

Vegyipari berendezések anyagai és hegesztésük (2+2; a-k; kr4)*(előadás tematika)*

1. hét Bevezetés. A vegyipari berendezésekben és erőművekben alkalmazott anyagok kiválasztásának általános szempontjai. Igénybevételi módok, az igénybevétel és a károsodás kapcsolata.
2. hét Oktatási szünet
3. hét Az alapvető károsodási fajták: alakváltozás, törés, kopás, korrózió, anyagok és szerkezetek leromlása. A károsodás anyagspecifikus vonatkozásai. Anyagkiválasztás különböző hőmérsékleten üzemelő szerkezeteknél.
4. hét A vegyipari és erőművi berendezéseknél használt alapanyagok csoportosítása az MSZ EN ISO 15608 szabvány szerint, az anyagjelölési rendszerek ismertetése.
5. hét Az előmelegítési hőmérséklet meghatározásának módszerei. Ötvözetlen széna-célok, karbon-mangán ötvöztetésű és normalizált acélok ismertetése, a hegeszthe-tőségi sajátosságok bemutatása.
6. hét A ferrites, martenzites, ausztenites, duplex, valamint a kiválóan keményített korrózióálló acélok ismertetése, valamint hegesztési sajátosságaik. A technoló-giai paraméterek, valamint a hozaganyagválasztás hatása a korrózióállóságra.
7. hét Oktatási szünet
8. hét A melegsilárd Cr-Mo ötvöztetésű acélok ismertetése. Az előmelegítés és utóhő-kezelés speciális meghatározásának bemutatása, a hozaganyagválasztás speciá-lis kritériumai.
9. hét A Ni ötvöztetésű hidegszivós, valamint a revésálló acélok bemutatása, az al-kalmazható hegesztéstechnológiák ismertetése. A vegyes kötések készítésének hegesztéstechnológiai kihívásai.
10. hét Üzemlátogatás a MOL MPK területén. Károsodási laboratórium megtekintése.
11. hét A Ni bázisú hőálló anyagok ismertetése, hegesztéstechnológiai sajátosságai. A vegyiparban alkalmazott alumíniumötvözetek ismertetése, illetve hegesztésük. *(Zárthelyi dolgozat)*
12. hét A vegyipari és erőművi berendezések, csővezetékek gyártásánál alkalmazott kö-téskialakítások ismertetése, valamint az azokkal szemben támasztott speciális követelmények bemutatása.
13. hét A vegyipar és erőművi berendezések, csővezetékek hegesztett kötéseivel szem-ben támasztott minőségi követelmények ismertetése, anyagvizsgálati módszerek bemutatása.
14. hét A vegyipari és erőművi berendezések, csővezetékek hegesztett kötéseiben elő-forduló hibák ismertetése, megfelelőségi kritériumok bemutatása. A PED he-gesztett kötésekre vonatkozó részeinek ismertetése. Félévzárás. *(Pótzárthelyi dolgozat)*

Miskolc, 2019. szeptember 6.

Dr. Gáspár Marcell
adjunktus

Dátum	A gyakorlat témája	A gyakorlat helye
1-3. hét	Gyakorlat a 10. hétre tervezett egésznapos üzemlátogatás miatt elmarad.	-
4. hét	Hegesztéstechnológia tanúsítása. Eljárásvizsgálat megtervezése	C/2 202
5. hét	Hegesztett kötések elkészítése.	Hegesztési Laboratórium C/2
6. hét	Hegesztett kötések vizsgálatai: szakítóvizsgálat, hajlítóvizsgálat, ütővizsgálat, keménységvizsgálat.	Anyagvizsgáló Laboratórium C/3
7. hét	Oktatási szünet	-
8. hét	Esettanulmányok vegyipari és erőművi berendezések, csővezetékek hegesztésével, valamint károsodásával kapcsolatban.	C/2 202
9. hét	Hegesztett kötésekben előforduló eltérések bemutatása. RTG felvételek értékelése.	külső helyszín (MOL MPK Zrt. Tiszaújváros)
10. hét	Üzemlátogatás a MOL MPK területén. Károsodási laboratórium megtekintése.	C/2 202
11. hét	Zárthelyi dolgozat	C/2 202
12. hét	Auszténites korrózióálló acél SWI hegesztése a gyakorlatban. Korróziós hajlam elemzése.	Hegesztési Laboratórium C/2
13. hét	Nyomástartó tartály vizsgálata mérőbélyeges technikával	Anyagvizsgáló Laboratórium C/3
14. hét	Ismétlés. Pótlások. Pótzárthelyi dolgozat.	C/2 202

Miskolc, 2019. szeptember 6.

