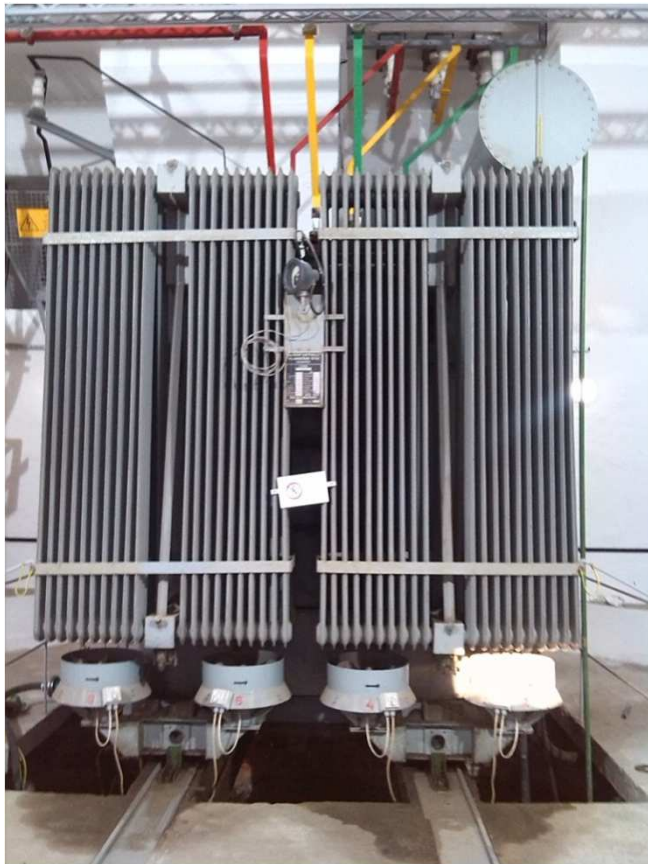
BMÁK 1 transzformátor

BMÁK 2. transzformátor

Transzformátor típus: KNFV 12500/35

Feszültség: 35/11 kV

Gyártási év: 1962



Előzmény

BMÁK 1 transzformátor

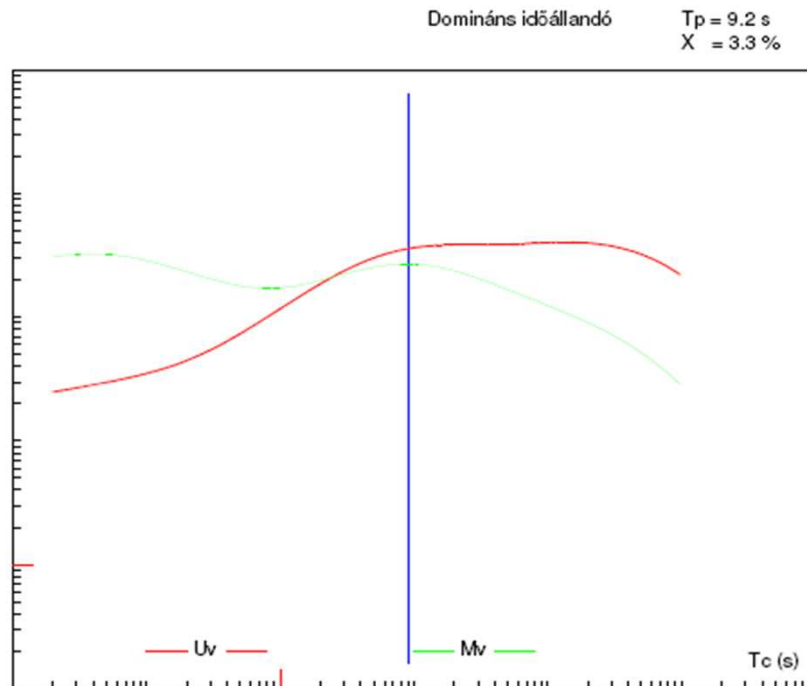
3.	Tandelta mérés		Mérőeszköz típus / gy.sz.:		Tettex 2818 / 142956					
	"N"	"K"	UST A		GST A+B		GSTg A			
	oldal	oldal	C [nF]	tg d [$\times 10^{-4}$]	C [nF]	tg d [$\times 10^{-4}$]	C [nF]	tg d [$\times 10^{-4}$]		
	HV	A	8,156	152	10,11	143	1,950	105		
	A	HV	8,155	152	15,60	143	2,444	132		
4.	Tan delta mérés átvzetőkben		Mérőeszköz típus / gy.sz.:			Tettex 2818 / 142956				
			Típus / Gyári szám			C [pF]	tg d [$\times 10^{-4}$]	U [kV]		
	Zöld "L1"									
	Sárga "L2"									
	Piros "L3"									
5.	 Rövidzárási impedancia mérése		Mérőeszköz típus / gy.sz.:		Tettex 2818 / 142956					
					Fázis	L [mH]	QF	I [mA]		
			"N"	35 oldal kV	L1 - N (L2)	22,90	5,019	1000		
					L2 - N (L3)	22,58	5,672	-		
					L3 - N (L1)	22,68	5,330	-		
			"K"	11 oldal kV	L1 - N (L2)	4,808	5,473	2000		
					L2 - N (L3)	4,774	5,415	-		
					L3 - N (L1)	4,785	5,525	-		
			6.	Szigetelési ellenállás mérése		Mérőeszköz típus / gy.sz.:		AVO SI-5010 /		
								R 15 sec	R 60 sec	U [V]
"N" oldal		273 M Ω				426 M Ω	5000V			
"K" oldal		217 M Ω				430 M Ω	-			
7.	További									

