



OVIT olajlabor vizsgálatai.

Korrozív kén kísérleti vizsgálatai, olajkezelés.

Laboncz Szilvia

Akkreditált Vegyi Laboratórium

Egerszalók, 2008. 04. 23-25.

Akkreditált Vizsgáló Laboratórium, 2000.

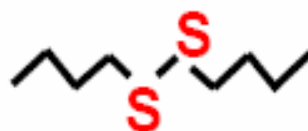
- **Oldódó- és szabad gázok analízise** MSZ EN 60567:2006
- **Általános olajvizsgálat**
 - Átütési feszültség MSZ EN 60156:2000
 - Határfelületi feszültség MSZ ISO 6295:1995
 - Veszteségi tényező MSZ EN 60247:2004
 - Víztartalom MSZ EN 60814:2000
 - Semlegesítési szám MSZ ISO 6618:1995
 - Sűrűség MSZ EN ISO 3675:2000
 - Mechanikai szennyezés MSZ EN 60296:2005
 - Üledéktartalom MSZ IEC 60422:2000
 - Színszám MSZ ISO 2049:1999
 - Inhibítor tartalom MSZ-09-00.0209:1992
 - Folyáspont MSZ ISO 3016:1999
 - Lobbanáspont MSZ EN ISO 2719:2003
 - Viskozitás MSZ EN ISO 3104:1996
- **PCB tartalom meghatározása**

Szigetelő olajokban előforduló kén vegyületek ^[1]



Tiofének

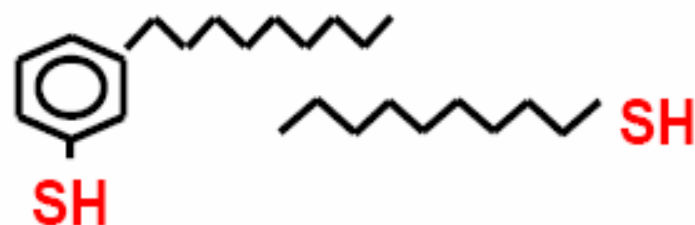
Stabil



Diszulfidok



Szulfidok



Merkaptánok ▼

Reaktív

Szigetelő olajokban lévő szerves kén vegyületek mennyisége függ:

- a kőolaj eredetétől
- az alapolaj minőségjavítására alkalmazott átalakító eljárásoktól

A kén szerepe az olajban

- **Oxidációs stabilitás**, néhány kén vegyületnek jelenléte (pl.: tiofének, DBDS) segíti a stabilitást egyéb inhibitor (pl.: DBPC -2,6-di-terc-butil-p-krezol) adagolás nélkül ^[2]
 - az olaj oxidációja savasodást és üledékképződést idéz elő
 - a nagy oxidációs stabilitás csökkenti:
 - üledék lerakódást
 - villamos veszteséget, hibákat
 - fémkorróziót
 - növeli a szigetelés élettartamát
- a korrózív ill. reaktív szerves kén vegyületeknek nagy az affinitása a fémekhez, Cu_2S keletkezik (fekete, szürke, barna)^[1]

alacsony kén tartalom



**savasodást,
üledékképződést idézhet elő**

magas kén tartalom



korróziót idézhet elő

Inhibitálatlan, vagy csak nyomokban inhibitált olaj

- magasabb kén tartalom az oxidációs stabilitás növelésére
- oxigén hiány és magas működési hőmérséklet mellett a stabil kén vegyületek aktiválódnak, mely réz-szulfid kialakulásához vezet

Inhibitált olaj

- szintén tartalmaz bizonyos mennyiségű ként, arra az esetre ha az inhibitor elfogy

