

ANYAGOK ÉS VISELKEDÉSÜK HEGESZTÉSKOR

(annotáció)

Hegesztő eljárások energiamérlege. A hegfürdő kialakulása, profilja és létideje. A varratfém kristályosodása, a gáz- és salakzárványok képződése, makro- és mikroinhomogenitások. A kristályosodási repedések keletkezése. A hegesztett kötés hőmérsékletmezeje, a hőciklus. A kötés másodlagos kristályosodása, a hegesztett kötés hőhatásövezete. A hőhatásövezetet alkotó egyes övezetek tulajdonságai, mérete. A vas-, alumínium-, réz-, nikkell- és titán ötvözetek hegeszthetőségének jellemzői. Az allotróp átalakulás és kiválások okozta ridegedés. Az ezekkel összefüggő repedések. A kritikus hűlési sebesség, az előmelegítési hőmérséklet meghatározása. A diffúzióképes hidrogéntartalom csökkentését szolgáló hőkezelés.

Materials Behaviour Subjected to Welding

(annotation)

Energy ratio of welding processes. Forming and shape of weld pool. Solidification of weld metal, gas and slag inclusions, macro and micro inhomogeneity. Solidification cracking. Thermal distribution in welded joint, welding heat cycle. Deformation and residual stresses in welded joints. Secondary crystallization of welded joint, heat-affected zone. Properties and size of heat-affected zones. Characteristics of the weldability of iron, aluminium, copper, titanium and nickel-base metal alloys. Allotropic transformation and segregations. Cold cracking. Determination of critical cooling rate and preheating temperature. Heat treatment for the reduction of diffusible hydrogen content.

Kötelező irodalom

1. Szunyogh László (főszerkesztő): Hegesztés és rokon technológiák (kézikönyv), Gépipari Tudományos Egyesület, Budapest, 2007, p. 1-895 ISBN 978-963-420-910-2
2. Komócsin M.: Gépipari anyagismeret, 5. átdolgozott kiadás, COKOM Kft., Miskolc, 2008, ISBN 963 00 8932 7 p. 1-412.
3. ASM Handbook, 10th Edition, Vol. 6.: Welding , Brazing, Soldering, p: 1-1299

Ajánlott irodalom

1. Gáti J.: Hegesztési zsebkönyv, Cokom Kft. Mérnökiroda, Miskolc, 2003. p. 822
2. Balogh, A.; Lukács, J.; Török, I. (szerk): Hegeszthetőség és a hegesztett kötések tulajdonságai, Miskolci Egyetem, Miskolc, 2015. (ISBN 978-963-358-081-3)

ANYAGOK ÉS VISELKEDÉSÜK HEGESZTÉSKOR

(Előadásprogram 14 hétre)

1. hét A hegeszthetőség fogalma és tényezői. Anyagok csoportosítása és jelölési rendszere. A hegesztőeljárások energiamérlege.
2. hét A varratfém kristályosodása, a gáz- és salakzárványok képződése, makro- és mikroinhomogenitások kialakulása. Oxigén, nitrogén és hidrogén szerepe hegesztéskor. Az anyag alakváltozó képessége a kristályosodás során. A kristályosodási repedések keletkezésének mechanizmusa.
3. hét A hegesztett kötés hőmérsékletmezeje. A hegesztés hőciklusa és hatása a fázisátalakulásokra. A kritikus hűlési sebesség és hűlési idő. A hegfürdő kialakulása, profilja, létideje. A varratfém másodlagos kristályosodása, a hegesztett kötés hőhatásövezetében. A hőhatásövezetet alkotó egyes övezetek tulajdonságai, mérete. Hőhatásövezet fizikai szimulációja.
4. hét Hidegrepedések keletkezésének mechanizmusa. A diffúzióképes hidrogéntartalom csökkentését szolgáló hőkezelés. Teraszos repedések. Utóhevítés okozta repedések. Előmelegítési hőmérséklet meghatározásának módszerei.
5. hét Ötvözetlen szénacélok és a karbon-mangán ötvöztetésű normalizált szerkezeti acélok hegesztése.
6. hét Az alumínium és ötvözeteinek hegesztése.
7. hét Nemesített, termomechanikus és kiválóan keményített szerkezeti acélok hegesztése. (1. zárthelyi dolgozat.)
8. hét Kis hőmérsékletű alkalmazásokra szánt és kúszásálló (melegszilárd) acélok hegesztése.
9. hét A réz-nikkel és a titán, valamint ötvözeteik hegesztése.
10. hét A korrózióálló acélok hegesztése.
11. hét Oktatási szünet.
12. hét A revésálló acélok hegesztése. Vegyes kötések.
13. hét Öntöttvasak hegesztése, javító és felrakóhegesztés. (2. zárthelyi dolgozat)
14. hét Félévzárás. Pótzárthelyi dolgozat.