BMÁK 2. transzformátor

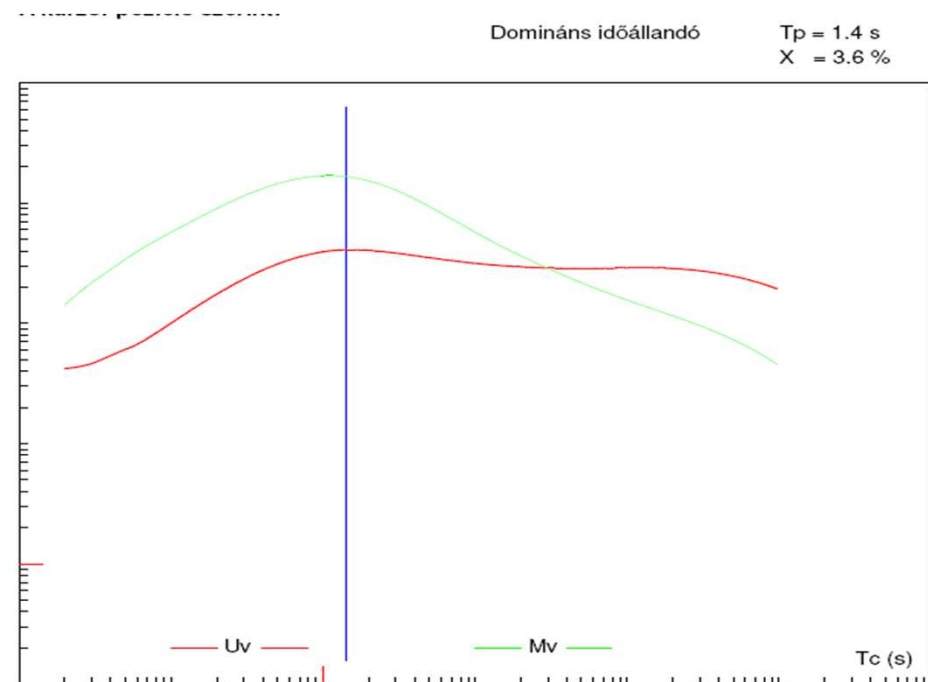
3.	Tandelta mérés		Mérőeszköz típus / gy.sz.:		Tettex 2818 / 142956			
	"N" oldal	"K" oldal	UST A		GST A+B		GSTg A	
			C [nF]	tg d [$\times 10^{-4}$]	C [nF]	tg d [$\times 10^{-4}$]	C [nF]	tg d [$\times 10^{-4}$]
	HV	A	7,734	132	9,707	152	1,973	212
	A	HV	7,734	132	15,30	150	2,561	164
4.	Tan delta mérés átvázetőkben		Mérőeszköz típus / gy.sz.:			Tettex 2818 / 142956		
			Típus / Gyári szám			C [pF]	tg d [$\times 10^{-4}$]	U [kV]
	Zöld "L1"							
	Sárga "L2"							
	Piros "L3"							
5.	Rövidzárási impedancia mérése		Mérőeszköz típus / gy.sz.:		Tettex 2818 / 142956			
			Fázis		L [mH]	QF	I [mA]	
	"N" oldal	35 kV	L1 - N (L2)		22,97	7,500	1000	
			L2 - N (L3)		22,57	7,700	-	
			L3 - N (L1)		22,47	7,820	-	
	"K" oldal	11 kV	L1 - N (L2)		4,819	5,665	2000	
			L2 - N (L3)		4,798	5,700	-	
			L3 - N (L1)		4,848	5,577	-	
6.	Szigetelési ellenállás mérése		Mérőeszköz típus / gy.sz.:		AVO S1-5010 /			
					R 15 sec	R 60 sec	U [V]	
			"N" oldal		188 M Ω	247 M Ω	5000V	
			"K" oldal		370 M Ω	680 M Ω	5000V	

