

Szigetelés Diagnosztikai Konferencia

2007. 04. 26-28.

TURBÓGENERÁTOR FORGÓRÉSZEK Élettartamának meghosszabbítása



Az élettartam kiterjesztés kérdései

A turbógenerátorok üzemi élettartamának meghosszabbítása, amennyiben az műszakilag értelmes és lehetséges, a gépek teljes kicserélése helyett, jelentős gazdasági előnyökkel jár.

- Az élettartam kiterjesztés időpontját miként lehet meghatározni?**
- Milyen elemzések, vizsgálatok szükségesek?**
- Melyik fő alkatrészt (állórész, forgórész, segédüzem) kell felújítani, cserélni?**
- A felújítás részletes szakmai programja mit tartalmazzon?**

A generátorok megfelelőségének biztosítása

- Tervezés, gyártás, anyagok
- Üzemeltetési szabályok, gyártói előírások
- A műszaki állapot vizsgálata és ismerete
- Rendszeres karbantartások
- Felújítás, élettartam kiterjesztés

„Alapelvek” generátorokkal végzendő tevékenységek során

- Ami jól működik azon ne változtass!
- Kipróbált, bevált, referenciával igazolt technológiák, anyagok, tevékenységek, konstrukciók, szakcégek alkalmazhatók csak.
- Az alkalmazott eljárások, konstrukciók feleljenek meg napjaink turbógenerátor gyártási, állapot fenntartási színvonalának.

Forgórészek

Forgórészek sajátosságai

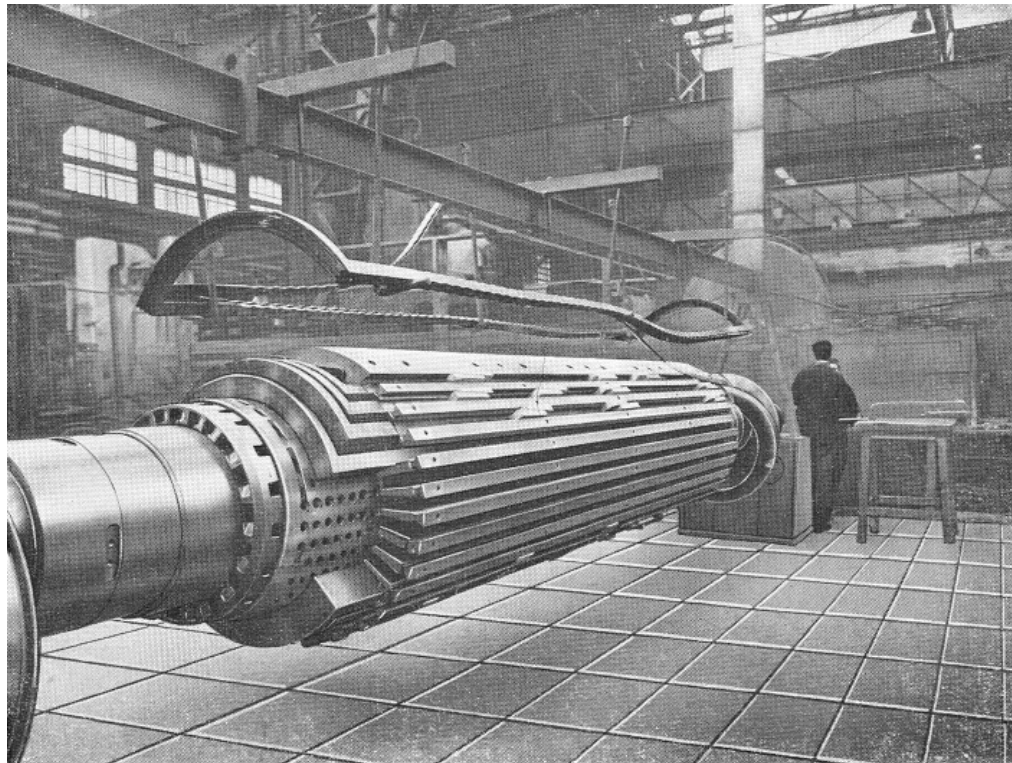
- Nagy, összetett igénybevételek
- Speciális anyagok és technológiák
- Magas kihasználás
- A generátor leginkább elhasználódó eleme.
- Hosszú élettartama felújításokkal biztosítható
- Kiemelkedő üzembiztonsági elvárások
- Jelentős termelési érték