Dr. Gáspár Marcell
előadó

Dr. Török Imre
előadó

ANYAGOK ÉS VISELKEDÉSÜK HEGESZTÉSKOR

című tantárgy követelményei (az intézeti egységes követelményekre alapozva)

- **A tantárgy órákimérete: 2 ea + 1 gy, a - k**
- **A félév elismerésének (aláírás, gyakorlati jegy) feltételei:**
 - Az aláírás feltételei**
 - Előadások rendszeres látogatása
 - Az évközi zárthelyi sikeres teljesítése az alábbiak szerint
 - a két zárthelyi dolgozaton megszerzett pontszámok összege érje el a dolgozatok összegzett össz pontszámának 50%-át, vagy
 - a pótzárthelyi dolgozaton megszerzett pontszám érje el a dolgozat össz pontszámának 50%-át
 - Nem pótolható az aláírás** (végleges aláírás megtagadás)
 - a HKR 50. §-ának (5) bekezdése szerint, a hiányzások igazolása az Anyag-szerkeztani és Anyagtechnológiai Intézet általános rendjének megfelelően történik
 - **Zárthelyi dolgozatok száma és időtartama:**

A félév során két kötelező zárthelyit íratunk

 - Tervezett időpontja: 7. és 13. oktatási hét, időtartama: 60 min
 - Az értékelés módja: 1-5 osztályzattal az alábbi pontozással
1: 0...<50%; 2: 50...<60%; 3: 60...<70%; 4: 70...<80%; 5: 80...100%
 - **Félévközi feladatok száma: nincs**
 - kiadás időpontja (naptári hét) : –
 - beadás határideje (naptári hét): –
 - értékelés módja: –
 - **Mérési feladatok száma: nincs**
 - jegyzőkönyvek beadási határideje (naptári hét): –
 - jegyzőkönyvek értékelésének módja: –
 - **Zárthelyi dolgozatok, feladatok, mérések pótlásának lehetősége.**
 - A sikertelen, (vagy bármely okból elmulasztott) zárthelyi esetén pótzárthelyi lehetőséget biztosítunk a 14. oktatási héten.
 - **A gyakorlati jegy kialakításának (kiszámításának) módja:**
 - A tárgy kollokviummal zárul
 - **A vizsga letételének és értékelésének módja:**
 - A vizsga írásbeli és szóbeli részből áll. Az írásbeli vizsga időtartama: 60 min
 - A vizsga írásbeli értékelésének módja: 1-5 osztályzattal az alábbi pontozással
1: 0...<50%; 2: 50...<60%; 3: 60...<70%; 4: 70...<80%; 5: 80...100%
 - Szóbeli vizsgára a minimum elégséges vizsgaírásbelit teljesítő hallgató bocsátható.
 - A vizsga osztályzatot az írásbeli és a szóbeli vizsga együttes eredménye adja.
 - A félévi munka beszámítása a vizsgajegybe (HKR 50. § (2) bekezdés) az Anyag-szerkeztani és Anyagtechnológiai Intézet általános rendjének megfelelően történik
 - **Tankönyv, jegyzet, oktatási segédlet:**