Előzmény

BMÁK 1 transzformátor



BMÁK 2. transzformátor



Előzmény

BMÁK 1 transzformátor

1. szénmonoxid	(CO)	(µl/l)	110
2. széndioxid	(CO ₂)	(µl/l)	1269
3. metán	(CH ₄)	(µl/l)	<1
4. acetilén	(C ₂ H ₂)	(µl/l)	<1
5. etilén	(C ₂ H ₄)	(µl/l)	7
6. etán	(C ₂ H ₆)	(µl/l)	<1
7. hidrogén	(H ₂)	(µl/l)	<5
8. nitrogén+oxigén	(N ₂ +O ₂)	(tf%)	7
Összes éghető gázmennyiség (1+3+4+5+6+7) (µl/l)			120

Semlegesítési szám (Savszám)	IEC 62021-1:2003	mgKOH/g	0,02
Átütési feszültség	MSZ EN 60156:2000	kV	68
Mechanikai szennyezés és üledék*	MSZ EN 60422:2006	tömeg %	<0,02
Veszteségi tényező	MSZ EN 60247:2004	tg δ	0,0499
Határfelületi feszültség	ASTM D 0971* MSZ ISO 6295:1995	mN /m	30,8
Víztartalom	IEC 733:1982 (vissavont szabvány) MSZ EN 60814:2000	mg/kg	37
Inhibitor tartalom	IEC 60666:2010	tömeg %	<0,02
Szín*	Színskála (1-9)	-	3

BMÁK 2. transzformátor

1. szénmonoxid	(CO)	(µl/l)	142
2. széndioxid	(CO ₂)	(µl/l)	1201
3. metán	(CH ₄)	(µl/l)	1
4. acetilén	(C ₂ H ₂)	(µl/l)	<1
5. etilén	(C ₂ H ₄)	(µl/l)	8
6. etán	(C ₂ H ₆)	(µl/l)	<1
7. hidrogén	(H ₂)	(µl/l)	<5
8. nitrogén+oxigén	(N ₂ +O ₂)	(tf%)	5
Összes éghető gázmennyiség (1+3+4+5+6+7) (µl/l)			158

Semlegesítési szám (Savszám)	IEC 62021-1:2003	mgKOH/g	0,04
Átütési feszültség	MSZ EN 60156:2000	kV	72
Mechanikai szennyezés és üledék*	MSZ EN 60422:2006	tömeg %	<0,02
Veszteségi tényező	MSZ EN 60247:2004	tg δ	0,1895
Határfelületi feszültség	ASTM D 0971* MSZ ISO 6295:1995	mN /m	29,0
Víztartalom	IEC 733:1982 (vissavont szabvány) MSZ EN 60814:2000	mg/kg	35
Inhibitor tartalom	IEC 60666:2010	tömeg %	<0,02
Szín*	Színskála (1-9)	-	5

Előző évhez képest romló olaj paraméterek mindkét berendezésnél

Következtetés, javaslat

- magas tgδ,
- szigetelési ellenállás elfogadhatósági határ közelében,
- abszorpciós értékek megfelelőek
- RVM - több inflexiós pont, öregedési termékek felhalmozódása valószínűsíthető a kisebb időállandónál
- CO2 emelkedett, de megfelelő
- Víztartalom magas
- Veszteségi tényező 2. trafó esetén magas
- Szín 2. trafó esetén magas

Mindkét esetben öregedett az olaj-papír szigetelés.

Az 1. transzformátor olaj paraméterei tapasztalataink szerint még korlátosan javíthatók kondicionálással.

A 2. transzformátor paraméterei regenerálással hatékonyan javítható, kondicionálással csak részleges javulás lehetséges.

Elvégzett tevékenység

A MÁK I. transzformátor esetén olaj kondicionálása.



Elvégzett tevékenység

A MÁK II. transzformátor esetén olaj regenerálása.



Elvégzett tevékenység

A MÁK II. transzformátor esetén az olaj regenerálása, vagyis az olaj fizikai és kémiai paramétereinek javítása történt.



Szigetelés romlása, élettartama

Alapvető összefüggések

- **Szolgáltatók célja:** költséghatékonyan üzemeltetni a transzformátorokat.
- E célból pontosan **ismerni kell** az alapvető romlási folyamatokat, a romlás ellenőrzésére szolgáló diagnosztikai lehetőségeket.
- Pontosán kell diagnosztizálni, ezzel megismerhető a **trafó pillanatnyi állapota és üzembiztonsága**.
- A korrekt ismeretek birtokában tudni kell **költséghatékonyan beavatkozni az élettartam kiterjesztésében**.
- **Első lépés az ismeretek bővítése.**

Legfontosabb megállapítás:

„A **transzformátor élettartama** egyenlő a **papírszigetelés élettartamával**.”