Forgórész kialakítása



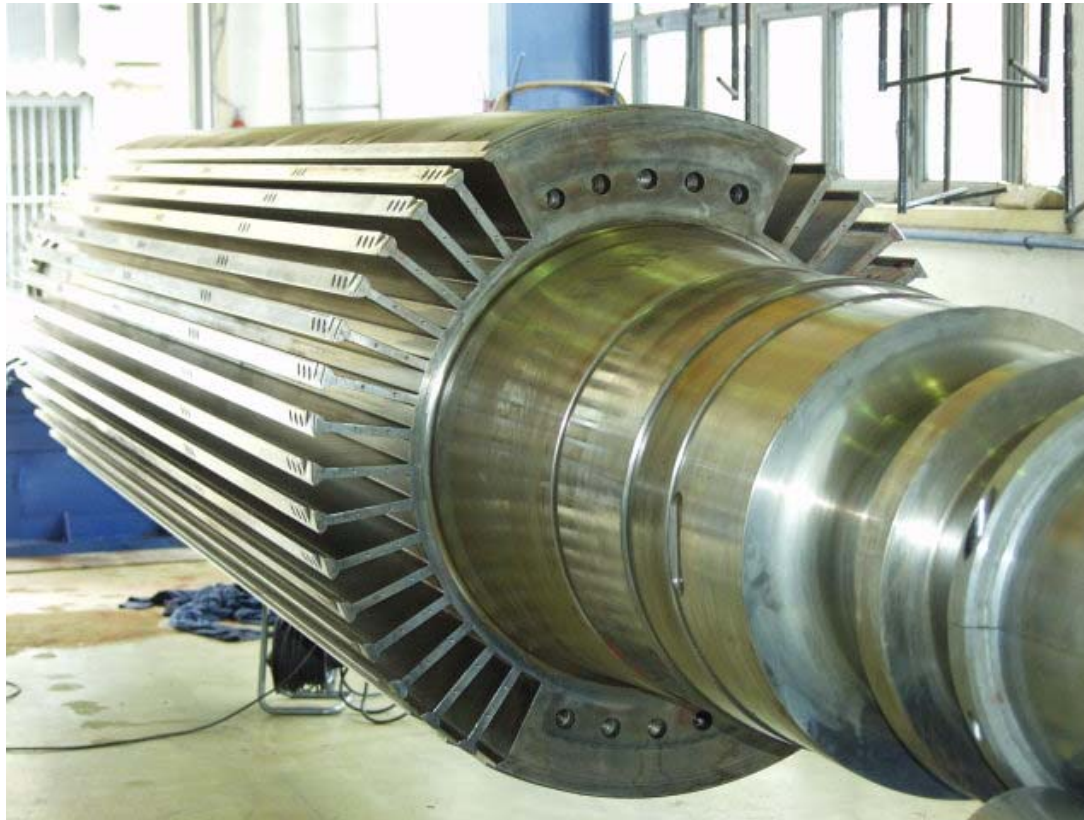
Nagytejesítményű turbógenerátor forgórész

Forgórész



Forgórész gyártás közben

Forgórész



Forgórész felújítás alatt

Legfontosabb élettartam korlátozó működési jellemzők

Üzemórák, indulások, leállások száma.

Csúcsterheléses működtetés, ciklikus üzemeltetés.

Rendellenes működések (túlsebesség, túlterhelés, túl nagy kiegyensúlyozatlan terhelés, hibás szinkronizálás, rövidzárlatok, túlhevülés, stb).

Legfontosabb élettartam korlátozó gép jellemzők

Konstrukciós kialakítás, amely túlzott igénybevételt (mechanikai, villamos, stb.), degradációt okoz.

Anyagminőség, ami korai elhasználódást okoz (pl. bandázs sapkák kristályközi korróziója).

Tekercselés túlhevülése, forró pontok keletkezése, nagy alakváltozásokat, igénybevételeket okoz.

Legfontosabb élettartam korlátozó forgórész alkatrészek

Forgórész tekercselés réz anyaga.

Tekercs szigetelő rendszer.

Forgórész tömb.

Bandázs sapkák.

Kovácsolt alkatrészek.

Élettartam hosszabbításra való alkalmasság meghatározása

Gyártói élettartamra, felújításra vonatkozó előírások ismerete.

Élettörténet üzemeltetési, diagnosztikai, karbantartási,
üzemzari adatainak vizsgálata, elemzése.

Főbb alkatrészeczek (tömb, tekercselés, szigetelések, stb.)

maradék élettartam vizsgálata teoretikusan és kísérleti úton.

Forgórész összes elemének megfelelésségét ellenőrizni kell.

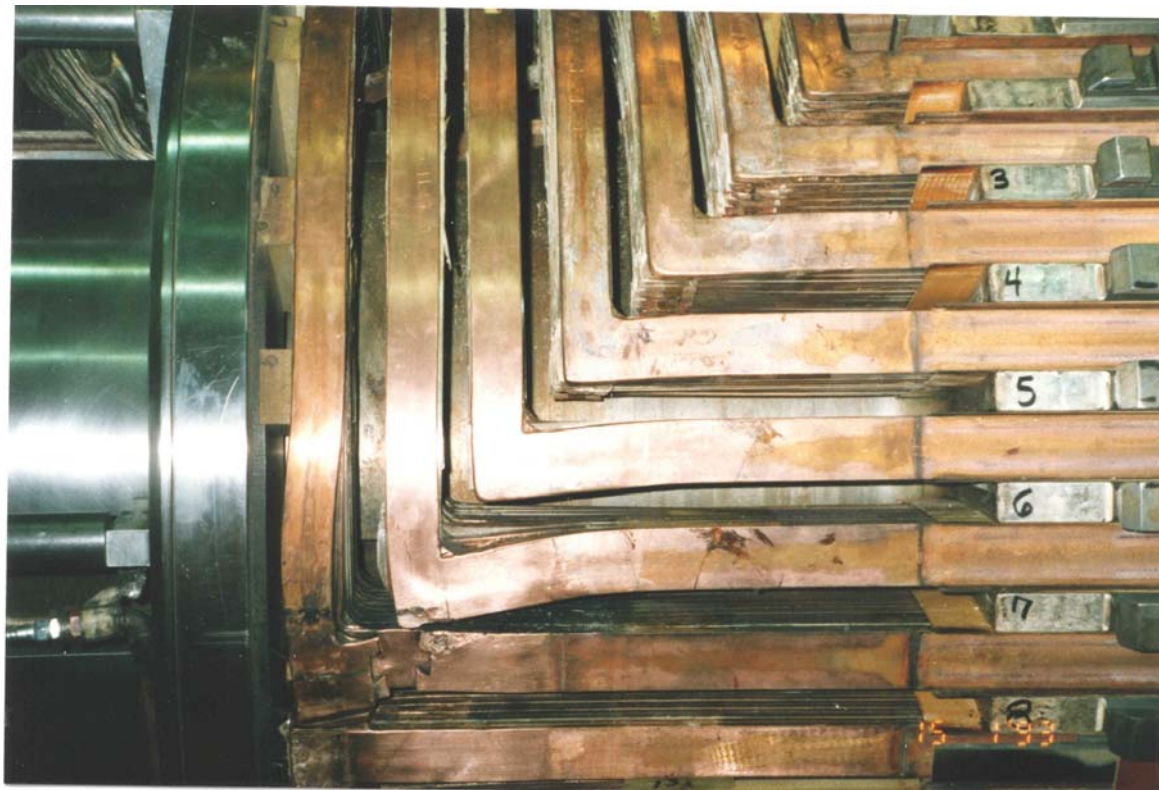
A felújítás utáni maradék élettartam meghatározása.

Jellemző degradációk



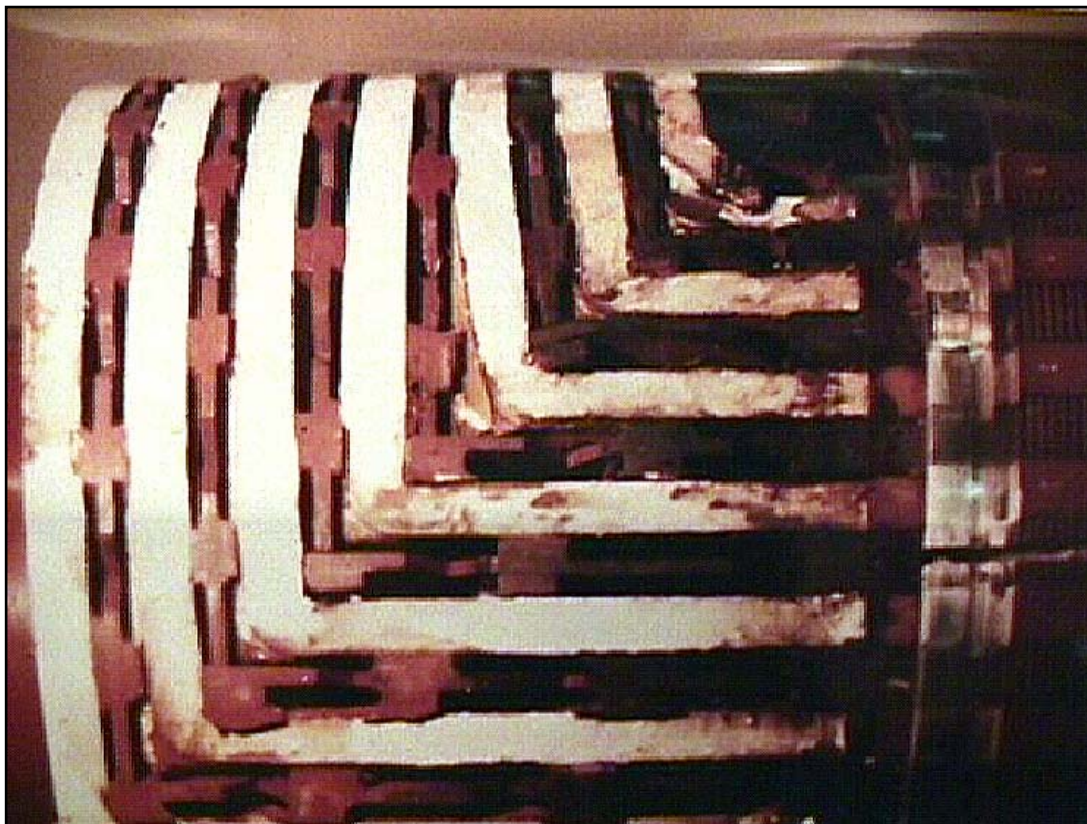
Deformálódott tekercselés

Jellemző degradációk



Deformálódott tekercselés

Jellemző degradációk



Deformálódott tekercselés

Jellemző degradációk



Tekercsoszlop zárlat

Jellemző degradációk



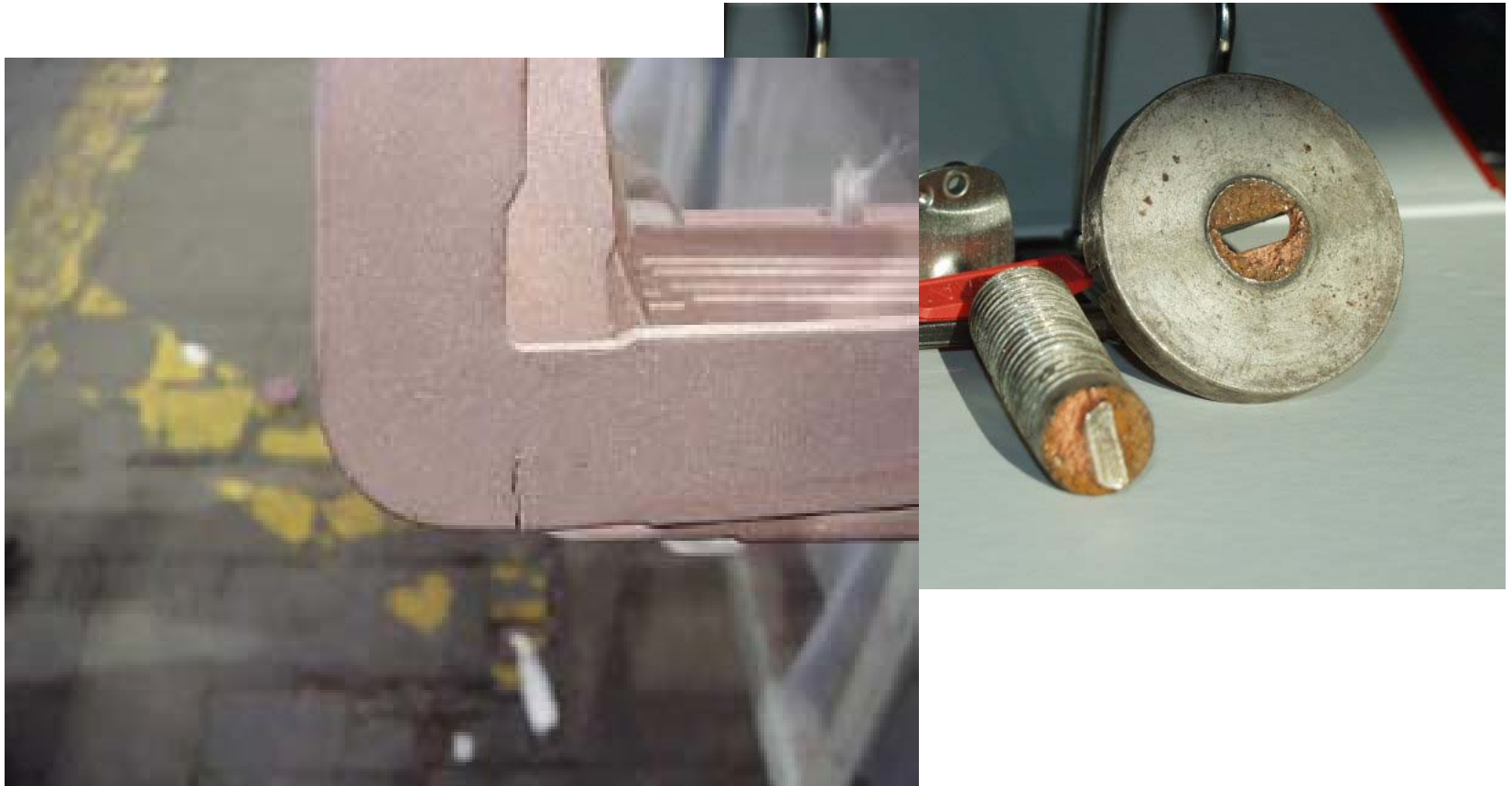
Elmozdult szigetelés miatti menetzárlat

Jellemző degradációk



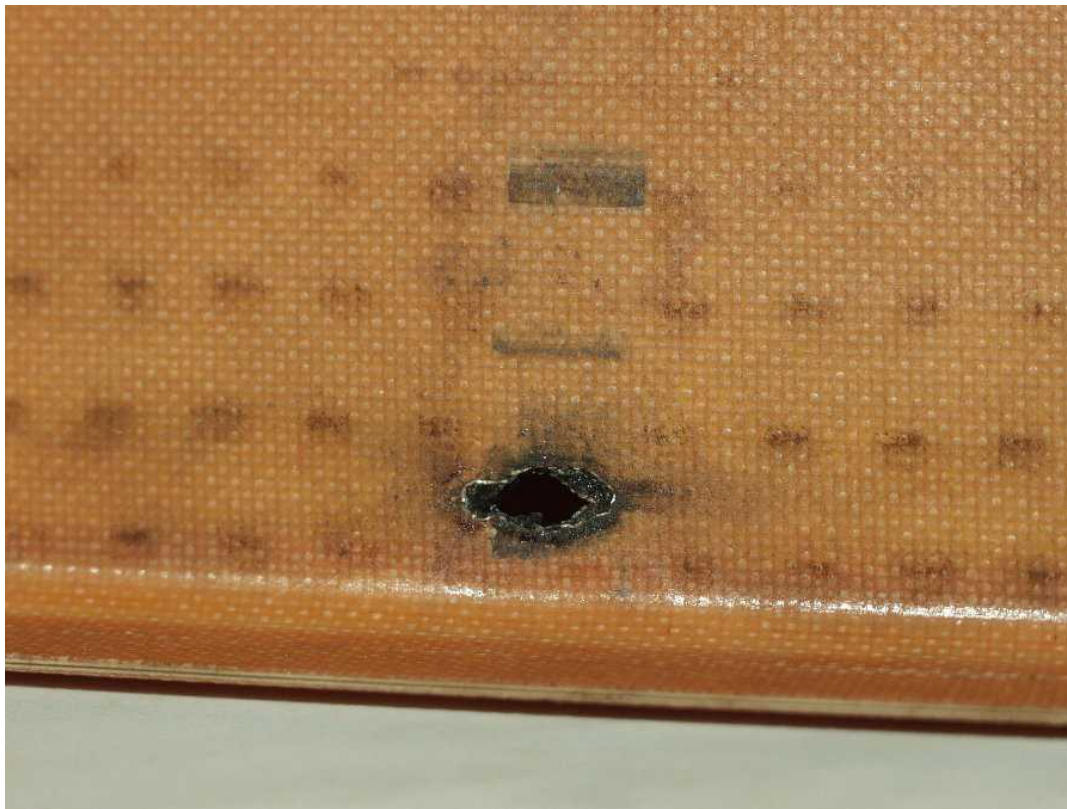
Elmozdult tekercselés miatti menetzárlat

Jellemző degradációk



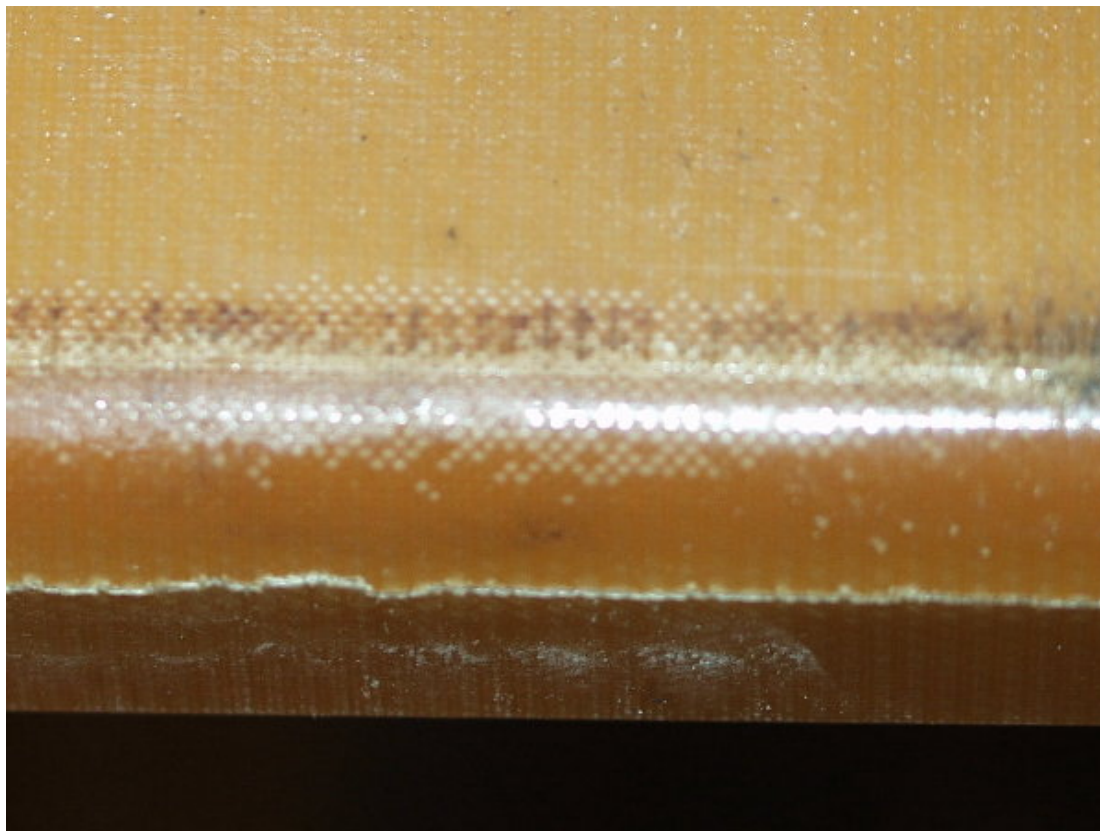
Tekercselés, áramvezetés fáradásos törése

Jellemző degradációk



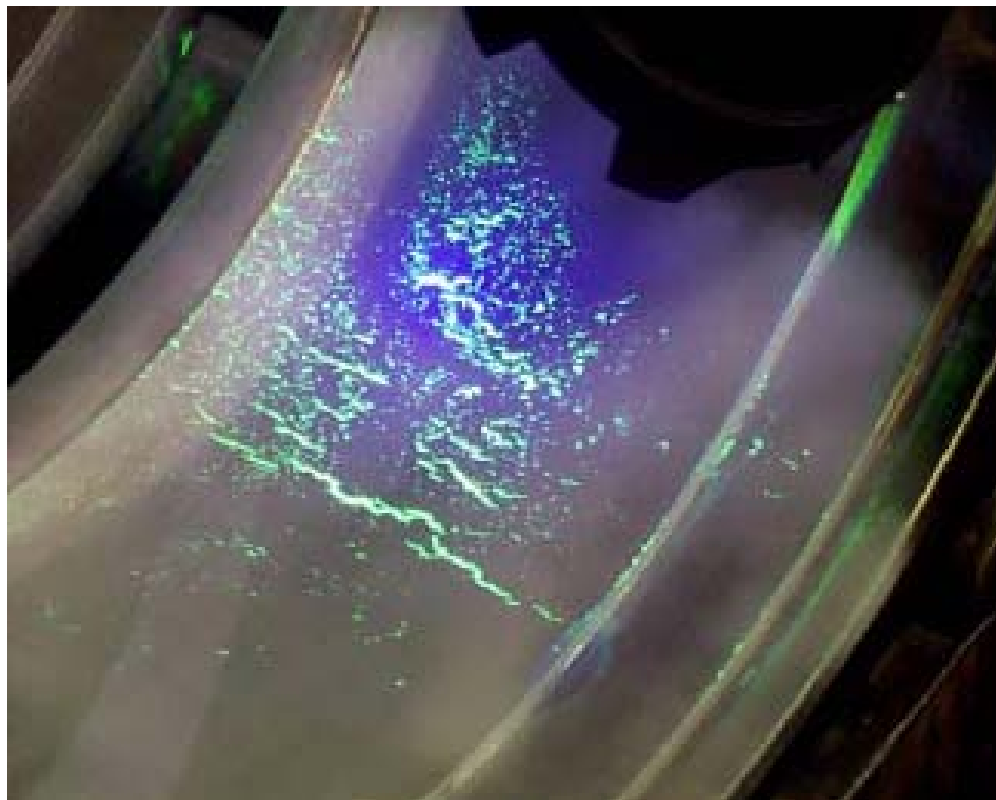
Horonyszigetelés kopása, átütése

Jellemző degradációk



Horonyszigetelés törése

Jellemző degradációk



Bandázssapka feszültségkorróziós repedése

Jellemző degradációk



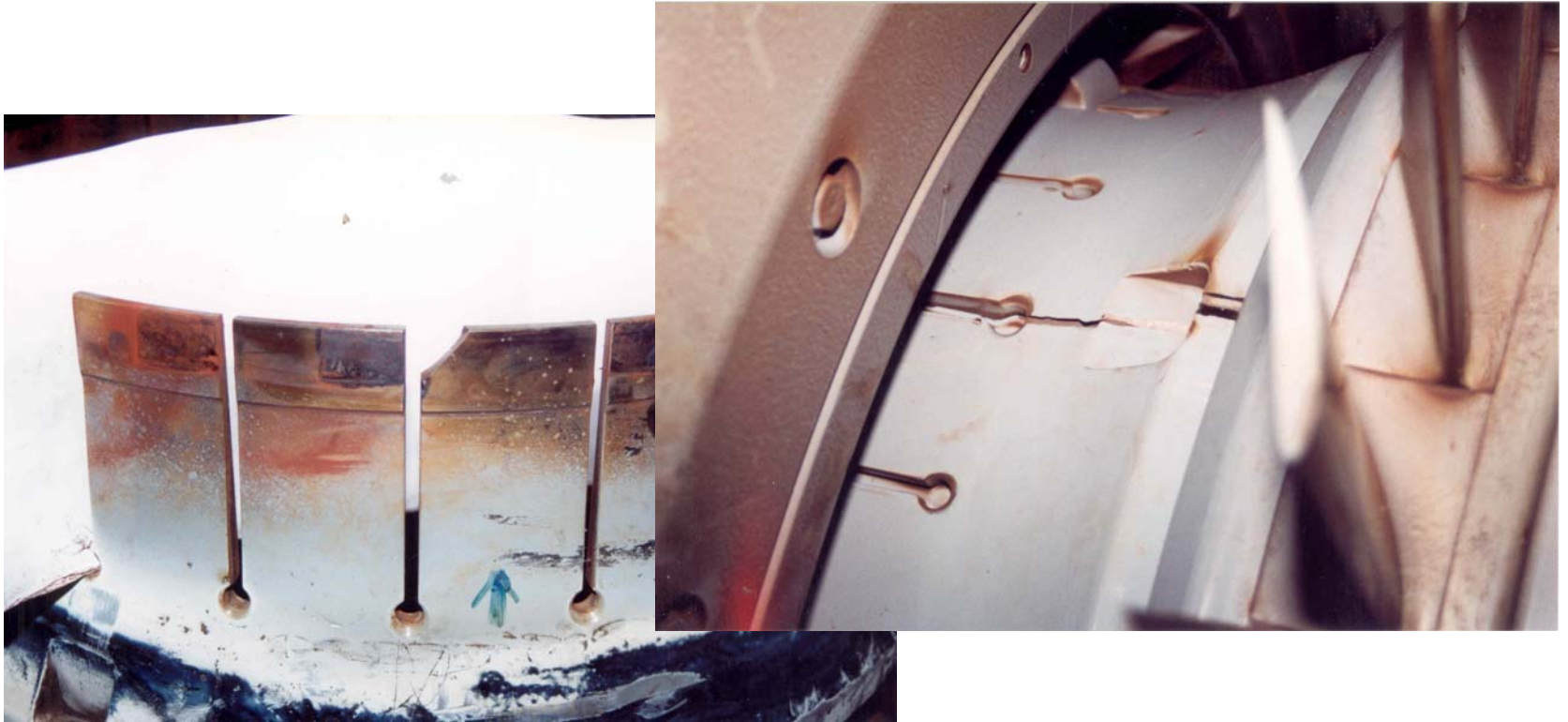
Gépház bandázssapka törés előtt és után

Jellemző degradációk



Túlzott mechanikai igénybevétel miatt
törés a forgórész fogak végénél

Jellemző degradációk



Rugózó gyűrű törések

Jellemző degradációk



Túlhevülés

Élettartam hosszabbítás

Fontos az „Alapelvek” betartása.

Maradó alkatrészek (tömb, kovácsolt alkatrészek, tekercsréz, bandázs, stb.), cserélendő elemek meghatározása.

A modernizálás mértékének, a korszerűsítendő alkatrészeknek (pl. tömb inercia kiegyenlítő bemetszése, korszerűbb bandázs, szigetelés megerősítés a statikus gerjesztés miatt, stb.) a kiválasztása, megfelelőségének igazolása.

Ellenőrzések, vizsgálatok

A gyártásközi ellenőrzések, részletes (vizsgálatok, követelmények), közösen elfogadott minőségellenőrzési terv alapján .

A vizsgálati követelmények megegyeznek az új forgórészekre vonatkozó előírásokkal (kivéve a csökkentett értékű pörgetési próbát).

Forgórész felújítás



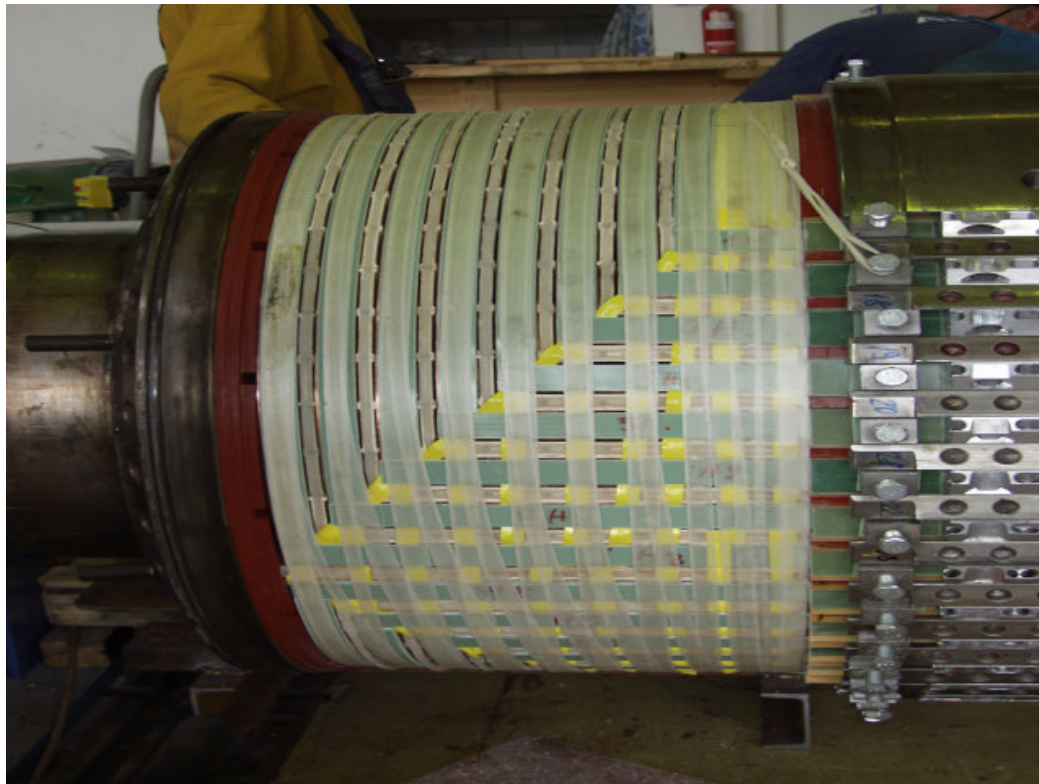
Inercia kiegyenlítő bemetszések marása

Forgórész felújítás



Új horonyszigetelés feszültségpróbája

Forgórész felújítás



Tekercsfej lezárás előtt

Hazai gyakorlat, tapasztalatok

A hazai gyártású, nagyteljesítményű generátor forgórészek üzemideje 20-35 év közötti.

A gyártói élettartam előírások, összhangban a nemzetközi gyakorlattal, 25 éves méretezett élettartamra készültek, a ciklus közepén (12 üzemév után) egy felújítást tartalmaznak.

A hazai 259 MVA teljesítményű generátor forgórészek 48 %-án már elvégezték az élettartam hosszabbítást 1996-2007. évek során.

Statikus gerjesztők miatti korábbi problémák

Ismert a korábbi üzemzavarokból adódóan is, hogy a statikus gerjesztő berendezések jelentős villamos igénybevétel növekedés okoznak.

15 db statikus gerjesztővel üzemelő GVM gyártású forgórésznél 1994-1996. között 3 db üzemzavaros meghibásodás történt.

1995-1997. között a mindegyik statikus gerjesztővel üzemelő forgórész szigetelését a tekercsfejben módosították, megerősítették.

Aktuális problémák

A megerősített szigetelésű forgórészek közül 2003-2007. között 1 db üzem közben meghibásodott, 2 db pedig közvetlen üzemzavar veszélyben volt .

A magas üzembiztonsági kockázatot a diagnosztika vizsgálatok és a kapcsolódó elemzések azonosították.

A forgórészek gyári ellenőrzése mindegyik esetben, súlyos tekercsfejbeli sérülést (túlhevülés, égés, részleges tekercs deformáció, törés) mutatott.

