



**DUNAÚJVÁROSI EGYETEM**  
**UNIVERSITY OF DUNAÚJVÁROS**



**ÓBUDAI EGYETEM**  
**ÓBUDA UNIVERSITY**

# Plattírozott reaktor szerkezeti elem fémmtani és mechanikai tulajdonságainak vizsgálata

**Olesnyovicsné Szabadi Zsuzsa**

**Témavezető: Dr. Pázmán Judit**

# A reaktor szerkezeti elemeinek öregedését befolyásoló tényezők

A kiinduló mechanikai tulajdonság függ:

- kémiai összetételtől
- anyagszerkezettől

Az öregedést befolyásoló tényezők:

## 1. Igénybevétel

- mértéke
- módja

## 2. Környezeti hatások

- Neutronsugárzás – a bomlási folyamat során felszabaduló neutronok a tartály falába csapódva megváltoztathatják annak szerkezetében - diszlokációk, rácshibák
- Magas hőmérséklet – szerkezeti változások az acélban
- Korrózió – a magas hőmérséklet, a sugárzás és a korrozív hűtőközeg hatására a szerkezeti elemek korrodálódnak – repedések kialakulása

# Termikus öregítés

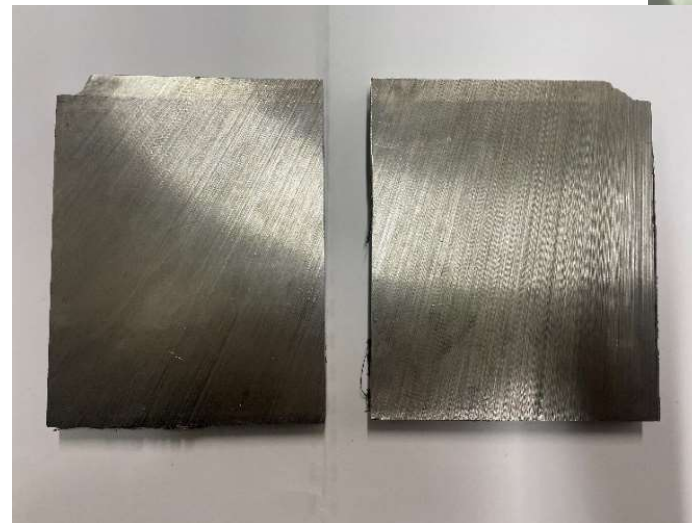
- Idő- és hőmérsékletfüggő folyamat
- Szövetszerkezet változással jár
- DBTT eltolódik magasabb hőmérséklettartományok felé
- Mechanizmusa szerint:
  - Szennyező elemek diffúziója és szegregációja
  - Karbidok vagy más vegyületek kiválása

# Kísérlet

- 15H2MFA reaktoracél minta
- CARBOLITE AAF 1100 kemence
- Hőkezelési hőmérséklet  $400^{\circ}\text{C}$   $\rightarrow$  IV. generációs reaktorok belépési hőmérséklete
- Hőkezelés időtartama 500h, 1000h...

Elvégzett vizsgálatok:

- Keménységmérés
- Szövetszerkezet vizsgálat

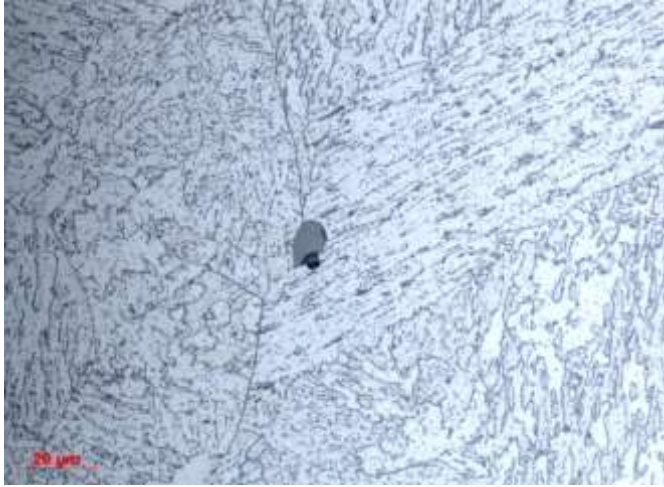


# 15H2MFA keménységmérés eredményei

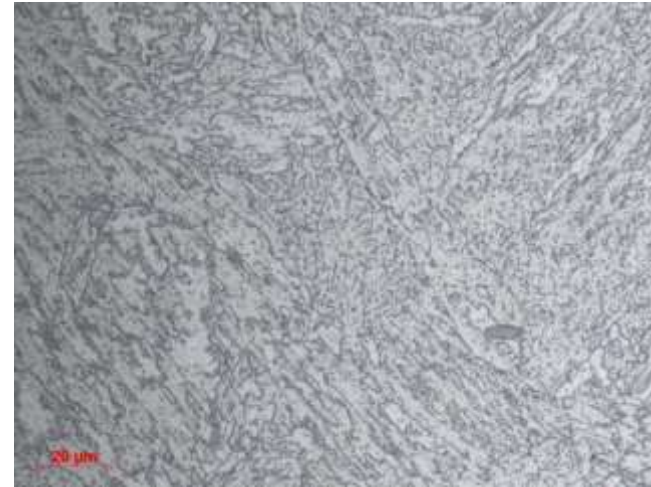
15H2MFA	Alap- anyag 1	Alap- anyag 2	Edzés után	Edzés + meg- eresztés	Öregítés 400°C 350h	Öregítés 400°C 500h	Öregítés 400°C 960h	Öregítés 400°C 1050h	Öregítés 400°C 1165h	Öregítés 400°C 1505h	Öregítés 400°C 2010h
1.mérés	198	202	354	206	205	198	202	207	208	212	208
2.mérés	186	201	354	205	198	198	204	205	212	215	212
3.mérés	205	201	351	207	200	198	202	205	208	213	214
4.mérés	200	201	357	206	200	205	203	208	211	212	214
5.mérés	208	202	361	208	201	199	206	207	210	215	215
<b>Átlag</b>	<b>199</b>	<b>201</b>	<b>355</b>	<b>206</b>	<b>201</b>	<b>200</b>	<b>203</b>	<b>206</b>	<b>210</b>	<b>213</b>	<b>213</b>
<b>Szórás</b>	<b>7,6</b>	<b>0,5</b>	<b>3,4</b>	<b>1,0</b>	<b>2,3</b>	<b>2,7</b>	<b>1,5</b>	<b>1,2</b>	<b>1,6</b>	<b>1,4</b>	<b>2,5</b>