Szigetelés romlása, élettartama

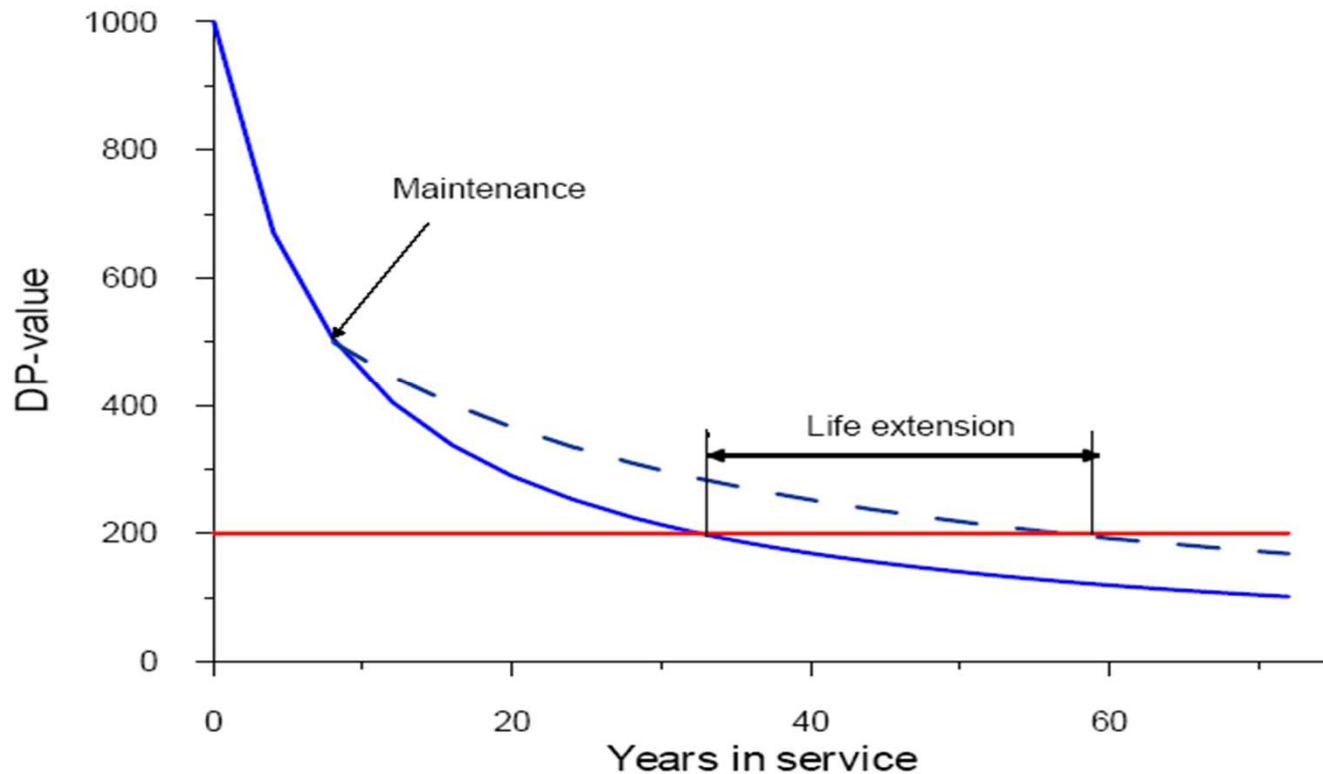
Röviden a transzformátor élettartamáról és az olaj-papír szigetelés öregedéséről

- A nagytranszformátorok **még mindig olaj-papír** szigeteléssel készülnek, várható élettartamuk 60-70 év felett lehet, ezért még természetes dolog egy **1962-es** gyártású trafó élettartam hosszabbításáról beszélni.
- Az olaj-papír szigetelésű transzformátorok élettartamát a **szigetelőpapír állapota határozza meg.**
- A trafók élettartamát azért a papír élettartama határozza meg, mert a többi „alrendszer” cserélhető (OLTC, átvezető), vagy pl. az olaj regenerálható, de **rossz állapotú papír esetén új tekercsek kellenek**, ami igen költséges, előnyösebb lehet új trafó vásárlása..
- A jelenleg használatban lévő **szigetelőolajok** paraméterei normál üzemeltetés mellett is 15-25 év után úgy **leromlanak, hogy be kell avatkozni.**
- A leromlott állapotú olaj esetén lehetséges „javítási” megoldások: **olajkezelés, olajregenerálás, olajcsere.**