Köteleő irodalom

1. Szunyogh László (főszerkesztő): Hegesztés és rokon technológiák (kézikönyv), Gépipari Tudományos Egyesület, Budapest, 2007, p. 1-895 ISBN 978-963-420-910-2
2. Komócsin M.: Gépipari anyagismeret, 5. átdolgozott kiadás, COKOM Kft., Miskolc, 2008, ISBN 963 00 8932 7 p. 1-412.
3. ASM Handbook, 10th Edition, Vol. 6.: Welding , Brazing, Soldering, p: 1-1299

Ajánlott irodalom

1. Gáti J.: Hegesztési zsebkönyv, Cokom Kft. Mérnökiroda, Miskolc, 2003. p. 822
2. Balogh, A.; Lukács, J.; Török, I. (szerk): Hegeszthetőség és a hegesztett kötések tulajdonságai, Miskolci Egyetem, Miskolc, 2015. (ISBN 978-963-358-081-3)

Dr. Gáspár Marcell
előadó

Dr. Török Imre
előadó

ANYAGOK ÉS VISELKEDÉSÜK HEGESZTÉSKOR

(annotáció)

Hegesztő eljárások energiamérlege. A hegfürdő kialakulása, profilja és létideje. A varratfém kristályosodása, a gáz- és salakzárványok képződése, makro- és mikroinhomogenitások. A kristályosodási repedések keletkezése. A hegesztett kötés hőmérsékletmezeje, a hőciklus. A kötés másodlagos kristályosodása, a hegesztett kötés hőhatásövezete. A hőhatásövezetet alkotó egyes övezetek tulajdonságai, mérete. A vas-, alumínium-, réz-, nikkell- és titán ötvözetek hegeszthetőségének jellemzői. Az allotróp átalakulás és kiválások okozta ridegedés. Az ezekkel összefüggő repedések. A kritikus hűlési sebesség, az előmelegítési hőmérséklet meghatározása. A diffúzióképes hidrogéntartalom csökkentését szolgáló hőkezelés.

Materials Behaviour Subjected to Welding

(annotation)

Energy ratio of welding processes. Forming and shape of weld pool. Solidification of weld metal, gas and slag inclusions, macro and micro inhomogeneity. Solidification cracking. Thermal distribution in welded joint, welding heat cycle. Deformation and residual stresses in welded joints. Secondary crystallization of welded joint, heat-affected zone. Properties and size of heat-affected zones. Characteristics of the weldability of iron, aluminium, copper, titanium and nickel-base metal alloys. Allotropic transformation and segregations. Cold cracking. Determination of critical cooling rate and preheating temperature. Heat treatment for the reduction of diffusible hydrogen content.

Kötelező irodalom

1. Szunyogh László (főszerkesztő): Hegesztés és rokon technológiák (kézikönyv), Gépipari Tudományos Egyesület, Budapest, 2007, p. 1-895 ISBN 978-963-420-910-2
2. Komócsin M.: Gépipari anyagismeret, 5. átdolgozott kiadás, COKOM Kft., Miskolc, 2008, ISBN 963 00 8932 7 p. 1-412.
3. ASM Handbook, 10th Edition, Vol. 6.: Welding , Brazing, Soldering, p: 1-1299

Ajánlott irodalom

1. Gáti J.: Hegesztési zsebkönyv, Cokom Kft. Mérnökiroda, Miskolc, 2003. p. 822
2. Balogh, A.; Lukács, J.; Török, I. (szerk): Hegeszthetőség és a hegesztett kötések tulajdonságai, Miskolci Egyetem, Miskolc, 2015. (ISBN 978-963-358-081-3)

ANYAGOK ÉS VISELKEDÉSÜK HEGESZTÉSKOR

(Előadásprogram 14 hétre)