# Öregített 15H2MFA acél szövetszerkezete

400°C  
500h



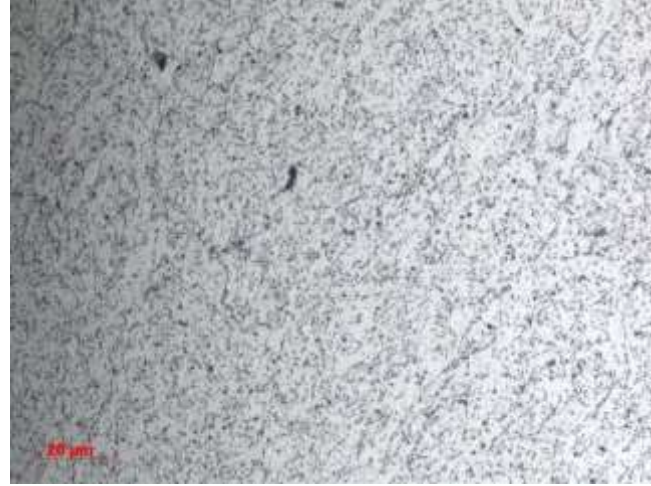
400°C  
1050h



400°C  
1505h



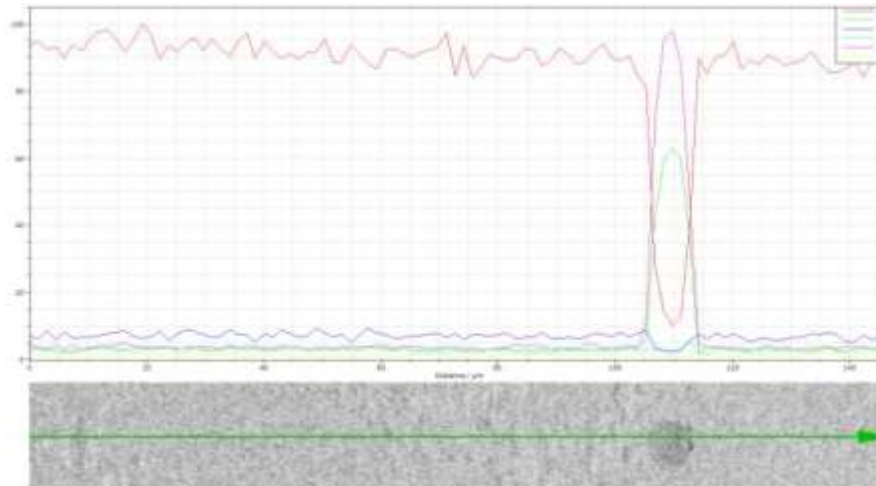
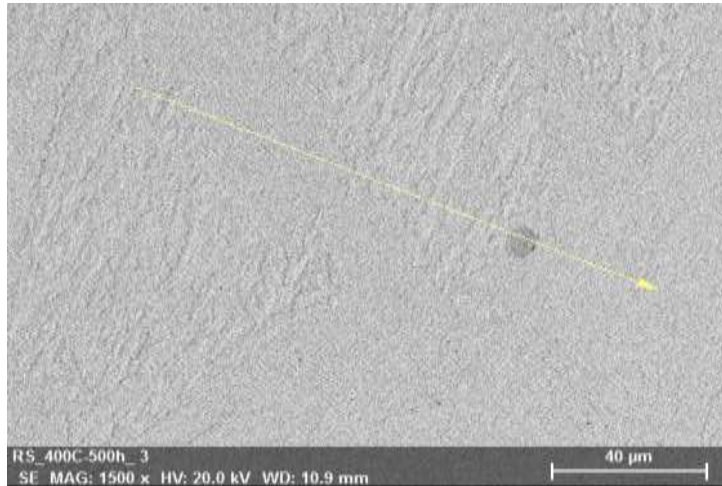
400°C  
2010h



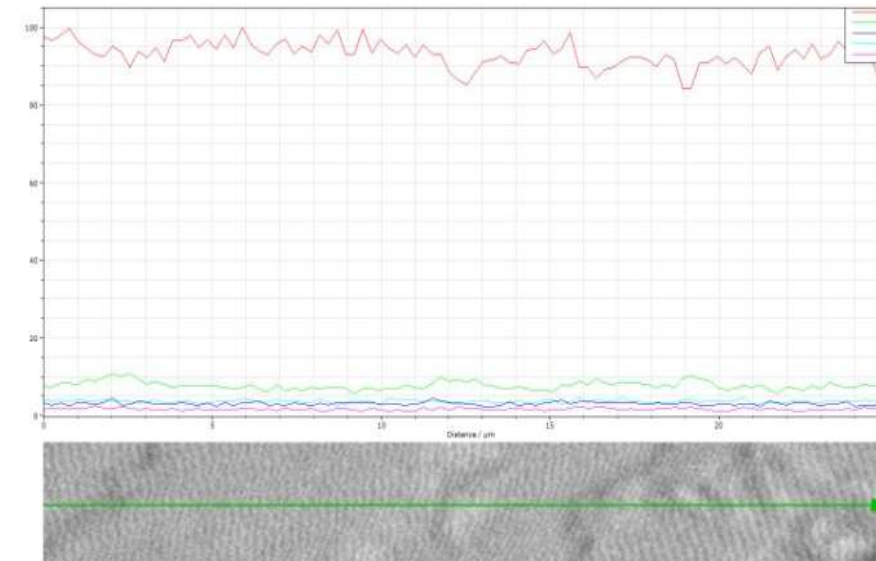
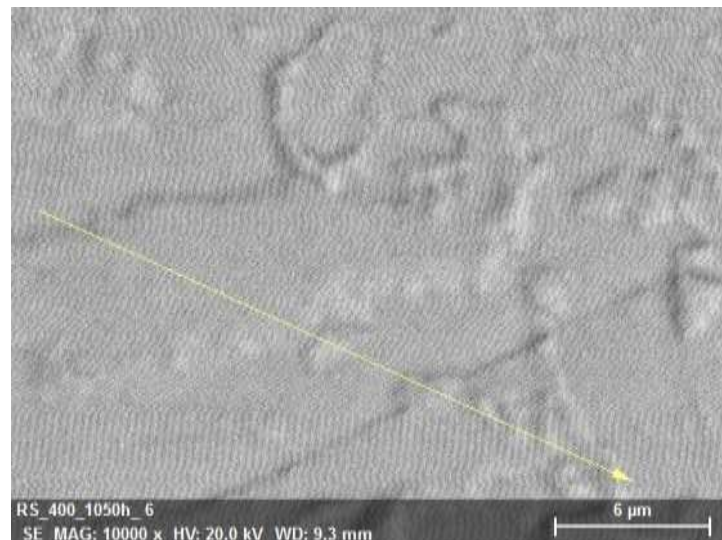