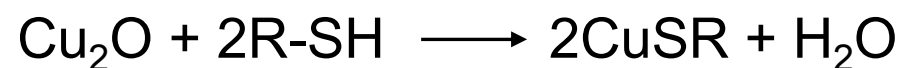
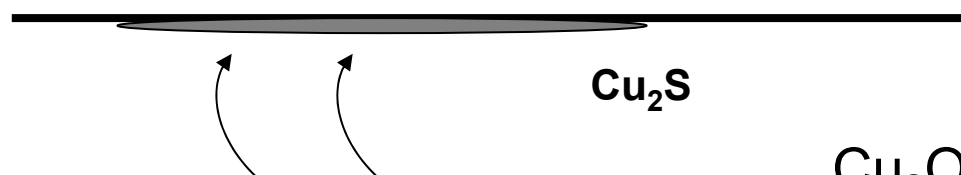
Alacsony finomítású olaj

- magasabb merkaptán- és egyéb reaktív kén tartalom
- magasabb a nitrogénvegyületek és a korai oxidációs termékek mennyisége

Készülékek [3]

- generátor transzformátor
- HVDC transzformátor
- sönt fojtó
- egyéb: meghosszabbított periódus alatt működő készülék teljes vagy közel teljes terhelés mellett

Papír



Cu^+

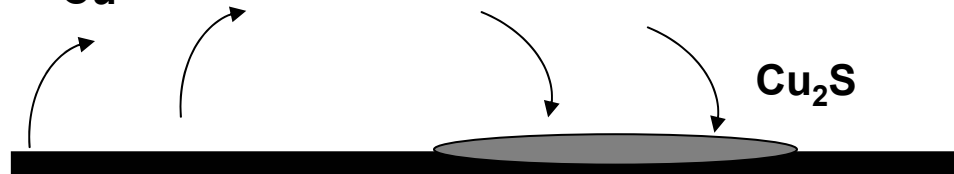
S^{2-}

Cu^+



Cu_2S

Réz



A lerakódott rézszulfid **kisülés és gázképződés** forrása lesz és végül átütés következhet be.

Kezdeti korróziós sebességet befolyásoló tényezők :

Hőmérséklet [4]

- a kémiai reakciók magasabb hőmérsékleten gyorsabban játszódnak le (Arrhenius-egyenlet)
- a réz-szulfid képződés sebessége minden 10°C hőmérséklet növekedéssel **megduplázódik**
- laboratóriumi tesztek eredményeként, a szulfid képződés ugyanakkorának bizonyult $120^{\circ}\text{C}/14$ nap ill. $140^{\circ}\text{C}/4$ nap

Reaktív kén tartalom [4]

Réz felület állapota

- piszkos felület, biztosít egy stabil felületi réteget a korrózió ellen

Korróziós reakciót továbbá befolyásoló tényezők:

A felületen képződött réz-szulfid film áteresztő képessége, tapadása és stabilitása [4]

- az áteresztő filmen átdiffundált elemi kén és szerves kén vegyületek reakció sebessége között különbségek figyelhetők meg

Emelkedett hőmérséklet

- **nagy terhelés (zárt rendszer) ~ 100 °C fölött** az inaktív kén vegyületek aktiválódhatnak

Oxidációs termékek ill. nitrogénvegyületek [4]

- nitrogénvegyületek és a keletkezett korai oxidációs termékek, mint pl.: peroxidok elősegítik a réz-ionok előrehaladását a papírban

Az **egymást követő folyamatok**, melyek meghibásodáshoz, átütéshez vezetnek ^[4]

1. az olajban lévő kén vegyületek megtámadják a réz felületét (korrózió)
2. réz-szulfid film képződés (autokatalízis növekedése)
3. a szilárd réz-szulfid részecskék szétterjednek a papírban (szigetelő tulajdonsága romlik a papírnak)
4. meghibásodás

Korrózió és Cu_2S film képződése akár **alacsony hőmérsékleten $<70\text{ }^\circ\text{C}$**

Az 1. folyamat (korrózió) sebessége emelkedett hőmérsékleten **felgyorsul**

A 2. folyamat (a cellulóz felületén képződő Cu_2S) *néha* a hőmérséklet növekedésével **csökken** ^[6]