Sérült tekercselés 1. rotor



Sérült tekercselés 1. rotor



Sérült tekercselés 1. rotor



Sérült tekercselés 2. rotor



Sérült tekercselés 2. rotor



Sérült tekercselés 2. rotor



Sérült tekercselés 3. rotor



Sérült tekercselés 3. rotor



Sérült tekercselés 3. rotor

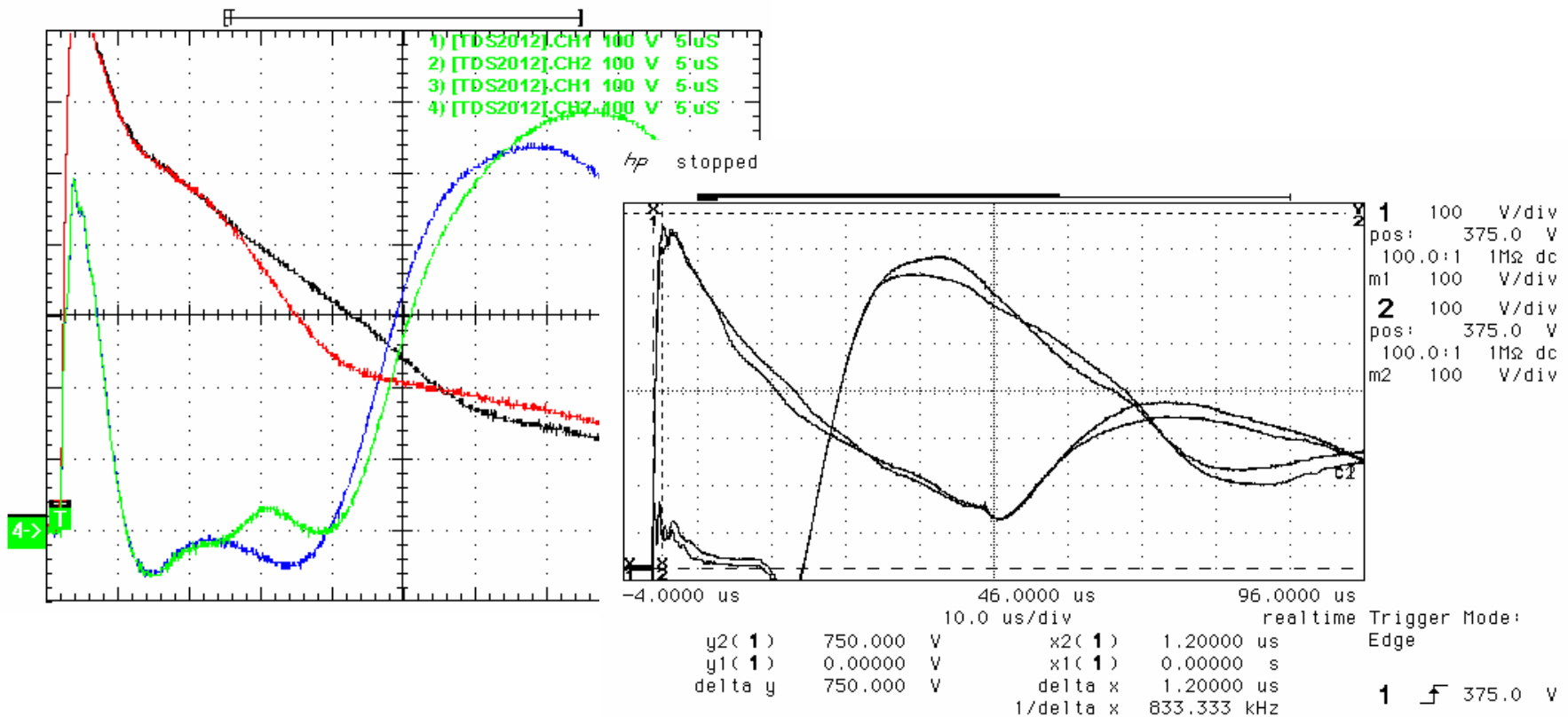


Diagnosztikai részletek

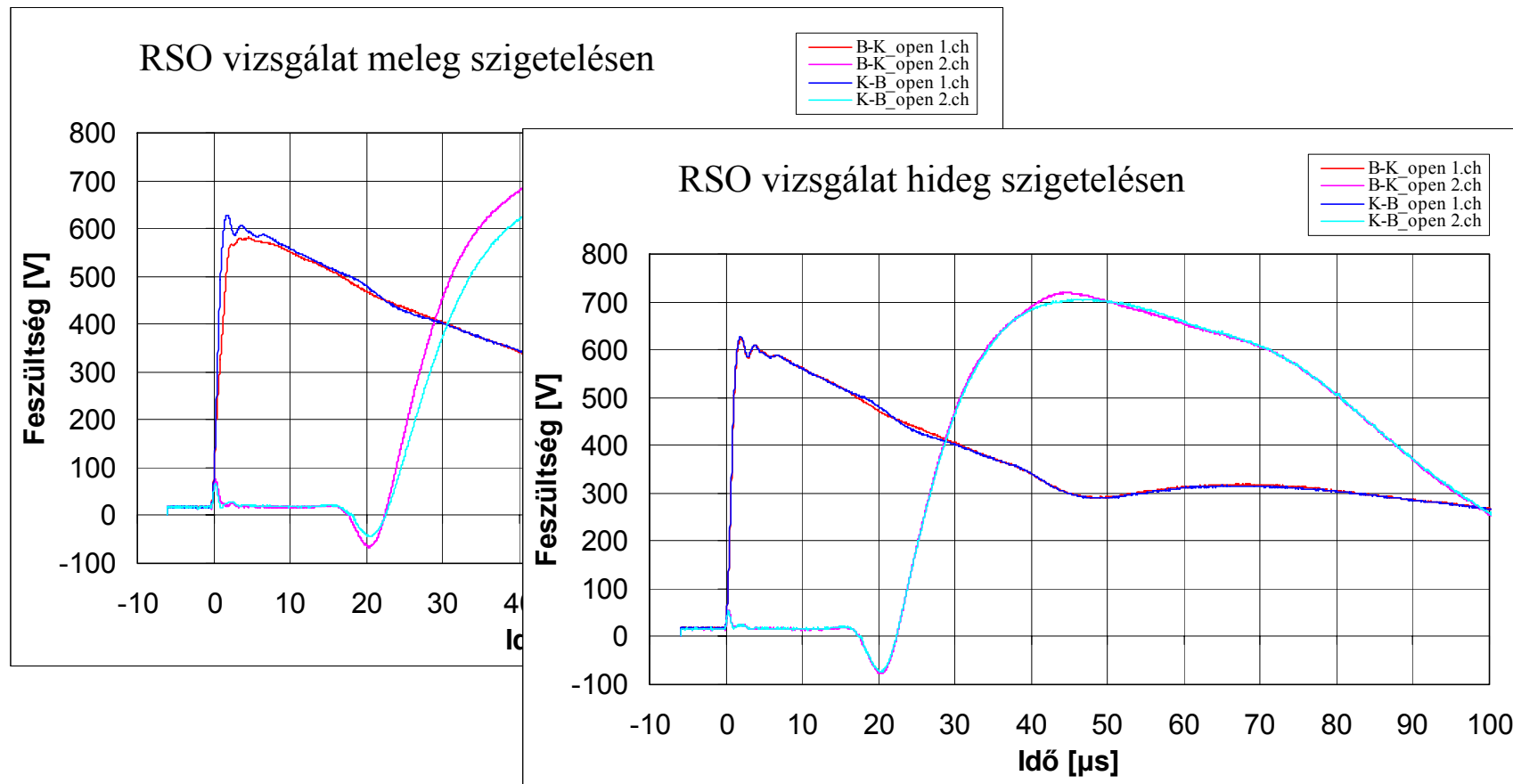
Forgórészek normál vizsgálatai

- Szigetelési ellenállás, abszorpciós tényező
- Ohmos ellenállás
- Impedancia
- $Z=f(n)$ diagram
- RSO vizsgálat; 750V, 1,2/50 μ s lököhullámmal
- On-line menetzárlat vizsgálat Fluxus szondával

Hiba azonosítás a sérült tekercseléseknel



Hiba azonosítás a sérült tekercseléseknél



Hiba azonosítás a sérült tekercseléseknél

- RSO vizsgálat számottevő aszimmetriát mutatott.
- Fluxus szondával a menetzárlat miatt kisöntőlődő gerjesztés kimutatható, telepített szonda esetében, üzem közben.
- A többi leállás alatti vizsgálat nem mutatott rendellenes eltérést. Ennek oka, hogy az elszenesedett szigetelés hidegen jelentős ellenállással rendelkezik, ezért a menetzárlat nem fémes zárlat.

Következtetések

- Célszerű betartani a gyártó által javasolt felújítási ciklusidőket.
- Javasolt a Fluxus szondák telepítése a diagnosztikai lehetőségek szélesítése és az előbb ismertetett meghibásodások (menetzárlatok) üzem alatti észlelhetősége miatt.
- A normál forgórész diagnosztikai vizsgálatokat fokozott gondossággal (szakértői szemmel) célszerű végezni.

Kérdések?

KTT Mérnöki Iroda Kft.