



Kún Csaba

A hegesztés fogalma, fajtái,
ábrázolása. A hegesztés gépei,
segédeszközei.

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

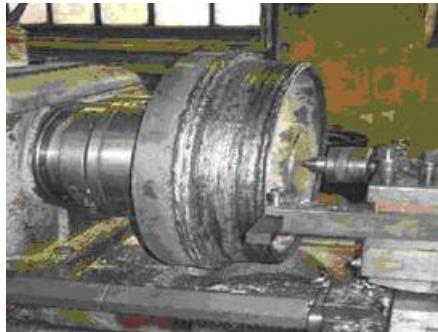
A követelménymodul megnevezése:
Gépészeti kötési feladatok

A követelménymodul száma: 0220-06 A tartalelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-012-30

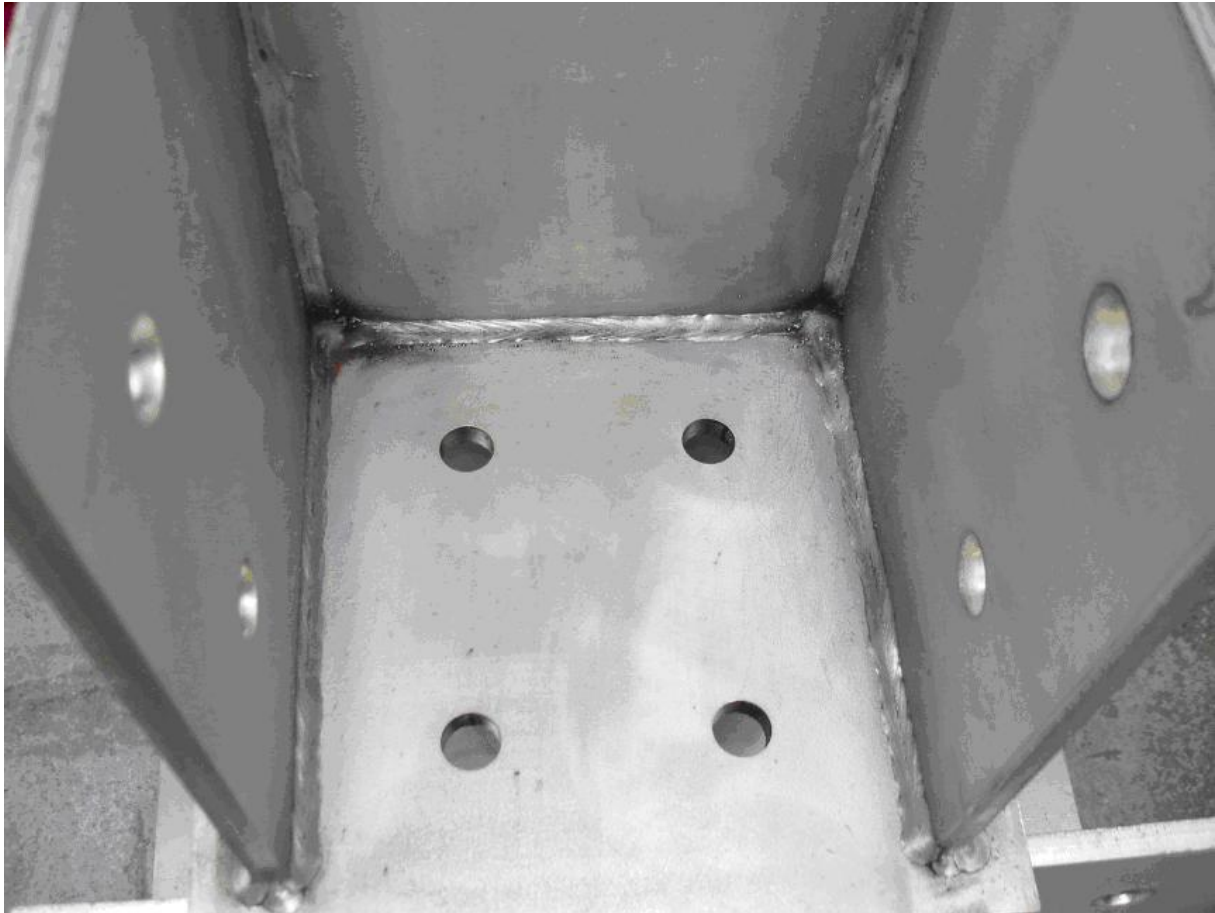
HEGESZTÉS FOGALMA, FAJTÁI, ÁBRÁZOLÁSA

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Napjainkban a hegesztési technológiákkal nagyon gyakran találkozunk és talán nem is figyelünk fel rá. Nézzünk néhány példát:



1. ábra. Felrakó hegesztés kopó alkatrészeknél



2. ábra. Szerkezet összeállítása sarok varrattal



3. ábra. Alumínium hegesztés



4. ábra. Műanyag hegesztés

A hegesztést, mint technológiát, leggyakrabban fémek közötti oldhatatlan kötésének létrehozására alkalmazzuk. A különböző fémeknek különbözőek a hegeszthetőségi tulajdonságai, így az alkalmazott hegesztési technológiák is különbözőek. A különböző technológiák ismerete segíti a szükséges alkalmazások kiválasztását.

A szakmai információtartalomban a következő kérdésekre keressük a választ:

- - Mi a hegesztés?
- - Milyen a fémek hegeszthetőségi tulajdonsága
- - Melyek a hegesztési eljárások fajtái, főbb jellemzői
- - Melyek a hegesztések szabvány rajzi jelölése, azok értelmezése

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

BEVEZETÉS

A különböző történelmi időszakokban, a bronzkortól napjainkig fellelhetőek, akár mondák, akár irodalmi művekben, az ember által alkalmazott hegesztési eljárások, melyek a fémek összekötésére szolgáltak. Képzeljük magunk elé a filmekben is látott törött kardokat, nagy királyok jelképeit. Valójában a kovácsolás technológiájával történő hegesztésről van szó. Mert mi is a hegesztés?

Egyszerűen a fémek összekötése elválaszthatatlanul?

A kovácsoló technikában a 19. század vívmánya hozott változást. Az új találmány a villamosság volt. 1881–82 egy orosz feltaláló (inventer) Nikolai Benardos létrehozta az első elektromos szénszálas eljárású ívhegesztést.

Az első világháború idején a britek a hajótestek gyártásához elsősorban az ívhegesztést használták, fejlesztették. Az 1920-as években előkerült az argon, hélium és hidrogén a hegesztési eljárásokban, mivel a hegesztett anyagok porozitása megnövekedett. Az 1930-as években az ívhegesztés sokat fejlődött. Megjelentek a különböző védőgázos ívhegesztési eljárások. Az 1950-es években a plazma halmazállapot kísérletei a plazma halmazállapotot létrehozó hegesztési eljárás alapján indultak el. Nagy áttörést jelentett az 58-as évek végén az elektronsugaras, majd ezt követően a lézer technológiájú hegesztés. 1991-ben Nagy Britanniában próbálkoztak dörzshegesztéssel, de hatásfoka (gazdaságossága) messze nem érte el az eddig megismert eljárásokat.

A HEGESZTÉS FOGALMA

A hegesztés során a munkadarabokat hővel, nyomással vagy mindkettővel egyesítjük oly módon, hogy a munkadarabok között nem oldható, az anyagok természetének megfelelő fémes (kohéziós) kapcsolat jön létre.

A HEGESZTÉS CSOPORTOSÍTÁSA

Célja szerint:

- kötőhegesztés: hegesztéssel két vagy több munkadarab egyesíthető
- felrakó hegesztés: adott tulajdonságú felületet lehet kialakítani, kopott alkatrészekre felületet felhordani, későbbi megmunkálás, felújítás céljából. (anyagfelhordás)

Energiaforrás szerint:

- A villamos ív által végzett ömlesztő eljárások: hőforrása a gázközegben végbemenő nagy hőmérsékletű kisülés; ami az alapanyagok (és többnyire hozaganyag) megömlesztése útján hozza létre a kötést.
- Termokémiai elven működő eljárások: energiaforrása hő termelő (exoterm) kémiai reakció, amelynek során a fejlődő hő ömleszti meg a munkadarabot és a hozaganyagot. Ide sorolható a gázhegesztés és az aluminotermikus hegesztés.
- Sugárenergia által végzett ömlesztő hegesztések: hőforrása nagy teljesítményű elektronsugár vagy lézersugár.
- Elektromos ellenállás elvén működő eljárások: a hegesztéshez szükséges hő, ellenálláshő, amely fejlődhet a megömlesztett salak Joule-hője által (villamos salakhegesztés), érintkezési ellenállás útján (pont-, vonal-, fóliás vonal-, dudor- és tompahegesztés stb.). Ez esetben a kötés hő és erő együttes hatására jön létre.
- Mechanikai energia felhasználásán alapuló eljárások: a hegesztéshez szükséges hő mechanikai energiából származik (súrlódás, sajtolás, képlékeny alakváltozás stb.). Az ide sorolható főbb eljárások: dörzs-, ultrahangos, hidegsajtoló és robbantásos hegesztés.