Nincs megfelelő előrejelzés, sem HGA, diagnosztika vagy akár monitoring készülék

Olaj passziválás megakadályozza a korróziót

Round-Robin tesztek (18 laboratórium), Cigre TF A2-32.01 [4]

Cél: megbízható teszt módszer kidolgozása korrózív kénre

- létező, hibás üzemmódok vizsgálatára
- valós transzformátor üzemelési körülmények modellezése
- lényeges, valós eredmények szerzésére felgyorsított üzemmódban

3 teszt-módszer alkalmazhatósága, ismételhetősége, reprodukálhatósága

1. módszer: réz lemez, kezdeti N_2 áram, **48 óra, 150 °C** (kiterjesztett ASTM D1275)
2. módszer: papírral bevont réz lemez, levegővel telített olaj, zárt fiola, **72 óra, 150 °C**
3. módszer: papírral bevont réz lemez, levegővel telített olaj, zárt fiola korlátozott O_2 bejutással, **96 óra, 140 °C**

ASTM teszt módszerek, megjegyzések

1. Teszt	2. Teszt	3. Teszt
réz lemez, kezdeti N₂ áram, 48 óra, 150 °C [2]	papírral bevont réz lemez, levegővel telített olaj, zárt fiola, 72 óra, 150 °C [2]	papírral bevont réz lemez, levegővel telített olaj, zárt fiola korlátozott O₂ bejutással, 96 óra, 140 °C [2]
– nagy eltérések az eredményekben – kiértékelés nem megvalósítható – nem biztonságos laboratóriumi módszer	– egyszerűen végrehajtható – az eredmények reprodukálhatóak és megismételhetőek – a korrózív olaj biztonságosan detektálható	– jelentős információ a korrózió képződéséről – vizsgálati célokra javasolt – nagyfokú oxidáció (összehasonlítva a többi módszerrel)

Eredmények értékelése az **ASTM D130** skála alapján

Olajok vizsgálata a CIGRE TF A2-32.01 ajánlása szerint

A vizsgálat körülményei:

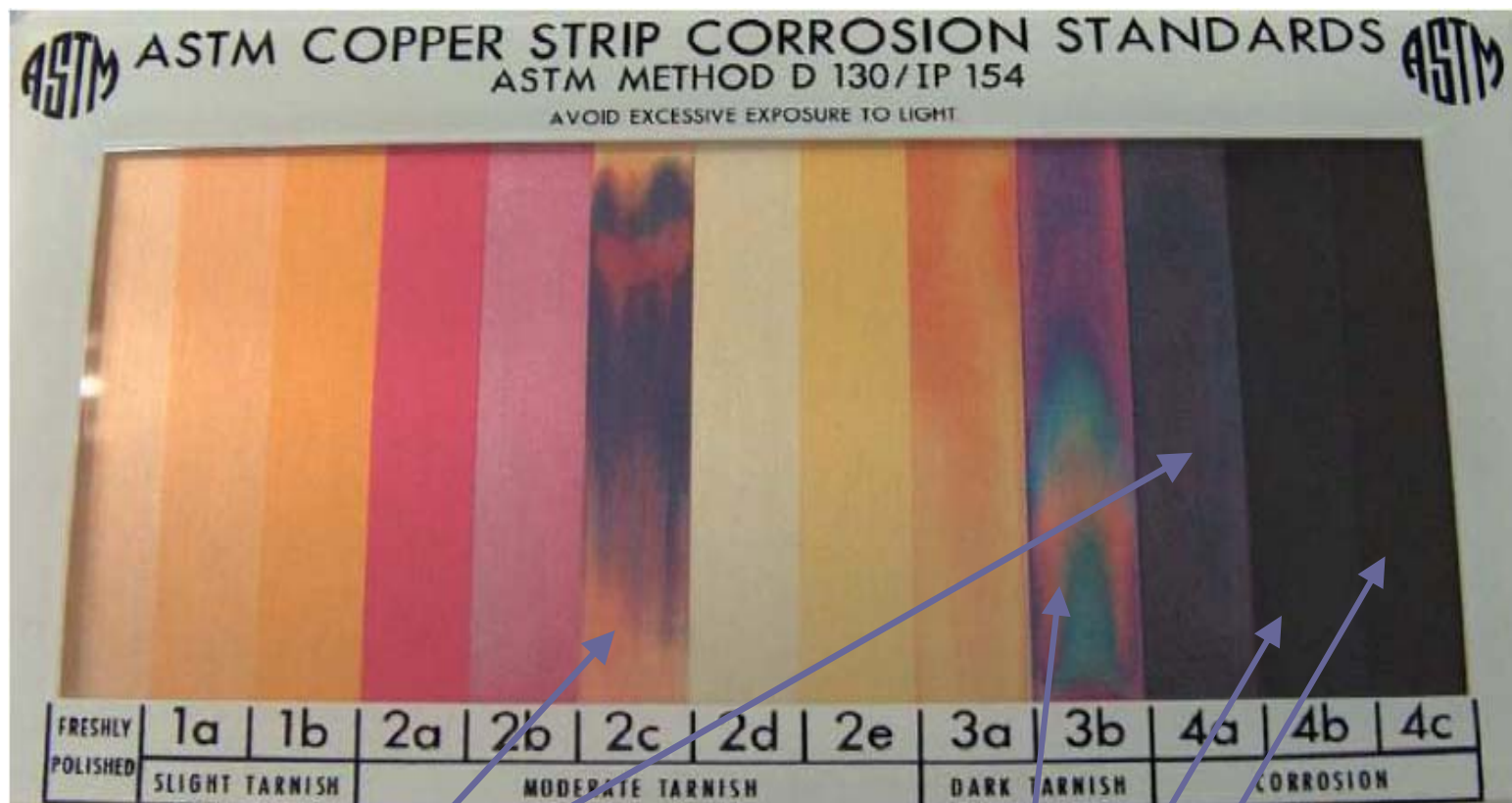
- 20 ml-es levegőtől zárható fiolában
- 15 ml vizsgálandó olaj + 5 ml levegő
- réz lemez, Kraft-papírral bevonva
(átlapolásos technikával)
- 150°C-on, 72 óráig hőn tartva