1. alk. A hegeszthetőség fogalma és tényezői. Anyagok csoportosítása és jelölési rendszere. A hegesztőeljárások energiamérlege. A varratfém kristályosodása, a gáz- és salakzárványok képződése, makro- és mikroinhomogenitások kialakulása. Oxigén, nitrogén és hidrogén szerepe hegesztéskor. Az anyag alakváltozó képessége a kristályosodás során. A kristályosodási repedések keletkezésének mechanizmusa.
2. alk. A hegesztett kötés hőmérsékletmezeje. A hegesztés hőciklusa és hatása a fázisátalakulásokra. A kritikus hűlési sebesség és hűlési idő. A hegfürdő kialakulása, profilja, létideje. A varratfém másodlagos kristályosodása, a hegesztett kötés hőhatásövezetében. A hőhatásövezetet alkotó egyes övezetek tulajdonságai, mérete. Hőhatásövezet fizikai szimulációja. Hidegrepedések keletkezésének mechanizmusa. A diffúzióképes hidrogéntartalom csökkentését szolgáló hőkezelés. Teraszos repedések. Utóhevítés okozta repedések. Előmelegítési hőmérséklet meghatározásának módszerei.
3. alk. Ötvözetlen szénacélok és a karbon-mangán ötvöztetésű normalizált szerkezeti acélok hegesztése. Nemesített, termomechanikus és kiválásosan keményített szerkezeti acélok hegesztése. Kis hőmérsékletű alkalmazásokra szánt és kúszásálló (melegszilárd) acélok hegesztése.
4. alk. Az alumínium és ötvözeteinek hegesztése. A réz nikkal és a titán, valamint ötvözeteik hegesztése. A korrózióálló acélok hegesztése. A revésedésálló acélok hegesztése. Vegyes kötések. Önöttvasak hegesztése, javító és felrakó-hegesztés. **Zárthelyi dolgozat.**

Dr. Gáspár Marcell
előadó

ANYAGOK ÉS VISELKEDÉSÜK

HEGESZTÉSKOR

című tantárgy követelményei (az intézeti egységes követelményekre alapozva)

- **A tantárgy órákimérete: 2 ea + 1 gy, a - k**
- **A félév elismerésének (aláírás, gyakorlati jegy) feltételei:**
 - Az aláírás feltételei**
 - Előadások rendszeres látogatása
 - Az évközi zárthelyi sikeres teljesítése az alábbiak szerint
 - a zárthelyi dolgozaton megszerzett pontszám érje el az 50%-ot, vagy
 - a pótzárthelyi dolgozaton megszerzett pontszám érje el a dolgozat össz pontszámának 50%-át.
 - Nem pótolható az aláírás** (végleges aláírás megtagadás)
 - a HKR 50. §-ának (5) bekezdése szerint, a hiányzások igazolása az Anyag-szerkeztani és Anyagtechnológiai Intézet általános rendjének megfelelően történik
- **Zárthelyi dolgozatok száma és időtartama:**

A félév során egy kötelező zárthelyit íratunk

 - Tervezett időpontja: 12. oktatási hét, időtartama: 60 min
 - Az értékelés módja: 1-5 osztályzattal az alábbi pontozással
1: 0...<50%; 2: 50...<60%; 3: 60...<70%; 4: 70...<80%; 5: 80...100%
- **Félévközi feladatok száma: nincs**
 - kiadás időpontja (naptári hét) : –
 - beadás határideje (naptári hét): –
 - értékelés módja: –
- **Mérési feladatok száma: nincs**
 - jegyzőkönyvek beadási határideje (naptári hét): –
 - jegyzőkönyvek értékelésének módja: –
- **Zárthelyi dolgozatok, feladatok, mérések pótlásának lehetősége.**
 - A sikertelen, (vagy bármely okból elmulasztott) zárthelyi esetén pótzárthelyi lehetőséget biztosítunk a 14. oktatási héten.
- **A gyakorlati jegy kialakításának (kiszámításának) módja:**
 - A tárgy kollokviummal zárul
- **A vizsga letételének és értékelésének módja:**
 - A vizsga írásbeli és szóbeli részből áll. Az írásbeli vizsga időtartama: 60 min
 - A vizsga írásbeli értékelésének módja: 1-5 osztályzattal az alábbi pontozással
1: 0...<50%; 2: 50...<60%; 3: 60...<70%; 4: 70...<80%; 5: 80...100%
 - Szóbeli vizsgára a minimum elégséges vizsgaírásbelit teljesítő hallgató bocsátható.
 - A vizsga osztályzatot az írásbeli és a szóbeli vizsga együttes eredménye adja.
 - A félévi munka beszámítása a vizsgajegybe (HKR 50. § (2) bekezdés) az Anyag-szerkeztani és Anyagtechnológiai Intézet általános rendjének megfelelően történik
- **Tankönyv, jegyzet, oktatási segédlet:**