Folyamata szerint:

- ömlesztő hegesztés
- sajtoló hegesztés

Kivitelezés módja szerint:

- kézi
- félautomatikus
- automatikus
- teljesen automatizált (robot)

Nemzetközi számkódok szerint:

0 Ömlesztőhegesztés

I ívhegesztés (I)

- 11 Fogyóelektródás, önvédő ívhegesztés (ÖFI)
- 111 Fogyóelektródás ívhegesztés bevont elektródával (BI)
- 12 Fedett ívű hegesztés (FFI)
- 13 Fogyóelektródás, védőgázas ívhegesztés (VFI)
- 131 Fogyóelektródás semleges védőgázas ívhegesztés (AFI)
- 14 Nem – fogyóelektródás, védőgázas ívhegesztés (-)
- 141 Volfrámelektródás védőgázas ívhegesztés (AWI)
- 15 Plazmaív-hegesztés (PI)
- 18 Egyéb ívhegesztési eljárások (-)

2 Ellenállás-hegesztés (E)

- 21 Ellenállás-ponthegesztés (PE)
- 22 Ellenállás-vonalhegesztés (VE)
- 23 Ellenállás-dudorhegesztés (DE)
- 24 Leolvasztó tompahegesztés (LTE)
- 25 Zömítő tompahegesztés (ZTE)
- 29 Egyéb ellenállás-hegesztési eljárások (-)

3 Gázhegesztés (L)

- 31 Oxigén-éghető gáz hegesztés (-)
- 32 Levegő-éghető gáz hegesztés (-)

4 Sajtolóhegesztés (-)

- 41 Ultrahangos hegesztés (UH)
- 42 Dörzshegesztés (D)
- 43 Kovácshegesztés (-)
- 44 Hegesztés nagy mechanikai energiával (-)
- 45 Diffúziós hegesztés (DM)

- 47 Sajtoló gázhegesztés (-)
- 48 Hidegsajtoló hegesztés (H)

7 Egyéb hegesztési eljárások (-)

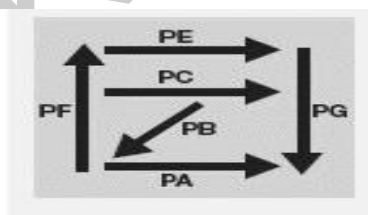
- 71 Aluminotermikus hegesztés (termithegesztés) (AT)
- 72 Villamos salakhegesztés (SA)
- 73 Elektro-gázhegesztés (EG)
- 74 Indukciós hegesztés (IE)
- 75 Fénysugaras hegesztés (-)
- 751 Lézersugaras hegesztés (LS)
- 76 Elektronsugaras hegesztés (ES)
- 77 ívkisütéses sajtolóhegesztés (IS)
- 78 Csaphegesztés (CSI)

Hegesztéskor végzendő mozgások szerint:

- hegesztőfej vezetése
- hozaganyag adagolása
- munkadarab mozgatása

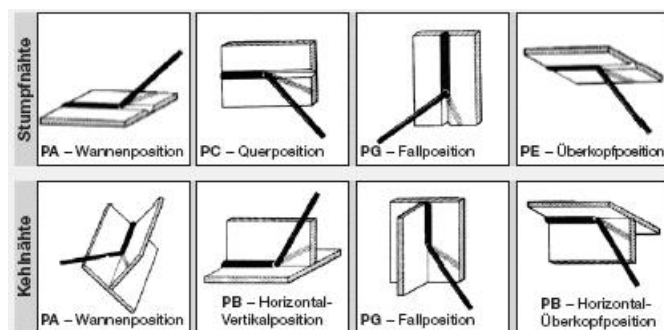
HEGESZTÉSI POZÍCIÓK JELÖLÉSE

a hegesztési helyzetek rövid és egyezményes jelölésére szabvány tartalmaz előírásokat, amelyeket a hegesztési varratjelölésén kiegészítő jelként lehet megadni. Ezek ismerete nem csak a hegesztő szakmunkások számára elengedhetetlen.



5. ábra. Hegesztési pozíciók jelölése

- PA-vízszintes
- PB-harántvízszintes
- PC-haránt
- PC-haránt fej felett
- PE-fej felett
- PF-függőleges felfelé
- PG-függőleges lefelé



6. ábra. Hegesztési pozíciók a hegesztő szemszögéből

A HEGESZTÉS FELTÉTELEI

A hegesztési munkafolyamatnál a hegesztő szakmunkásnak figyelembe kell vennie a tervezési, gyártási és ellenőrzési követelményeket oly módon, hogy minőségileg megfelelő hegesztett kötést készítsen. A hegesztés megvalósításához szükségesek:

– A, Személyi feltételek:

A feladat megvalósításához megfelelő felkészültségű és képzettségű személyek szükségesek.

– B, Gyártási előírások:

Tervdokumentációk, technológiai előírások, szabványok, gyártás alkalmassági előírások.

– C, Anyagok:

Alapanyagok, hegesztőanyagok, segédanyagok.

– D, Hegesztő berendezések:

Gázhegesztő apparát, hegesztő áramforrások, speciális hegesztőgépek.

– E, Vizsgáló és mérőberendezések:

Roncsolásos és roncsolás mentes anyagvizsgáló berendezések, hitelesítés, kalibrálás.

– F, Vizsgálatok:

Gyártás előtt, gyártás alatt, gyártás után.

Munkadarabok előkészítése hegesztéshez

A hegesztéshez való előkészítés szakszerűsége meghatározza a hegesztés minőségét, ezért elengedhetetlen a gondos előkészítő tevékenység a fő műveletek szerint:

- Egyengetés.
- Felülettisztítás.
- Darabolás, méretre vágás.

- Hegesztendő élek kialakítása.
- Lefogás, illesztés, fűzés.

A szennyeződések, amelyek a hegesztés minőségét károsan befolyásolják, gondosan el kell távolítani a létesítendő kötés helyén, és annak 20 mm-es szélességében.

A tisztítás történhet:

- vegyi úton (pl. savazás),
- mechanikusan (pl. drótkéfézés, szemcseszórás).

Darabolás, méretre vágás:

A fémes anyagok szétválasztására főleg mechanikus vagy termikus eljárás kerül alkalmazásra meghatározott pontosságú, alakhűségű és felületi minőségű félkész vagy késztermék előállítás céljából.

Megvalósítás:

- kézi vagy gépi úton,
- hideg megmunkálással pl. kézi vagy gépi lemezvágóval,
- termikus eljárással pl. ötvöztelen, gyengén ötvözött acéloknál lángvágás,
- ötvözött acéloknál nem vas fémeknél pl. plazmavágással, lézervágással.
- Épületgépészeti szakterületen a lángvágás széleskörűen elterjedt.

HEGESZTÉSI ALAPFOGALMAK:

Hegesztett kötés: két vagy több mdb. között létesített állandó oldhatatlan és folytonos kohéziós kapcsolat.

Alapanyag: az összekötendő munkadarabok anyaga.

Varrat: az alapanyagokhoz, és a meglévő hőhatásövezethez sem tartozó, a kötés kohézióját biztosító része.

Hegesztőanyag: a hegesztés folyamán külön adagold, vagy előre elhelyezett a varrat tömegének és tulajdonságainak biztosítására szükséges anyagok.

Ömledék, vagy hegfürdő: az ömlesztő hegesztésnél kialakuló folyadékfázis tartománya. Megszilárdulásával keletkezik a varrat, ill. varratfém.

Beolvadás: az alapanyag eredeti felülete és a megszilárdult varrat alapanyag határvonala közötti legnagyobb távolság a varrat keresztmetszeten mérve.

Hőhatásövezet: az alapanyagnak az a meg nem olvadt része, ahol a hegesztési, forrasztási vagy termikus vágási hő folyamat hatására mikro szerkezeti átalakulások játszódnak le. A hegesztett kötés kritikus, leggyengébb érése!

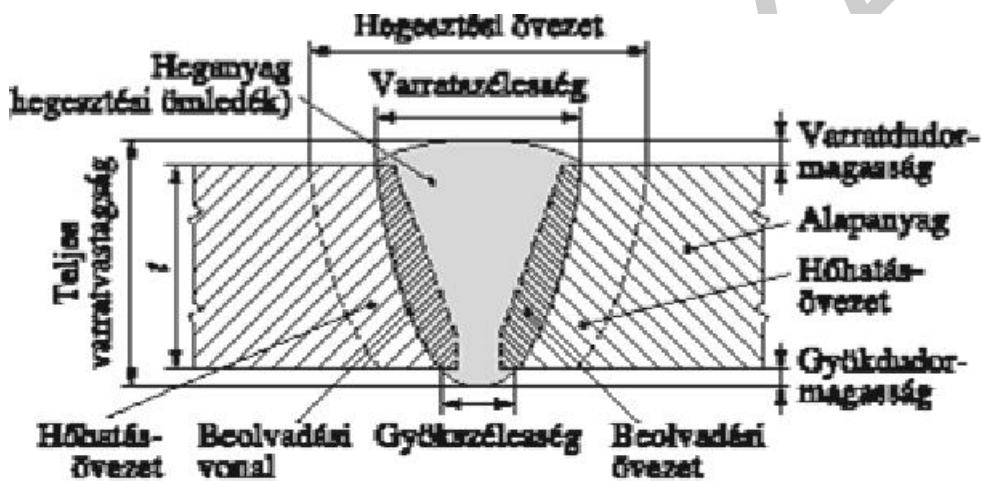
Összeolvadási határ: az ömledék zóna és a hőhatásövezet közötti határ.

Varratsor, hegesztési sor (gyöksor, töltősor, takarósor): a hőforrás egyszeri elmozgatásakor megolvasztott vagy lerakott, majd megszilárdult anyag, amely lehet egysoros vagy többsoros. A varratsornak a varrat hossz tengelyével párhuzamosan való elhelyezése a varratsorrend.

