

Ausztenites és duplex rozsdamentes acélok hegesztésének kihívásai és lehetőségei

Varbai Balázs

varbai.balazs@gpk.bme.hu

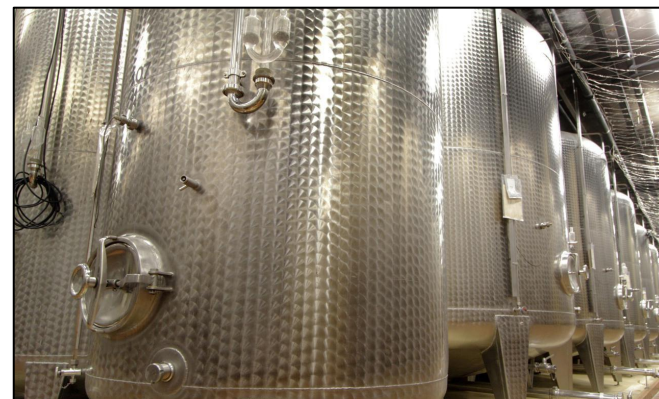
Korszerű anyagok hegeszthetősége ankét
Miskolci Egyetem
2025.03.20.

Definíció szerint:

- Cr-tartalom min. 10,5 %
- C-tartalom max. 1,20 %

Jellemző tul.:

- Korrózióálló
- Hőálló
- Kúszásálló



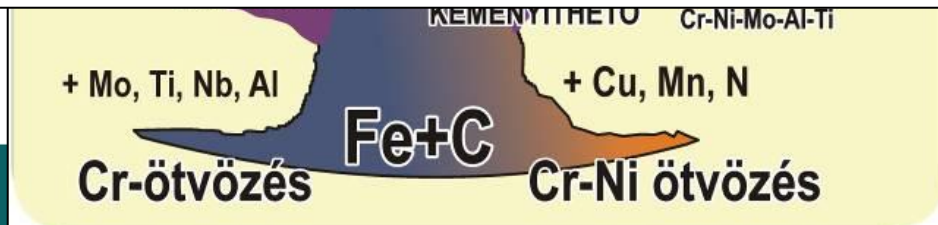
Összesen 194 db szabványos rozsdamentes acél anyagminőség (2024)



2015-höz képest:

+ 6 db ausztenites, 2 db duplex, 4 db ferrites, 2 db martenzites

- 2 db ausztenites, 1 db duplex

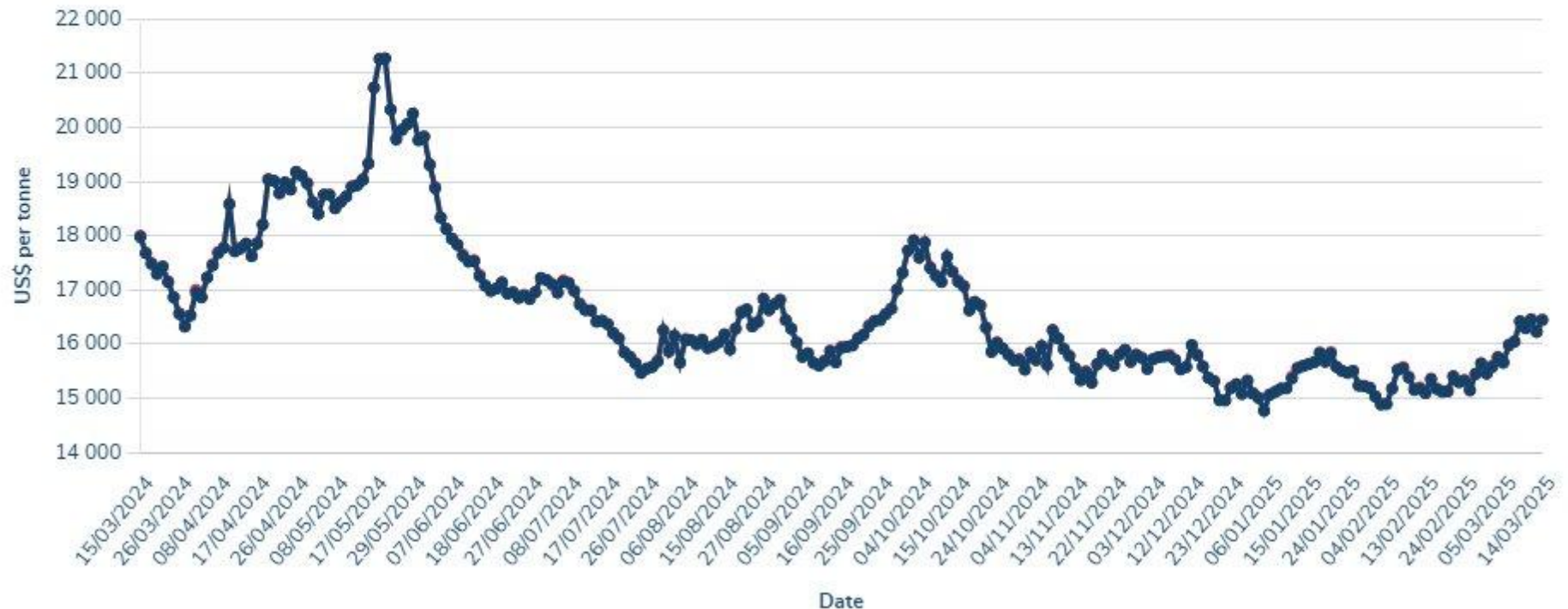


“Kedves ifjú kollégám, jegyezze meg, hogyha maga a korrózió elkerülése érdekében rozsdamentes acélból akarja gyártani a távvezetékoszlopokat, akkor azok még akkor is fényesek lesznek, amikor maga kijön a börtönből.”
- Gillemot László