Réz felület elszíneződése



„Korrózió” kén teszt

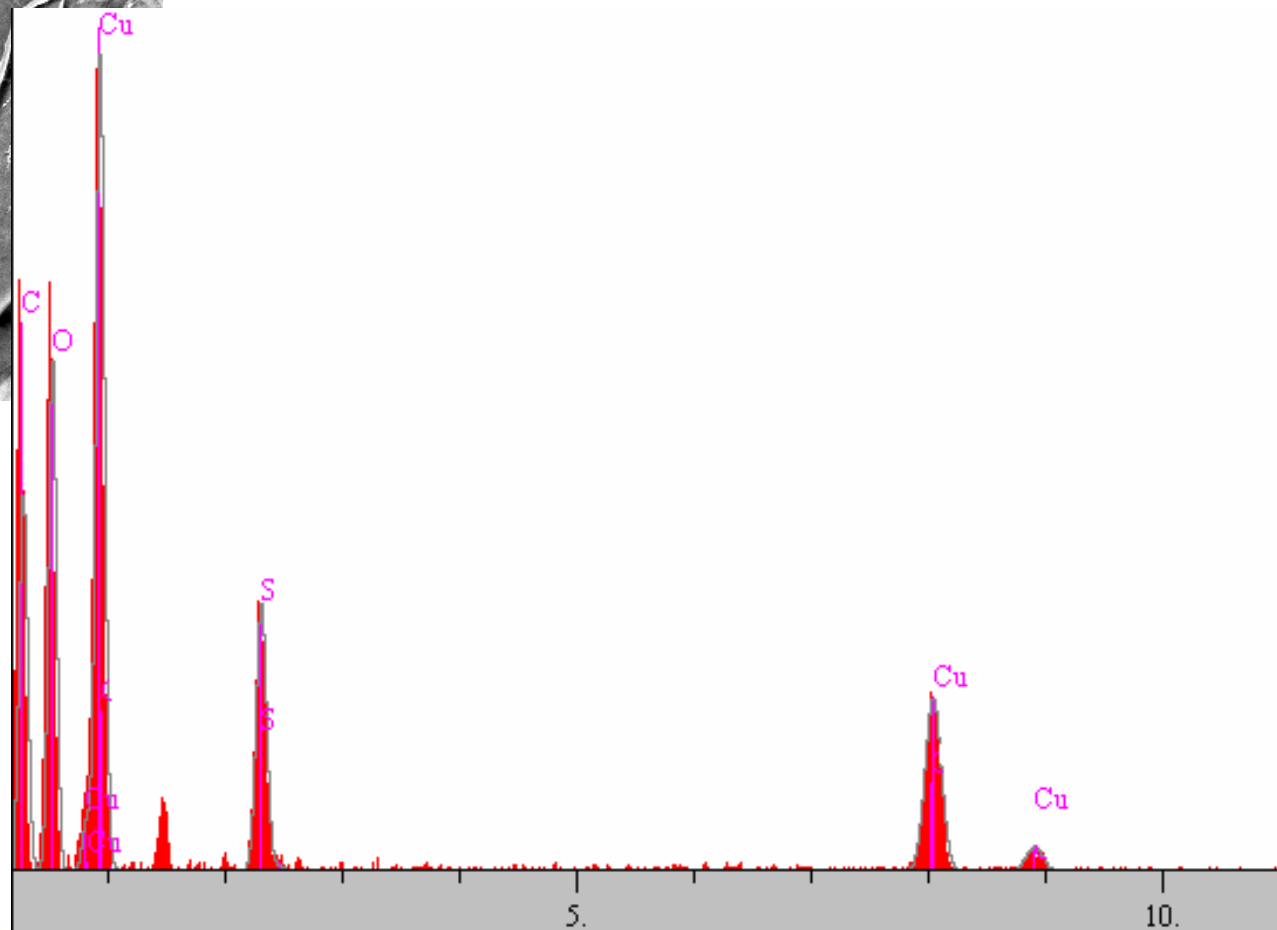
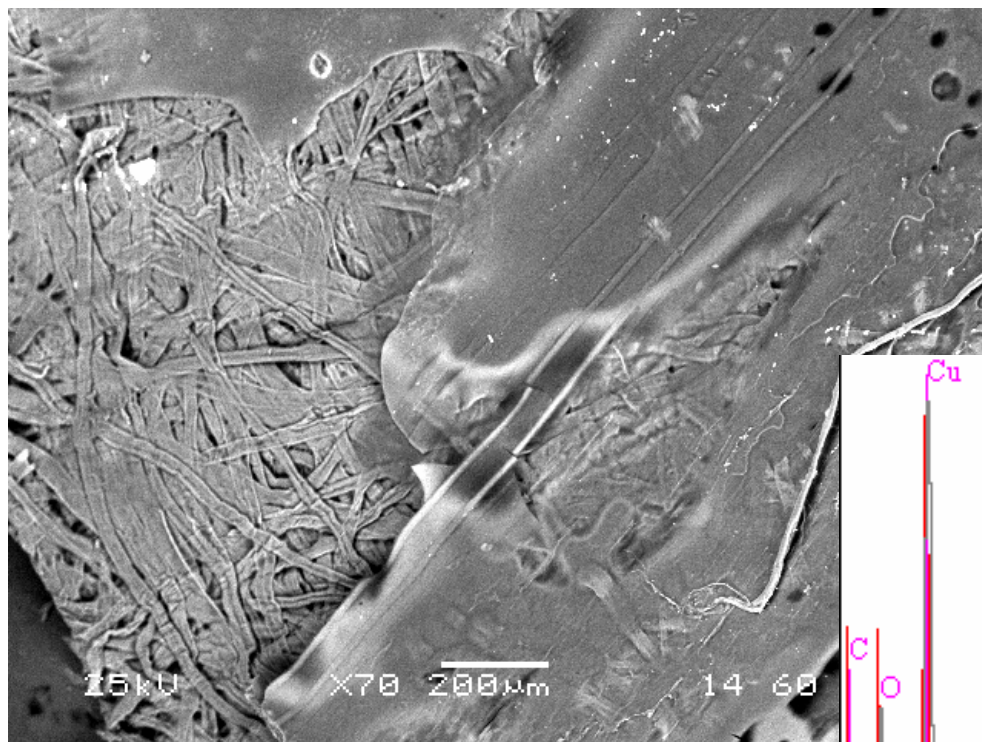