Gyök: a gyökhézagba elsőként kerülő hegesztési réteg több rétegű varratok esetén.

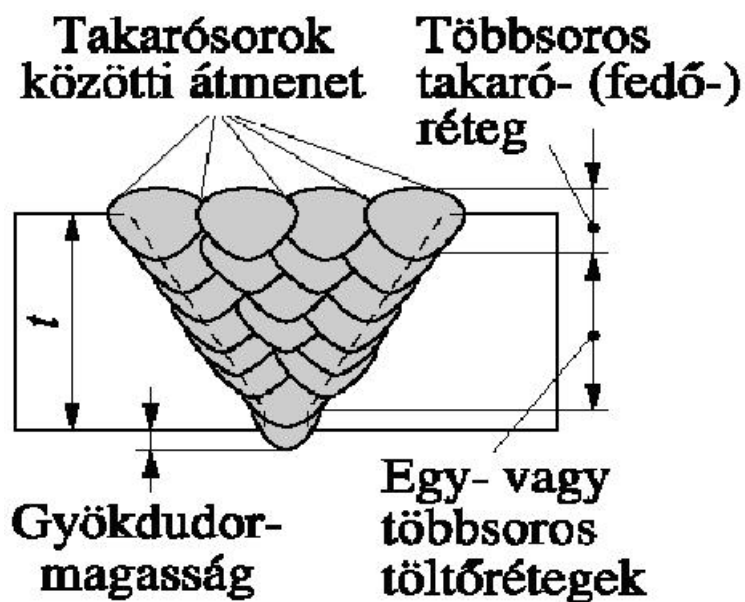
Takaróvarrat (koronaoldali és gyökoldali): a koronaoldalt fedő utolsó réteg a takaróvarrat, ill. a gyökoldalra hegesztett utolsó varratsor.

A VARRATTAL KAPCSOLATOS FONTOSABB ELNEVEZÉSEK



7. ábra. Leélezett tompavarratos kötés: alapanyag – hőhatásövezet – varrat

TÖBB RÉTEGŰ VARRATOK KÉSZÍTÉSE



8. ábra. Több rétegű varrat

HEGESZTETT KÖTÉSEK FAJTÁI

Kötéstípus	Az elemek egymáshoz viszonyított helyzete	
Tompakötés	Az elemek ugyanabban a síkban helyezkednek el és tompán kapcsolódnak egymáshoz.	
Párhuzamos kötés	Az elemek egymással párhuzamos síkban fekszenek, egymást teljes felületen átlapolják (pl. robbantásos borítás).	
Átlapolt kötés	Az elemek egymással párhuzamos síkban fekszenek, egymást részlegesen átlapolják.	

9. ábra. Kötéstípus I

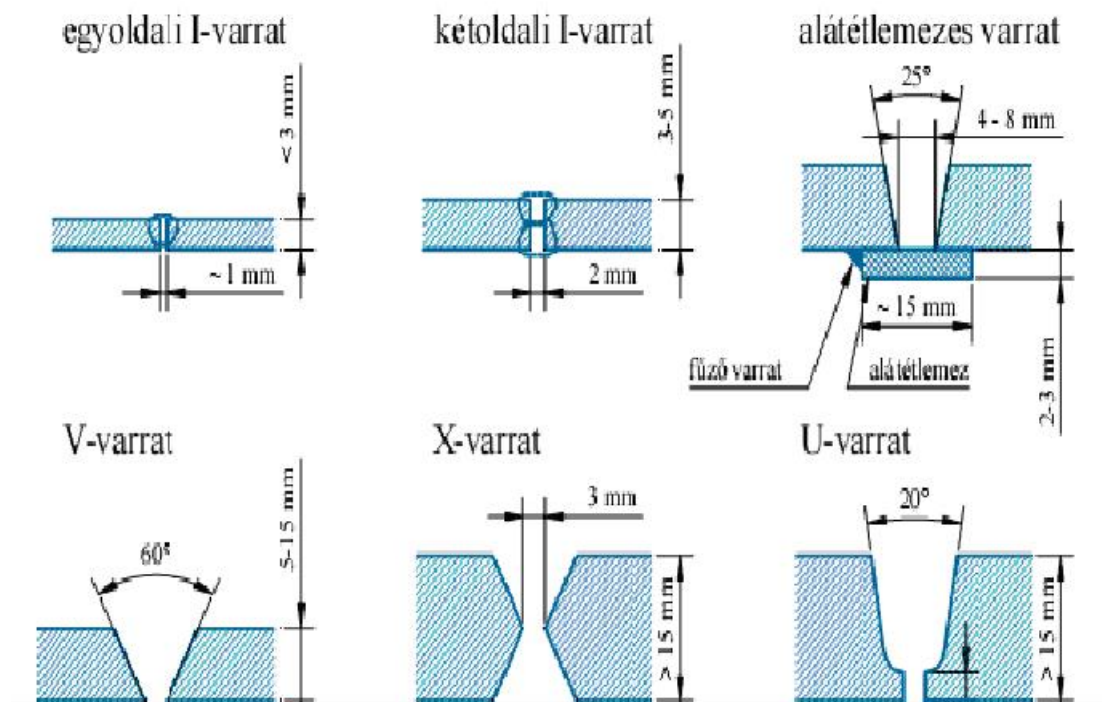
T kötés	Az elemek egymással merőlegesen kapcsolódnak.	
Kettős T kötés	Az azonos síkban fekvő két elem merőlegesen csatlakozik egy közöttük lévő harmadik elemhez.	
Hegyeszögű kötés	A két elem egymással ferde szögben kapcsolódik.	

10. ábra. Kötéstípus2

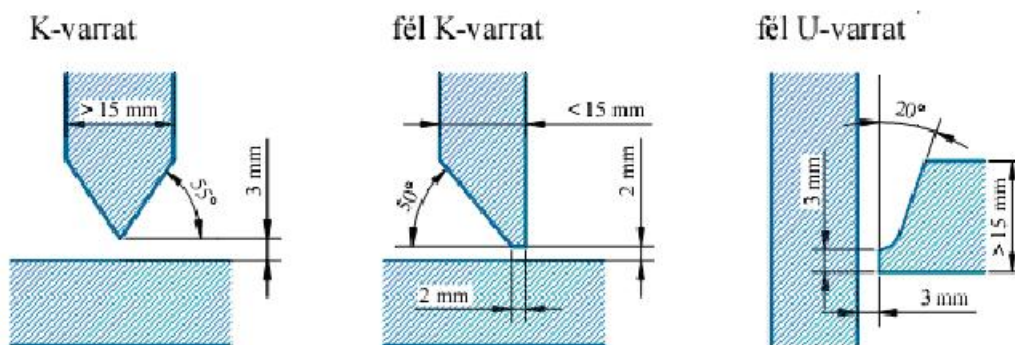
Sarokkötés	A két elem élfelületeinél kapcsolódik egymáshoz $>30^\circ$ -os szögben.	
Peremkötés	A két elem élfelületeinél kapcsolódik egymáshoz $0...30^\circ$ közötti szögben.	
Többelelemes kötés	Három vagy több elem tetszőleges szög alatt kapcsolódik egymáshoz.	
Keresztikötés	A két elem keresztalakban kapcsolódik egymáshoz.	

