

Korrozív kén vizsgálatok és mentesítési technológiák

Laboncz Szilvia*, Laczkó Zsolt**, Németh Bálint***

*OVIT ZRt. Akkreditált Vegyi Laboratórium, Laborvezető helyettes, WG A2.40 tag

**OVIT ZRt. Karbantartási szakág, szakágvezető

*** OVIT ZRt. Szakterület fejlesztési munkatárs, WG A2.40 állandó meghívott

Esztergom, X. Szigetelésdiagnosztikai Konferencia
2010. Október 20-22.

Membership of A2.40



- | | | | |
|-----------------------------|-----|-------------------------------|-------|
| • Lukic J. | RS | • T.C.S.M. Gupta TF 01 leader | INDIA |
| • Scatiggio F. TF 03 leader | IT | • Peixoto A. | PT |
| • Dahlund M. | SE | • Mc Dermid B. | CA |
| • Maina R. | IT | • Friedenberga de Lemos L.E. | BR |
| • Amimoto T. | JP | • C.Perrier | FR |
| • Tanimura J. | JP | • Lombard A. | ZA |
| • Wilson G. TF 02 leader | UK | • Rasco J. | USA |
| • Bertrand Y. | FR | • Krikke G. | NL |
| • Hoehlein A.I. | DE | • Grisar M. | IL |
| • Van Petenghem J. | BE | • Skholnik A. | IL |
| • Viklund P. | SE | • Laboncz S. | HU |
| • Smith.W.R. P. | DE | • Buchacz T. | PL |
| • Yare J. | UK | | |
| • Dorieux S. | FR | | |
| • Eiselstein L. | USA | | |

• Németh B. invited member HU

A korrozív hatást kifejtő kén vegyületek

- **DBDS** (adalékolt antioxidáns, nafténes olajokhoz), **150-300 ppm** (meghibásodásokkal összekapcsolt)
- **egyéb reaktív S vegyületek** (nem megfelelő finomítás során visszamaradt vagy a DBDS bomlása során keletkezett vegyületek), **?? ppm**

Szabványok, módszerek a korrozív kén kimutatására

- **IEC 62535 szabvány** (réz korrozió teszt): **a DBDS korrozív hatásának kimutatására** (sokkal érzékenyebb a teszt papírral bevont réz esetében, mint a réz teszt csak olajjal)
- **DIN 51353 szabvány** (ezüst korrozió teszt): **reaktív kén vegyületek (merkaptánok) kimutatására**

- **Teszt paramétere**
 - alkalmazott réz vezető és az olaj, papír mennyisége **arányos a valós készülékekben lévő réz és a réz mennyiségéhez mérten az olaj-papír szigeteléshez**
 - alkalmazott hőmérséklet (T) és idő (t), T-el t-ben **felgyorsított folyamat**, (melegpont szimulációja)
- **Korrozív kén detektálása** (Előfeltétele a réz-szulfid képződésnek az hogy korrózív vagy potenciálisan korrózív kén vegyületek legyenek az olajban. Ezen összefüggésben a korrózív az jelenti, hogy réz-szulfid tud keletkezni és lerakódni a papír vagy a prespán felületén).

szigetelő papír felületén



(kb. 150-200 ppm DBDS tartalommal)