Szigetelés romlása, élettartama

- A legköltséghatékonyabb megoldás az olaj regenerálása, de az ismeretek hiánya miatt **sok félreértés övezi ezt a kérdést.**
- A legalapvetőbb félreértés az olaj-papíros felhalmozódott öregedési termékei (beleértve a vizet is) miatt van: **az öregedett vizes olaj gyorsítja** a papír romlását, idő előtt tönkremegy, ez pedig lényegében a trafó élettartamának korai végét jelenti.
- A hosszú távú tapasztalatok szerint magán a **trafón végzett olaj regenerálásával** az olaj élettartama megnövelhető, a trafóval közel azonos élettartamra hozható.
- Az üzemeltető célja: trafó **költséghatékony** üzemeltetése, **élettartamának kiterjesztése** szükség esetén.
- A trafó élettartamát a papír határozza meg, ezért ismerni kell a **papír romlását.**
- Az általánosan használt Kraft papír romlását főleg az alábbiak befolyásolják: az **olaj sav-, adalék-, üledéktartalma, hőmérséklet, a nedvesség, az olaj oxigéntartalma, stb.**
- A szigetelőpapír öregedés **visszafordíthatatlan** folyamat, **de az öreg olaj regenerálással új állapotba hozható.**

Szigetelés romlása, élettartama



Vizsgálati módszerek

- Olaj vizsgálatok
- Szigetelési ellenállás mérés
- Tangens δ mérés
- Polarizációs spektrum mérés

Polarizációs spektrumok meghatározásának lehetőségei:

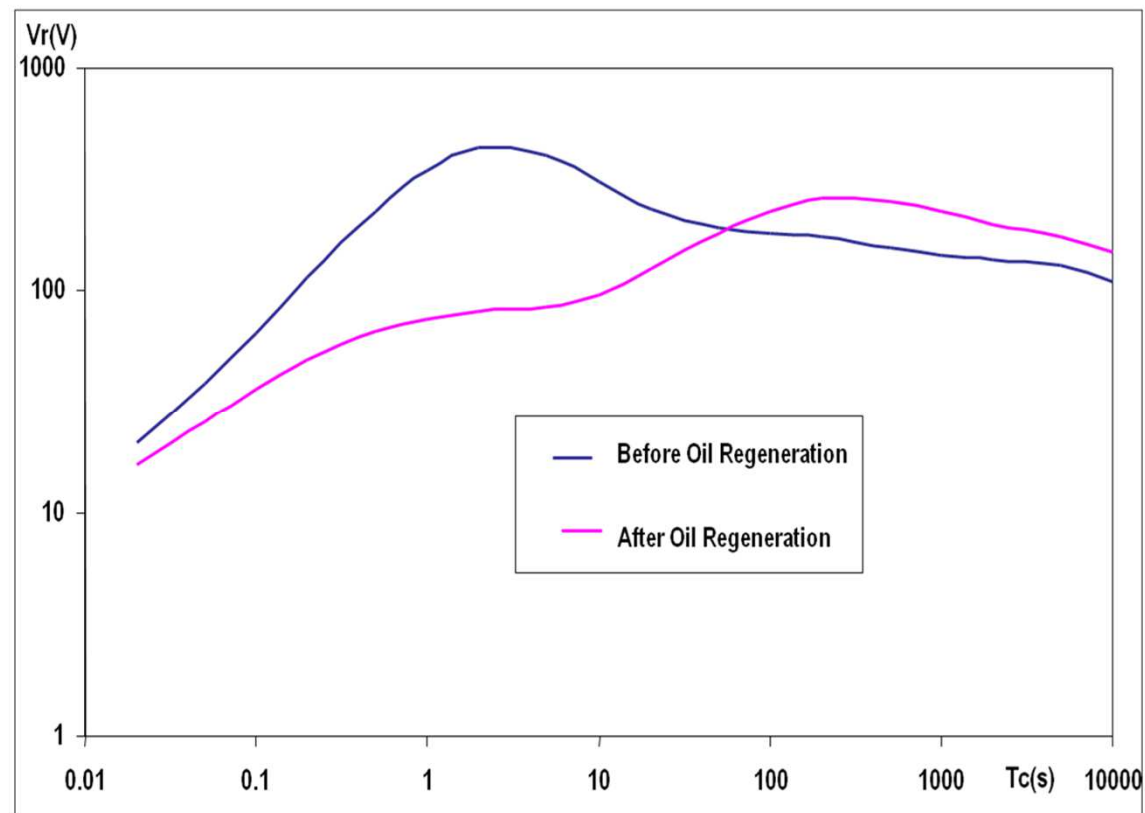
RVM: Return Voltage Measurement, visszatérő feszültség mérés

FDS: Frequency Domain Analysis, $\tan\delta$ frekvencia függése

PDC: Polarisation Depolarisation Current, polarizációs-depolarizációs áram

Vizsgálati módszerek

Olaj regenerálás hatékonyság ellenőrzése RVM diagnosztikával



Kondicionálás és regenerálás

Kondicionálás – fizikai paraméterek javítása

Részecske szűrés

Gáztartalom csökkentés

Víztartalom csökkentés

Javított paraméterek: átütés, víztartalom, tg δ (víz), részecske szám, hibagáz

Regenerálás – fizikai és kémiai tulajdonságok javítása

Részecske szűrés

Gáztartalom csökkentés

Víztartalom csökkentés

Olaj tulajdonságok javítása

Javított paraméterek: átütés, víztartalom, tg δ , részecske szám, hibagáz, savszám, határfelület, szín, öregedési termékek