11. ábra. Kötéstípus3

KÜLÖNBÖZŐ VARRATKIALAKÍTÁSOK



12. ábra. Varratkialakítások

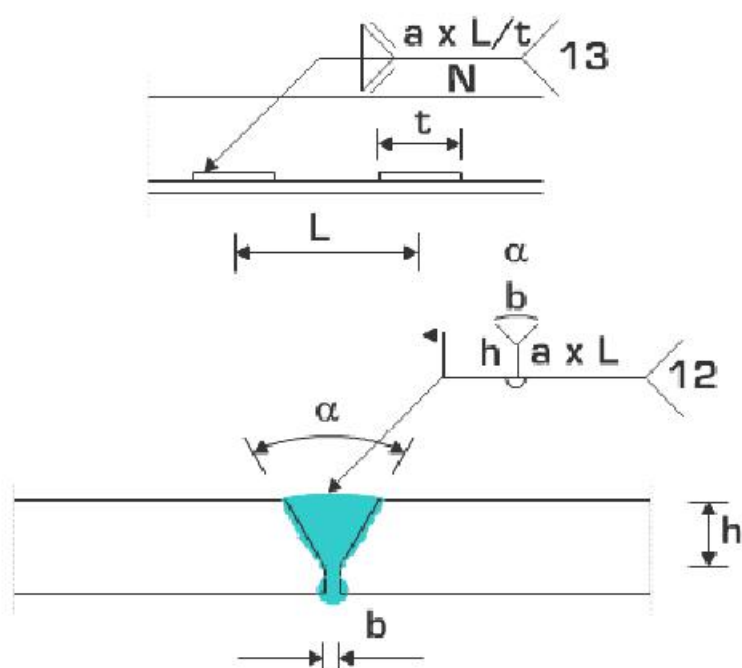


13. ábra. Sarokvarrat kialakítások

A HEGESZTETT KÖTÉSEK RAJZI JEJÖLÉSE

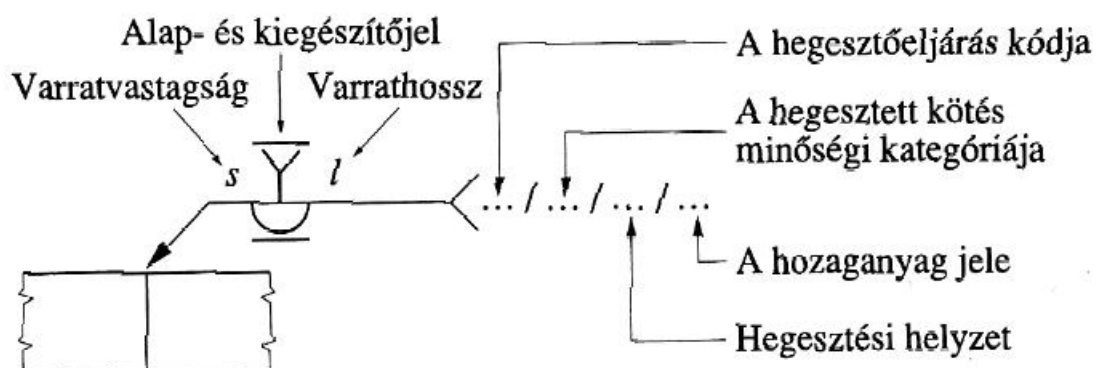
A rajzon a varratot nyílás mutatóvonal mutatja, amelyhez folyamatos referenciavonal és szaggatott azonosító vonal csatlakozik. A varratot alapjelekkel lehet ábrázolni. Az alapjel olyan rajzzel, amely hasonlít a készítendő varrat alakjához. A kiegészítő jelek a varrat külső alakját, felületét jelképező rajzjelek, amelyeket általában az alapjelre kell helyezni, ill. azzal kombinálni.

A RAJZI JEJÖLÉSEK ÉRTELMEZÉSE



14. ábra. Varratjelölések

A RAJZI JELÖLÉSEK ÉRTELMEZÉSE



15. ábra. Varratjelölések értelmezése

VARRATOK JELKÉPES ÁBRÁZOLÁSA ALAPJELEK

Sor-szám	Megnevezés	Rajzjel	Sor-szám	Megnevezés	Rajzjel
1.	Felperemezett lemezek közötti tompavarrat	∩	11.	Horonyvarrat	⌋
2.	Egyoldali tompa I varrat	∥	12.	Ponthegesztés Pontvarrat	○
3.	Egyoldali tompa V varrat	∨	13.	Vonalhegesztés Vonalvarrat	⊕
4.	Egyoldali tompa 1/2V varrat	∪	14.	Meredekfalú tompa V varrat	∪
5.	Egyoldali tompa Y varrat	Y	15.	Meredekfalú tompa 1/2V varrat	∪
6.	Egyoldali tompa 1/2Y varrat	Y	16.	Homlokvarrat	
7.	Egyoldali tompa U varrat	U	17.	Felrakó hegesztés	⌋
8.	Egyoldali tompa J varrat	J	18.	Varrat a felületen	=
9.	Gyökutánhegesztett tompavarrat. Hátsóoldali varrat	▽	19.	Ferde varrat	≡

16. ábra. Varratjelek

A KIEGÉSZÍTŐJELEK ALKALMAZÁSA

A varratfelület alakja	Rajzjel
Sík (általában lemunkált)	—
Domború	⌒
Homorú	⌒
Varratátmenet éles sarok nélkül	⌋
Olvadóbetét alkalmazása	⌈M⌋
Alátét alkalmazása	⌈MR⌋
Körbemenő varrat	○
Szerelési varrat (helyszíni hegesztés)	↑

17. ábra. Kiegészítőjelek alkalmazása

ANYAGZÓNÁK HEGESZTETT KÖTÉSEKNÉL

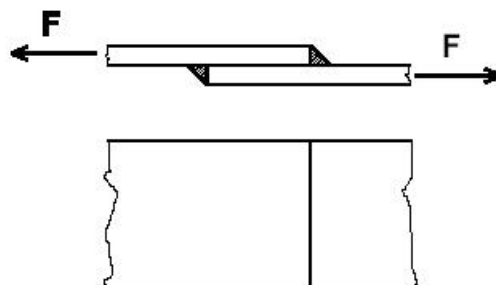
Három zónát különböztetünk meg:

- alapanyag
- hegesztés által befolyásolt alapanyag
- varrat

Ebben a sorrendben csökken a szilárdság.

ALAPANYAG

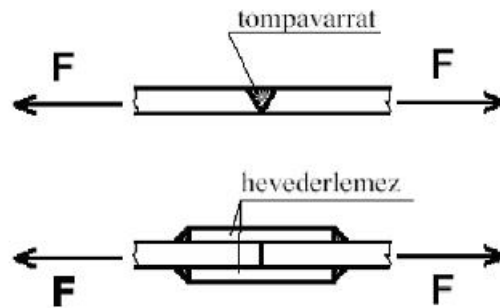
A hegesztett kötés meghatározza a terhelés átadási keresztmetszeteket, ezért az alapanyagban a kötés miatt járulékos feszültségek léphetnek fel.



18. ábra. Átlapolt kötés

Az átlapolt kötésekben az erővezetés iránytörése miatt járulékos hajlítófeszültségek keletkeznek.

A járulékos feszültség megszüntethető, ha az ábra szerinti tompavarratot, vagy kettős hevedert alkalmazunk. A jobb megoldás a tompavarrat, amely nem növeli a szerkezeti méreteket.

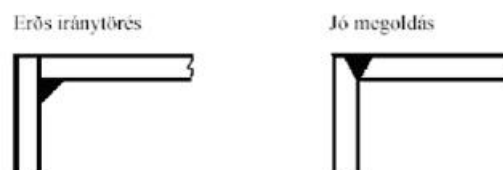


Tompavarrat és kettős hevederkötés

19. ábra. Tompa varrat és kettős heveder kötés

Hegesztés hatására az anyag zsugorodik, és a lehűlés után belső feszültségek ébrednek. Ez megszüntethető feszültségmentesítő hőkezeléssel, lényegesen csökkenthető helyes konstrukcióval és megfelelő hegesztési sorrenddel.

A hegesztési varratokat az alkatrészek között úgy kell elhelyezni, hogy a terhelés közvetlenül, lehetőleg kis irányeltéréssel haladjon a hegesztési varraton keresztül. Az ábra kétfajta sarokkialakítása, ahol az erős iránytörést, és a jó megoldásnál a közvetlen terhelésátvezetést szemléltetjük. A közvetlen terhelésátvezetésnél a varrat az eredeti alak kontúrjai közé beépült.



Sarokkötés jó és rossz megoldása

20. ábra. Jó és rossz kialakítású sarokkötés

HEGESZTÉS ÁLTAL BEFOLYÁSOLT ALAPANYAG

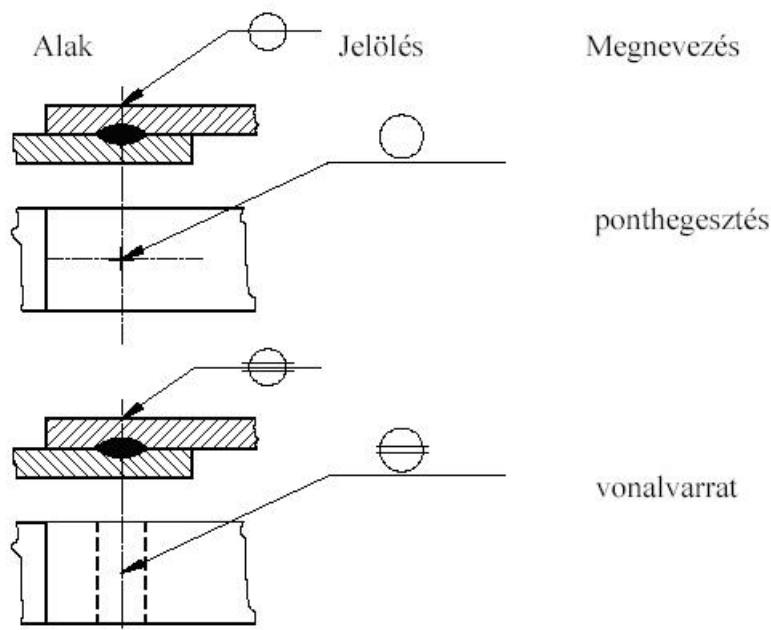
Főleg két tényezőre kell tekintettel lenni:

- A szerkezeti anyag kémiai összetételének változása (Védőgáz alkalmazása.),

– Beedződés (Utólagos hőkezelés vagy az anyag helyes megválasztása. Hegeszthető legyen: $C\% < 0,25\%$).

Az erősen ötvözött és az ötvözetlen alkatrészek összehegesztésénél áthidaló alkatrészt helyezünk el az ábra szerinti elrendezésben.

KÜLÖNLEGES VARRATOK



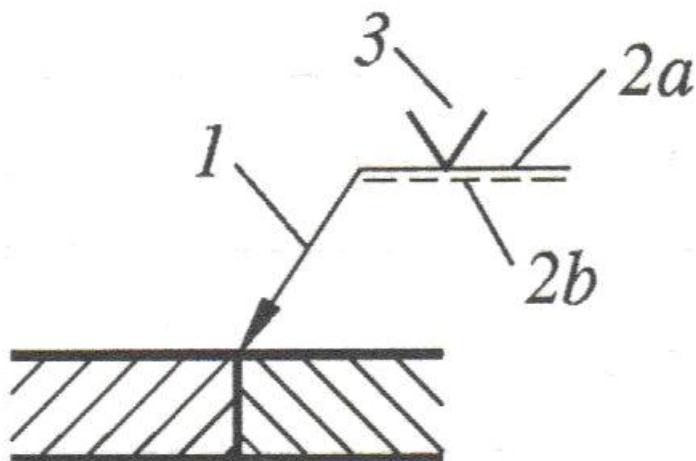
21. ábra. Különleges varratok jelölése

A hegesztési varratok rajzjelekkel való (jelképes) ábrázolásakor maguk a rajzjelek csak a varratalakra utalnak. Az egyértelmű meghatározáshoz meg kell még adni a varrat helyzetét, méreteit és egyéb jellemzőit (pl. a hegesztési eljárást).