réz felületén

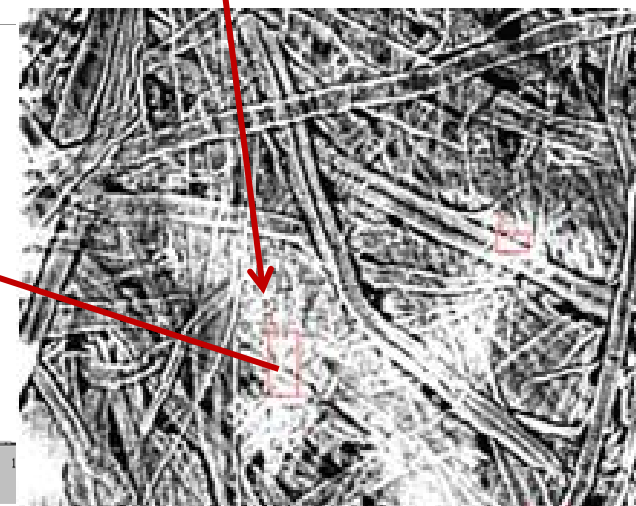
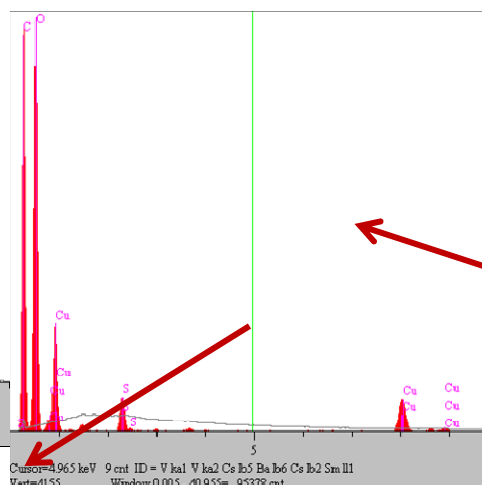
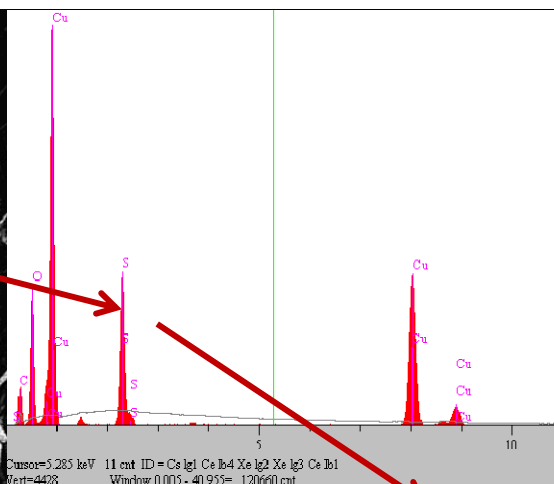
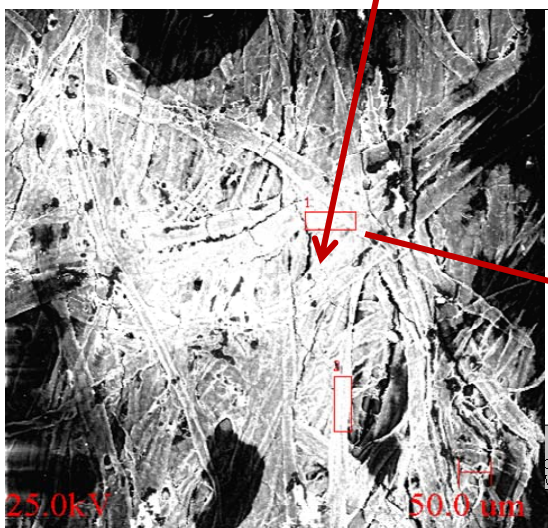
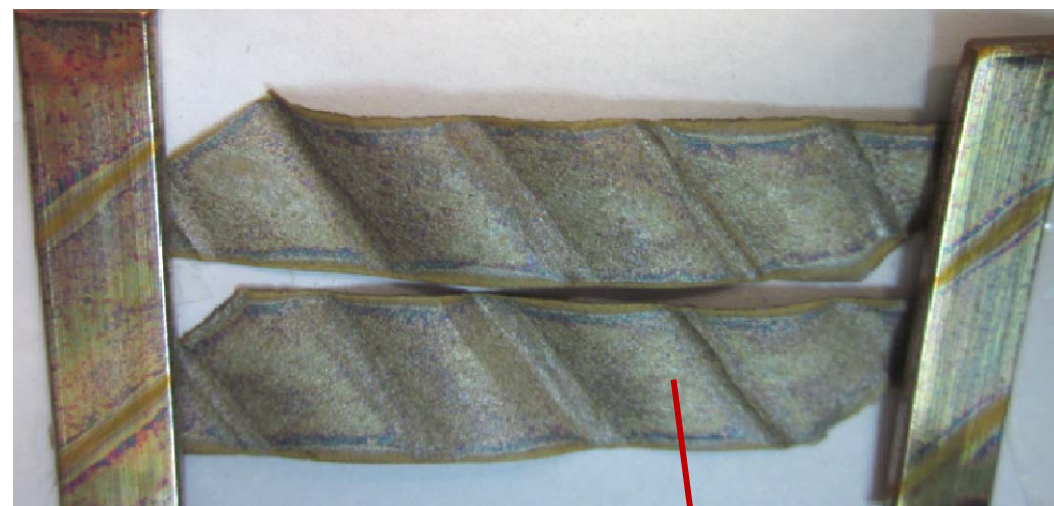
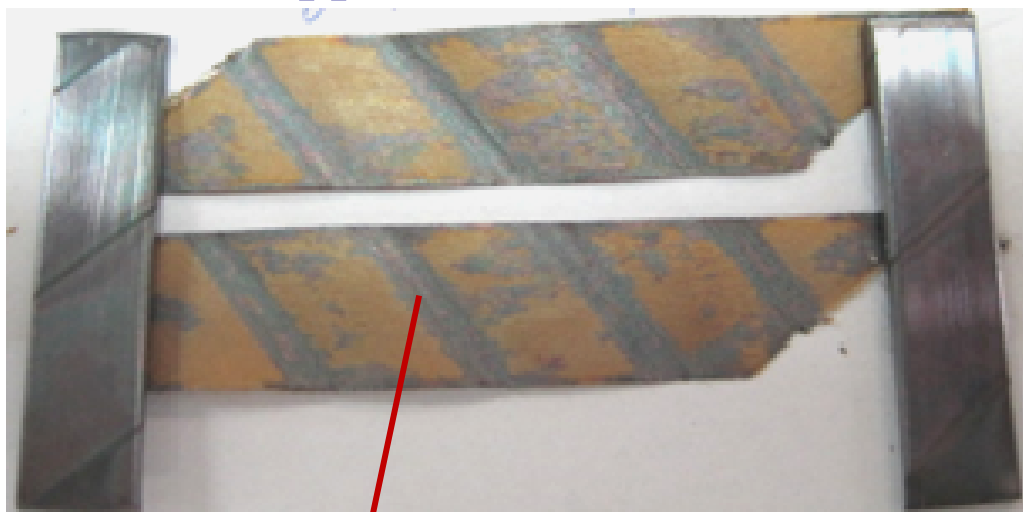