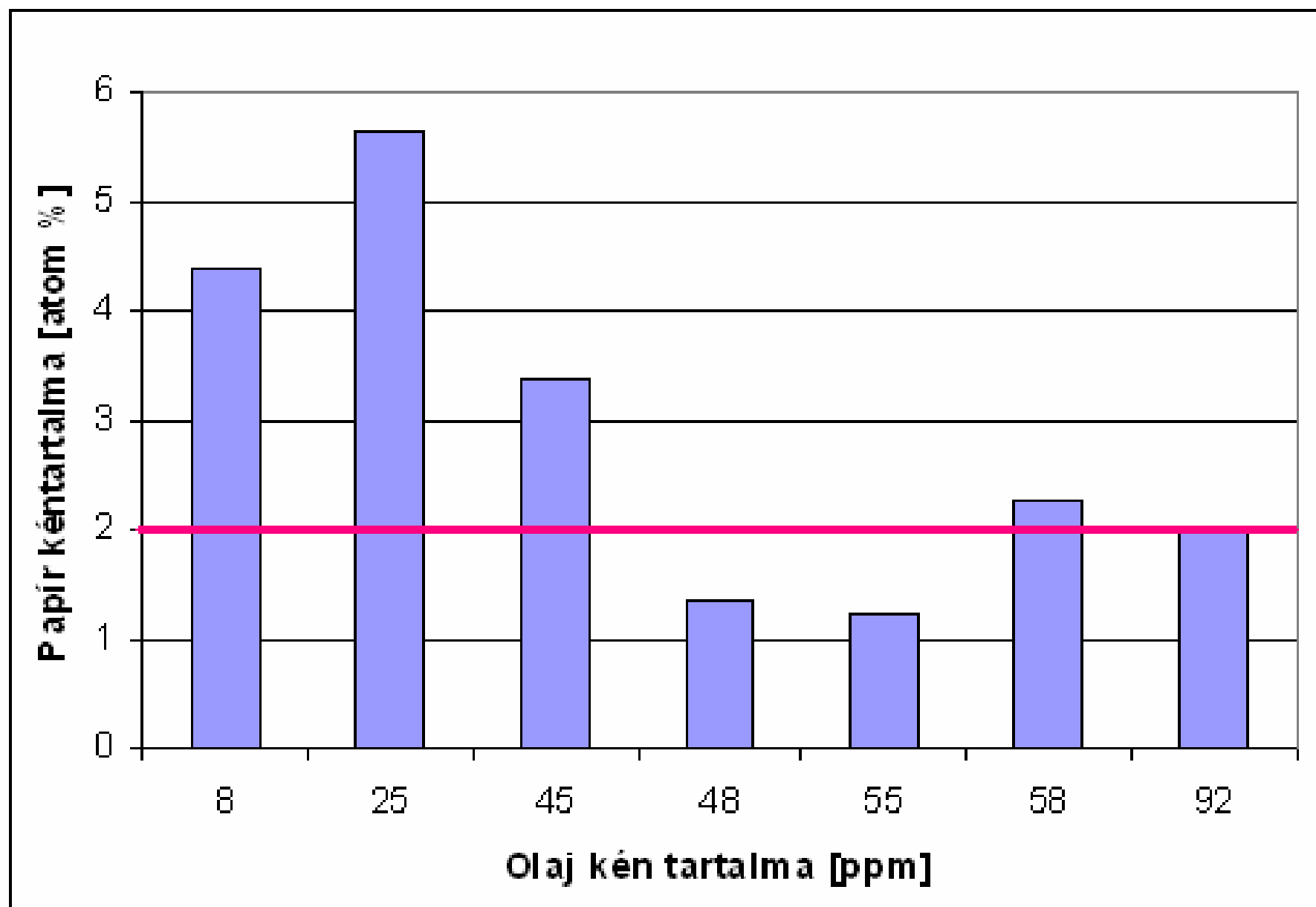
Szigetelő papíron lévő lerakódás



Pásztázó elektronmikroszkóp (SEM) és energiadiszperzív röntgen-analizátor (EDAX) vizsgálat







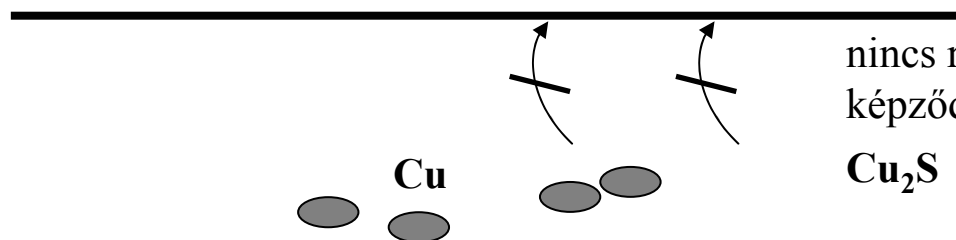
A kialakult réz-szulfid réteg szorosan tapad a felülethez, eltávolítása:

- mechanikai vagy vegyi eljárással —————> roncsolja a felületet

Olaj kezelés:

- kis mennyiségű fémpasszivátor adagolása az olajhoz ~100 ppm
- megelőzi (új olajban) és félbeszakítja (már használatban lévő olajban) a réz-szulfid képződési folyamatot