# Az öregített 15H2MFA acél SEM felvételei

400°C  
500h

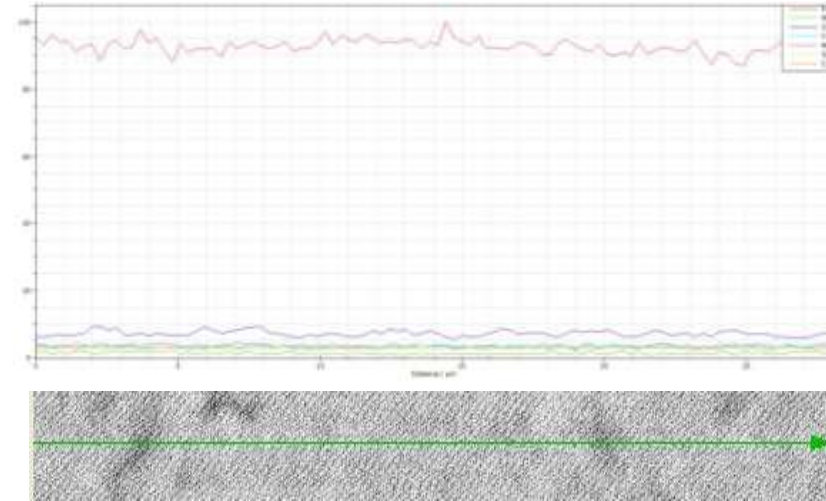
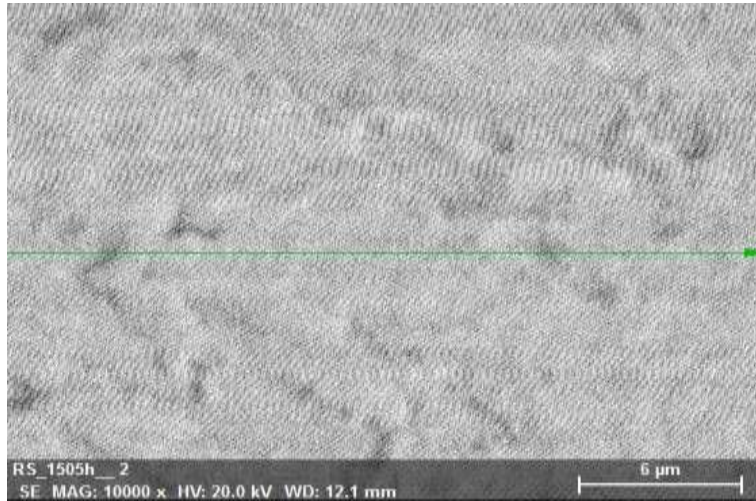


400°C  
1050h

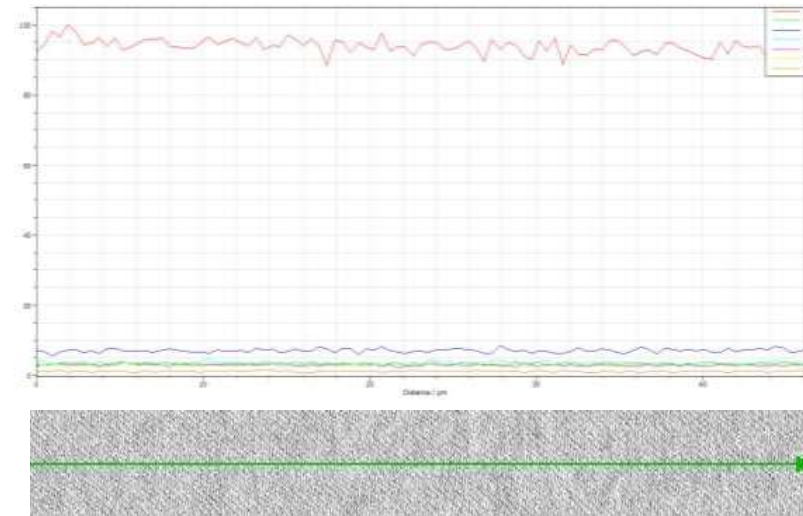
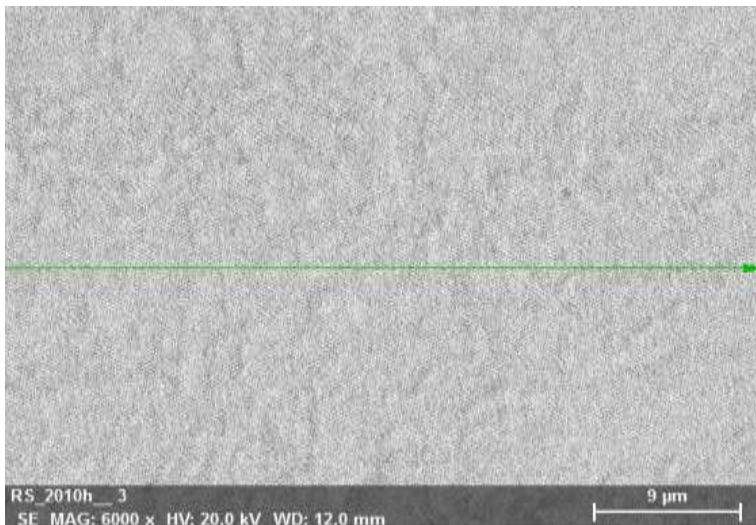


# Az öregített 15H2MFA acél SEM felvételei

400°C  
1505h

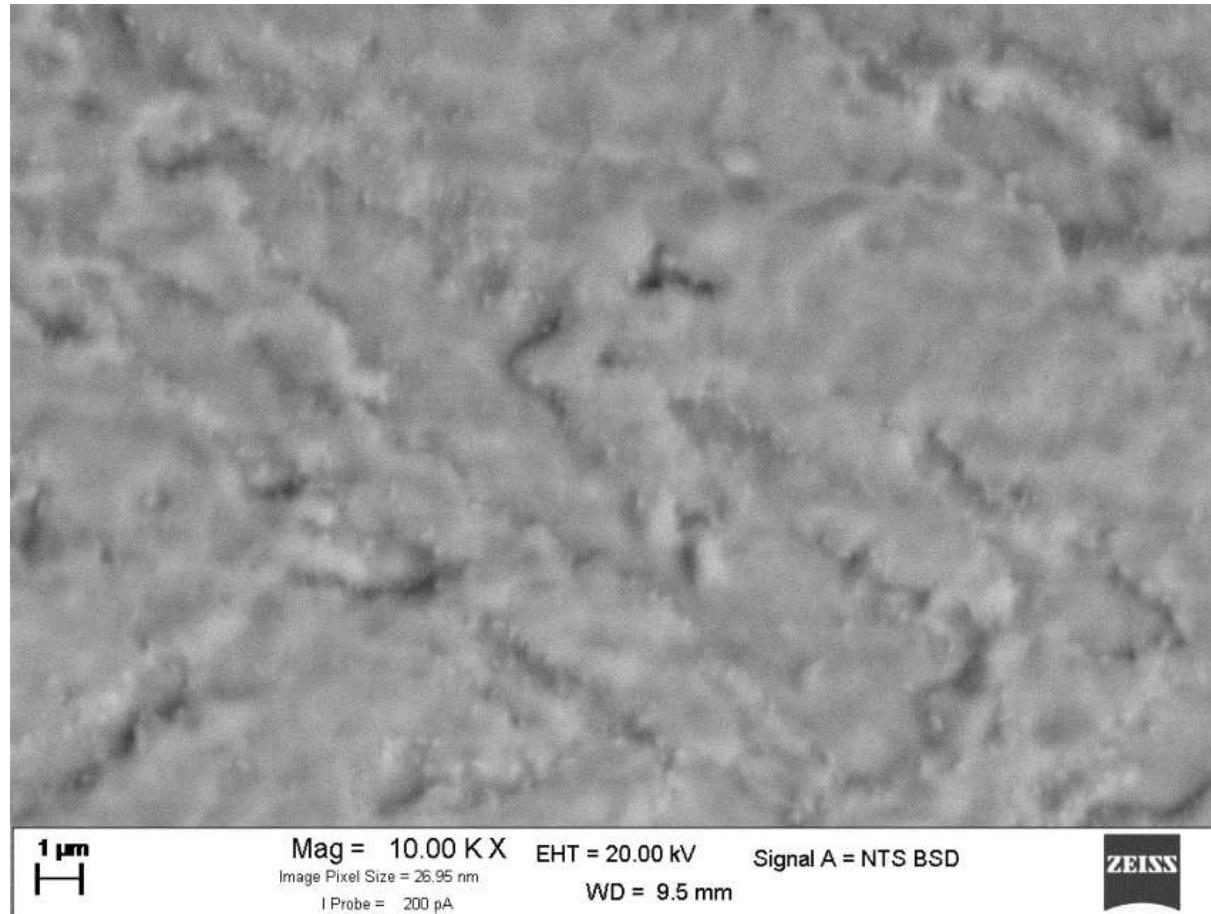


400°C  
2010h

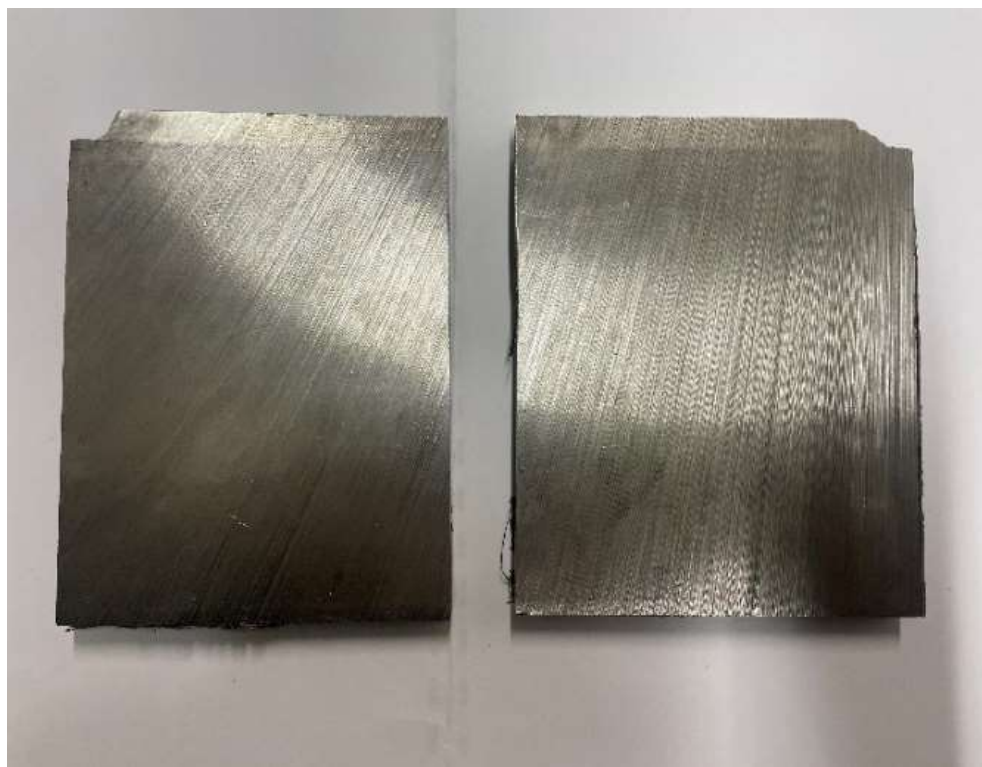




# Króm kiválás a szemcsehatárok mentén



# Plattírozott VVER-440 reaktoracél minta

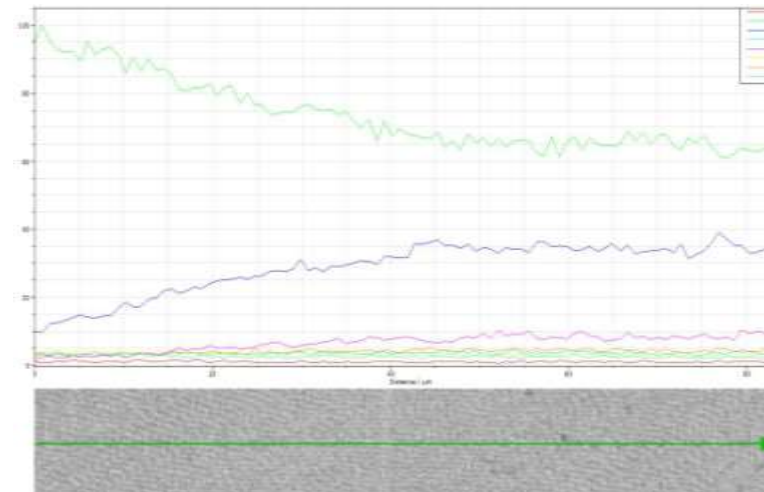
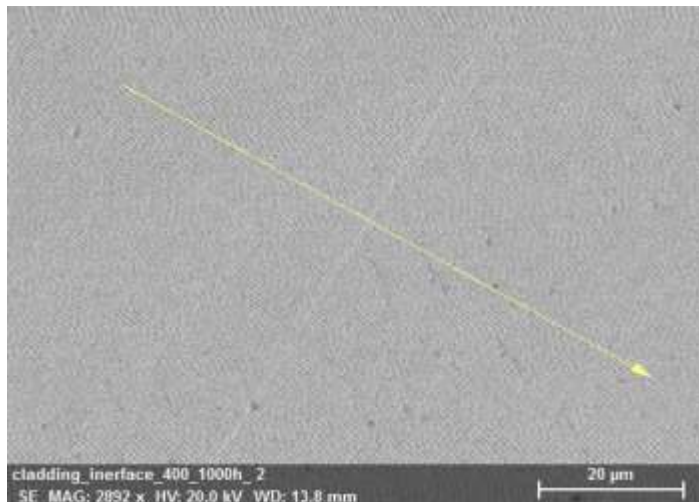
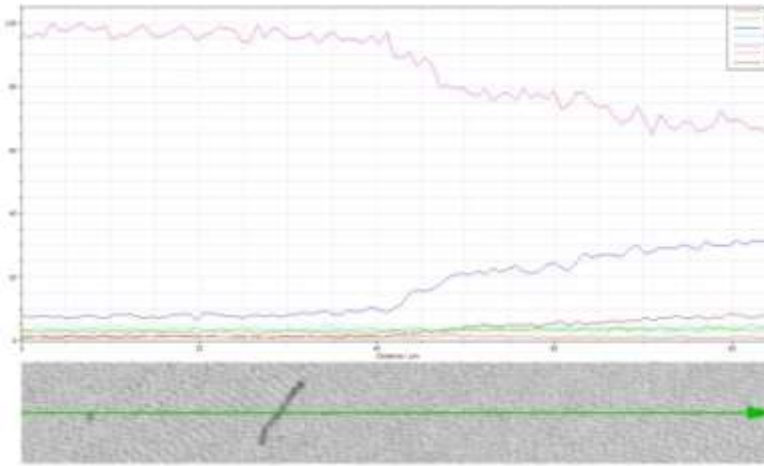
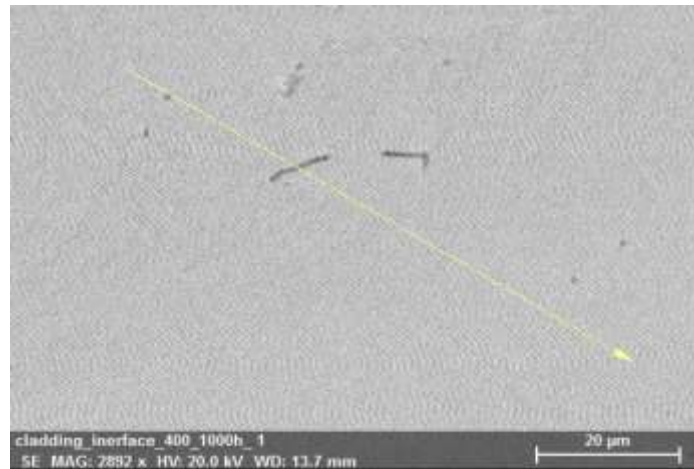


400°C  
1000h



# Plattírozott VVER-440 reaktoracél SEM felvétele

400°C  
1000h



# Összegzés

- A reaktor acél szerkezete a 400°C-on történő öregítés hatására már 1000h-s hőntartás után szövetszerkezeti változásokat mutat. Az anyag keménysége nő, aminek oka a SEM mérések alapján a Cr koncentráció változása. Az 1000h-s hőntartást követően a lokális Cr koncentráció növekedése figyelhető meg a SEM EDX vonalelemzések alapján. 2000h-nál a Cr koncentráció eloszlása kiegyenlítetté válik, mely a kiválások diszperz eloszlására utalhat. Ennek igazolására, a folyamat pontos leírására az öregítési kísérlet folytatása, és további vizsgálatok (pl. TEM) elvégzése szükséges.
- Az ausztenites plattír rétegben az 1000h és 400°C-os hőntartás hatására változást nem tapasztaltunk, ez esetben hosszabb, akár 20-50.000 órás vizsgálat elvégzése lehet szükséges.
- Az eddigi kísérletek alapján megállapítható, hogy az általunk gyártott minták öregítését a jövőben 1000h hőntartásnál érdemes indítani, és a mintadarabok kivétele közötti időt legalább 1000h-ra kell beállítani.



# Jövőbeli tervek

- A VVER-440-es reaktoracél további vizsgálata, valamint az ehhez kapcsolódó szakirodalom feldolgozása.
- A Paksi Atomerőműből kapott plattírozott anyag termikus öregítése, fémtani-, mechanikai- és korróziós vizsgálata.
- A rendelkezésünkre álló 15H2MFA anyagból különböző plattírozott mintadarabok készítése, különös tekintettel a hegesztési paraméterekre, a hegesztési irányra, a felrakott ausztenites acél kémiai összetételére.
- Az így elkészített plattírozott anyag fémtani-, mechanikai- és korróziós vizsgálatának elvégzése, az eredmények összevetése az orosz gyártó által plattírozott anyag tulajdonságaival.



DUNAÚJVÁROSI EGYETEM  
UNIVERSITY OF DUNAÚJVÁROS



ÓBUDAI EGYETEM  
ÓBUDA UNIVERSITY

Köszönöm a figyelmet!