LME Nickel Official Prices graph

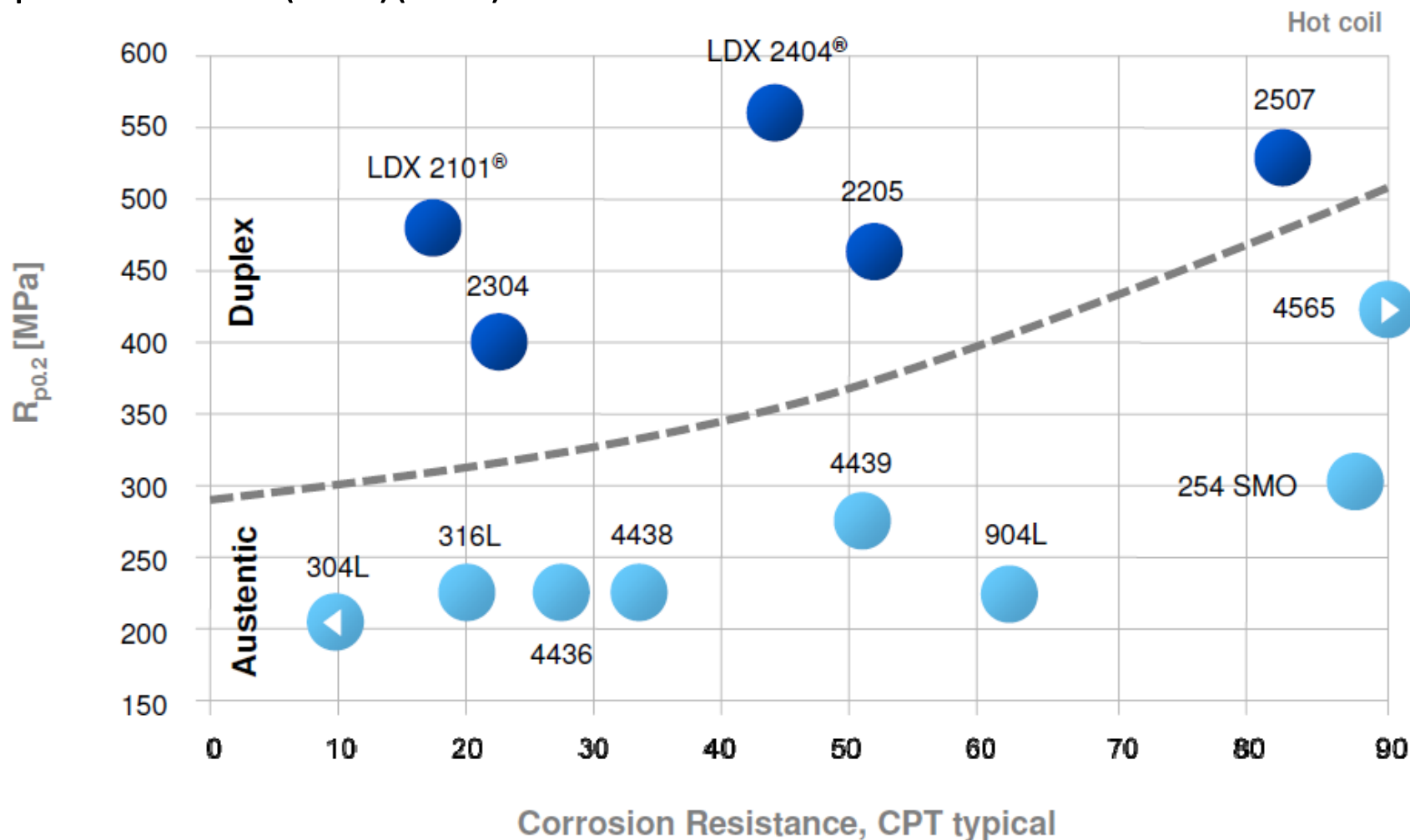
<https://www.lme.com/en/Metals/Non-ferrous/LME-Nickel#Summary>

 Bid  Offer



Auszténites: Fe-Cr-Ni(-Mo)
Duplex: Fe-Cr-Ni(-Mo)(-Mn)-N

<https://www.outokumpu.com/en/expertise/2021/handbook-of-stainless-steel>





Auszténites rozsdamentes acélok és hegesztésük



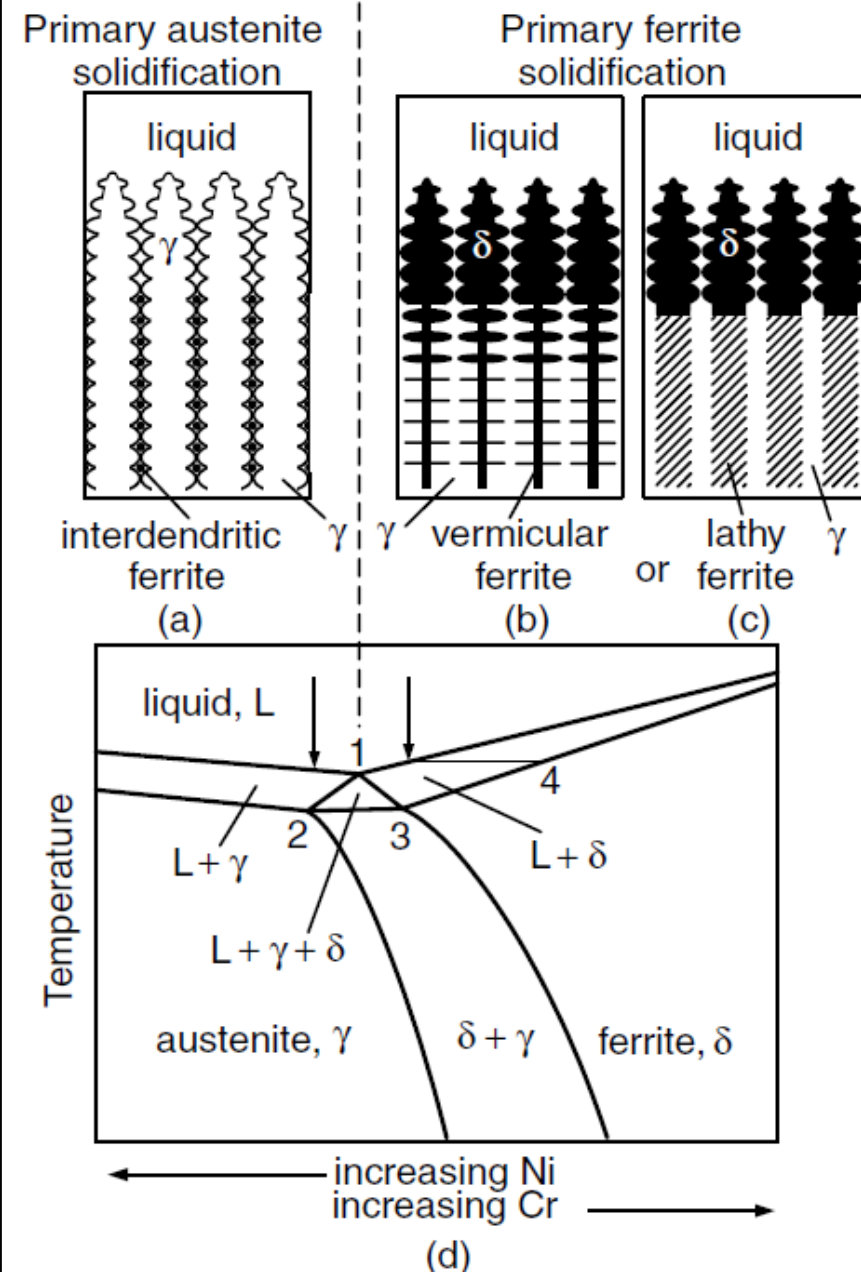
- Domináns fázis az ausztenit
- Jó korrózióállóság a legtöbb közeggel szemben
- Jó szilárdság folyáshatár $\sim 210 - 300$ MPa
- Jó szívósság
- Szilárdságnövelés elsősorban hidegalakítással
- N-ötvözés szilárdságnövelés, lyukkorrózióval szembeni ellenállás javítására
- C-ötvözés a hőálló típusokban (akár 1000°C)
- Nem a legjobb választás kloridtartalmú közegek esetén