Köteleő irodalom

1. Szunyogh László (főszerkesztő): Hegesztés és rokon technológiák (kézikönyv), Gépipari Tudományos Egyesület, Budapest, 2007, p. 1-895 ISBN 978-963-420-910-2
2. Komócsin M.: Gépipari anyagismeret, 5. átdolgozott kiadás, COKOM Kft., Miskolc, 2008, ISBN 963 00 8932 7 p. 1-412.
3. ASM Handbook, 10th Edition, Vol. 6.: Welding , Brazing, Soldering, p: 1-1299

Ajánlott irodalom

1. Gáti J.: Hegesztési zsebkönyv, Cokom Kft. Mérnökiroda, Miskolc, 2003. p. 822
2. Balogh, A.; Lukács, J.; Török, I. (szerk): Hegeszthetőség és a hegesztett kötések tulajdonságai, Miskolci Egyetem, Miskolc, 2015. (ISBN 978-963-358-081-3)

Dr. Gáspár Marcell
előadó

MINTA ZÁRTHELYI DOLGOZAT

Anyagok és viselkedésük hegesztéskor c. tárgyból

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Σ pont | Osztályzat |
|---|---|---|---|---|---|---|--------|------------|
| 6 | 8 | 8 | 7 | 9 | 6 | 6 | 50 | |
| | | | | | | | | |

1. a. Írja fel a hegeszthetőség fogalmát!

1. b. Egy példán keresztül mutassa be a mechanikai tulajdonságokra garantált acélok jelölési rendszerét!

2. a. Írja fel az alábbi hegesztő eljárások EN 1011-2 szerinti termikus hatásfokait! Mit értünk beolvasztási hatásfokon?

- VFI (135):

- BKI (111):

- SWI (141):

- FH (121):

Beolvasztási hatásfok:

2. b. Értelmezze a $t_{8,5/5}$ hűlési időt! Mitől függ a $t_{8,5/5}$ hűlési idő?

3. a. Mit értünk kristályosodáson?
3. b. Mit értünk hőhatásövezeten? Sorolja fel a kis karbon tartalmú acél hőhatásövezeti zónáit!
3. c. Sorolja fel a melegrepedések keletkezésének okait, és a melegrepedések elkerülésének módszereit!
4. a. Finomszemcsés acélok hegesztett kötéseinél milyen utókezelések jöhetnek szóba?
4. b. Mutassa be a nemesített nagyszilárdságú acélok gyártástechnológiáját és hegeszthetőségét!

5. a. Ismertesse a hidrogén lehetséges káros hatásait melegszilárd acélokban! A hidrogén nyomásálló acélok minek köszönhetik ellenálló képességüket?

5. b. Ismertesse a revésedésálló acélokban előforduló 475 °C-os elridegedés jelenségét és a σ -fázis képződésének feltételeit!

5. c. Ismertesse a korrózióálló acéloknál előforduló szemcsehatár-korrózió jelenségét! Milyen módszerek vannak a szemcsehatár-korrózió elkerülésére, megelőzésére?

6. a. Milyen problémák merülnek fel alumínium ötvözetek hegesztésekor?

6. b. Milyen hatással van a hőbevitel növelése az alumínium ötvözetek hőhatásövezetére?

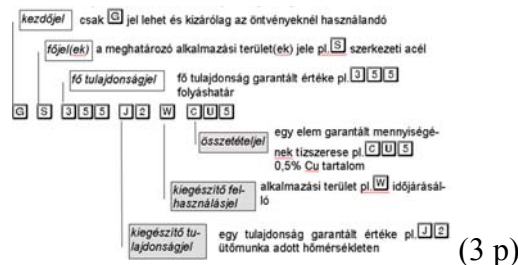
7. Sorolja fel a CR ISO 15608 szabvány szerinti 11 acélcsoportot!