Szigetelés felújítási lehetőségek

IEC 60422 által ajánlott javító beavatkozások

Table 6 – Corrective actions

Cause of oil change	Symptoms	Corrective actions
Physical	- High water content - Low breakdown voltage value - High particles content - Turbid (not clear)	- Reconditioning (see 12.2)
Chemical	- High colour value - Low IFT - High acidity value - High dissipation factor value - Presence of sediments or sludge, or both - Low inhibitor content	- Reclaiming (see 12.3) - or change the oil
		Top up with new inhibitor according to recommendations in Table 5
PCB	PCB contamination detectable	- Refer to local regulations (see 12.4)
NOTE In some cases, if the chemical contamination is extremely high, it may be more economical to replace the oil. A reclaiming viability test (see 12.3.3) is recommended.		

Eredmények

i. trf		2011.10.26	2013.06.13	2014.07.26	2015.11.05	2015.12.08	2016.02.09	2016.05.31	hé
N/tgδ	UST A	91	195	152		108		148	
	GST A+B	85	176	143		97		134	
	GSTg A	58	156	105		54		75	
K/tgδ	UST A	91	195	152		108		148	
	GST A+B	86	176	143		100		136	
	GSTg A	79	94	132		90		121	
Ált.olaj	Átüt. Fesz	60	27	68	74	78	72	64	
	Savszám	0,01	0,02	0,02	0,01	0,04	0,03	0,01	
	tgδ10 ⁻⁴	381	221	499	588	435	399	381	
	Hat.fesz	33,5	34,4	30,8	34	31,9	31,5	31,1	
	Víz	20	31	37	3	18	20	11	
	Inhibitor	0,06	0,14	0,02	0,25	0,1	0,1	0,16	
	Szín	3	3	3	2	3	3	3	
HGA	CO	346	134	110		<25	<25	<25	540-900
									5400-13000
	CO2	2206	1018	1269		159	415	215	
	Metán	3	<1	1		<1	<1	<1	40-110
	Acetilén	<1	<1	1		<1	<1	<1	3-50
	Etilén	36	9	7		<1	1	<1	60-280
	Etán	2	<1	1		<1	<1	<1	50-90
	Hidrogén	<5	<5	5		<5	<5	<5	60-150
	N2+O2	8	9	7		<5	6	<5	
	Éghető	388	146	120		34	34	34	800

I. transzformátor

Olaj kondicionálás

Eredmények

II. trf		2011.10.26	2013.06.13	2014.07.28	2015.11.13	2015.11.16	2015.12.08	2016.02.09	2016.06.13	hő
N/tgδ	UST A	79	171	137			60		55	
	GST A+B	78	181	152			55		50	
	GSTg A	70	190	212			37		33	
K/tgδ	UST A	79	172	137			60		55	
	GST A+B	83	170	150			62		65	
	GSTg A	84	163	164			62		75	
Ált.olaj	Átüt. Fesz	38	50	72	18	84	72	59	65	
	Savszám	0,03	0,04	0,04	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	
	tgδ10 ⁻⁴	1601	211	1895	897	19	56	66	75	
	Hat.fesz	28,9	31	29	29,9	51,4	36,5	39,3	37	
	Víz	33	12	35	83,7	17,1	11	<10	16	
	Inhibitor	0,05	0,09	<0,02	mentes	0,3	0,34		0,32	
	Szín	4	4	5	3	1	3	3	3	
	HGA									
	CO	366	105	142	314	8	<25	29	62	540-900
										5400-13000
	CO2	2042	1410	1201	2089	128	350	634	856	
	Metán	4	1	1	7	<1	<1	1	1	40-110
	Acetilén	<1	<1	<1	0	0	<1	<1	<1	3-50
	Etilén	44	11	8	61	<1	1	1	1	60-280
	Etán	2	<1	<1	4	0	<1	<1	<1	50-90
	Hidrogén	<5	<5	<5	<10	0	<5	<5	<5	60-150
	N2+O2	9	8	5	7,3	7	34	7	9	
	Éghető	417	119	158	396	130	34	38	71	800