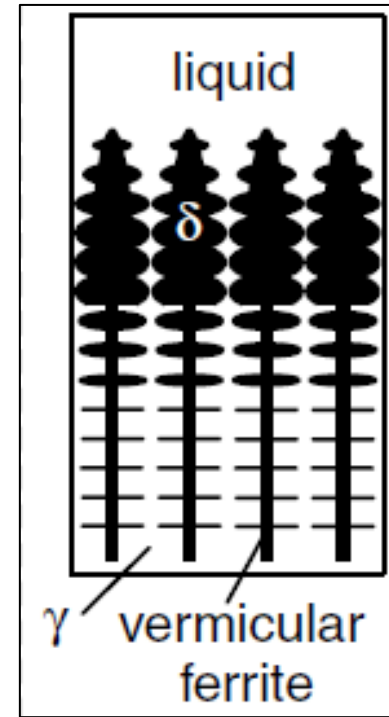
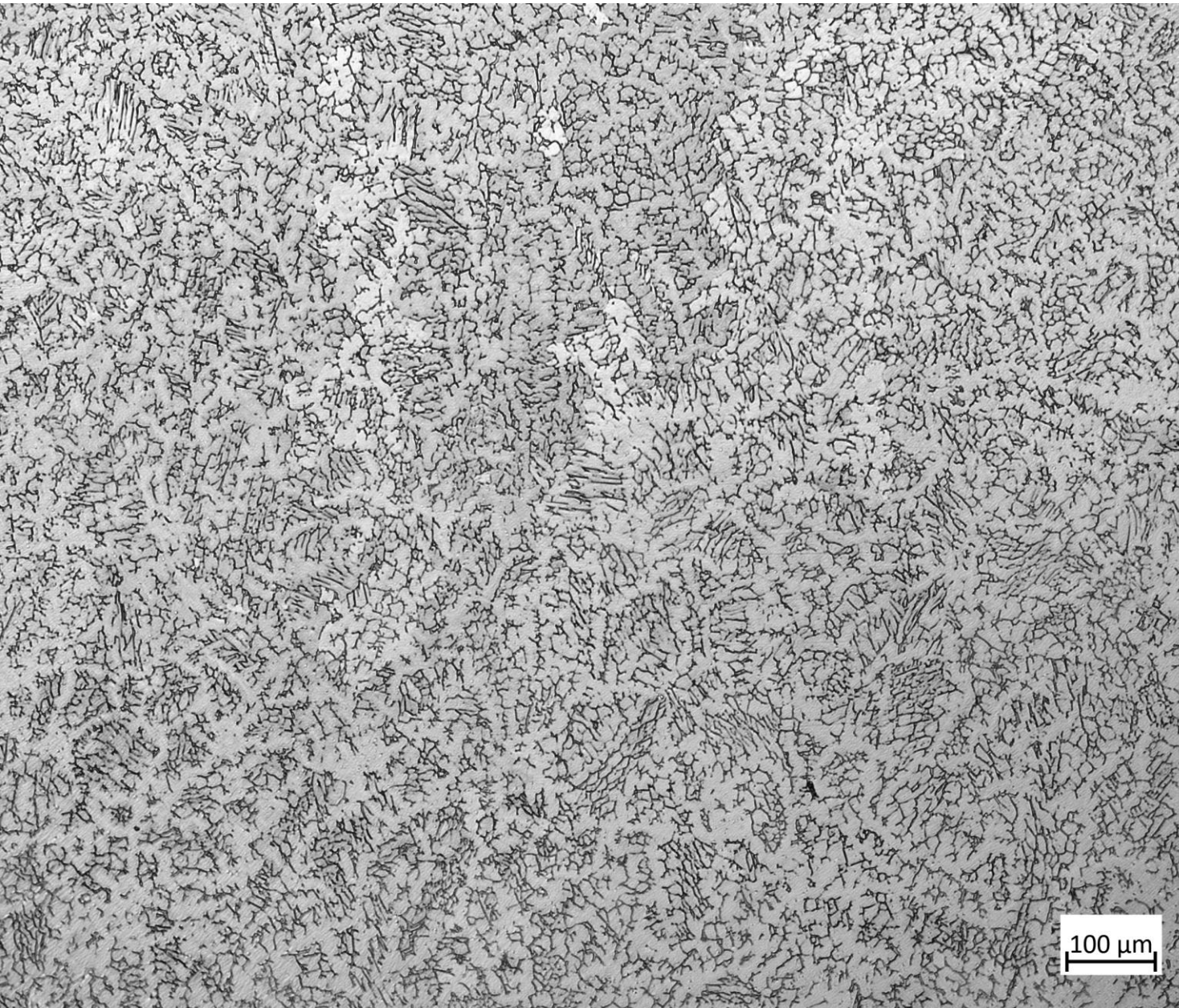
Kristályosodási repedés