MEGOLDÓ KULCS MINTA ZÁRTHELYI DOLGOZATHOZ

Anyagok és viselkedésük hegesztéskor c. tárgyból

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Σ pont | Osztályzat |
|---|---|---|---|---|---|---|--------|------------|
| 6 | 8 | 8 | 7 | 9 | 6 | 6 | 50 | |
| | | | | | | | | |

1. a. Írja fel a hegeszthetőség fogalmát!
Hegesztéstechnológiától függő alkalmasság olyan hegesztett kötés létrehozására, amely helyi tulajdonságai és a szerkezetre gyakorolt hatása szempontjából megfelel a követelményeknek. (3 p)
1. b. Egy példán keresztül mutassa be a mechanikai tulajdonságokra garantált acélok jelölési rendszerét!



2. a. Írja fel az alábbi hegesztő eljárások EN 1011-2 szerinti termikus hatásfokait! Mit értünk beolvasztási hatásfokot?

- VFI (135): 0,8
- BKI (111): 0,8
- SWI (141): 0,6

- FH (121): 1,0 (4*0,5 pont)

Beolvasztási hatásfok: A fémcseppek közvetített hőenergia aránya a teljes felhasznált energiához adja a beolvasztási hatásfokot:

ahol:
$$\eta_{be} = E_{cs} / E$$

η_{be} ...beolvasztási hatásfok,

E_{cs} ...a fémcseppek hőtartalma, J,

E ...a hegesztéshez felhasznált energia, J. (2 pont)

2. b. Értelmezze a $t_{8,5/5}$ hűlési időt! Mitől függ a $t_{8,5/5}$ hűlési idő?

A hegesztési folyamat hűlési szakaszát általában az A_3 hőmérsékletről (az acél karbon-tartalmától függően általában 723-911 °C, kis karbon-tartalom esetén 850-900 °C közé tehető) 500 °C-ra történő hűlési idővel szokták jellemezni. (1 pont)

*Függ: hőáramtól (vonalenergia), heg. seb., előmelegítés hőm. hív. tényező, lemez vastagság, állandó nyomásra érvényes fajhő, felületi hőátadási tényező, hővezetésben résztvevő elemek száma, ill. azok kiterjedése. (8*0,5 pont)*

3. a. Mit értünk kristályosodáson?

Kristályosodás: az olvadékokban viszonylag szabadon mozgó ionok meghatározott felületeken való megkötődése.

Két, jól elkülöníthető részfolyamatra osztható:

csíráképződés, a rövid távon rendezett ioncsoportok létrejötte,

a kristály növekedése, amely a csírák rövidtávú rendeződését, a szilárd anyag hosszú távú rendeződésévé terjeszti ki. (2 pont)

3. b. Mit értünk hőhatásövezeten? Sorolja fel a kis karbontartalmú acél hőhatásövezeti zónáit!

$T_{max} > 100\text{ °C}$ felé hevül alapanyag részek hegesztéskor

szilárd-folyékony átmenet zónája

durvaszemcsés sáv

normalizált sáv

részleges átkristályosodási sáv

kilágyulási/újrakristályosodási sáv

kéktörési zóna (3 pont)

3. c. Sorolja fel a melegrepedések keletkezésének okait, és a melegrepedések elkerülésének módszereit!



4. a. Finomszemcsés acélok hegesztett kötéseinél milyen utókezelések jöhetnek szóba?

- feszültségcsökkentő izzítás,
- normalizálás,
- hidrogéncsökkentő hőkezelés.

(3*1 pont)

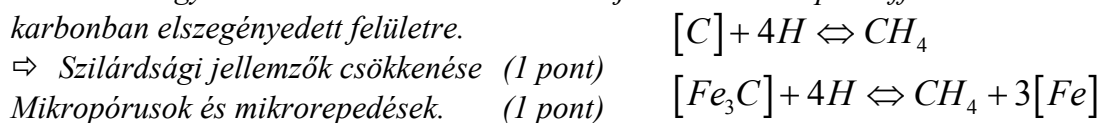
4. b. Mutassa be a nemesített nagyszilárdságú acélok gyártástechnológiáját és hegeszthetőségét!