Papír



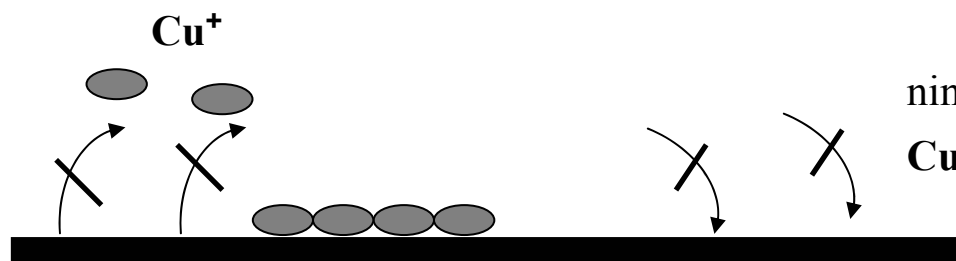
nincs réz-szulfid
képződés

Cu_2S

megelőzi a réz-szulfid képződést

hatástalanítja a réz-ionokat az olajban

Réz



nincs korrózió

CuO/CuS

rátapad a réz felületére,
blokkolja a reakciót

- szerves vegyület – benzotriazol származék – Irgamet-39
- termodinamikailag stabil vegyület
- nem áteresztő réteget képez a fém felületén – rátapad a felületre
- a szigetelő papír abszorbeálja és visszatartja a passzivátort [7]