- Az összetétellel könnyen befolyásolható
- P, S szennyezők
- Kristályosodási morfológia
- Varratalak

FA: 3 – 10 FN

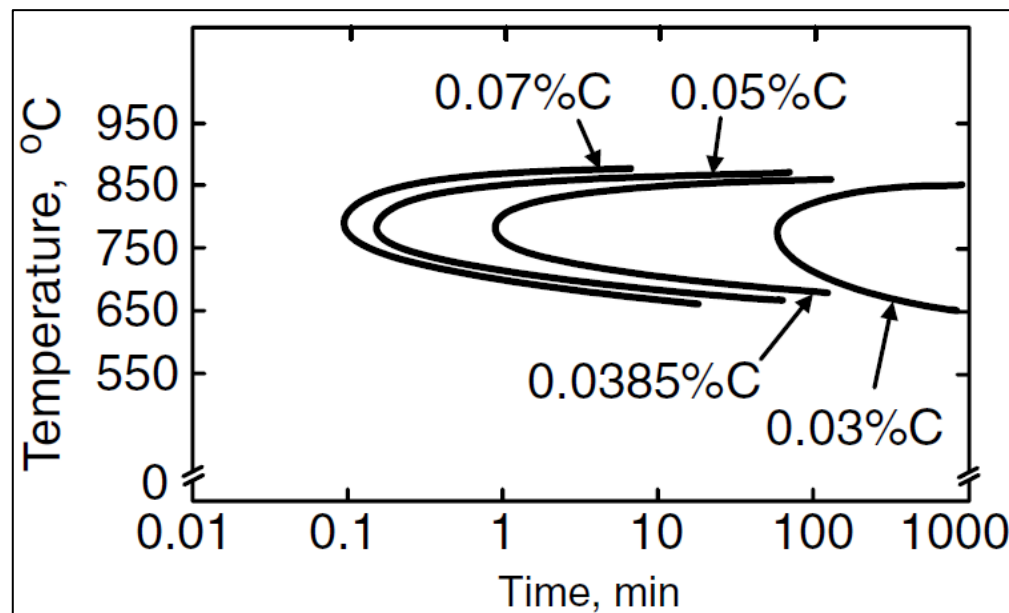
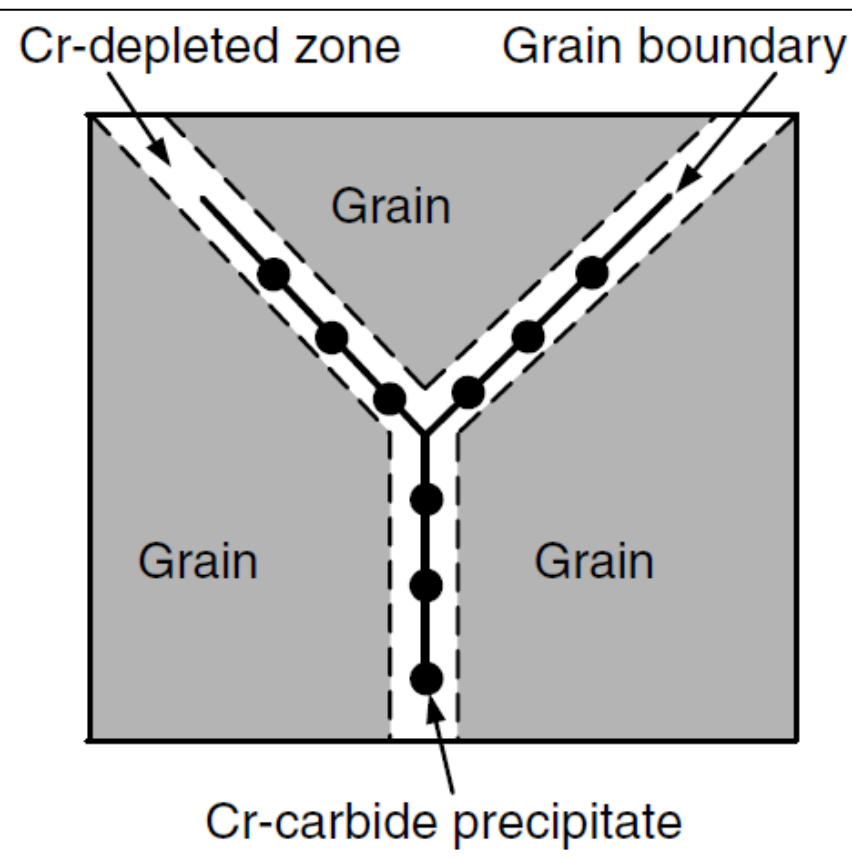
- Kristályosodási repedésnek leginkább ellenáll