Dr. Gáspár Marcell
egyetemi docensDr. Török Imre
c. egyetemi tanár

Vegyipari berendezések anyagai és hegesztésük (2+2; a-k; kr4)

című tantárgy követelményei (a tanszéki egységes követelményekre alapozva)

- **A tantárgy órakiméréte: 2+2, a - k**
- **A félév elismerésének (aláírás, gyakorlati jegy) feltételei:**
 - Az aláírás feltételei**
 - Előadások rendszeres látogatása
 - Az évközi zárthelyi sikeres teljesítése az alábbiak szerint
 - Az előírt zárthelyi min. 50%-os (elégséges) teljesítése, vagy
 - Sikertelen (vagy bármely okból elmulasztott) zárthelyi esetén a pótzárthelyi min. 50%-os (elégséges) teljesítése,
 - Nem pótolható az aláírás (végleges aláírás megtagadás)**
 - Az előírt zárthelyi és a pótzárthelyi mindegyikének elmulasztása esetén
 - A gyakorlatok 50%-át meghaladó hiányzás esetén
 - Az előadások 50%-át meghaladó hiányzás esetén
- **Zárthelyi dolgozatok száma és időtartama:**

A félév során egy kötelező zárthelyit íratunk

 - Tervezett időpont: 11. oktatási hét (47. naptári 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: –**
 - kiadás időpontja (napközi hét) : –
 - beadás határideje (napközi hét): –
 - értékelés módja: –
- **Mérési feladatok száma: –**
 - jegyzőkönyvek beadási határideje (napközi hét): –
 - jegyzőkönyvek értékelésének módja: –
- **Zárthelyi dolgozatok, feladatok, mérések pótlásának lehetősége.**
 - A sikertelen, (vagy bármely okból elmulasztott) zárthelyi esetén pótzárthelyi lehetőséget biztosítunk a 13. oktatási héten (49. naptári hét)
- **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%
 - A félév során nyújtott teljesítmény a HKR. 50. § 2. bekezdése alapján kerül beszámításra.
 - Szóbeli vizsgára a minimum elégséges vizsgaírásbelit teljesítő hallgató bocsátható. A vizsga osztályzatot az írásbeli és a szóbeli vizsga együttes eredménye adja
- **Tankönyv, jegyzet, oktatási segédlet:**

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., Sárvári J., Schäffer J., Tisza M.: Mechanikai Technológiák. Egyetemi tankönyv. Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 2003, vagy későbbi, p. 143-352.

Miskolc, 2019. szeptember 6.

Dr. Gáspár Marcell
egyetemi docens

Dr. Török Imre
c. egyetemi tanár

Vegyipari berendezések anyagai és hegesztésük (2+2; a-k; kr4)*(előadás tematika)*

1. alk. Bevezetés. A vegyipari berendezésekben és erőművekben alkalmazott anyagok kiválasztásának általános szempontjai. Igénybevételi módok, az igénybevétel és a károsodás kapcsolata. Az alapvető károsodási fajták: alakváltozás, törés, kopás, korrózió, anyagok és szerkezetek leromlása. A károsodás anyagspecifikus vonatkozásai. Anyagkiválasztás különböző hőmérsékleten üzemelő szerkezeteknél. A vegyipari és erőművi berendezéseknél használt alapanyagok csoportosítása az MSZ EN ISO 15608 szabvány szerint, az anyagjelölési rendszerek ismertetése. Az előmelegítési hőmérséklet meghatározásának módszerei. Ötvözetlen szénacélok, karbon-mangán ötvöztű és normalizált acélok ismertetése, a hegeszthetőségi sajátosságok bemutatása.
2. alk A ferrites, martenzites, ausztenites, duplex, valamint a kiválasztott keményített korrózióálló acélok ismertetése, valamint hegesztési sajátosságaik. A technológiai paraméterek, valamint a hozaganyagválasztás hatása a korrózióállóságra. A melegsztárd Cr-Mo ötvöztű acélok ismertetése. Az előmelegítés és utóhőkezelés speciális meghatározásának bemutatása, a hozaganyagválasztás speciális kritériumai. A Ni ötvöztű hidegsztű, valamint a revésedéstálló acélok bemutatása, az alkalmazható hegesztéstéchnológiák ismertetése. A vegyes kötések készítésének hegesztéstéchnológiai kihívásai.
3. alk A Ni bázisú hőtálló anyagok ismertetése, hegesztéstéchnológiai sajátosságai. A vegyiparban alkalmazott alumíniumötvöztetek ismertetése, illetve hegesztésük. A vegyipari és erőművi berendezések, csővezetékek gyártásánál alkalmazott kötéskialakítások ismertetése, valamint az azokkal szemben támasztott speciális követelmények bemutatása. A vegyipar és erőművi berendezések, csővezetékek hegesztett kötéseivel szemben támasztott minőségi követelmények ismertetése, anyagvizsgálati módszerek bemutatása.
4. hét A vegyipari és erőművi berendezések, csővezetékek hegesztett kötéseiben előforduló hibák ismertetése, megfelelőségi kritériumok bemutatása. A PED hegesztett kötésekre vonatkozó részeinek ismertetése. A vegyipari és erőművi berendezések, csővezetékek gyártásának minőségbiztosítása különös tekintettel a hegesztésre. A gyártótól elvárt személyi és tárgyi feltételek ismertetése. Félév-zárás. *(Zárthelyi dolgozat)*

Miskolc, 2019. szeptember 6.

Dr. Gáspár Marcell
egyetemi docens

Vegyipari berendezések anyagai és hegesztésük (2+2; a-k; kr4)

című tantárgy követelményei (a tanszéki egységes követelményekre alapozva)

- **A tantárgy órakiméréte: 2+2, a - k**
- **A félév elismerésének (aláírás, gyakorlati jegy) feltételei:**
 - Az aláírás feltételei**
 - Előadások rendszeres látogatása
 - Az évközi zárthelyi sikeres teljesítése az alábbiak szerint
 - Az előírt zárthelyi min. 50%-os (elégséges) teljesítése, vagy
 - Sikertelen (vagy bármely okból elmulasztott) zárthelyi esetén a pótzárthelyi min. 50%-os (elégséges) teljesítése,
 - Nem pótolható az aláírás (végleges aláírás megtagadás)**
 - Az előírt zárthelyi és a pótzárthelyi mindegyikének elmulasztása esetén
 - A gyakorlatok 50%-át meghaladó hiányzás esetén
 - Az előadások 50%-át meghaladó hiányzás esetén
- **Zárthelyi dolgozatok száma és időtartama:**
 - A félév során egy kötelező zárthelyit íratunk
 - Tervezett időpont: 12. oktatási hét (48. naptári 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: –**
 - kiadás időpontja (napközi hét) : –
 - beadás határideje (napközi hét): –
 - értékelés módja: –
- **Mérési feladatok száma: –**
 - jegyzőkönyvek beadási határideje (napközi 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 (50. naptári hét)
- **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%
 - A félév során nyújtott teljesítmény a HKR. 50. § 2. bekezdése alapján kerül beszámításra.
 - Szóbeli vizsgára a minimum elégséges vizsgaírásbelit teljesítő hallgató bocsátható. A vizsga osztályzatot az írásbeli és a szóbeli vizsga együttes eredménye adja
- **Tankönyv, jegyzet, oktatási segédlet:**

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., Sárvári J., Schäffer J., Tisza M.: Mechanikai Technológiák. Egyetemi tankönyv. Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 2003, vagy későbbi, p. 143-352.

Miskolc, 2019. szeptember 6.

Dr. Gáspár Marcell
egyetemi docens

Miskolci Egyetem
Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézet

Név:
Neptun kód:

MINTA ZÁRTHELYI DOLGOZAT

Vegyipari berendezések anyagai és hegesztésük c. tárgyból

1	2	3	4	5	6	7	Σ pont	Osztályzat
6	9	7	12	6	10	10	60	

1. a. Ábra segítségével ismertesse a hegeszthetőség fogalmát és sorolja fel a hegeszthetőség tényezőit! (3 pont)

1. b. Mit jelentenek az alábbi acéljelölések (3 pont)?

S500MC:

X6CrNiTi18-10:

10CrMo9-10:

2. a. Sorolja fel az anyagválasztás műszaki szempontjait! (4 pont)

2. b. Ismertesse a ridegtörés jelenségét! (5 pont)

3. a. Ismertesse a melegrepedések kialakulásának okait, és az elkerülési lehetőségeket! (4 pont)

3. b. Adja meg a melegrepedések két típusát! Az adott típusok a hegesztett kötés mely részében keletkezhetnek? (3 pont)

4. a. Sorolja fel a normalizált acélokban alkalmazott legfontosabb mikroötvözőket? Miért alkalmaznak mikroötvözőket ezekben az acélokban? (4 pont)

4. b. Minek köszönhetik a légköri korrózió ellenálló acélok korrózióálló tulajdonságukat? Milyen hatással van ez a hegeszthetőségükre? (3 pont)

4. c. Ismertesse a hidrogén okozta károsodás jelenségét melegszilárd acéloknál? (5 pont)

5. a. Sorolja fel a hidegrepedések keletkezésének okait, és a hidegrepedések elkerülésének módszereit! (3 pont)

5. b. Mutassa be az előmelegítési hőmérséklet meghatározásának IIW szerinti módszerét (EN 1011 A módszer)! Írja fel az IIW szerinti karbon egyenértéket! Mitől függ az előmelegítési hőmérséklet? (3 pont)

6. a. Mutassa be a nikkel-ötvöztetésű hidegszívós acélok lehetséges hegesztési problémáit! (4 pont)

6. b. Sorolja fel a szilárdságnövelés lehetséges módszereit szerkezeti acélokban! (6 pont)

7. a. Vázlatosan mutassa be a martenzites melegszilárd acéloknál a martensites hegesztés folyamatát! Miért kedvezőbb ez a módszer a repedésképződés elkerülése szempontjából? (5 pont)

7. b. Sorolja fel a szerkezeteknél előforduló lehetséges károsodási fajtákat (5 pont)!

Miskolci Egyetem
Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézet

Név:
Neptun kód:

MEGOLDÓ KULCS MINTAZÁRTHELYI DOLGOZATHOZ

Vegyipari berendezések anyagai és hegesztésük c. tárgyból

1	2	3	4	5	6	7	Σ pont	Osztályzat
6	9	7	12	6	10	10	60	

1. a. Ábra segítségével ismertesse a hegeszthetőség fogalmát és sorolja fel a hegeszthetőség tényezőit! (3 pont)



Anyag:

- vegyi összetétel,
- szennyező tartalom,
- előkészítés,
- hőkezeltégi állapot,
- stb.

Szerkezet:

- szerkezeti kialakítás (lemez, cső),
- falvastagság,
- kötés kialakítás,
- varrat alak,
- utókezelés
- stb.

Technológia:

- hegesztő eljárás
- hegesztési paraméterek,
- előmelegítés,
- felület előkészítés
- utókezelés
- stb.

2-2 példa tényezőnként elegendő

1. b. Mit jelentenek az alábbi acéljelölések (3 pont)?

S500MC: szerkezeti acél, 500 Mpa, termomechanikus, hidegalakításra alkalmas

X6CrNiTi18-10: ausztenites korrózióálló acél, C = 0,06, Cr = 18%, Ni = 10%, Ti < 1%

10CrMo9-10: melegszilárd acél, C = 0,1%, C = 2,25%, Mo = 1%

2. a. Sorolja fel az anyagválasztás műszaki szempontjait! (4 pont)

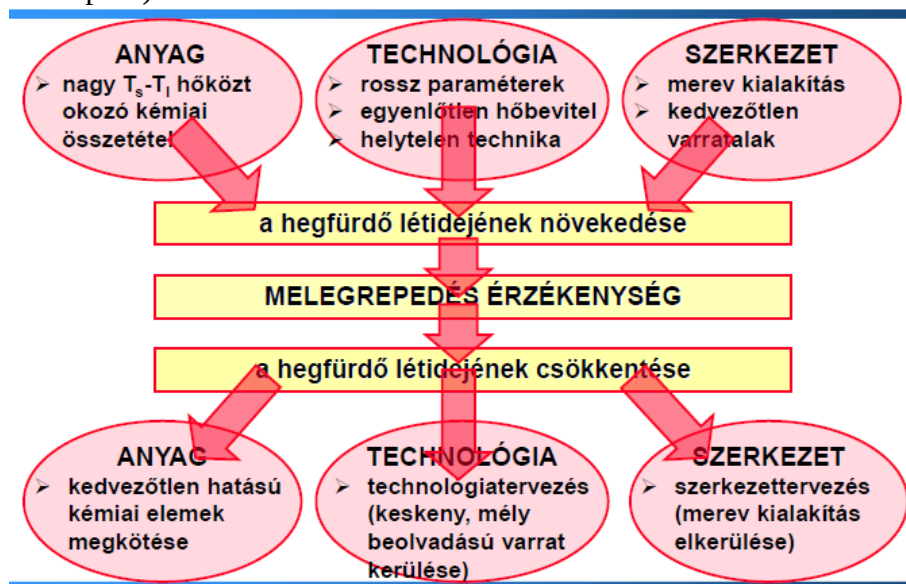
- funkcionális megfontolások
- igénybevételre vonatkozó megfontolások
- biztonsági és technológia alkalmassági megfontolások
- méretezési megfontolások
- megbízhatóság
- üzemi körülmények közötti viselkedés
- egyéb megfontolások

2. b. Ismertesse a ridegtörés jelenségét! (5 pont)

- terhelés: folyáshatár alatti,
- a képlékeny alakváltozás: mértéke kicsi, a térfogat kis tartományaira korlátozódik

- *hirtelen következik be,*
- *szemmel észre nem vehető mértékű alakváltozással jár,*
- *hasadási síkok mentén következik be,*
- *a töretfelület jellegzetes morfológiája: síklapokkal határolt töret*
- *lényeges feltétele egy minimális, sokszor érzékeny eszközzel is csak nehezen észlelhető képlékeny alakváltozás, mely nélkül a repedés nem jöhet létre és nem terjedhet.*
- *minden lehető eszközzel igyekszünk megakadályozni, mert gyors és váratlan bekövetkezése rendszerint nagyon súlyos következményeket okoz, emberi sérüléssel, környezeti károkkal is járhat*

3. a Ismertesse a melegrepedések kialakulásának okait, és az elkerülési lehetőségeket! (4 pont)



3. b. Adja meg a melegrepedések két típusát! Az adott típusok a hegesztett kötés mely részében keletkezhetnek? (3 pont)

- *kristályosodási repedés => varrat*
- *újraömlésti (likvációs) repedés => hőhatásövezet/varrat átmenet*

4. a. Sorolja fel a normalizált acélokban alkalmazott legfontosabb mikroötvözőket? Miért alkalmaznak mikroötvözőket ezekben az acélokban? (4 pont)

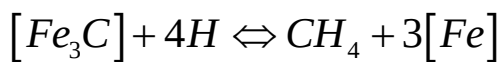
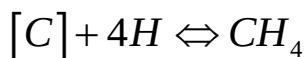
- *Al, V, Nb, Zr, B, Ti (2 pont)*
- *diszperz eloszlású karbidokat és nitrideket képeznek, ezzel akadályozzák a szemcsedurvulást*

4. b. Minek köszönhetik a légköri korrózióknak ellenálló acélok korrózióálló tulajdonságukat? Milyen hatással van ez a hegeszthetőségükre? (3 pont)

A passzíváló hatás a réz-, a króm- és a nikkel foszfátos, szulfátos, hidroxidos vegyületeinek köszönhető, amely fokozatosan elzárják a rozsdapórusait, továbbá komplex vegyületeket alkotva megakadályozzák, hogy a vizes oldatok közvetlen érintkezésbe kerüljenek a fémfelülettel. (2 pont)

Nagyobb karbonegyenérték, fokozott hidegrepedési veszély. Réz ötvözése esetén melegrepedési veszély (1 pont)

4. c. Ismertesse a hidrogén okozta károsodás jelenségét melegsziárd acéloknál? (5 pont)



- a dekarbonizáció hatására az acél karbontartalma jelentősen csökken, ami a szilárdsági jellemzők nagymértékű csökkenéséhez és a szerkezet tönkremeneteléhez vezet.
- hidrogén diffúzió
- metán mikropórus
- mikrorepedés
- a keletkező metán molekulává egyesülő hidrogén mikropórusok formájában a szemcsék határán összegyűlve kiválik.

5. a. Sorolja fel a hidegrepedések keletkezésének okait, és a hidegrepedések elkerülésének módszereit! (3 pont)



5. b. Mutassa be az előmelegítési hőmérséklet meghatározásának IIW szerinti módszerét (EN 1011 A módszer)! Írja fel az IIW szerinti karbonegyenértéket! Mitől függ az előmelegítési hőmérséklet? (3 pont)

$$CE = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15} \quad (1 \text{ pont})$$

Az előmelegítési hőmérséklet gyakorlatilag kiolvasható egy nomogramból a CE, a vonalenergia, a kombinált lemezzvastagság és a Hd (diffúzióképes hidrogéntartalom) ismeretében. (2 pont)

6. a. Mutassa be a nikkel-ötvöztetésű hidegszívós acélok lehetséges hegesztési problémáit! (4 pont)

- *melegrepedési veszély => kis S tartalmú alap- és hozaganyag*
- *hidegrepedési veszély => előmelegítés, Ni bázisú hozaganyag*
- *szívósságcsökkenés a hőhatásövezetben => kis vonalenergia*
- *felmágneseződés, ívfűvő hatás => AC hegesztés*

6. b. Sorolja fel a szilárdságnövelés lehetséges módszereit szerkezeti acélokban! (6 pont)

– *Ötvöztetés*

- *Szubsztitúciós szilárd oldat és intersticiós szilárd oldat*
- *Mikroötvözők (szemcseméret)*
- *Kiválósos keményítés*
- *Fázisátalakulást befolyásoló ötvözők (CCT diagramok jobbra tolódása)*

– *Hidegalakítás*

– *Hőkezelés (pl. normalizálás, nemesítés)*

– *Termomechanikus kezelés*

7. a. Vázlatosan mutassa be a martenzites melegszilárd acéloknál a martensites hegesztés folyamatát! Miért kedvezőbb ez a módszer a repedésképződés elkerülése szempontjából? (5 pont)

Martenzites hegesztés előnye az ausztenites hegesztéssel szemben, hogy az előmelegítés hőmérséklete mintegy 100...150 °C-kal kisebb. (1 pont)

A hegesztést az M_s alatti hőmérsékleten végzik, mert akkor az ausztenit egy része már a hegesztés során martenzitté alakul. A maradék ausztenittartalom tehát csökken az ausztenites hegesztéshez képest, és ezért a hegesztést követő hűtéskor – az ún. közbenső lehűtéskor – kisebb lesz a szövetszerkezeti átalakulásból ébredő belső feszültség. A tapasztalat szerint a repedésérzékenység a hegesztés teljes időtartamát véve tekintetbe kisebb, mint az ausztenites hegesztésnél, ezért ma már szinte kizárólag ezt használják. (2 pont)

+ *Diagram jelleghelyes lerajzolása (2 pont)*

7. b. Sorolja fel a szerkezeteknél előforduló lehetséges károsodási fajtákat (5 pont)!

- alakváltozás
- kopás
- korrózió
- leromlás
- törés