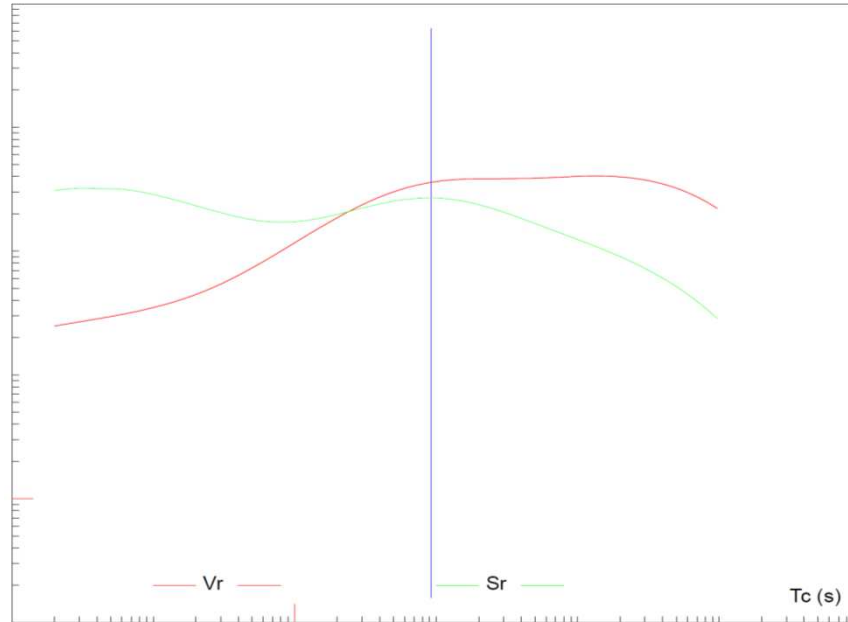
II. transzformátor

Olaj regenerálás

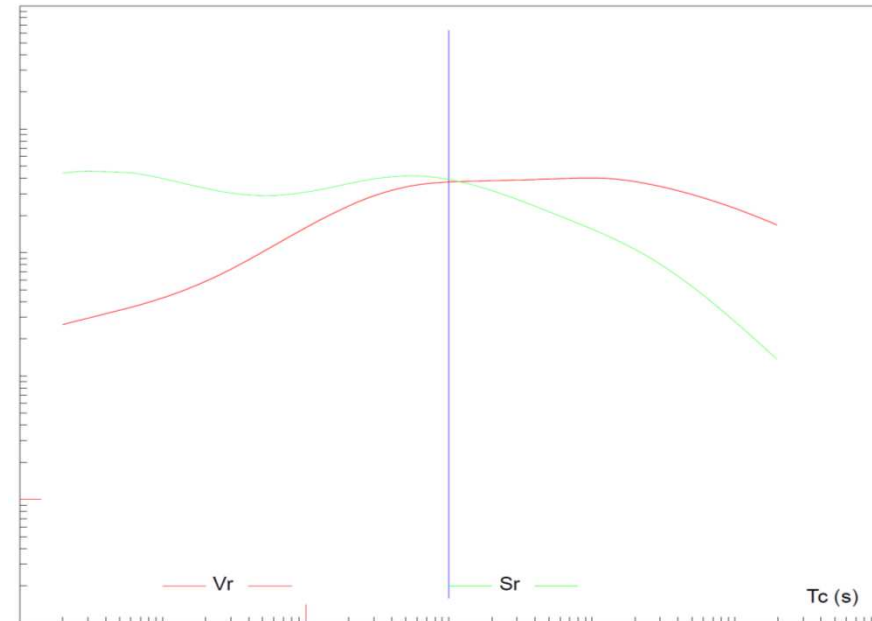
Eredmények összehasonlítása

		előtte	utána	előtte	utána
N/tgδ	UST A	152	108	137	60
	GST A+B	143	97	152	55
	GSTg A	105	54	212	37
K/tgδ	UST A	152	108	137	60
	GST A+B	143	100	150	62
	GSTg A	132	90	164	62
Ált.olaj	Átüt. Fesz	68	78	72	
	Savszám	0,02	0,04	0,04	0,02
	tgδ10 ⁻⁴	499	435	1895	56
	Hat.fesz	30,8	31,9	29	36,5
	Víz	37	18	35	11
	Inhibitor	0,02	0,1	<0,02	0,34
	Szín	3	3	5	3
	HGA				
	CO	110	<25	142	<25
	CO2	1269	159	1201	350
	Metán	1	<1	1	<1
	Acetilén	1	<1	<1	<1
	Etilén	7	<1	8	1
	Etán	1	<1	<1	<1
	Hidrogén	5	<5	<5	<5
	N2+O2	7	<5	158	34
	Éghető	120	34	120	34