A rajzjel elhelyezése szigorúan utal a varrat helyére, ezért nagy gonddal kell azt megadni. Különösen az egyoldali varratok előírásánál lehet ennek jelentősége, ahol nem mindegy, hogy a varratot melyik oldalra kell készíteni (pl. a lemezek leélezése miatt).

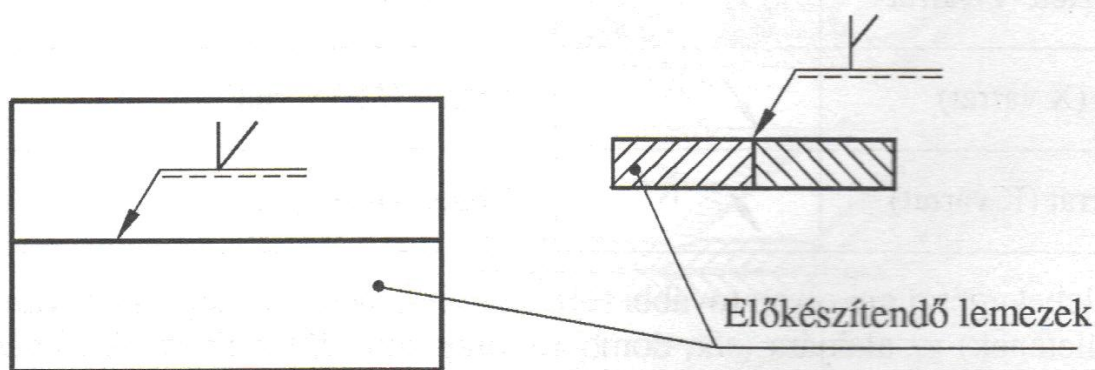
A rajzjeleket a rajzon ún. kettős referenciavonalon (hivatkozási vonalon) kell elhelyezni, amit nyílhegyben végződő mutató vonal köt össze a kapcsolódó felületek helyével. A referenciavonal legyen párhuzamos az ábra alapvonalával! Ha ez nem lehetséges, akkor arra merőlegesen kell megrajzolni. A szaggatott vonal elhelyezhető a folytonos vonal alatt vagy felett egyaránt. Szimmetrikus varratok esetén a szaggatott vonal felesleges, ezért elhagyható.

A mutató vonal elhelyezése a varrat helyzetének szempontjából általában nem meghatározó, de az 1/2V, 1/2Y és 1/2U varratoknál a nyíl az előkészítendő lemezre mutasson.



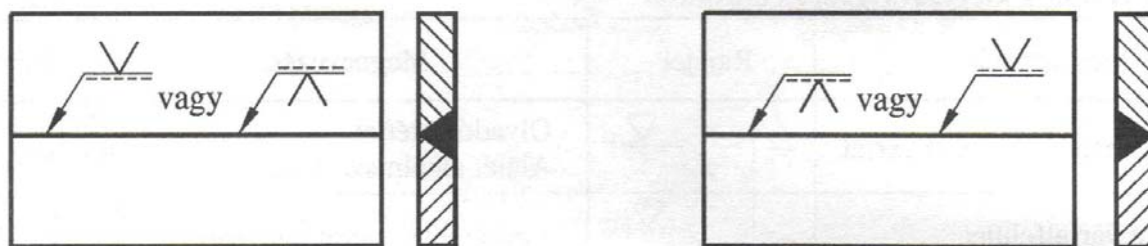
22. ábra. A rajzjel elhelyezése

- 1. mutatóvonal
- 2a. referenciavonal
- 2b. azonosító vonal
- 3. varrat jele



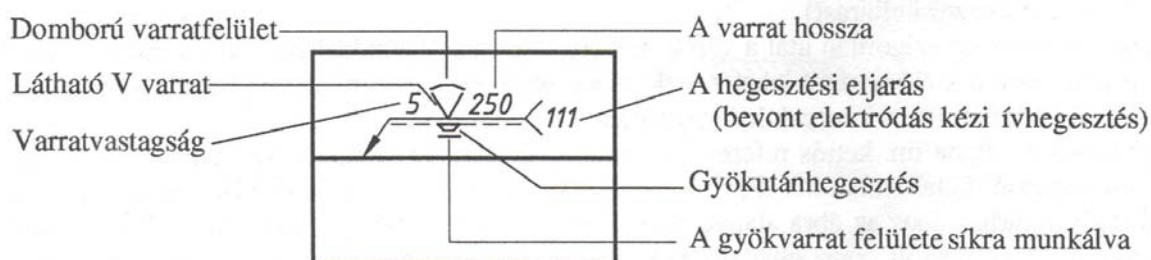
23. ábra. A mutatóvonal iránya 1/2 varratoknál

Ha a mutatóvonal nyila látható varratra, azaz a nyíl felőli oldalról hegesztendő varratra mutat, akkor a varrat rajzjelét a referenciavonal folytonos vonalán kell elhelyezni. Ha viszont a hegesztési varrat a másik (takart) oldalon van, akkor a rajzjelet a szaggatott vonalon helyezzük el.



24. ábra. Rajzjel a varrat láthatóságának függvényében (Varrat a nyíl felőli oldalon. Látható – Varrat a másik oldalon, takart)

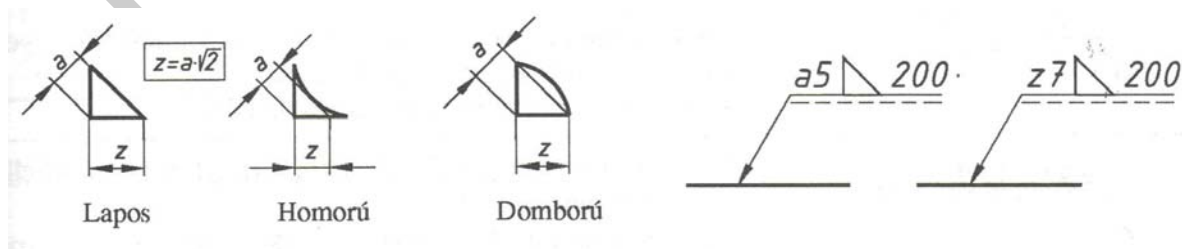
A rajzon minden egyes hegesztési rajzjelet mérettel kell ellátni (az ismétlődő méretek a rajzon kiemelhetők). A méreteket úgy helyezzük el, hogy a keresztmetszet fő méretei a jel bal oldalára, a hosszúság méretei pedig a jel jobb oldalára kerüljenek.