Cu₂S kirakódás a papír és a réz felületén

IEC 62535 szabvány korrózióv kén teszt eredménye:

200-250 ppm DBDS tartalom

40-60 ppm DBDS tartalom



Cu₂S

Szigetelő olajok adalékolása antioxidánssal

- DBDS adalékkal (dibenzil-diszulfid): korrozív hatása van
- DBPC adalékkal (inhibitor) (2,6-di-terc-butil-p-krezol): nincs korrozív hatása
- DBDS és DBPC adalékkal

Vizsgálatok a réz-szulfid (Cu_2S) keletkezésére és kirakódására DBPC adalék mellett

- Nafténes (pl. Nynas) és paraffinos olajok esetében eltérő:
 - a réz-szulfid (Cu_2S) konverziója
 - a réz-szulfid (Cu_2S) kirakódás eloszlása a papíron; nagyobb mértékű Cu_2S kirakódás a papíron ~ nagyobb mértékben ronthatja a szigetelési szilárdságát a papírnak

Korrozió vs. oxidációs stabilitás

A tr. szigetelésére kifejtett korrozív és oxidációs hatásként:

- csökken a papír és prespán szigetelő szilárdsága (papírdegradáció, Cu_2S kirakódás (minden esetben SEM-EDX-el ellenőrizhető, illetve a papír felületén mérhető a vezetőképesség a kirakódott Cu_2S következtében)
- réz/ezüst felületen Cu_2S vagy Ag_2S kirakódás
- oxidációs termékek (oxidált kén vegyületek stb.)
a papír/réz felületén, torzítják az elektromos teret

Előforduló kirakódási helyek:

- Cu_2S ➡ Tekercs (réz, papír, prespán) felületén
- Ag_2S ➡ OLTC-kben lévő ezüstözött felületen



Korrozív kén okozta meghibásodások



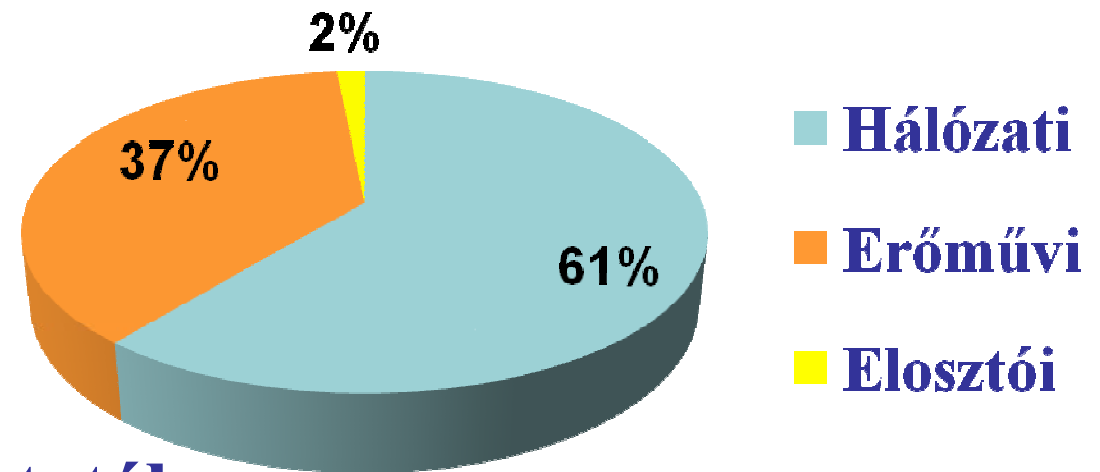


Statisztikai adatok

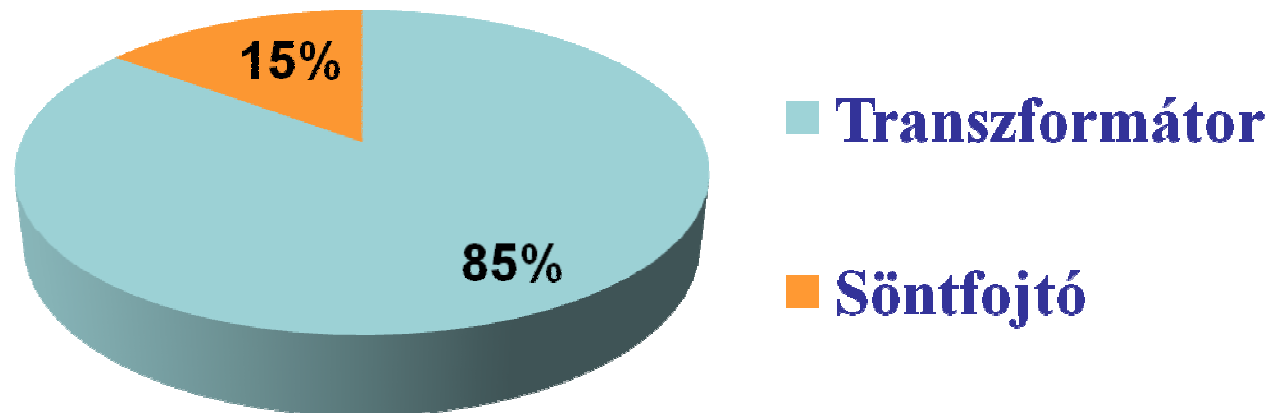
korrozív olajjal feltöltött berendezésekre