$Q+HTT$ (1 pont)

Hidegrepedés, kilágyulás, szívósságcsökkenés. (3 pont)

5. a. Ismertesse a hidrogén lehetséges káros hatásait melegszilárd acélokban! A hidrogén nyomásálló acélok minnek köszönhetik ellenálló képességüket?

Dekarbonizáció: A reakciók következtében az acél felülete karbonban elszegényedik. A dekarbonizáció következtében az acél felülete és belseje között koncentráció-különbség alakul ki. Nagyobb hőmérsékleten az acél belsejéből karbon képes diffundálni a karbonban elszegényedett felületre.



\Rightarrow Szilárdsági jellemzők csökkenése (1 pont)

Mikropórusok és mikrorepedések. (1 pont)

A hidrogén okozta, úgy előzhető meg, ha az acélban a karbon olyan karbidok formájában van megkötve, amelynek képződési szabadentalpiája kisebb, mint a metáné (Cr, Mo, V, W). (1 pont)

5. b. Ismertesse a revésedésálló acélokban előforduló 475 °C-os elridegedés jelenségét és a σ -fázis képződésének feltételeit!

A nagyobb krómtartalmú ($Cr \geq 21\%$), ferrites acélokban a 400...540 °C-os hőmérséklet-tartományban diffúzióval rövid távú, stabilis krómion átrendeződés következik be a szilárdoldatban. A folyamat leggyorsabban 475 °C-on következik be, ezért ezt a jelenséget 475 °C-os elridegedésnek nevezik.

Az átalakulás során képződő, kemény, rideg rendezett rács koherens kapcsolatban van az ágyazó mátrixszal, de rácsparamétere attól eltér, ezért a rácsstorzulással is növeli a ridegedést. (1 pont)

A nagy krómtartalmú ferrit másik elridegedése egy fémes vegyület, a FeCr képződésével van összefüggésben. A σ -fázis kemény, amit a szemcsék belsejében mikrotűk formájában kiváló, nagy, 1000...1600 HV keménységű, nagyobb sűrűségű, 52% krómot tartalmazó FeCr vegyület okoz. A vegyület 550...900 °C hőmérséklet-tartományban stabilis, de a képződés sebessége a 750...800 °C-on a leggyorsabb. (1 pont)

5. c. Ismertesse a korrózióálló acéloknál előforduló szemcsehatár-korrózió jelenségét!

Milyen módszerek vannak a szemcsehatár-korrózió elkerülésére, megelőzésére?

$Cr_{23}C_6$ kiválása a szemcsehatáron. Krómban való elszegényedés \Rightarrow Helyi korrózió

(1 pont)

- ELC acél ($C < 0,03\%$)
- oldó izzítás + gyors lehűtés
- stabilizáló elemek

(3*1 pont)

6. a. Milyen problémák merülnek fel alumínium ötvözetek hegesztésekor?

*Melegrepedési veszély
Hőhatásövezet kilágyulása
Porozitási hajlam
Felületi oxidréteg (4 pont)*

6. b. Milyen hatással van a hőbevitel növelése nemesített alumínium ötvözetek hőhatásövezetére?

A hegesztési hőbevitel növelésével a hőhatásövezet kilágyul. (2 pont)

7. Sorolja fel a CR ISO 15608 szabvány szerinti 11 acélcsoportot!

- 1. Szerkezeti acélok ($R_{eh} < 460$ MPa)*
- 2. Termomechanikusan kezelt acélok*
- 3. Nemesített nagyszilárdságú acélok*
- 4. Vanádiummal kissé ötvözött Cr-Mo-(Ni) acélok*
- 5. Vanádium mentes Cr-Mo acélok*
- 6. Vanádiummal ötvözött Cr-Mo-(Ni) acélok*
- 7. Ferrites, martenzites vagy kiválásososan keményedő korrózióálló acélok*
- 8. Ausztenites korrózióálló acélok*
- 9. Nikkellel ötvözött acél $Ni \leq 10,0\%$ tartalommal*
- 10. Ausztenit-ferrites (duplex) korrózióálló acél*
- 11. Az 1-es csoportba tartozó acélok, de $0,25 < C \leq 0,5\%$ tartalommal (6 pont)*