Eredmények (RVM) I. TR

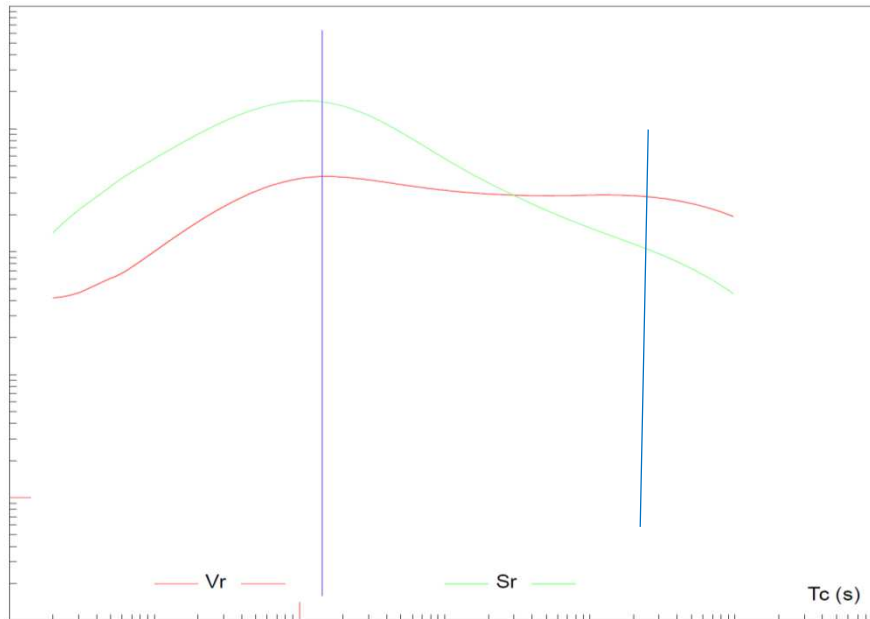


**Kondicionálás előtt
20°C; 3,3%**

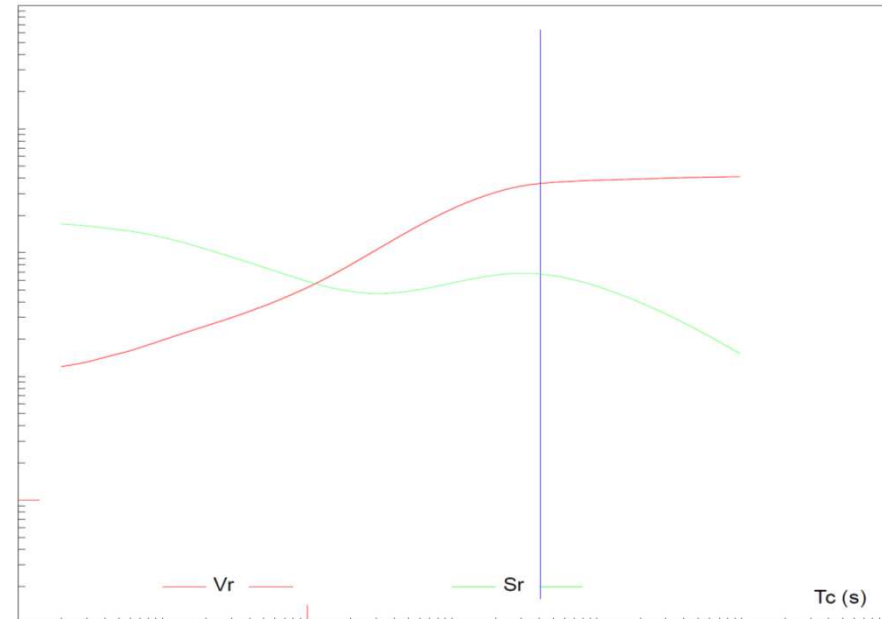


**Kondicionálás után
44°C; 2%**

Eredmények (RVM) II. TR



Regenerálás előtt
20°C; 4,3% *



Regenerálás után
28°C; 2,2%

* Magas hőmérsékleten buborék képződés

Összefoglalás

- Az olaj-papír szigetelés öregedése összetett bonyolult folyamat
- A trafó élettartamát a papír szigetelés élettartama határozza meg
- A papír élettartamát erősen befolyásolja az olaj állapota
- Öreg, savas olaj gyorsítja az olaj és a papír öregedést, ezért beavatkozás szükséges
- A beavatkozás módját a megfelelően elvégzett mérési eredmények állapotra vonatkozó kiértékelése alapján lehet meghatározni
- BMÁK állomás végzett olajkezelések tapasztalatai szerint is látható a kondicionálás és regenerálás eredményei közötti egyértelmű különbség
- A regenerálás eltávolítja a savas öregedési termékeket, meghosszabbítja az élettartamot, növeli a trafó terhelhetőségét
- Az olaj regenerálás hatékonyságának kimutatáshoz megfelelő diagnosztika kell
- A tgd mérés alkalmas a hatékonyság gyors kimutatására
- Az RVM módszer viszont alkalmas a teljes spektrumra vonatkozó korrekt diagnosztikára és a regenerálás hatékonyságának ellenőrzésére



KÖSZÖNÖM A
FIGYELMET!

ovit

m
v m