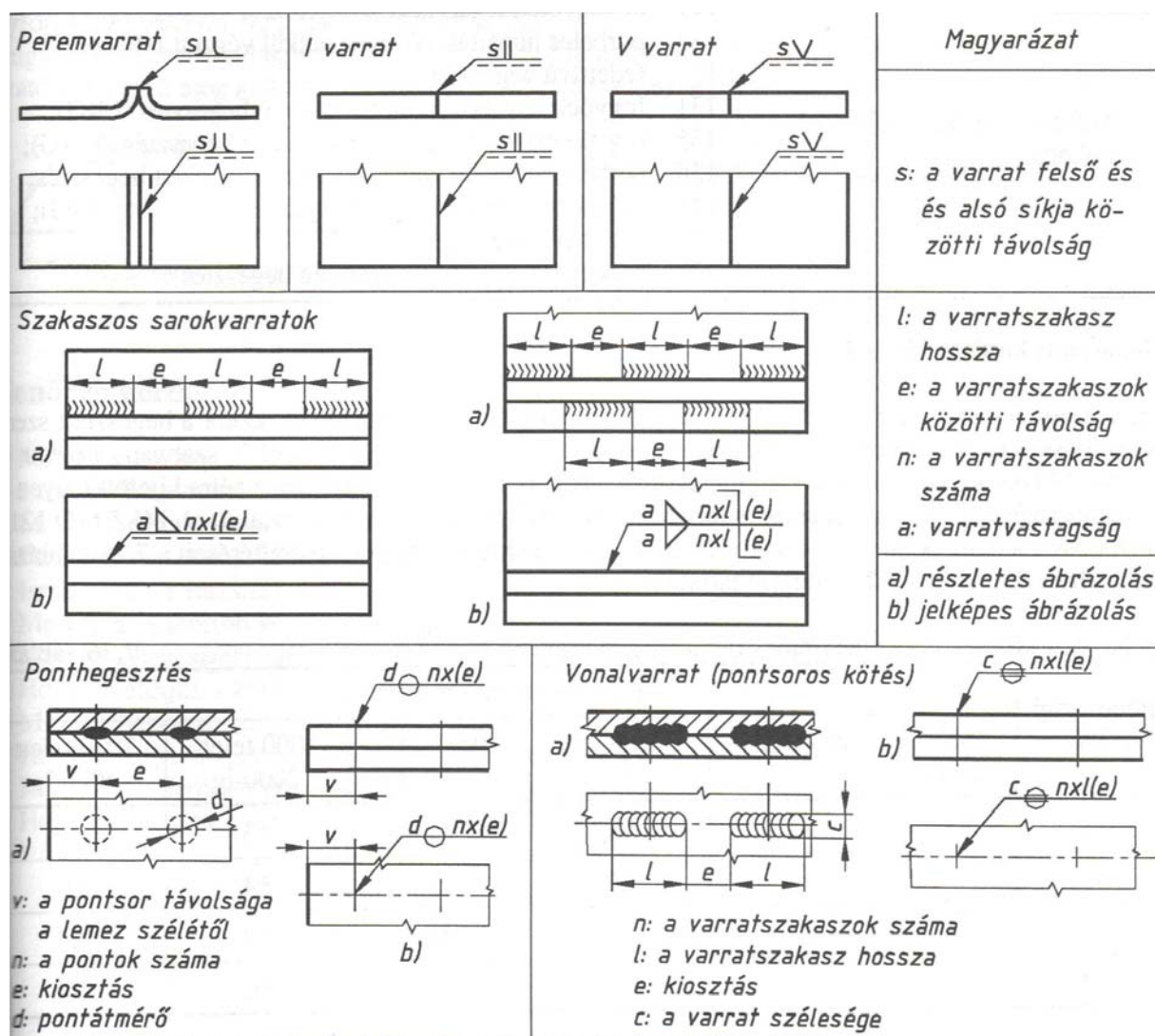
25. ábra. Varrat méretezése

Ha a jelet nem követi hossz méret, akkor a varrat a munkadarab teljes hosszában folyamatos. A másik oldali utasítás (pl. gyökvarrat) hiánya azt jelenti, hogy az egyoldali hegesztés varrata teljesen kitölti a kapcsolódó felületeket.

Sarokvarrat esetében a méretek megadására két lehetőség van. Vagy a varrat keresztmetszetébe írható legnagyobb egyenlőszárú háromszög alapjához tartozó magasságot (a varrat legkisebb vastagsági mértét) adjuk meg (ennek jele a), vagy pedig a varrat keresztmetszetébe írható legnagyobb egyenlőszárú háromszög szárhosszát (a varratoldal méretét) írjuk elő (ennek jele z). A sarokvarrat méretmegadásakor a varrat fő mérete előtt fel kell tüntetni a megfelelő azonosító betűt.



26. ábra. Sarokvarrat méretmegadása



27. ábra. Hegesztési varratok méretmegadása

AZ ÍVHEGESZTÉS

Az ívhegesztés során az elektromos ív hőhatását használjuk ki oldhatatlan kötés létrehozására. Ha két fémdarabot egymáshoz érintve sorosan egy áramkörbe kapcsolunk, akkor az áramkör legnagyobb elektromos ellenállása az érintkezési helyen van. Ezt átmeneti ellenállásnak nevezzük. A fémdarabokon átfolyó áram hőhatása következtében az átmeneti ellenállásnál a fémdarabok végei felizzanak és elektronokat bocsátanak ki. Ha a két fémdarabot egymástól néhány milliméterre eltávolítjuk, akkor az elektronok az elektromos térerősség hatására a pozitív pólus felé áramlanak, ionizálják a teret. A pozitív ionok az ellenkező irányba, a negatív pólus felé áramlanak. A töltések áramlása következtében elektromos áram folyik az áramkörben. Az áramkör pozitív sarkára kapcsolt fémdarab neve anód, a negatív sarkokra kapcsolt pedig katód. A hegesztés technológiában a két fémdarabot egymástól megkülönböztetjük, az elnevezések: az egyik a munkadarab, a másik az elektróda.

A hegesztés áramneme lehet: egyenáram, vagy váltóáram.

Az egyenáramú hegesztés a polaritás szerint lehet:

- **egyenes polaritású, ha az elektróda a katód (a negatív pólus), és a munkadarab az anód (a pozitív pólus);**
- **fordított polaritású, ha az elektróda az anód (a pozitív pólus), és a munkadarab a katód (a negatív pólus).**

Az elektromos ív gyújtása rövidzárlat útján jön létre. Az ívgyújtás feszültsége 50–80 V. Az ionizáció miatt az áramkörre az Ohm-törvény nem érvényes, mivel a növekvő áramerősség csökkenő ívfeszültséggel párosul. Az ív fenntartásához 16–32 V ívfeszültség szükséges. Az ívben nagy sebességre felgyorsuló elektronok a pozitív pólusba ütköznek, és mozgási energiájuk – az ütközés következtében – hőenergiává alakul át: a fém megolvad. A megolvadt fémrészt hegfürdőnek, vagy ömledéknek nevezzük. Az elektromos ív hőmérséklete mintegy 6000C, amely a Nap felületi hőmérsékletének felel meg.

Az ív hőhatása következtében megolvadó fémek között szilárdságilag használhatatlan kötés jönne létre, amennyiben az ömledék a légkörrel közvetlenül érintkezne. Ugyanis az izzó fémek a légkör oxigénjét és nitrogénjét elnyelik és ezek a kötést szilárdságilag elrövidítik, porózussá teszik. Ezért a hegfürdőt meg kell védeni a légkör káros hatásaitól. A hegfürdő védelme kétféleképpen valósítható meg:

- vagy az ívben elégő keramikus, valamint szerves anyagokból keletkező gázok és a salak valósítja meg,
- vagy a hegesztés hozaganyagában – a hegesztőhuzalban, hegesztőpálcában, azaz az elektródában – lévő elemek,
- vagy valamilyen a varrat köré juttatott gáz óvja meg a varratot a légkör kedvezőtlen hatásaitól.

A fentiekén kívül a keletkező, ill. felhasznált gázok elősegítik a hegesztőív gyújtását, valamint biztosítják az ív stabilitását is.

Attól függően, hogy a hegesztőív védelmet hogyan valósítjuk meg, az ívhegesztéseknek az alábbi fő csoportjai alakultak ki:

- nyíltívű hegesztések,
- fedett ívű hegesztések
- védőgázos ívhegesztések, amelyek semleges védőgázzal, aktív védőgázzal, valamint kevert gázzal; továbbá fogyóelektródával, vagy nem fogyó, volfrámelektródával végezhetők el.

Az ellenállás-hegesztések az alábbi csoportokba oszthatók:

- ponthegeztés
- vonalhegeztés
- átlapolt vonalhegeztés
- tompavarratos vonalhegeztés
- fóliás vonalhegeztés

- dudorhegesztés
- tompahegesztés
- leolvasztó tompahegesztés
- zömítő tompahegesztés

GÁZHEGESZTÉS

A láng- vagy gázhegesztési eljárást az ömlesztő hegesztési eljárások közé soroljuk. Lánghegesztéskor az oxigén vagy levegő és valamilyen égőgáz keverékének lángját használjuk fel hőforrásként a hegesztendő munkadarabnak az olvadáspontig való fölhevítésére. A megömlött alapanyag (lemezszél) és hozaganyag – más néven hegesztőpálca – egy közös fürdőben összekeveredik, amely a dermedés után varratot, kötést képez. A láng hőmérséklete attól függően, hogy milyen arányú az oxigén és az éghetőgáz keveréke és fajtája 2000...3200 °C között változik. Egyes gázok hegesztés szempontjából fontos adatokat az 1. táblázat tartalmazza.

Égőgáz	Legnagyobb gyújtási sebesség O ₂ -vel, (cm/s)	Fűtőérték (kJ/m ³)	Legnagyobb lánghőmérséklet, (°C)
Acetilén C ₂ H ₂	1350	55,26	3150
Hidrogén H ₂	890	12,11	2500
Propán C ₃ H ₈	370	93,49	2750
Bután C ₄ H ₁₀	–	–	2400
Városi gáz	705	–	2600

Hegesztéshez használható gázok fontosabb értékei

Az egyes hegesztési lehetőségek előtt érdemes a következőket tisztázni:

Lánghegesztésre a kevésbé koncentrált hő bevitel a jellemző, ezért lényegesen szélesebb hőhatásövezettel kell számolni, mint ívhegesztés esetén. Ez a korrózióállóság csökkenéséhez, krómötvöztetésű ferrites acélok esetén szemcsedurulás szélesebb sávban történő kialakulásához vezet. A rossz hővezető-képességű és nagy hő tárolási együtthatóval rendelkező anyagok esetén jelentős mértékű deformációk jönnek létre a hegesztés során. Esztétikai szempontból kifogásolható a széles sávban megjelenő futtatási szín. Ezért erősen ötvözött acélok esetében ezt a hegesztési eljárást kerülni kell.

Oxigén-éghetőgáz hegesztés

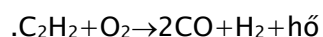
A gázhegesztéshez felhasznált oxigén legalább 99,5 % tisztaságú legyen. Oxigént a cseppfolyósított levegő frakcionált desztillációjával állítják elő. Hegesztőüzemekben az oxigént acél palackokban (gázhalmazállapot) vagy különleges tartályokban (cseppfolyós) szállítják és tárolják.

Égőgázként számos gázt lehet felhasználni, pl. hidrogént, városi gázt, acetilént vagy propánt. A lánghegesztés elterjedésekor többnyire hidrogént használtak. Manapság már csak forrasztáshoz, vékony lemezek gázhegesztéséhez vagy a vastag lemezek vágásához használják.