Kb. 250 eset korrozív olajjal feltöltött berendezésre

- A készülékek alkalmazása tekintetében**



- Készülék típusa tekintetében**

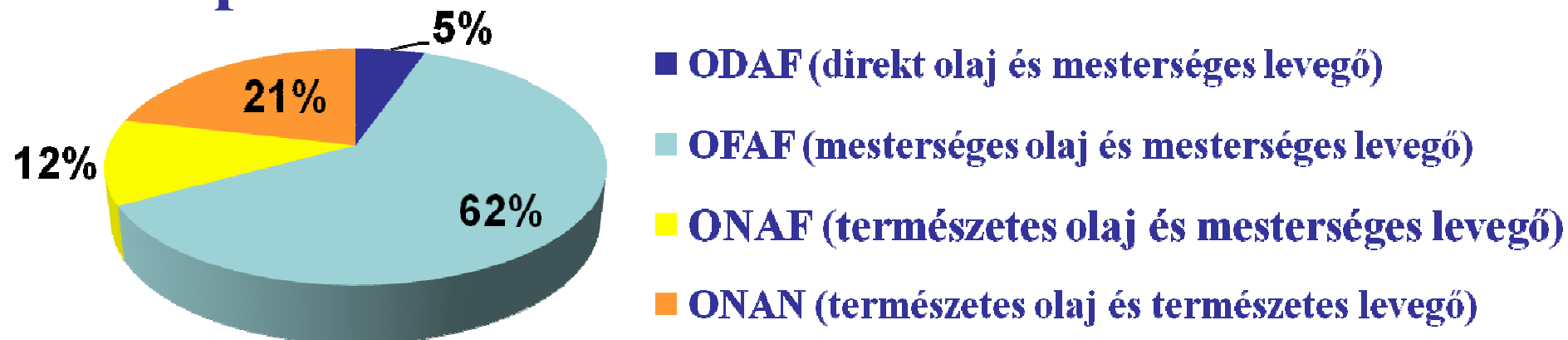




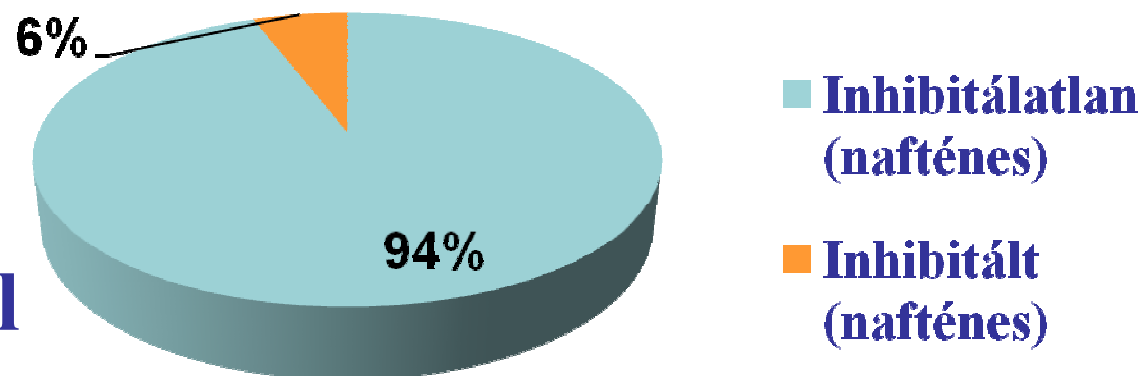
Statisztikai adatok

korrozív olajjal feltöltött berendezésekre

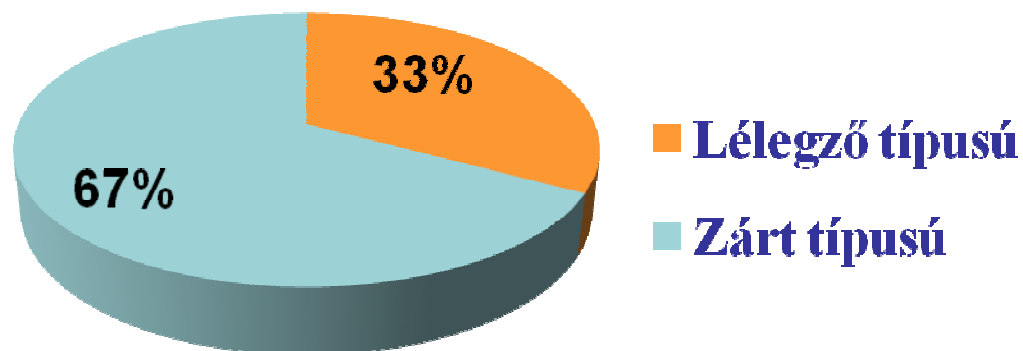
- Hűtés típusa tekintetében



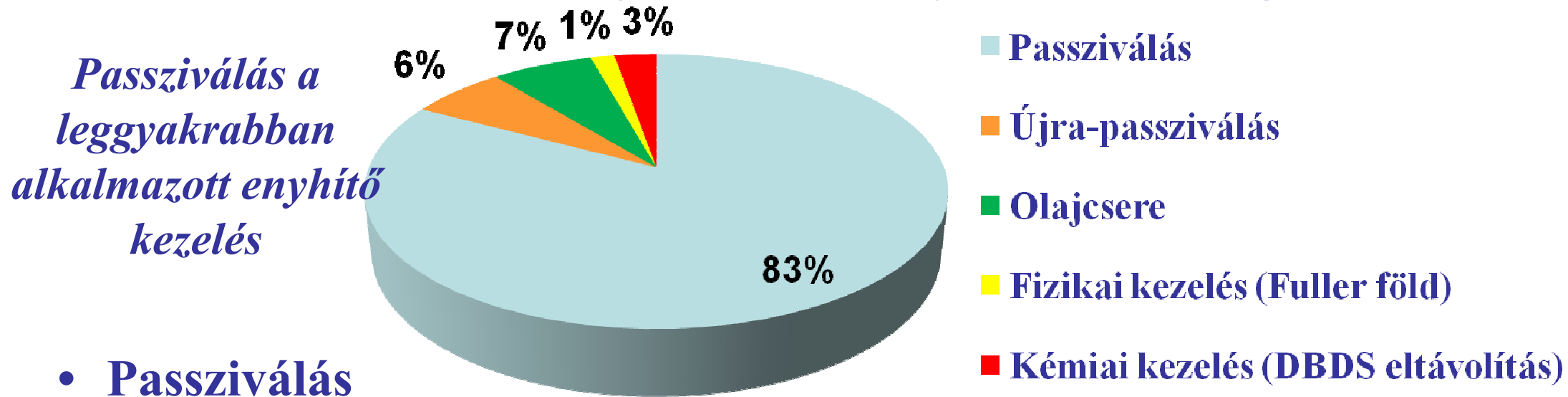
- Olaj típus tekintetében