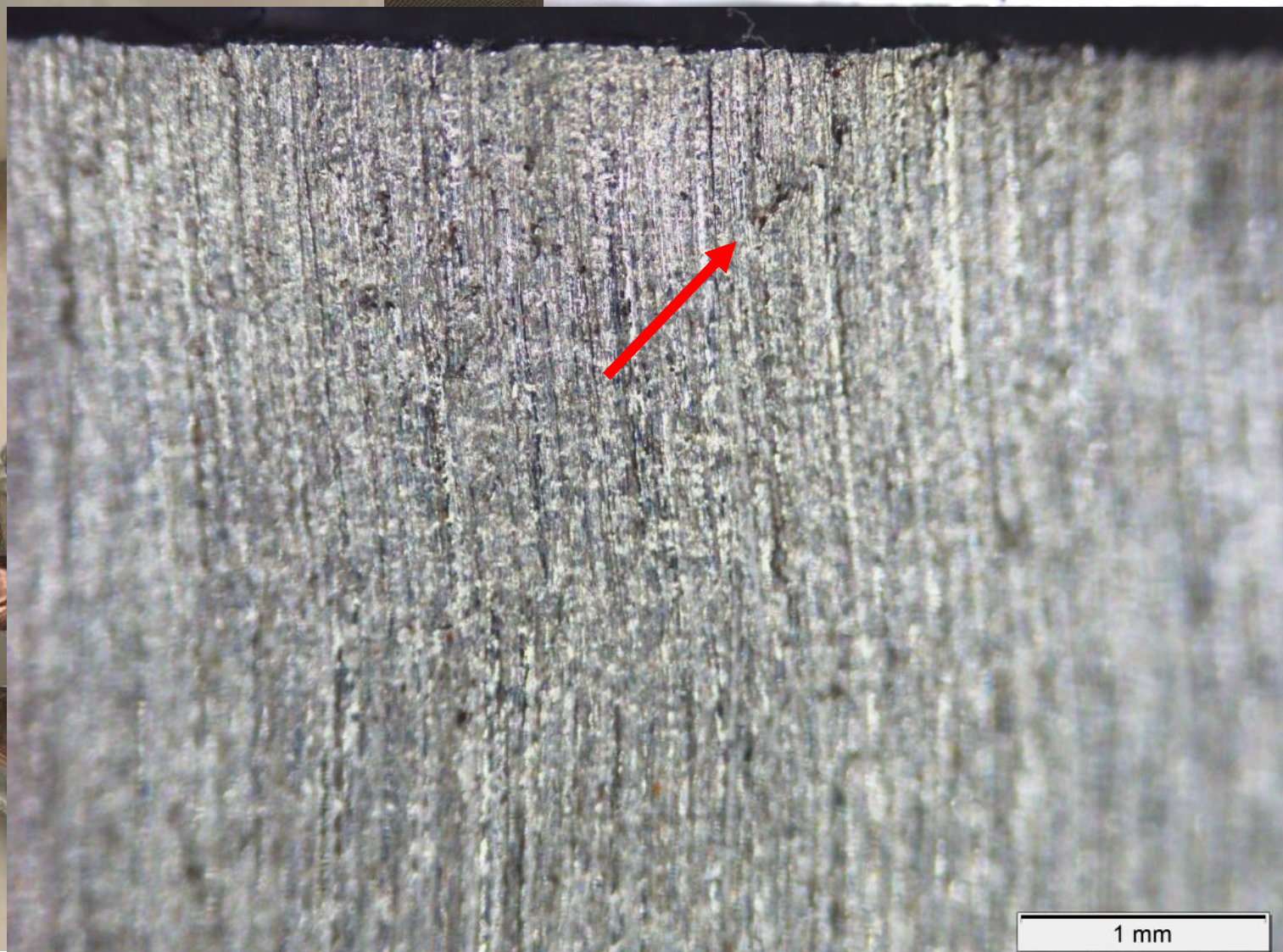




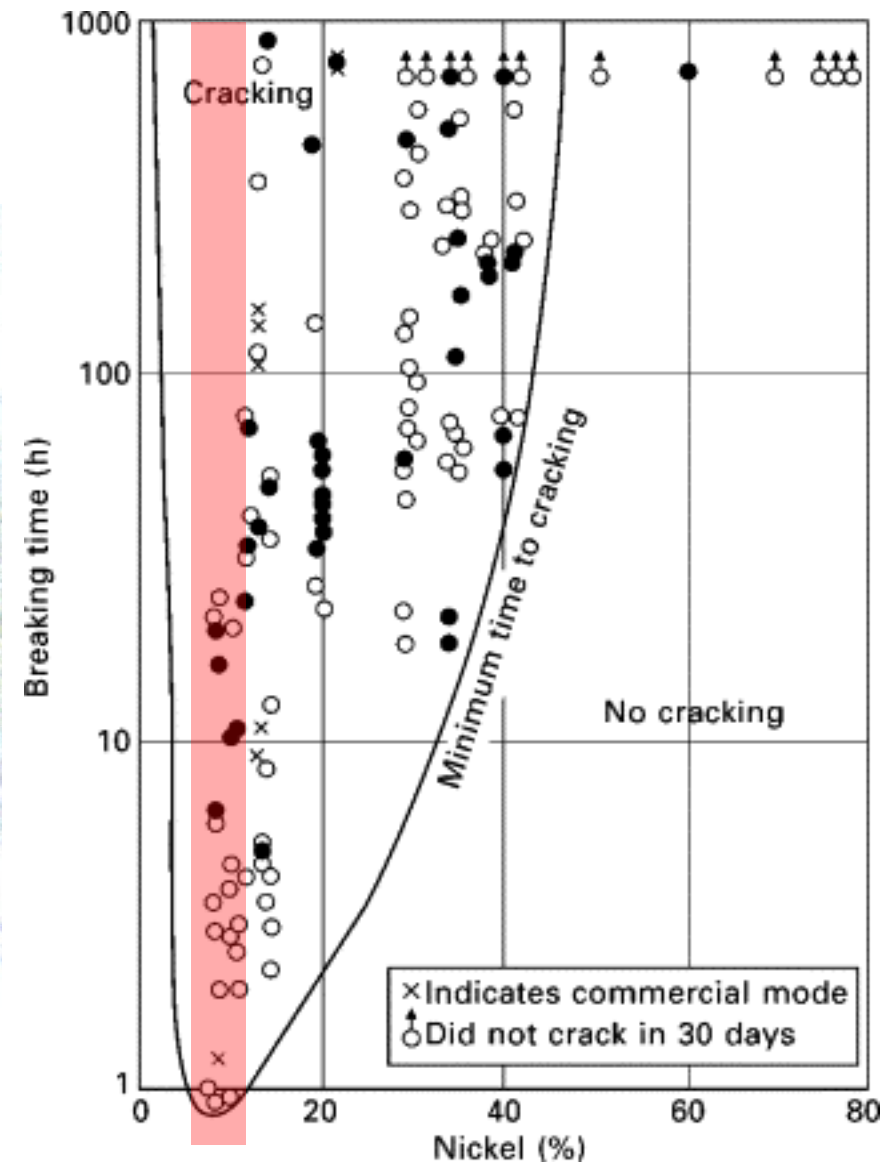
Kristályközi korrózió