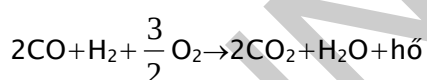
Oxigén–acetilén hegesztés

A lánghegesztéshez túlnyomó többségében az acetilén (dissous) égőgázt használják. Az acetilént kalciumkarbonátból víz hozzáadásával lehet előállítani. 1 kg karbidból 250...300 l acetilént lehet előállítani. Az acetilén rendkívül érzékeny a nyomásra és a hőre. Kedvezőtlen körülmények között már kis túlnyomás (1,5 bar) esetén is alkotóira bomlik. Ebből kifolyólag az acetilént óvatosan és körültekintően kell tárolni. Másik fontos szempont, hogy az acetilén rézzel érintkezve igen könnyen robbanó acetilén–rezet alkot. Acetilén készülékekben és nyomáscsökkentőkben ezért nem szabad réz szerelvényeket alkalmazni.

Az acetilén és oxigén elégecekor jelentős hőmennyiség szabadul fel. A hegesztőégő szerkezete lehetővé teszi az oxigén és acetilén gáz minél tökéletesebb keveredését és elégetését. Az égés során megkülönböztetünk elsődleges és másodlagos égést. A primer égés közvetlenül az égőfej szájánál alakul ki (ennek lángja fehér) a következő képlet szerint:



A primer lángot elhagyó égőgázok a 2CO és a H₂ lángban a következők szerint égnek tovább:



A szekunder lángban az égési folyamat a levegő oxigéntartalmának hatására következik be, amely diffúzió révén jut az égési térbe. Ebben a szekunder térben – közvetlenül a primer láng mögött – alakul ki a legmagasabb hőmérséklet. Itt folyik a hegesztés. Ebben a térben történő hegesztés további előnye, hogy a lánggázok hatása ebben a szakaszban redukáló.

Az oxigén–acetilén keverési arányától függően háromféle lángbeállítást lehet megkülönböztetni:

- Gázdús vagy szenítő láng:

Az acetilén nagyobb mennyiségben van bele keverve a lángba, mint amennyi tökéletesen el tudna égni. Veszélye, hogy az alapanyag szénben dúsul. A láng három részből áll: mag, ezt körülvevő "pillangó" és a "seprű". Az utóbbi kékesen lilás. Alumínium hegesztésekor ez csökkenti az oxidációs hajlamot.

Felhasználási terület:

Szénben dús lánggal az öntöttvasak, nagy szénttartalmú szerszámacélok egyesíthetők. Alumínium hegesztésekor ezzel a lánggal az oxidáció kerülhető el, de csak kis mértékben lehet dúsítani a lángot, mert a hegesztendő alumínium a hidrogén-feltevő képessége miatt porózussá válhat.

- Normál vagy semleges láng:

Ekkor a keverési arány elméletileg 1:1, de a valóságban az 1:1,1 aránynál alakul ki a legmagasabb hőmérséklet. Ez a leggyakrabban használt lángbeállítás. A láng két részből áll: kékesen fehér mag és a kevésbé világító "seprű".

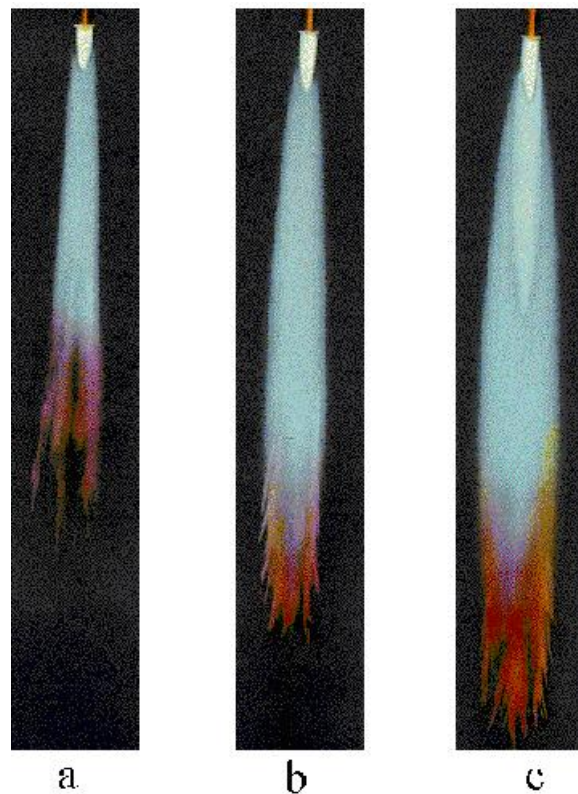
Felhasználási terület:

Ezzel a gázláng típussal hegeszthető az acél, a korrózió- és hőálló acél, az acélöntvény, a temperöntvények, a cink, a réz és a nikkel.

- Oxigéndús láng:

Amennyiben az oxigén aránya nagyobb, mint amennyi az égési folyamathoz szükséges lenne, így a szabad oxigén oxidálhatja az alapanyagot. A láng két részből áll: rövid és hegyes mag és a rózsaszínbe hajló lilás színű "seprű".

Felhasználási terület: Oxigéndús lánggal a réz jól hegeszthető.



28. ábra. Különböző láng beállítások

Oxigén-propán hegesztés

Propán gáz oxigénnel való keverése során kialakult láng terjedési sebessége kicsi, ezért oxidáló hatású, mely acél hegesztésénél hátrányos. Hasonló jelenség és láng figyelhető meg hidrogén gáz alkalmazásakor. A keletkező láng kis hőtartalma miatt alacsony olvadáspontú fémek hegesztésére, keményforrasztásra, hevítőgázként és melegítésre alkalmas.

Levegő-acetilén hegesztés

A levegővel kevert acetilén gáz kisebb lánghőmérséklete miatt nem azonos a felhasználási területe az oxigénes hegesztési területtel.

Felhasználási terület:

Az előbbiekből kifolyólag vékony ólomtárgyak (max. 10 mm) vagy vékony szelvények kemény és lágyforrasztására, valamint helyi lágyításra alkalmasak eljárásról van szó.

Levegő-propán hegesztés

A propán gáz tökéletes égéséhez jelentős mennyiségű levegőt kell felhasználni kisebb lánghőmérséklet elérése mellett. Ez eléggé korlátozza az eljárás használhatóságát.

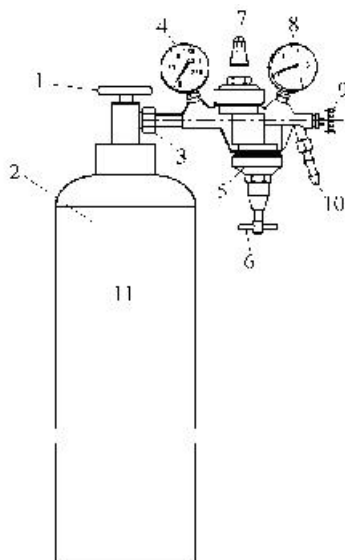
Felhasználási terület:

Alacsony olvadáspontú fémek hegesztéséhez, ill. lágyforrasztáshoz használható fel ez a technológia.

A gázhegesztés berendezései:

A leggyakrabban használt oxigén–acetilén hegesztés berendezéseit mutatja be ez a rész.

A szénhidrogén gázokat cseppfolyós állapotban vékonyfalú acélpalackokban hozzák forgalomba. Az acetilén gáz, porózusos kovafölddel töltött acélpalackban, acetonban oldva szállítják ill. tárolják. A palackban 1,5 MPa nyomáson 5400 liter acetilén gáz van. Az oxigént 160 MPa nyomáson acélpalackban tárolják. Egy palackban 6 m³ oxigén gáz van. A hegesztőpisztolyba a különböző gázokat a palackból nyomáscsökkentőn és tömlőkön keresztül vezetjük, hiszen az aceton szekunder körí nyomását 0,1...0,5 bar, az oxigénét 3...6 bar közé kell beállítani. A palack és a reduktor összeépítését az ábra szemlélteti.



29. ábra. Gázpalack nyomáscsökkentővel

1. Palack főelzáró szelep;
2. Gázpalack;
3. Reduktor csatlakozó pontja. Acetilén gáznál ez kengyeles kialakítású;
4. Primer körí (gázpalack) nyomás-mérő. Oxigénnél kék, acetilénnél sárga színű hátlap;
5. Reduktor ház;
6. Nyomást beállító kar;
7. Biztonsági szelep;
8. Redukált nyomást mérő műszer.
9. Pillanat elzárószelep;
10. Gáztömlő csatlakozási pont. Éghető gáznál balmenetes kialakítás;

Palack színjelzésének helye:

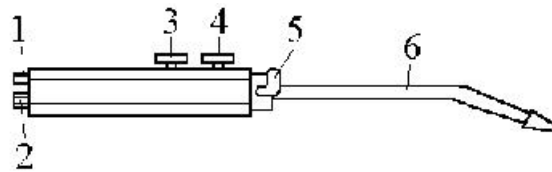
- acetilén – sárga csík,

- oxigén – kék színű palack,
- éghető gáz – piros csík.

Acélpalack és reduktor összeépítése

A reduktorból textilbetétes gumitömleőkben jutnak el a gázok a hegesztőpisztolyba. Az acetilén tömlője piros, az oxigéné kék színű. Az éghető gáz tömlőjének csatlakozása balmenetes kialakítású. Mindegyik tömlőre robbanás gátló visszacsapó szelepet kell felszerelni.

A hegesztő pisztolyba jutott gázok a keverőkamrában összekeverednek, majd az égőszáron keresztül kilépnek a pisztolyból. Itt az égés hozza létre a hegesztéshez szükséges hőt.