- Lélegző vagy zárt kivitel



Kb. 250 eset / korrozív olaj detektált/ enyhítő technológiái



- **Passziválás**

- közép és nagyfeszültségű berendezések egyaránt
- főleg erőművi, hálózati transzformátorok, kisebb számban elosztói hálózati transzformátorok

Statisztikán kívül a passzivált berendezések száma ~ több ezer

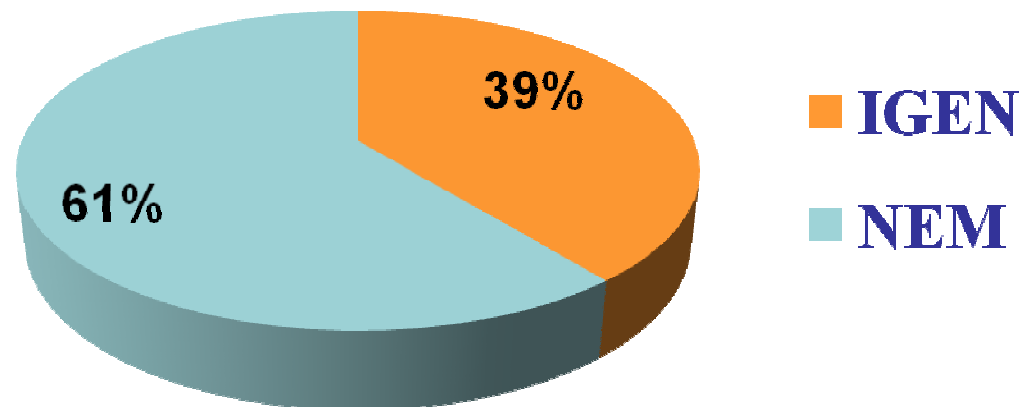
Előfordult meghibásodás a passziválást követően!