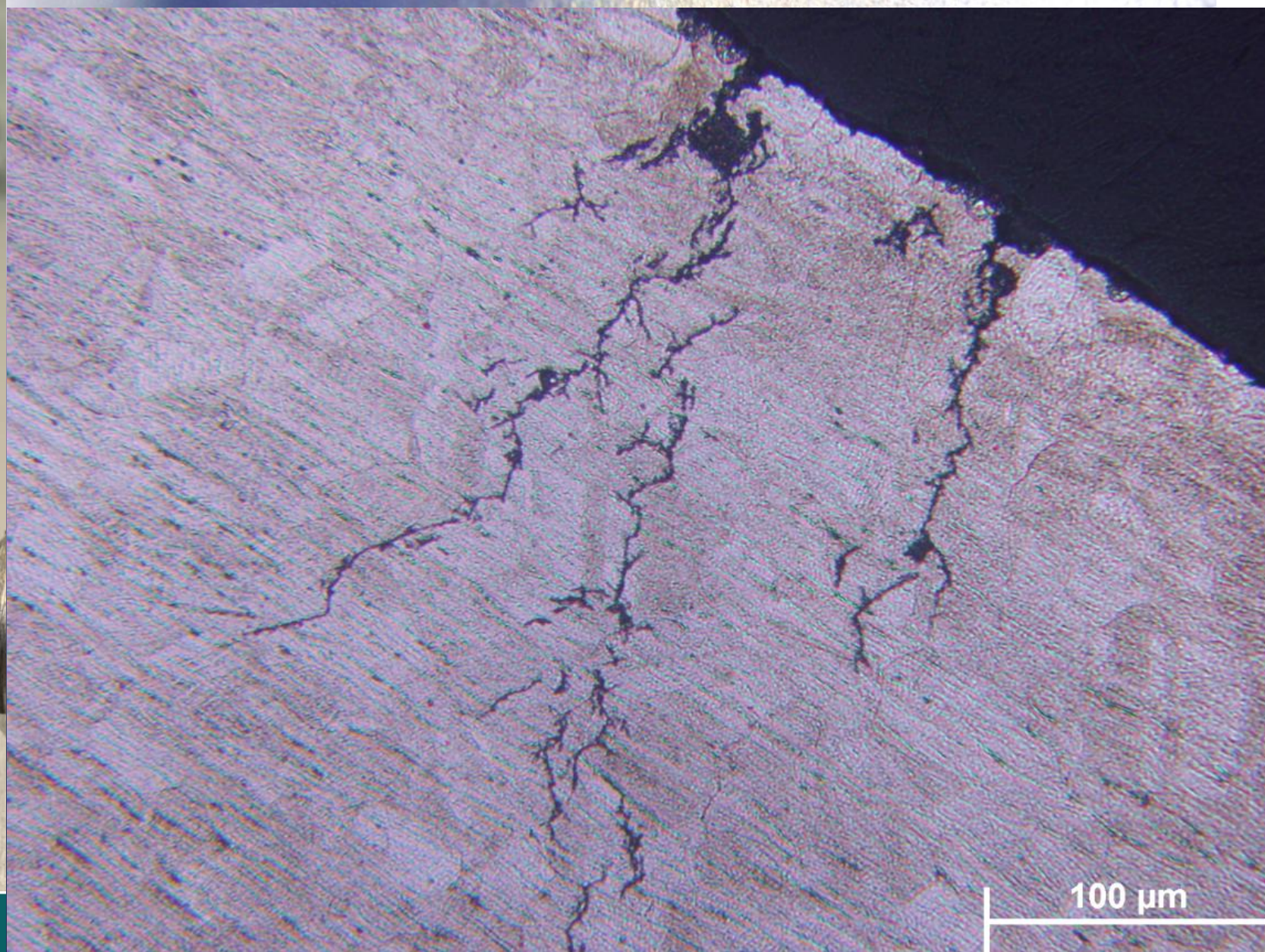
- Szenzibilizáció 650 – 850 °C, $M_{23}C_6$
- Stabilizált ötvözetek: Ti, Nb, vagy kis széntartalmú (L)