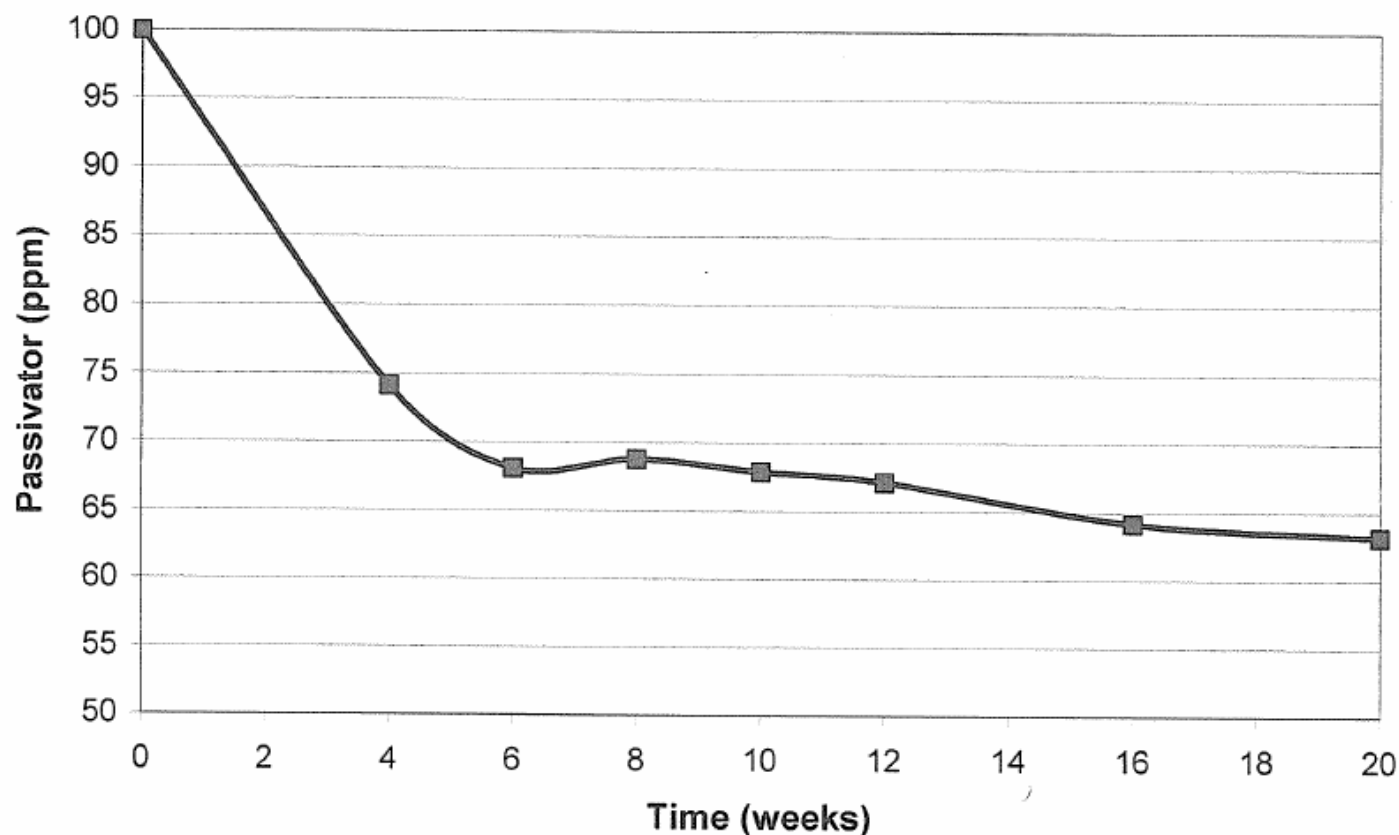


Figure 3. Absorption of Irgamet 39 by insulating paper at 80 °C.



Köszönöm figyelmüket!