- **Olaj csere** (hatékonysága az olajcserének nagyban függ a készülék konstrukciójától)

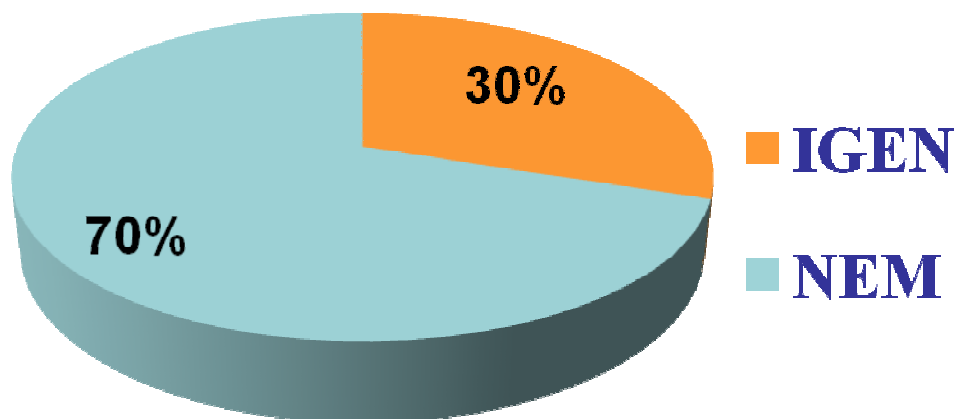
Nincs adat meghibásodott készülékekről olaj csere után!

Kb. 250 eset passziválást követően

- Irgamet39 passzivátor esetében passzivátor csökkenés, fogyás



- Passziválás után „kóbor” gázok (H_2 , CO) képződése



Passzivátorok; BTA vagy TTA származékok hatékonysága:

	DBDS					
	100ppm			200ppm		
	40°C	80°C	120°C	40°C	80°C	120°C
Olaj	korrozív	korrozív	korrozív	korrozív	korrozív	korrozív
+TTA 20ppm	nem korrozív	nem korrozív	korrozív	nem korrozív	korrozív	korrozív
+TTA 50ppm	nem korrozív	nem korrozív	nem korrozív	nem korrozív	nem korrozív	korrozív
+TTA 100ppm	nem korrozív	nem korrozív	nem korrozív	nem korrozív	nem korrozív	nem korrozív
+BTA 20ppm	nem korrozív	korrozív	korrozív	nem korrozív	korrozív	korrozív
+BTA 50ppm	nem korrozív	korrozív	korrozív	nem korrozív	korrozív	korrozív
+BTA 100ppm	nem korrozív	nem korrozív	korrozív	nem korrozív	nem korrozív	korrozív

- Fém de-aktivátor – Irgamet39 – Tolytriazol származék
- TT100 Tolytriazol
- Nynass AB – Nypass (10%ban Irgamet39-el adalékolt szigetelő olaj)

Fém passzivátor alkalmazása:

- főleg kenőolajoknál régen is használták
 - a korrózió ellensúlyozására
 - oxidációs stabilitás javítására
 - szigetelési ellenállás stabilizálására

Néhány olajban még a **korrozív kén** probléma előtt **BTA és TTA** származékot, olyat mint az Irgamet39 adalékot használtak.

1970-es évek óta Japánban BTA származékkal adalékolt olajat használnak, azóta sem detektált korrozív kén okozta meghibásodás.

Javasolt mentesítési technológia alkalmazása, amennyiben

- **A szigetelő olaj potenciálisan korrozív; DBDS tartalma >10 mg/kg (ppm) vagy korrozív**
- **a készülék tervezett élettartamának a felét még nem érte el, (!)**
- **a berendezés aktív részének nem megfelelő hőtechnikai tervezése/kialakítása**
- **hűtőrendszer elégtelen kapacitása (különösen a nyári hónapokban)**
- **nagy terhelésen, magas hőmérsékleten üzemelő készülék, esetlegesen terhelésnövekedés várható a jövőben a készüléken,**
- **HGA eredményeként melegpont valószínűsíthető a készülékben,**
- **a készülék szigetelő olajában a DBDS tartalom időben változik (csökkenése) réz-szulfid képződésre utalhat,**
- **a készüléknek nincs Tartalék egysége**
- **hálózati-, erőművi transzformátorok, söntfojtók**



Javasolt vizsgálatok, teendők a passziválás előtt és után

Vizsgálatok

- az olaj korrozivitásának meghatározása (IEC 62535 szabvány értelmében és DBDS meghatározás)
- a szigetelő olaj öregedési paramétereinek meghatározása
- passzivátor szükséges mennyiségének meghatározása (javasolt mennyiség 100ppm), visszaellenőrzése (IEC 62535 szabvány értelmében a korrozivitas meghatározása)

Passzivátor előoldása, majd bekeverése a berendezés teljes olajtömegéhez

- a berendezés konstrukciójától függően bekeverés
 - hűtő körön keresztül
 - olajkezelő berendezés segítségével (hatékonyabb beoldódás érhető el)

A túlterhelés állapotának elkerülése

A passzivátor mennyiségének ellenőrzése, rendszeres HGA vizsgálat (fokozott figyelemmel esetleges „kóbor” (H₂, CO) gázok ellenőrzésére)

Passzivátor előoldása, majd bekeverése a berendezés teljes olajtömegéhez

Hűtő körön keresztül



Olajkezelő berendezés segítségével



- **Olaj vizsgálatok**
 - **Minőségi (kvalitatív) meghatározás – IEC 62535**
 - **Mennyiségi (kvantitatív) meghatározás – összes S tartalom, DBDS tartalom meghatározás**
 - **HGA (hibagáz analízis) – nincs összefüggés Cu_2S képződéssel**
- **Egyéb vizsgálatok**
 - **RVM (Return Voltage Measurement)**
 - **FDS (Frequency Domain Spectroscopy)**

Korrozív kén okozta Cu_2S detektálás / olaj passziválás

- 1,6 MVA, 35/04 kV –os transzformátor
- 2010. Július hónapban DBDS (150 ppm) adalékolás
- Olaj hőmérsékletét magas hőmérsékleten tartjuk



- RVM minden hónapban Cu_2S detektálására
- HGA eredmények alapján nem lehet következtetni Cu_2S keletkezésére

Tervezett további tevékenységek:

- a transzformátor szigetelő olajának passziválása
- esetleges mellékhatások figyelése:
 - folyamatos HGA az esetleges „kóbor” gázok (H_2 , CO) detektálására





1994-ben Üh., Olaj típus: 10GB, 400/275 kV, 1000 MVA

2007-ben meghibásodott

2008-ban gyárban szétbontották

- **a felső 18 tárcsa károsodott legnagyobb mértékben**
 - mesterséges olaj áramoltatás mellett **néhány tárcsa nem volt megfelelően hűtve**
 - valószínűleg néhány **tárcsa hőmérséklete meghaladta a 100°C-ot**

Következtetés

- a meghibásodás súlyos papír szigetelés öregedés és S korrózió következménye
- a hőmérséklet intenzív emelkedésének eredménye az öregedés és a korrózió, amely
 - a nem megfelelő hűtés
 - az olaj csatornák elzáródásának eredménye.



2005-ben Üh., olaja korrózív, (DBDS=150ppm) 400/275 kV, 1000 MVA

2007-ben az olaja passzíválva (2 év üzemelés után)

Nem volt detektálható Irgamet39 fogyás, csökkenés

2010-ben meghibásodott

Következtetés

- az előválasztó OLTC réz része nem korrodálódott
- az előválasztó OLTC ezüst része teljesen korrodálódott
- a kirakódott Ag_2S réteg (SEM-EDX-el igazolt) mechanikailag instabillá vált
- megindult az Ag_2S részecskék vándorlása  Túlfeszültség miatti átütés???



Köszönöm figyelmüket!

Laboncz Szilvia, laboncz.szilvia@ovit.hu

Laczkó Zsolt, laczkó.zsolt@ovit.hu

Németh Bálint, nemeth.balint@ovit.hu