30. ábra. Égőszár keverővel

1. Oxigén csatlakozó
2. Acetilén csatlakozó
3. Acetilén szelep
4. Oxigén szelep
5. Az égőszár gyors rögzítője
6. Cserélhető égőszár

Hegesztőpisztoly

A hegesztendő anyag vastagságától (minőségétől) függően választjuk meg a keverőszárat. A keverőszárhoz tartozó anyagvastagság határok a száron fel vannak tüntetve. Ugyancsak a hegesztőpisztoly alkalmas a láng típusának beállítására.

Hegesztőanyagok (hegesztőpálcák):

Általános szabály:

A várható kiégéseknek megfelelően a pálcák az alapanyagnál erősebben ötvözettek legyenek!

Ötvöztelen szerkezeti acélokhoz: kis szén-, szilícium-, kén- és foszfor tartalmú acélból készült pálcá.

Öntöttvashoz: C = 3...4%; Si = 2,5...3,5%; Mn = 0,6...1% tartalmú szürkeöntvény pálcá.

Alumíniumhoz: az alapanyaggal megegyező összetételű pálca, vagy 13 % Si-tartalmú sziluminpálca.

Rézhez: 0,5...12% ezüsttel ötvözött rézpálca, vagy foszforbronzpálca.

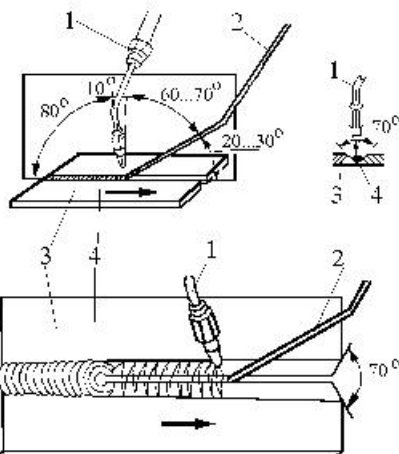
Rézötvözetekhez: az alapanyaggal megegyező összetételű pálca.

Sárgarézhez: 60 % rezet és 0,2...0,5 % Si-tartalmú hegesztőpálca.

Folyósítók: az oxidképződés megakadályozására és az oxidok redukálásához használandók. Ezek lehetnek por, paszta vagy folyadék formájában; savasak vagy lúgosak. Savas folyósító: bórxax, bórsav; bórsavanhidrid, bórtioxid; bázikus folyósító: szóda.

Hegesztés technikája:

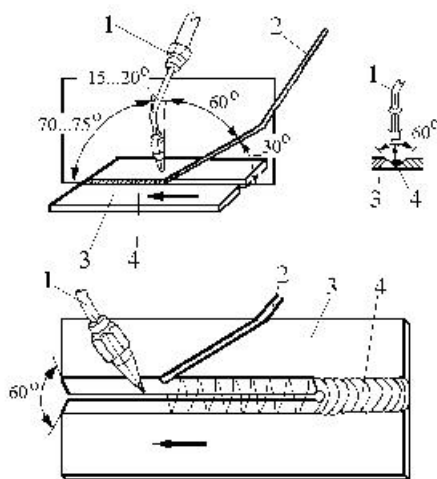
A lánghegesztés fő technológiai lépései hasonlóak az ívhegesztéséhez. Azonos módon kell a lemezeket illeszteni, fűzni, azonos a varratfelépítés elve is. Lánghegesztést a hegesztési irány függvényében két fő csoportba oszthatjuk. Ez a balra és jobbra hegesztési technológiai megoldás.



31. ábra. Balra történő hegesztés

7. Hegesztőpisztoly
8. Hegesztőpálca
9. Munkadarab
10. Hegvarrat

Balra történő hegesztéskor a palcát követi a láng



32. ábra. Jobbra történő hegesztés

1. Hegesztőpisztoly
2. Hegesztőpálca
3. Munkadarab
4. Hegvarrat

Jobbra történő hegesztéskor a lángot követi a pálca

Munkavédelmi előírásokat 31/1994. (XI. 10.) IKM rendelet, Hegesztési Biztonsági Szabályzata tartalmazza melyet a füzet terjedelme nem teszi lehetővé most tárgyalni.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A tanulásirányító célja, hogy elősegítse a jegyzetben szereplő ismeretek elsajátítását, a feladatok megoldását. Tanulás csak akkor lesz eredményes, ha a tananyag-feldolgozás során követjük a tanulásirányítóban leírtakat.

A jegyzet felépítése:

A bevezetőben Esetfelvetést-munkahelyzetet talál. Ebben arra utalunk, hogy a témával kapcsolatos ismereteket, feladatokat milyen munkahelyzetben lehet alkalmazni. A Szakmai információtartalom az anyaggal kapcsolatos ismereteket tartalmazza. Ezeket figyelmesen olvassa el, dolgozza fel az anyagot.

A jegyzet végén Önellenőrző feladatokat talál. Ezek megoldásával ellenőrizheti, hogy a füzetben feldolgozott tananyagot milyen szinten sajátította el. Ha nem biztos tudásában, térjen vissza a tananyag szövegéhez, illetve a feladatok megoldásához.

Az Önellenőrző feladatok után megtalálhatók a Megoldások. Ezek segítséget kívánnak adni az eredményes tanuláshoz abban az esetben, ha a feladatokat egyedül nem tudja megoldani. Ezt a segítséget azonban a tanulás során lehetőleg ne vegye igénybe, a feladatokat próbálja meg önállóan megoldani.

A jegyzetben olyan formai megoldásokkal találkozunk, amelyek segítséget nyújtanak az ismeretek megfelelő szintű elsajátításához.

A VASTAG BETŰS KIEMELÉSEK RÁÍRÁNYÍTJÁK A FIGYELMÉT A LEGFONTOSABB FOGALMAKRA, KIFEJEZÉSEKRE.

Ezek hozzá tartoznak a szakmai nyelvhez, pontos használatuk elengedhetetlen a szakma ismereteinek megértéséhez.

A pontosan megtanulandó fogalmakat, definíciókat, összefüggéseket keretezett formában találja. Ezeket segítség nélkül, "fejből" kell tudnia és felhasználnia a különböző feladatok megoldásánál.

A tananyagot a következő lépésekben sajátítsa el:

- olvassa el figyelmesen a "Szakmai információtartalmat"
- tanulja meg pontosan a bekeretezett, fontos fogalmakat

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Ismertesse a hegesztés fogalmát!

Handwriting practice area for the first task, featuring four horizontal lines. A large, light gray watermark reading "MUNKANYAG" is oriented diagonally across the page.

2. feladat

Mi a kötőhegesztés?

Handwriting practice area for the second task, featuring four horizontal lines. A large, light gray watermark reading "MUNKANYAG" is oriented diagonally across the page.

3. feladat

Mi a felrakó hegesztés?

Handwriting practice area for the third task, featuring four horizontal lines. A large, light gray watermark reading "MUNKANYAG" is oriented diagonally across the page.

4. feladat

Melyek a hegesztési pozíciók jelölései? Rajzolja le!



5. feladat

Mi a gyök?



6. feladat

Elemesse a rajzi jelöléseket! Hol helyezkedik el a varrat?



33. ábra. 6.feladat



MEGOLDÁSOK

1. feladat

A hegesztés során a munkadarabokat hővel, nyomással vagy mindkettővel egyesítjük oly módon, hogy a munkadarabok között nem oldható, az anyagok természetének megfelelő fémes (kohéziós) kapcsolat jön létre.

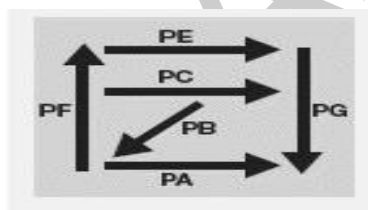
2. feladat

Hegesztéssel két vagy több munkadarab egyesíthető.

3. feladat

Adott tulajdonságú felületet lehet kialakítani, kopott alkatrészekre felületet felhordani, későbbi megmunkálás, felújítás céljából. (anyagfelhordás)

4. feladat



34. ábra.

5. feladat

Gyök: a gyökhezagba elsőként kerülő hegesztési réteg többrétegű varratok esetén.

6. feladat



35. ábra. Varrat a nyíl felőli oldalon. (látható) – Varrat a másik oldalon (takart)

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Munkavédelmi előírások

31/1994. (XI. 10.) IKM rendelet, Hegesztési Biztonsági Szabályzat

Irodalom

Hegesztési kézikönyv. Főszerkesztő : Baránszky – Jób Imre. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985.

A(z) 0220-06 modul 012-es szakmai tankönyvi tartalomeleme
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
31 521 03 0000 00 00	Építő- és szállítógép-szerelő
31 582 10 0000 00 00	Épületlakatos
31 582 10 0100 31 01	Épületmechanikai szerelő
33 521 03 0000 00 00	Felvonószerelő
31 521 06 0000 00 00	Finommechanikai gépkarbantartó, gépbeállító
31 521 15 0000 00 00	Késes, köszörűs, kulcsmásoló
54 525 02 0010 54 01	Erdőgazdasági gépésztechnikus
54 525 02 0010 54 02	Mezőgazdasági gépésztechnikus
31 521 24 1000 00 00	Szerkezetlakatos
31 525 03 1000 00 00	Karosszerialakatos
31 861 02 1000 00 00	Biztonságtechnikai szerelő, kezelő
31 861 02 0100 31 02	Mechanikus vagyonvédelmi rendszerszerelő
31 521 10 1000 00 00	Géplakatos

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

20 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.
Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató