

Hegesztéstechnológia – BMEEOHSTHG1 (8 kredit)

1) Hegesztéssel kapcsolatos alapfogalmak, jelölések, kötések

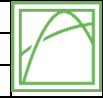
- (1.1) Sorolja be a hegesztési eljárásokat a kötést létrehozó hőmérséklet és erő alapján, mutassa be a főbb csoportosítás lehetőségeit!
- (1.2) Ismertesse a műszaki gyakorlatban a kötési eljárásokat, sorolja be a hegesztést, ismertesse annak előnyeit és hátrányait!
- (1.3) Mutassa be és magyarázza el az alábbi fogalmakat, miért fontosok ezek szerkezettervezés során:
 - gyök oldal, korona oldal,
 - gyök hézag, gyöktámasz,
 - gyöksor, töltősor, takarósor,
 - varrat réteg, egysoros és többsoros varrat – mikor és hol találkozunk velük,
 - tompa- és sarokvarrat jellemzői,
 - jellemző kötések,
 - hegesztési helyzetek jelentősége konstrukciós szempontok alapján.
- (1.4) Melyik szabványban talál előírást a hegesztett kötések, műszaki rajzon történő jelölési rendszerére? Mutassa be a hegesztett kötés jelölési rendszerének alapjait műszaki rajzon, miket tüntethetünk fel azon!

2) Nyersvas- és acél gyártás, acélok, ötvözetek Fe-Fe₃C állapotábra

- (2.1) A *kiadásra került mellékelt lapon* az Fe-Fe₃C állapotábrát látja, ezzel kapcsolatban rajzolja be az alábbiakat és magyarázza el azokat:
 - mi a célja és szerepe az állapotábrának – magyarázza el!
 - mutassa be a jellemző szövetelemeket és fázisokat!
 - adja meg a legfontosabb hőmérsékleteket és pontokat!
 - a 0.8%, 2.1% és 4.3% jellemzők miért fontos paraméterek, mik ezek!
 - mutassa be az acélöntvények és az öntöttvasak tartományát!
 - ismertesse az egyensúlyi és nem egyensúlyi szövetelemeket!
- (2.2) Ismertesse a nyersvas majd az acélgyártás folyamatát. Mutassa be, hogy milyen korszerű acélgyártási eljárásokat ismer!
- (2.3) Mutassa be az acél főbb ötvözőit és szennyezőit, melyiknek mi a hatása és hogyan befolyásolják annak tulajdonságát?

3) Hőkezelés, vas-szén ötvözetek felhasználása

- (3.1) Ismertesse a hőkezelés jelentőségét! Milyen hőkezelési eljárásokat ismer? Mutassa be azokat és ismertesse jelentőségüket!



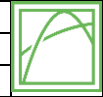
- (3.2) Mutasson be és rajzoljon fel hűlési görbéket, mik ezeknek a jelentősége?
- (3.3) Csoportosítsa a vas-szén ötvözeteket felhasználásuk és ipari alkalmazásuk szerint azok karbontartalmának függvényében. Hozzon gyakorlati példákat alkalmazásukra! Ezzel együtt térjen ki az acélok jelölési rendszerére, melyik szabványban talál erre vonatkozó információkat?

4) A hegesztett kötés metallurgiája, a hegesztési hőfolyamat, a hegesztés során lehetséges hibák és eltérések varratok esetén

- (4.1) Ismertesse egy hegesztett kötés metallurgiai szempontok szerinti felépítését! Milyen zónák és területek találhatóak benne, hogy épül fel?
- (4.2) Milyen általános követelményeket tud megfogalmazni egy hegesztett kötéssel szemben? Mik a hegeszthetőség feltételei?
- (4.3) Ismertesse a hegesztési hőfolyamat modelljét és a hőbevitel fogalmát. Miért fontos a hőbevitelt ismerni? Ismertesse a kritikus lehülési idő fogalmát, miért fontos ez a gyakorlatban, hogyan kapcsolódik ehhez a keménység, mint mechanikai jellemző?
- (4.4) Ismertesse a szénegyenérték fogalmát, annak jelentőségét, miért fontos hegesztéstechnológiai jellemző ez?
- (4.5) Sorolja fel, hogy a hegesztés során milyen repedésekkel találkozhatunk, ezek közül egyet mutasson be, magyarázza el a jelenséget és annak okát!
- (4.6) Soroljon fel néhány esetleges varrat hibát és eltérést, amikkel a gyakorlatban találkozhatunk, hogyan befolyásolják ezeket konstrukciós irányelvek?

5) Hegesztési eljárások az ipari gyakorlatban

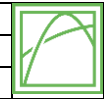
- (5.1) Mutassa be a kötő-, felrakó-, sajtolóhegesztések jellegzetességeit. Milyen hegesztéstechnológiai paraméterek lényegesek az egyes eljárásokban?
- (5.2) Bevont elektródás kézi ívhegesztéssel kapcsolatban ismertesse az alábbiakat:
 - ismertesse a bevonat szerepét, milyen bevonatokat ismer,
 - hol alkalmazzuk, milyen anyagokat tudunk vele hegeszteni,
 - az áramerősség és az elektródaátmérő között van-e kapcsolat,
 - hol alkalmazzuk gépesített változatát, hogy nevezzük azt,
- (5.3) Védőgázos ívhegesztési eljárásokkal kapcsolatban a felsoroltak közül, válasszon ki néhányat és mutassa be azokat:
 - milyen eljárásokat ismer,
 - milyen védőgázokat ismer,
 - mit jelent a gyökvédelem, formálás, miért fontos, hol alkalmazzuk,
 - ismertesse a TIG hegesztés fontosabb jellemzőit,
 - ismertesse a MIG/MAG hegesztés fontosabb jellemzőit,
 - mutassa be az impulzus technika főbb előnyeit,



- beszéljen a polaritásról, miért fontos ez alumínium hegesztés során,
 - milyen anyagátmeneteket ismerünk.
- (5.4) Ismertessen röviden az alábbi különleges hegesztési eljárások közül néhányat, főbb jellemzők, hol használjuk azokat, mik az előnyei, hátrányai:
 - fedett ívű hegesztés, (tipikus kötések),
 - salakhegesztés, (tipikus kötések),
 - elektronsugaras hegesztés, (tipikus kötések),
 - lézer hegesztés,
 - plazma hegesztés,
 - keskenyrés hegesztés,
 - dörzshegesztés,
 - robbantásos hegesztés.
- (5.5) Ismertesse az ellenállás hegesztéssel kapcsolatban az alábbiakat:
 - az eljárás besorolása, osztályozása, és elve,
 - közvetlen és közvetett hevítés szerepe,
 - elméleti alapok Joule-hő, Joule-Lenz törvény, elektromos ellenállás, vezetők belső elektromos ellenállása, átmeneti ellenállás,
 - hővezetés és a sajtolóerő szerepe,
 - szennyeződések ellenei védelem, felület tisztaság,
 - az eljárás előnyei és korlátjai.
- (5.6) Sorolja fel, hogy milyen ellenállás hegesztési eljárásokat ismer, ezek közül válasszon ki egyet és mutassa be az eljárást!
- (5.7) Az ellenállás hegesztés közül, az egyik legfontosabb és széleskörűen elterjedt eljárás az ellenálláspont hegesztés. Ezzel kapcsolatban ismertesse az alábbiakat:
 - milyen változatai vannak,
 - rajzolja fel az elrendezési vázlatait,
 - mutassa be a munkarend fogalmát, hogy csoportosítja azokat,
 - mi a ciklusdiagram rajzolon fel egy példát.

6) Hegesztéstechnológia-konstrukciós elvek kapcsolata, alumínium hegesztése

- (6.1) Konstruktív szempontok alapján, mik a legfontosabb szempontok hegesztett kötések kialakítása során? Rajzoljon fel példákat is, például szelvény, lemez, cső, nyitott-és zártkeretek, tartályok, nyomástartóedények, tartószerkezetek stb.
- (6.2) Vékony lemez szerkezet tervezése során, milyen varrat készítési módot részesít előnyben és ezt mivel indokolja? Milyen eljárást írna elő egy műszaki terven?



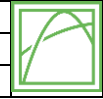
- (6.3) Korszerű CAE/CAD/FEM rendszerekben a hegesztett szerkezet tervező modulok milyen lehetőséget kínálnak a konstruktőr mérnöknek hegesztési varratok modellezésére? Hogyan kapcsolódhatnak ezek közvetetten hegesztéstechnológiai paraméterekhez?
- (6.4) Mutassa be az alumínium ötvözetek alkalmazási területeit, mint hegesztett szerkezetek, hol találkozunk velük? Ismertesse az alumínium és ötvözeteinek hegesztési jellemzőit? Miben tér el egy alumínium hegesztett kötés méretezése az acélétól?

7) Hegesztéstechnológia-gyártás elvek kapcsolata, automatizálás a hegesztésben

- (7.1) Rajzolja fel a hegesztés megbízhatósági függvényét és mutassa azt be! Hogyan kapcsolódik ehhez a gyártás matematikai modellje? Ismertesse az igényelt és a tényleges kötés megfelelés fogalmait hegesztéstechnológiai szempontok alapján!
- (7.2) Varrat készítés szerint, hogyan csoportosítja a hegesztő berendezéseket (automatizáltsági szintek)? Milyen hegesztő robotokat ismer? Miért és mikor célszerű alkalmazni a hegesztés során a robotokat?
- (7.3) Ismertesse a hegesztés során alkalmazható költségfüggvényét, hogyan kapcsolódik ez hegesztéstechnológiai kérdésekhez?
- (7.4) Mutassa be hegesztés ATFH rendszerelvét, hogyan kapcsolódik ez hegesztéstechnológiai kérdésekhez?

8) Hegesztéstechnológia, minőségbiztosítás, ellenőrzés

- (8.1) Hegesztett kötések minősítő vizsgálatával kapcsolatban, melyik szabványban talál információkat? Soroljon fel roncsolásos és roncsolásmentes anyagvizsgálatokat hegesztett kötések vizsgálatában! Ismertesse a Charpy-féle ütővizsgálatot, miért fontos ez hegesztett kötések minősítő vizsgálatában?
- (8.2) Mit jelentenek az alábbi fogalmak, ismertesse, hogy mik a szerepük, mikor és hol találkozunk velük? Miket tartalmaznak ezek, mutasson be azok közül néhányat!
 - PWPS / WPS,
 - WPQR.
- (8.3) Hegesztett szerkezet varratainak (kötéseinek) minősítő vizsgálata során, milyen vizsgálatokat írna elő, miket végezne el és miért?
- (8.4) Röviden ismertesse az alábbiakat, hogy miért fontosak és miként kapcsolódnak a hegesztéstechnológiához?
 - ISO 9001,
 - EN ISO 3834,
 - EN ISO 15085,
 - EN ISO 6520.

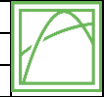


Hegesztett kötések tervezése – BMEEOHSTHG4 (7 kredit)

- 1) Milyen következményei lehetnek a túlméretezett varratoknak szerkezettervezői és gyártói szemmel, illetve mindezek hogyan csökkenthetők?
- 2) Milyen feltételezésekkel élünk a túlnyomórészt statikusan terhelt kötések tervezése során? Eurocode esetén milyen tervezési korlátokkal találkozunk?
- 3) Ismertesse a statikusan terhelt hegesztett kötések tervezési módszereit (egyszerűsített és általános eljárás, rövid, hosszú, szakaszos hegesztések)!
- 4) Ismertesse a hídépítésben használatos fáradási méretezési stratégiákat (káregyenértékűségi tényező módszer, lineáris károsodási hipotézis, tehermodellek)!
- 5) Ismertesse a hegesztett szerkezetek EC szerinti, névleges feszültségen alapuló fáradásvizsgálatának lépéseit! Miben és miért különböznek az egyes feszültség számítási módszerekhez rendelt fáradási osztályok és S-N görbék?
- 6) Mutassa be, hogyan használható a törésmechanikai módszer egy meglévő szerkezeten fellelt repedés esetén a hátralévő élettartam megállapítására! Mik a szükséges kiinduló adatok? Ismertesse a számítás lépéseit!
- 7) Milyen hatások befolyásolják az acélok ridegtörési hajlamát? Az EC3-1-10 anyag kiválasztási eljárásának alkalmazása során milyen kezdeti adatokból indulunk ki, milyen lépéseket kell tennünk, és mit kapunk eredményül?

Hegesztett lemez- és héjszerkezetek tervezése – BMEEOHSTHG5 (7 kredit)

- 1) Ismertesse a térbeli elcsavarodó kihajlás jelenségét és a kritikus erő számításának alapelvét; mutassa be az EC3 szerinti kihajlási ellenállás számítás módszerét!
- 2) Ismertesse a héjhorpadás jelenségét és kritikus teherparaméter számítási módját, valamint a horpadási ellenállás meghatározási módját különböző igénybevételek esetén!
- 3) Ismertesse a lokális horpadás jelenségét hosszirányú nyomófeszültséggel; keresztirányú nyomófeszültséggel; valamint nyírófeszültséggel terhelt lemezek esetén! Mutassa be az EC3 szerinti ellenállás számítást és a merevítőbordák szerepét a fenti jelenségek esetén!
- 4) Szemléltesse a torzulásos horpadás jelenségét; ismertesse a bordával merevített lemezek EC3 szerinti vizsgálatának elveit!
- 5) Részletezze a hegesztési sajátfeszültségek kialakulásának okát, valamint a jellemző sajátfeszültség mérési módszerek háttérét! Rajzolja fel a sajátfeszültség eloszlását egy a) tompán illesztett lemeznek, b) zárt szelvénynek, illetve c) T-kötésnek!
- 6) Részletezze a hegesztési torzulások kialakulásának okát, valamint a jellemző torzulásmérési módszerek háttérét! Milyen módszerek alkalmazhatók torzulások számítására?
- 7) Mutassa be a hegesztési sajátfeszültségek és deformációk figyelembevételi lehetőségét numerikus modell alapú méretezési eljárásokban!



Hegesztett szerkezetek tervezése II. – BMEEOHSTHG6 (8 kredit)

- 1) Mit jelent a 'design for purpose' tervezési koncepció? Hogyan értelmezhető a) erőbevezetés/terhelés, b) korrózió és c) gyártás szempontjából?
- 2) Mutassa be, a varrat- és kötéstípus hogyan alakítják az erővonalak szétterjedését hegesztett kötéseknel! Milyen egyéb módon befolyásolhatók az erővonalak és mi a következménye?
- 3) Mutassa be, mi a különbség a hot-spot, és notch feszültség között, és hogyan alkalmazhatók ezek a feszültségek fáradásvizsgálat során!
- 4) Ismertesse a hot-spot alapú méretezési módszer extrapolálási szabályait és alkalmazhatósági tartományát különböző típusú hegesztett szerkezeti részletek és numerikus modellek esetén!
- 5) Sorolja fel és csoportosítsa, milyen varratjavító eljárások léteznek fáradás szempontjából! Általánosságban milyen korlátaik vannak?
- 6) Mutassa be a varratszegély köszörülésének hátterét, limitációját és előnyét ciklikus terhelés esetén! Hogyan vehető figyelembe a tervezésnél, illetve hogyan modellezhető?
- 7) Milyen megfontolásokat különböztethetünk meg kézi és automatizált hegesztésnél szerkezettervezői és gyártói szemmel?
- 8) Ismertesse a notch feszültség alapú méretezési módszert és alkalmazhatóságát különböző típusú hegesztett szerkezeti részletek és numerikus modellek esetén!