Feszültségi korrózió



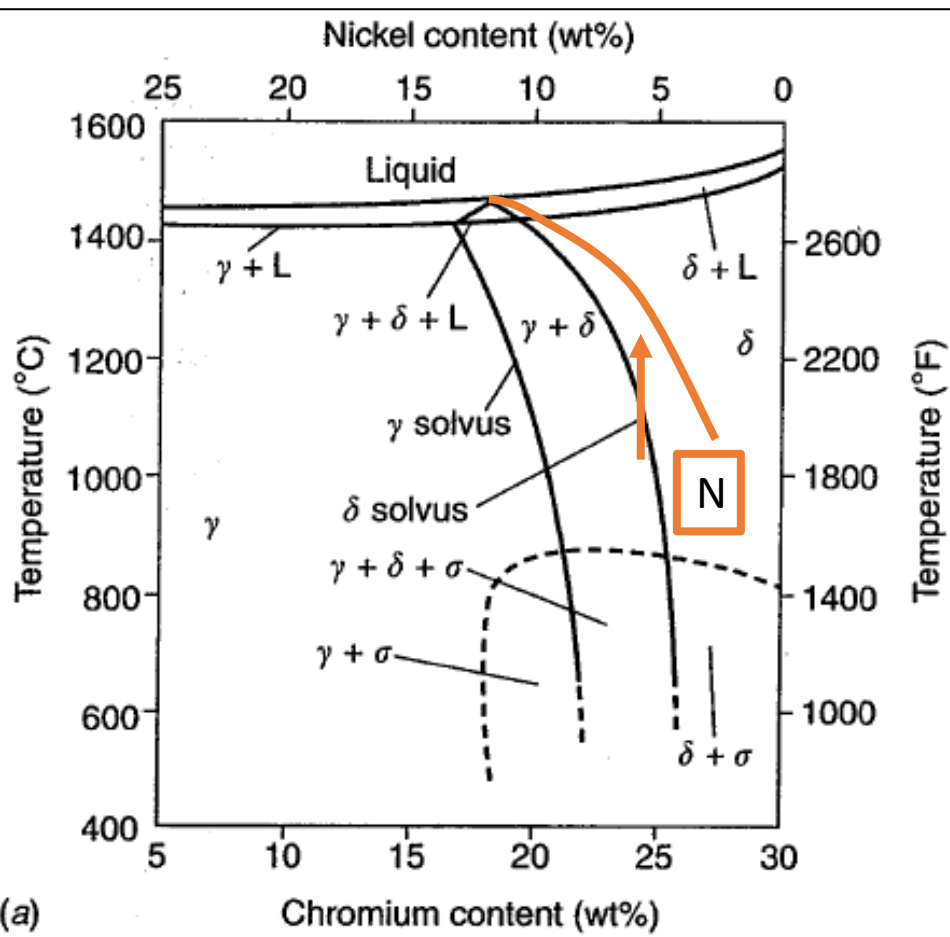




A duplex rozsdamentes acélok és hegesztésük



- ~ 50 % ausztenit + 50 % ferrit (manapság 60 - 40)
- Ausztenitesekhez képest
 - Növelt korrózióállóság (SCC, kloridionokkal szemben, lyukkorrózióval szemben stb.)
 - Növelt szilárdság:
egyezményes folyáshatár ~ 500 MPa
- Hőmérséklettartomány -40 °C – 280 °C
- Olaj- és gázipar, papírgyártás, offshore kitermelő állomások, hőcserélők, építészet



- Ausztenites-ferrites szövetszerkezet
- Ferritként kristályosodik
- Szilárd állapotú ferrit → ausztenit átalakulás
- Függ a $\Delta t_{12/8}$ hűlési időtől, és az összetételtől
- Az átalakulást elsősorban a N diffúziója hajtja

Kvázibinér Fe–Cr–Ni-diagram,
70 % Fe-tartalomnál

Alapanyag

HHÖ

Varratfém

MSZ EN ISO 17781:2018

- 30 % < **ausztenit** vagy **ferrit** < 70 %
- Másodlagos fázisok kialakulása

4.3 Problems to be Avoided During Welding

There are two primary problems to be avoided when welding DSS, as follows:

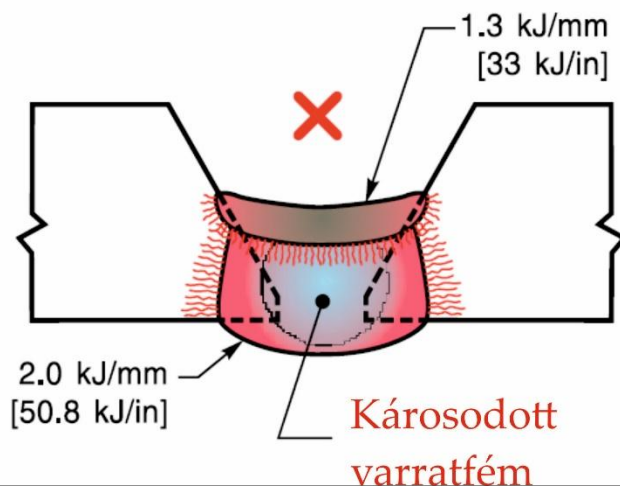
- 1) excessive ferrite in the HAZ or weld deposit,
- 2) the formation of harmful intermetallic phases in the HAZ and weld deposit.

AWS D10.18M/D10.18:2008
An American National Standard

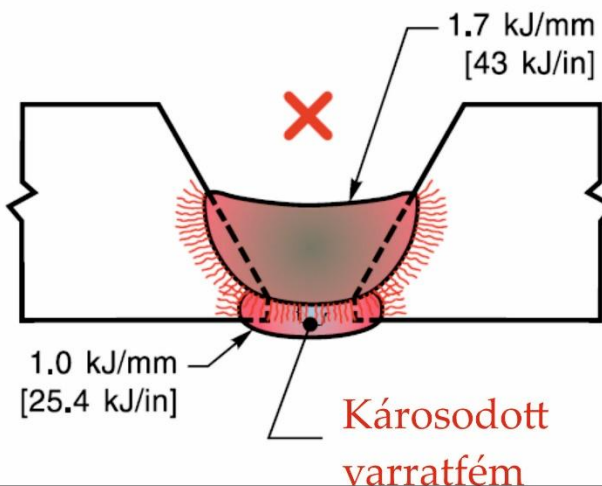
Guide for Welding Ferritic/Austenitic Duplex Stainless Steel Piping and Tubing

- Hogyan alakul a varratban az ausztenitarány többsoros varratkialakításkor?
- Milyen szövetszerkezeti változások zajlanak le?
- Hegesztési technológiai tényezők?

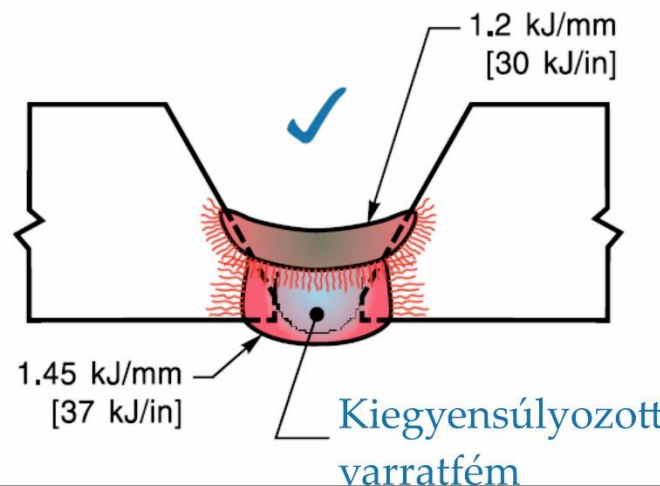
1. hegesztési mód



2. hegesztési mód

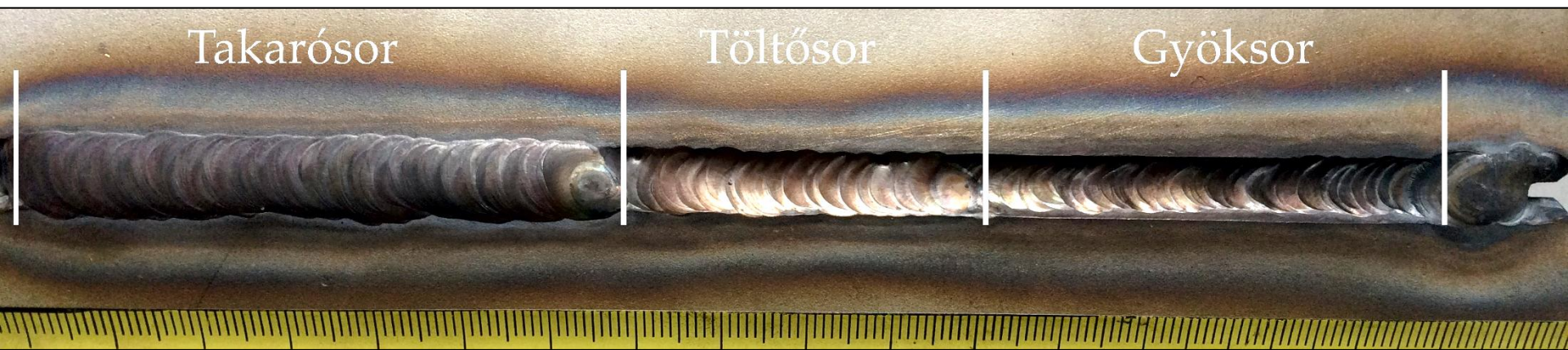


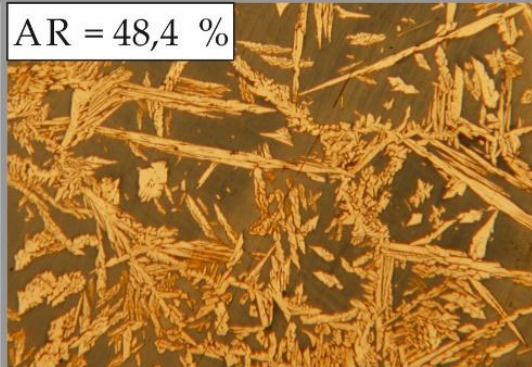
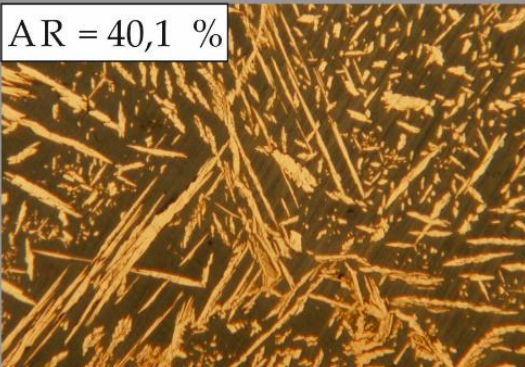
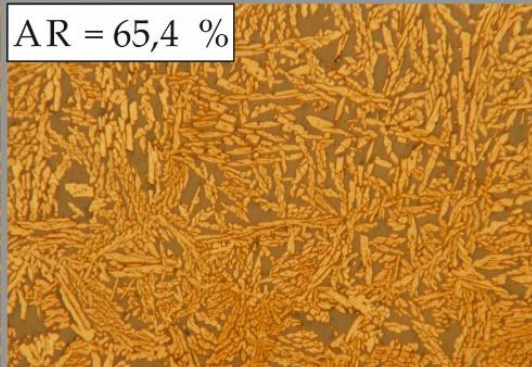
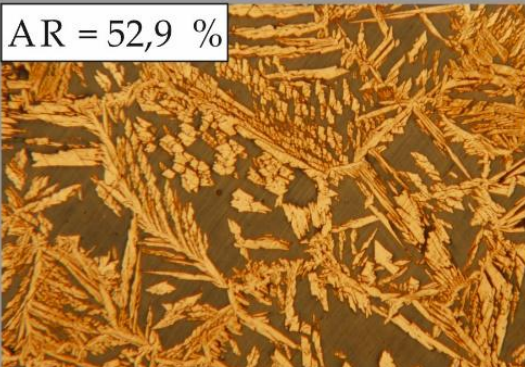
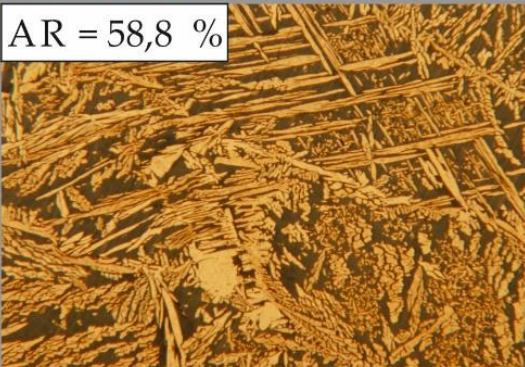
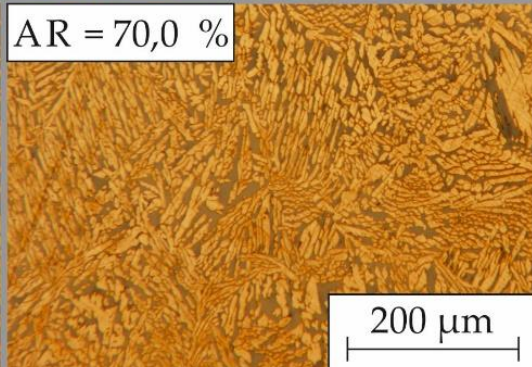
3. hegesztési mód



Varratsor száma	Áramerősség, I (A)	Ívfeszültség, U (V)	Hegesztési sebesség, v (mm/perc)	Ívenergia, IE (kJ/mm)	Hőbevitel, HI (kJ/mm)
1.	75	13,3	57	1,05	0,63
2.	90	11,7	69	0,92	0,55
3.	100	12,7	58	1,31	0,79

+ Hozaganyag: W 22 9 3 N L



Gyöksor hegesztése után	Töltősor hegesztése után	Takarósor hegesztése után	
		AR = 48,4 % 	Takarósor
	AR = 40,1 % 	AR = 65,4 % 	
AR = 52,9 % 	AR = 58,8 % 	AR = 70,0 %  200 μ m	Gyöksor

- Sokféle szabványos rozsdamentes acélminőség létezik -->
a megfelelő anyagot a megfelelő helyre
- Az ausztenites és duplex rozsdamentes acélok hegesztésekor a megszokott jellemzők (például ferrittartalom) vizsgálata mellett gondoljunk:
 - A **korrózióállóság** biztosítására
 - A **többsoros** varratkialakítás közben megváltozott szövetszerkezetre



WHEN THE MEETING HAS STARTED

Köszönöm a megtisztelő figyelmet!

BUT THE COFFEE ISN'T THERE YET