



Dékánné Kovács Judit

## A kézi ívhegesztés technológiája

**NSZFI**  
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI  
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:  
**Finommechanikai kötések**

A követelménymodul száma: 0318-06 A tartalelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-011-28



## A KÉZI ÍVHEGESZTÉS TECHNOLÓGIÁJA

### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Munkahelyén történik a munkadarabok kézi ívhegesztése, amely egy összetett technológiai folyamat. Munkáját az írásban közölt **hegesztési utasítás** (Welding Procedure Specification = **WPS**) alapján kell elvégeznie. A feladat maradéktalan végrehajtásához értelmeznie kell a hegesztési feladatot, tudnia kell a hegesztendő anyagok tulajdonságait, a hegesztés hozaganyagait, a hegesztő-berendezéseket.

Ismereteinek elsajátításához a szakmai információ tartalom című fejezet nyújt segítséget.

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A kézi ívhegesztés technológiája

A hegesztés technológiai folyamat azon műveletek összessége, amelyek eredményeként adott varrat, ill. hegesztett szerkezet létrehozható.

A műveletek a következő lépésekből állnak:

1. Tervezés, méretezés, a hegesztési utasítás értelmezése
2. A munkadarab előkészítése
3. Az elektróda típusának, átmérőjének kiválasztása; továbbá az áramerősség beállítása, hegesztőkábelek csatlakoztatása
4. Ívgyújtás és a hegesztés folyamata
5. Utómunkálatok
6. Vizsgálat, minőség-ellenőrzés

### 1. Tervezés, méretezés vagy a hegesztési utasítás értelmezése

Gyártói Hegesztési Utasítás (WPS): A hegesztett kötést az írásban közölt hegesztési utasítás (WPS) alapján kell végezni.

A hegesztési utasítás = WPS: az adott alkalmazáshoz szükséges dokumentum, amely részletesen tartalmazza az ismételhetőséget biztosító paramétereket.

Adatok és körülmények, amelyeket a WPS-ben szerepeltetni kell:

- hegesztési utasítás száma
- WPAR (jóváhagyási jegyzőkönyv) száma:
- hegesztőeljárás megnevezése,
- hozaganyag és előzetes kezelése,
- alapanyag és/vagy alapanyagcsoport megnevezése, szabványszáma
- hegesztési helyzet,
- alapanyag vastagsága/falvastagsága,
- nyersdarab (lemez, cső) átmérője,
- kötéstípus,
- varratfajta, varratszám
- él előkészítés és tisztítás módszere
- illesztés,
- hőbeviteli tartomány,
- előmelegítés, közbenső hőmérséklet, utóhőkezelés,
- hegesztési technika (ívelés nélkül v. íveléssel)
- villamos paraméterek tartománya,
- az alapanyagra vonatkozó adatok,
- hegesztési műveletre vonatkozó adatok.

## HEGESZTHETŐSÉG

A fémek hegeszthetősége a fémek hegesztési technológiájától függő, alkalmassága olyan hegesztett kötés létrehozására, amely helyi tulajdonságai és a hegesztett szerkezetre gyakorolt hatása szempontjából megfelel a követelményeknek (MSZ 4305).

### Az acélok hegeszthetősége:

Az acél olyan vas–szén ötvözet, amelynek széntartalma kevesebb, mint 2,06% és egyéb elemeket is tartalmaz.

- Általános rendeltetésű ötvözetlen szerkezeti acélok:  
Az ötvözetlen szerkezeti acélok szilárdsága a C-tartalom növelésével növekszik és ez a repedési veszélyt is fokozza. Az ilyen acélok hegesztésekor számolni kell azzal, hogy a nagyobb C-tartalom és falvastagság esetén a hegesztés csak előmelegítés után végezhető el biztonságosan.
- Gyengén ötvözött acélok:  
Ötvözőik és mikroötvözőik lehetővé teszik, hogy ridegtörésnek kitett szerkezetekhez is használhatók legyenek. Hegeszthetőségük megállapításához meg kell határozni a szénegyenértéket, amely 0,17% széntartalom fölött kell kiszámolni. A szénegyenérték ismeretében vagy monogramból vagy pedig számítással következtetni lehet a szükséges előmelegítés mértékére. Hegesztéskor ezt befolyásolja a fajlagos hőbevitel, a munkadarab vastagsága, a hegesztési kötés kialakítása, az acél fizikai jellemzői.
- Nem nemesíthető (normalizált), finomszemcsés szerkezeti acélok:  
A jó hegeszthetőség végett ezekben az acélokban a C-tartalom felső határa 0,2%. Mivel az ötvözőelemek közül több is javítja az edzhetőséget, hegesztésükkor a hegesztési munkarendet és technológiát gondosan kell tervezni, hogy a repedésveszélyt elkerüljük.
- Nemesíthető, nagy szilárdságú, finomszemcsés szerkezeti acélok:  
Kis széntartalmú acélok, ezért jól hegeszthetők, mégis szívósak, ridegtörésre nem hajlamosak.
- Melegszilárd acélok:  
A melegszilárd acélok Mo vagy Cr, Mo vagy Cr, Mo, V ötvözetűek. A melegszilárd acélokat szobahőmérsékletnél nagyobb üzemi hőmérsékleten, vagy a légköri nyomásnál nagyobb nyomás, agresszív gázok, gőzök jelenlétében alkalmazzák. Nagyobb a repedési hajlamuk, ezért a hegesztésükkor mind az előmelegítésre (200–350 °C), mind az utóhőkezelésre (650–750 °C) szükség van.
- Erősen ötvözött acélok:

A ferrites krómacélokat a lehető legkisebb hőbevitellel kell hegeszteni. Ezek az acélok hajlamosak az elridegedésre, amely elkerülhető a hegesztést követő hevítéssel és a hegesztést követő gyors hűtéssel. Kerülni kell a túlzott varratmagasságot. A félferrites krómacélok csak előmelegítve és utókezeléssel hegeszthetők. A martenzites krómacélok hegesztése a nagy széntartalom miatt nem javasolt. A lágmartenzites krómacéloknál az előmelegítés javasolt. Ferrit-auszténites acélok jól hegeszthetők, de a 20 mm-nél vastagabb lemezeket kb. 150 °C-ra elő kell melegíteni. Az auszténites króm-nikkel acélok hegesztéséhez nincs sem előmelegítésre, sem utókezelésre szükség. Az ötvözött acélok hegeszthetőségének megítéléséhez a karbon egyenértéket meg kell állapítani, feltétel nélkül hegeszthetőség határa:  $C_E < 0,45 \%$ :

$$C_E = C + Mn/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Cu+Ni)/15 \quad [\%]$$

### Az öntöttvas hegesztése

Az öntészeti vasak széntartalma közel van a vas-szén ötvözet eutektikus összetételéhez. Az öntöttvasak előmelegítése végezhető helyileg, vagy a munkadarab teljes felmelegítésével. A munkadarabot gondosan elő kell készíteni és a hegesztés közben is szükség lehet közbelső hőkezelésre, ill. a befejezése után a varrat lehűlés elleni védelmére és utóhőkezelésre

### Az alumínium és ötvözeteinek hegesztése

A kötés létrehozásának feltétele az oxidhártya hegesztés előtti eltávolítása és a hegesztés alatti oxidáció megakadályozása. Az alumínium hegesztésekor a következőket kell betartani:

- Nem szabad túlhevíteni
- A nedvességet távol kell tartani, a felületi szennyeződések mindig el kell távolítani
- A szemcsefinomító adalékok megkönnyítik a hegesztést
- Olyan elektródaötvözetet kell választani, amelyik az adott alapanyag és hegesztési eljárás esetében a legkevésbé érzékeny a repedésre
- A bevont elektródás kézi ívhegesztést egyenárammal, fordított polaritással végzik, rövid ívtartással. Ívgyújtás előtt az elektróda végéről az esetleges bevonatréteget el kell távolítani. A salak felszínre kerülése végett az elektródát 60–70°-os szögben kell tartani. A vastag és nagy kiterjedésű anyagok megömlesztése elősegíthető a munkadarab kb. 200°C-os előmelegítésével.

### A nikkel hegesztése

A nikkel és ötvözeteinek hegesztéséhez a belső feszültségek csökkentése céljából kis átmérőjű elektródát kell alkalmazni. Az elektróda hajlásszöge a függőlegeshez kb. 30 ° legyen. Csak kiszáritott elektróda használható. Kényszerhelyzetű hegesztés esetén az áramerősséget 10%-kal csökkenteni kell.

### A réz és ötvözeteinek hegesztése

A bevont elektródás kézi ívhegesztést réz hegesztésére csak igen ritkán alkalmazzák, akkor is elsősorban sarokvarratok kialakítására. Az elektródát általában egyenáram pozitív pólusára kell kötni. Az 5 mm-nél vastagabb lemezeket 500–600 °C-ra elő kell melegíteni. Az elektródával a hegesztés irányában lehet lengető mozgást végezni

Az ónbronz esetében a varrat pórusosságának elkerülésére kb. 500 °C-os előmelegítés szükséges.

Az alumíniumbronz különösebb gond nélkül hegeszthető bevont elektródás kézi ívhegesztéssel. Az elektródát felhasználás előtt ki kell szárítani. Az elektródát a lemezre merőlegesen, vagy a hegesztés irányához viszonyítva kissé hátradöntve kell tartani.

## 2. A munkadarab előkészítése

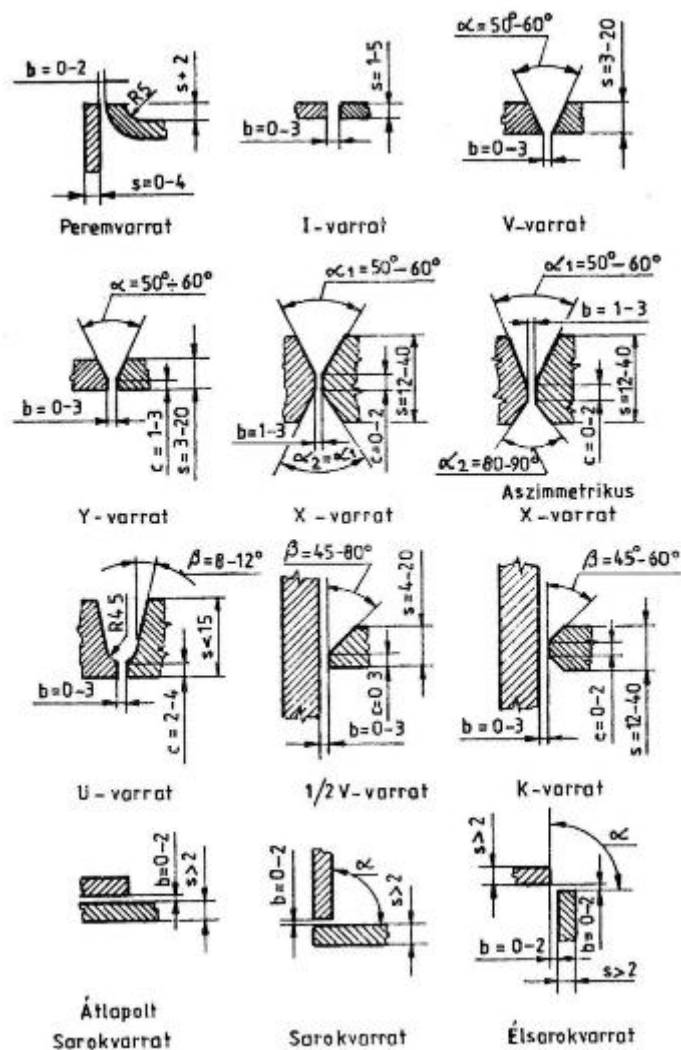
Gyakran más szakmák dolgozói végzik ezt a feladatot, akik nem ismerik az e téren elkövethető hibák következményeit. Ha a hegesztő elfogadja ezeket a rosszul előkészített darabokat, akkor az ő munkája lesz nehezebb, hogy elkerülje a belső varrathibákat, a nem megfelelő varratalak kialakulását.

**A hegesztés előkészítése:**

- él-előkészítés (él-kialakítás)
- felülettisztítás
- összeállítás
- fűzés műveletekből áll.

Az előkészítés első feladata a **varrat él előkészítése**. A hegesztendő lemezek, profilok éleit meg kell munkálnunk, hogy illesztéskor az élek egymással párhuzamosak, egy síkban legyenek és az él alakja a varratfajtának megfelelően, és az illesztési rés állandóan az előírt értékű legyen.

Az acélok kézi ívhegesztéssel készített kötéseihöz az él kialakítását és illesztését az 1. számú ábra szemlélteti.

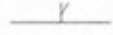
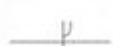


1. ábra. Hegesztési él és illesztés kialakítása<sup>1</sup>

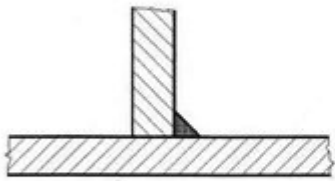
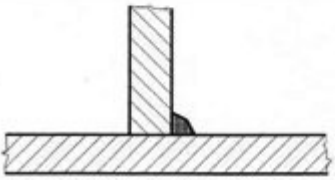
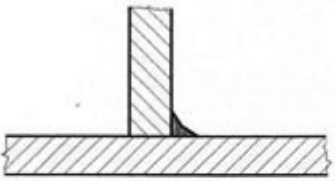
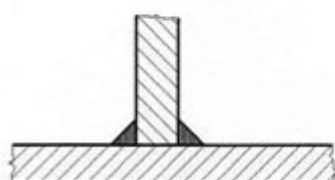
## A hegesztett varratok fő fajtái

- 1. Tompavarrat (2. ábra) (közel azonos síkban fekvő lemezeknél), alakját tekintve lehet V, U
- és X varrat.
- 2. Sarokvarrat (3. ábra) (átlapoló vagy egymásra illesztett, alkatrészeknél), alakját tekintve:
  - domború, hosszú és lapos lehet. '
- 3. Élvarrat (éleikkel összeillesztett lemezeknél).
- 4. Háromlemez-varrat (három lemez közös élvarrata).
- 5. Lyuk- és horonyvarrat (két egymásra helyezett alkatrész összekötésénél)

<sup>1</sup> Fülöp Zsoltné: A hegesztés alapjai, Dunaújváros, 1993 (64. oldal/ 2.19. ábra)

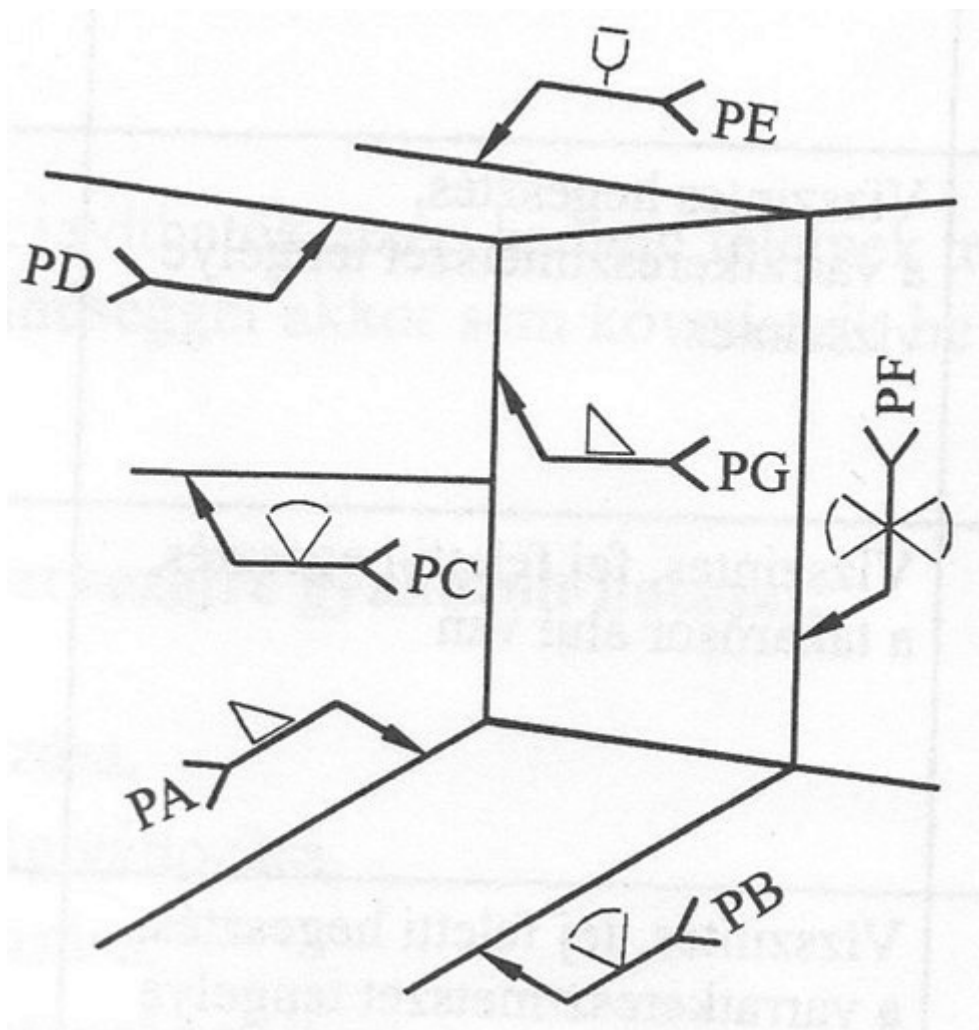
| Alak                                                                              | Jelölés                                                                           | Megnevezés      | Alak                                                                              | Jelölés                                                                             | Megnevezés      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  |  | peremvarrat     |  |  | fél V varrat    |
|  |  | I varrat        |  |  | fél Y varrat    |
|  |  | V varrat        |  |  | U varrat        |
|  |  | kettős V varrat |  |  | kettős U varrat |
|  |  | Y varrat        |  |  | J varrat        |
|  |  | kettős Y varrat |  |  | kettős J varrat |

2. ábra. Tompavarrat típusai

| Alak                                                                                | Jelölés                                                                             | Megnevezés          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|   |  | sarokvarrat         |
|  |  | domború sarokvarrat |
|  |  | homorú sarokvarrat  |
|  |  | kettős sarokvarrat  |

3. ábra. Sarokvarrat megjelenítési formái

A varrat térben elfoglalt helyzete: a hegesztési helyzet, melyet nemzetközi betűkódokkal jelölnek, a következő ábra szemlélteti ezeket:



4. ábra. Hegesztési helyzetek jelölései

- PA: Fekvő vízszintes helyzet;
- PB: Haránt vízszintes helyzet;
- PC: Haránthelyzet;
- PD: Haránt fejeletti helyzet;
- PE: Fej feletti helyzet;
- PF: Függőleges felfelé hegesztés;
- PG: Függőleges lefelé hegesztés

Az él-kialakításhoz használatos berendezések mechanikus illetve termikus elven működnek, több jelyen alkalmazzák a vízsugaras vágást is.

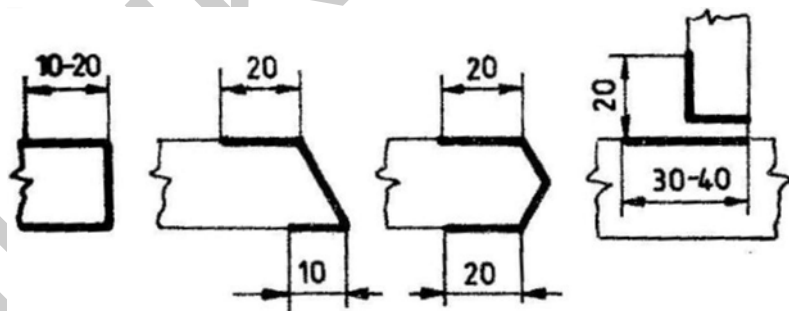
- Mechanikus elven működő gépek:
  - Vágó berendezések: rövidkéses olló, körkéses olló, rezgőkéses élkialakító (élgökölő)
  - Forgácsoló gép: marószerszámmal működő eszközök
- Termikus elvű eljárások:

- lángvágás (vastag lemezeknél, alakos ívű felületek élkialakításánál), nagyüzemekben automatikus darabolás és élkialakítás történik akár egy munkafázisban is. Kézi lángvágásnál a pontos munkát oly módon tudják elérni, hogy a vágópisztolyt ún. vágó-kocsira erősítik, az ellentétes kereket egy vezetősín mellett vezetik meg.
- plazmavágás
- lézersugaras vágás

Az előkészítés és a hegesztés megkezdése között általában hosszabb idő telik el, ezért a fémtiszta felületeken futórozsa jelenik meg a szennyeződések mellett. Minden szennyeződés a varrathibát idézhet elő, ezért a hegesztés megkezdése előtt fontos a hegesztendő **felületek megtisztítása**.

- Kismértékű szennyeződést drótkéfével illetve csiszolással tudunk kezelni
- Jobban kötődő szennyeződéseket (pl.: zsír, festék, olaj) vegyileg oldószerrel (pl. ötvöztelen acéloknál: triklór-etilén oldószer) lehet eltávolítani.
- Vastag festékréteget, nedvességet leégetéssel távolítanak el, a tűzvédelmi előírásoknak megfelelően. Az égéstermék, revét drótkéfével lehet eltávolítani.
- Nagyüzemben hegesztett szerkezetek gyártásakor azokat átmeneti felületvédelemmel látják el. Ennek az ún. műhelyalapozó festéknek a nagy előnye, hogy hegesztés előtt nem kell eltávolítani a felületről, ha a festék vastagságát előírás szerint betartják.

Az alapanyagot a varrat élek mentén 20 mm-es szélességben kell letisztítani az 5. számú ábrán jelöltek szerint:



5. ábra. Hegesztés előtt tisztítandó felületek<sup>2</sup>

A felülettisztítás utáni művelet az **összeállítás (illesztés) és fűzés**.

<sup>2</sup> Fülöp Zsoltné: A hegesztés alapjai, Dunaújváros, 1993 (67. oldal/ 2.24. ábra)

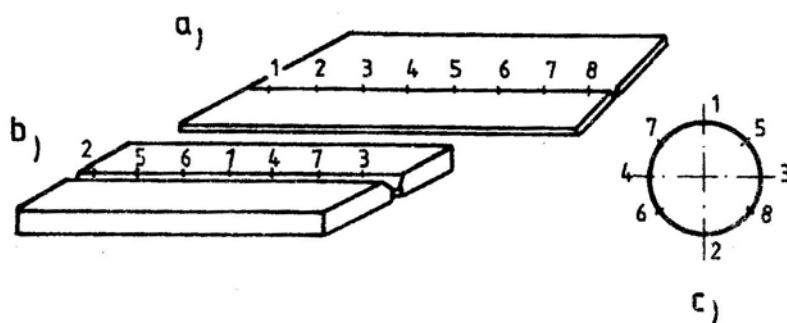
Az előírásoknak megfelelően a munkadarabokat egymáshoz kell rögzíteni az illesztési hézagok (b) betartásával (amelyet az 1. számú ábrán szemléltettünk). Fontos betartani az összeállítás során, hogy a lemezek egy síkban legyenek. Ez lehetséges síkmágnessel illetve ékkel.

Az összeállítás után a lemezeket **fűzővarrattal** kell egymáshoz rögzíteni. A fűzővarratok hernyóit úgy kell elhelyezni, mintha az gyökvarrat lenne. Méreteit a lemez vastagsága határozza meg:

- hossza: 2,5–3,5 mm.
- vastagsága: 0,3–0,5 mm,
- egymástól való távolsága: 25–32 mm legyen.

Kivitelezésének főbb szabályai:

- 1 m-nél rövidebb tompavarratoknál nem szükséges fűzővarratot készíteni,
- A javasolt hegesztési sorrendjét a következő ábra mutatja, melynek
  - a., pontja csak vékony lemezek fűzése
  - b., vékony és vastag lemezek fűzése
  - c., csövek fűzése látható.



6. ábra. Fűzővarratok hegesztési sorrendje<sup>3</sup>

- az elkészített hibás alakú hernyókat köszörüléssel javítani kell,
- fűzéshez a hegesztésre előírt minőségű elektródát kell használni,
- ha a hegesztést elő kell melegíteni, akkor a fűzés előtt is előmelegítést kell alkalmazni.

<sup>3</sup> Fülöp Zsoltné: A hegesztés alapjai, Dunaújváros, 1993 (69. oldal/ 2.27. ábra)

### 3. Az elektróda típusának, átmérőjének kiválasztása; továbbá az áramerősség beállítása, hegesztőkábelek csatlakoztatása

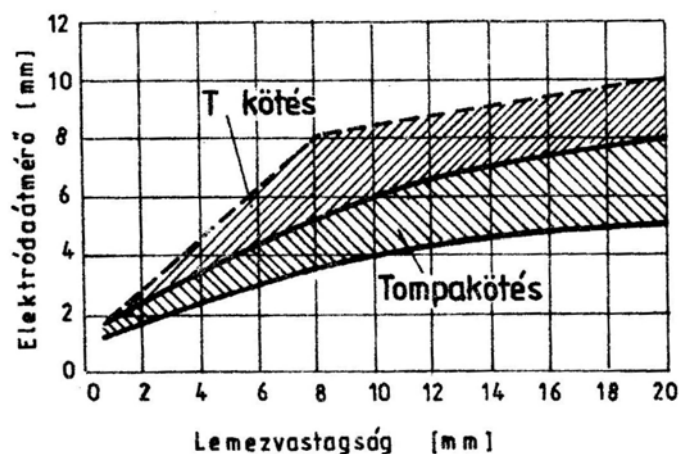
#### Az elektróda kiválasztása

Mindig olyan elektródát kell választani, amellyel előírásoknak megfelelő tulajdonságú varrat létrehozható, továbbá a hegesztési tulajdonságai jók, varrata esztétikus, az elektróda tartása és vezetése könnyű. Az elektróda befogása előtt meg kell győződni a bevonat épségéről, központosságáról.

Az elektróda átmérője az egyik legfontosabb adat, mivel ez hat ki leginkább a többi jellemzőre is, pl.: a hegesztő áram erősségére. Technológiai és gazdaságossági szempontokat figyelembe véve lehetőleg a legnagyobb átmérőjű elektródát kell választani.

Egyéb kiválasztási szempontok:

Szerkezeti acélok hegesztésénél a 7. számú ábrából kitűnik, hogy a T kötés sarokvarratához a (3 irányú) nagyobb hőelvezetés miatt vastagabb elektróda szükséges, mint a (2 irányú) hőelvezetés) tompakötéshez.



7. ábra. Elektróda átmérő kiválasztása<sup>4</sup>

Az elektróda kiválasztásának további szempontjai is vannak:

- a többsoros varratok gyöksorát, illetve az utánhegesztést vékonyabb (2,5mm, 3,25 mm átmérőjű) elektródával célszerű készíteni
- pozícióhegesztésnél közepes illetve vékony bevonatú elektródát
- erősen igénybevett szerkezetekhez, repedésre érzékeny acélokhoz, alacsony üzemi hőmérsékletnél ( $T < -30^{\circ}\text{C}$ ) bázikus elektródát

<sup>4</sup> Fülöp Zsoltné: A hegesztés alapjai, Dunaújváros, 1993 (71. oldal/ 2.28. ábra)

- gyökhegesztéshez, nagyobb illesztési rés áthidalásához, pozícióban végzett munkához kedvezőbb a rutilos elektróda,
- csővezetékek szerelési helyen történő hegesztéséhez a cellulóz bevonatú elektródát célszerű használni.

### Különböző hegesztési helyzeteknek megfelelő elektróda típusok:

- Vízszintes hegesztési helyzet: Az elektróda ER vagy vastagabb bevonatú EB, de a V varrat és fekvő sarokvarrat első rétegéhez közepesen vastag bevonatú legyen!
  - V varrat és fekvő sarokvarrat: Az első réteget 2, 5-4, 0 mm-es névleges átmérőjű elektródával, a másodikat 4-mm-es, a továbbiakat 4-5 mm-es névleges átmérőjű elektródával kell hegeszteni. Fekvő sarokvarrat esetén ajánlott az első sort savas, a továbbiakat rutilos elektródával hegeszteni. Az áramerősség az adott átmérőjű elektródához javasolt felső érték körüli legyen.
  - Álló sarokvarrat: Az ívet arra a lemezre kell irányítani, amelyiknek nagyobb a hőelvezetése. Az alkalmazott elektróda névleges átmérője az első rétegnél 4 mm, a továbbiakban 4-5 mm.
  - Átlapolott varrat és külső sarokvarrat: A rétegeket ívelés nélkül. Az alkalmazott elektróda névleges átmérője az első rétegnél 3,25 mm, a továbbiakban 4-5 mm.
- Függőleges hegesztési helyzet: Az elektróda típusa V varrathoz ER, az első réteghez közepesen vastag, a többihez vastag bevonatú, sarokvarrathoz ER vagy EB, vastag bevonatú.
  - V varrat: A varrat kialakítása 3-4 rétegben történik. Az első réteg hegesztése 2,5-3,25 mm-es, a második 3,25-4 mm-es, a továbbiak 4 mm-es névleges átmérőjű elektródával végezhető, felülről lefelé középvastag bevonatú rutilos elektródával. A bázikus elektróda vastag bevonatú.
  - Sarokvarrat: A rétegek lehetnek homorúak, vagy domborúak. Az első réteg 2,5-3,25 mm-es, a második 3,25-4 mm-es névleges átmérőjű elektródával hegeszthető.
- Fej feletti hegesztési helyzet: Az elektróda típusa ER, vagy vastag bevonatú EB, de V varrat első rétegéhez közepesen vastag bevonatú ER.
  - V varrat: Az első réteget 2,5-3,25 mm-es, a továbbiakat 4 mm-es névleges átmérőjű elektródával kell hegeszteni
  - Sarokvarrat: Az elektróda vezetése ívelés nélküli. A hegesztés minden rétegében 3,25 mm-es névleges átmérőjű elektródával történik.

### Az áramerősség megválasztása

Az elektróda  $d_e$  névleges átmérője nagyjából meghatározza az áramerősséget is.

Az áramerősség átlagos értéke:  $I_{\text{heg}} = (30 + 50) \cdot d_e \text{ [A]}$

A  $d_e$  átmérőt mm-ben kell behelyettesíteni!

Az áramerősség leginkább a beolvadási mélységre hat.

- Ha az áramerősség nő  $\Rightarrow$  a beolvadási mélység nő, az elektróda fröcsköl, a varrat felülete csúnya, oxidos, az ömledék híg folyós és „forró”, a varrat kristályai nagyok, eldurvulnak, az elektróda a befogás felőli vége vörösen izzik.
- Ha az áramerősség csökken  $\Rightarrow$  a beolvadási mélység is csökken, az ívgyújtás bizonytalan, az ív „imbolyog”, a gyök nem olvad meg, a varratszélek nem olvadnak meg, a varrat túl domború.

Ötvöztelen, ill. gyengén ötvözött acélok hegesztésekor az elektróda névleges átmérőjének kb. 40-szerese,  $I_{\text{heg}} \cong 40d_e$  [A]

Erősen ötvözött acélok hegesztésekor az elektróda névleges átmérőjének kb. 30-szorosa,  $I_{\text{heg}} \cong 30d_e$  [A].

A hegesztés kezdetekor beállított áramerősség-érték nem minden esetben felel meg ezért a próbahegesztés után az értéket a hegesztőnek korrigálni kell!

#### Az ívfeszültség megválasztása:

$$U_{\text{iv}} = 20 + 0,04 I_{\text{heg}} \text{ [V]}$$

Az ívfeszültség nagyságának változásával a varratszélesség változik:

- ha az ívfeszültség nő  $\Rightarrow$  szélesedik a varrat,
- ha az ívfeszültség csökken  $\Rightarrow$  keskenyebb lesz a varrat.

#### A hegesztési sebesség megválasztása:

$$v_{\text{heg}} = 2-25 \text{ [cm/min]}$$

*Kis hegesztési sebességnél: a hegfürdő és a varratkeresztmetszet nagyra nő, a folyékony fém és a salak az ív elé folyhat és összeolvadási hibát, zárványos varratot ad.*

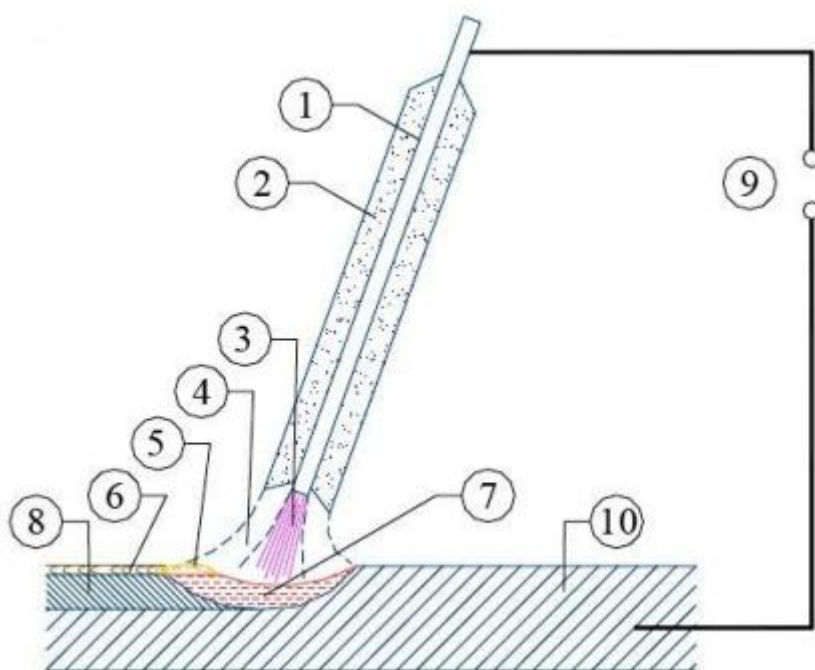
- Túl nagy hegesztési sebességnél: kis hőbevitel hatására össze
- oladási hibát okoz, a varrat kis keresztmetszetű lesz, ami zsugorodási feszültségek hatására könnyen repedhet.

A hegesztési sebességet úgy kell megválasztani, hogy a kívánt varratalak alakuljon ki, és azt a sebességet tartósan tartani lehessen.

## 4. Ívgyújtás és a hegesztés folyamat

A hegesztőív az elektróda csúcs és a munkadarab között gáznemű közegben létrehozott ívkisülések folyamatos sorozata.

#### A bevont elektródás kézi ívhegesztés vázlata:



8. ábra. A kézi ívhegesztés vázlata

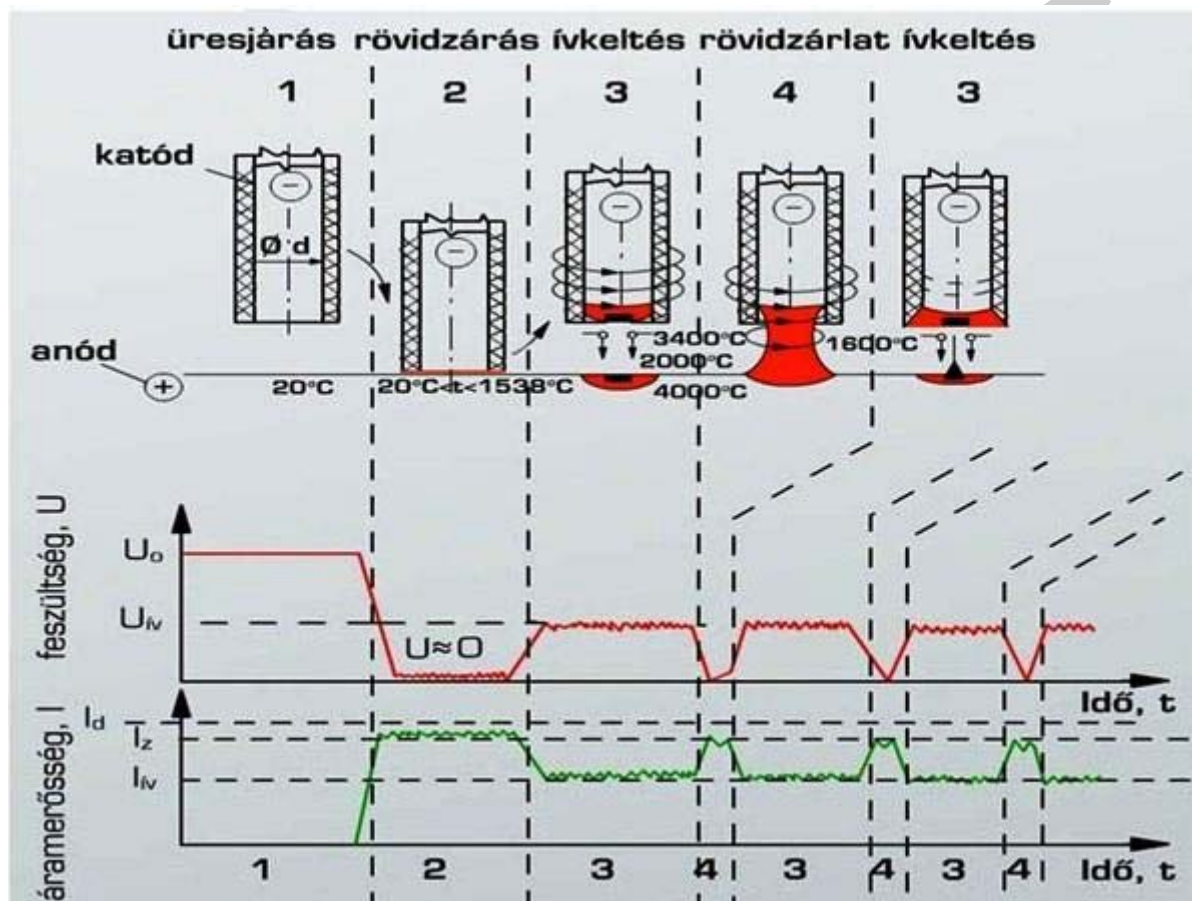
- 1. Elektróda maghuzal
- 2. Elektróda bevonat
- 3. Hegesztőív
- 4. A bevonatból keletkező védőgáz
- 5. Folyékony állapotú salak
- 6. Dermedt salak
- 7. Folyékony varratfém
- 8. Dermedt varratfém
- 9. Áramforrás
- 10. Alapanyag

A hegesztőív kialakulása és változása az ívhossz szerint:

- Üresjárás (1): Amíg az elektróda nem érinti meg a munkadarabot, vagyis amíg a hegesztés áramköre nem záródik, addig a hegesztés áramkörében csak kb. 70–100V feszültségű, de villamos áramlás nincs.
- Ívgyújtás: Az ívgyújtási folyamat két, egymástól elkülöníthető fázisra osztható, a rövidzárásra és az ívkeltésre
  - Rövidzárás (2): Ha az elektródával a munkadarabot megérintjük, akkor pillanatnyi rövidzárlat keletkezik. A feszültség majdnem nullára csökken. Az áramerősség hirtelen megnövekszik, és röviddel ezután felveszi a tartós zárlati értéket.
  - Ívkeltés(3): Az elektróda végének a munkadarabtól való eltávolítását jelenti. A bevonat típusától stb. függően 80–300 A illetve 18–30 V közötti érték lehet.
    - Egyenes polaritás: Az elektródafogó az áramforrás negatív sarkára van kapcsolva. Egyenes polaritásnál az ív stabilabb, könnyebben vezethető.

- Fordított polaritás: Az elektronok a munkadarab felületéről lépnek ki, s haladnak az elektróda irányába. Bázikus bevonatú elektródával végzett hegesztéskor használunk.
- Leolvadás vagy rövidzárlat (4): Az alkalmazott nagy áramerősség (9–30 A/mm<sup>2</sup>) és koncentrált hő hatására az elektróda vége olvadni kezd.

Az alábbi ábrából leolvasható az egyes hegesztési szakaszoknál, a hőmérséklet, az áramerősség-idő és feszültség-idő viszonyok alakulása:



9. ábra. Az ívhegesztés ömlesztő folyamata egyenes polaritásnál<sup>5</sup>

#### Az ív gyújtása és megszakítása

Az **ívgyújtás** kétféle módon történhet:

- Gyufagyújtásos módszerrel: az elektróda végét meghúzzák a gyújtási hely felületén, mint ahogy a gyufát dobozának oldalán, s közben elég hosszú úton haladva fokozatosan emelik. Váltakozóáram esetén, bázikus elektródákat szokás így gyújtani.

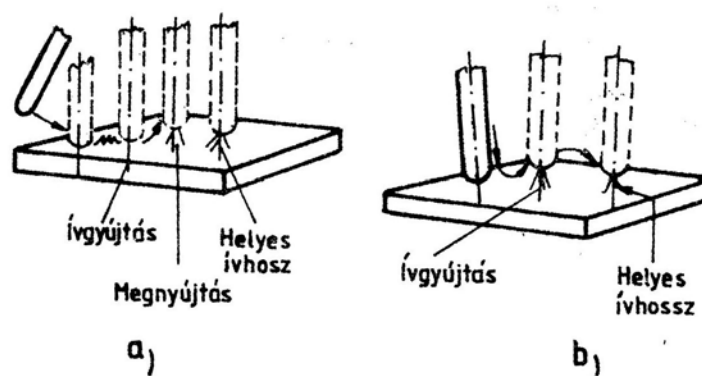
<sup>5</sup> Fülöp Zsoltné: A hegesztés alapjai, Dunaújváros, 1993 (40. oldal/ 2.5. ábra)

- Érintéses (koppanásos): amikor az elektródát egyszerűen hozzáérintik a gyújtási helyhez, majd hirtelen megemelik. Egyenáram esetén csak érintéssel tudunk ívet gyújtani, rutilos elektródákat lehet ilyen módon gyújtani.

Az 11. számú ábrán láthatjuk a két módszer

- az a., gyufagyújtás,
- a b., érintéses módszer lényegét:

Minden elektródánál az ívgyújtás helyére kell odafigyelni, legcélszerűbb a varratvályú falán vagy a varrat kezdete elé fűzött kezdőlemezen gyújtani az ívet



10. ábra. Az ívgyújtás módjai<sup>6</sup>

Az elektróda gyújtása után a megfelelő ívhossz tartására kell ügyelni. Akkor hegesztünk jól, ha rutilos elektródánál az ívhossz az elektróda átmérőjével egyezik meg, bázikus elektródánál, pedig az ívhossz az elektróda átmérőjének a fele.

- Ha az ívhossz rövid: sziszegő hangról ismerjük fel. Jó mély a beolvadása a hegfürdőnek, a dermedt varrat felülete finom pikkelyszerű, a fröcskölés jelentéktelen. Ha túl rövid az ívhossz, megnő a fröcskölés és az ív befulladás.
- A túl hosszú ív: sziszegő hangot ad ki és feltűnően nagy füstölésről ismerhető fel. A beolvadás nem elég mély, a varrat pikkelyei durvák, egyenetlenek, szegélye mentén ráfolyásokat észlelhetünk, a fröcskölés igen nagy. A leolvadó elektródacsepp kikerül a védőgáz közegéből és oxidokat fog tartalmazni a varrat, illetve porózussá válik.

Az **ív megszakítását** az elektróda kissé gyorsított körözésével kezdjük. Ezután az ívet úgy kell megszakítani, hogy a már meglévő varrat felé gyorsítva visszahúzzuk és felemeljük.

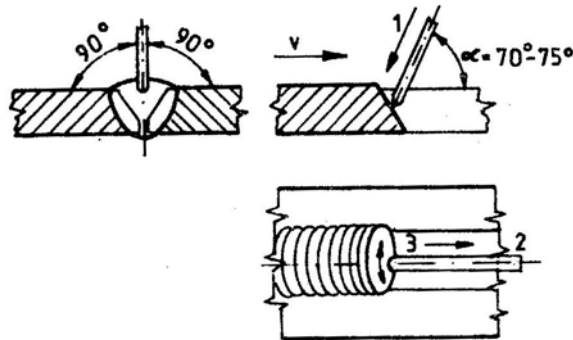
### Az elektróda tartása és vezetése:

Az elektródát hegesztés közben három fő irányba kell vezetni:

<sup>6</sup> Fülöp Zsoltné: A hegesztés alapjai, Dunaújváros, 1993 (75. oldal/ 2.29. ábra)

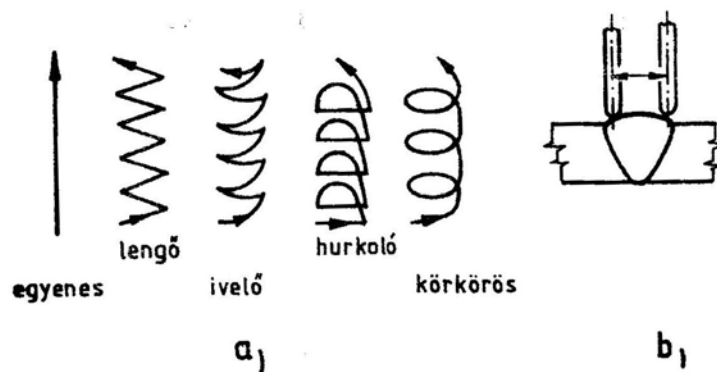
- 1. egyenletesen a munkadarab felé, az elektróda tengelyének irányában
- 2. a varrat hossz tengelye irányába, egyenletes haladó mozgással
- 3. a varrat hossz tengelyére merőlegesen ívelő mozgással.

A következő ábra az elektróda tartását és vezetését mutatja be fekvő helyzetű tompavarratnál:



11. ábra. Elektróda tartása és vezetése<sup>7</sup>

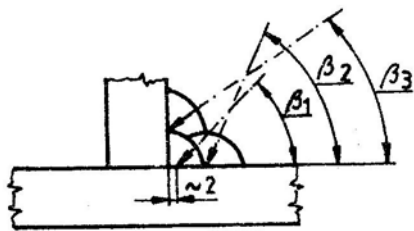
A 12. számú ábra a., részén néhány jellemző mozgást láthatunk. Fontos, hogy íveléskor az elektródát szögben nem szabad elfordítani, hanem a b., ábrarészlet szerint az elektróda mindig önmagával párhuzamosan mozogjon:



12. ábra. Elektróda mozgása

A vízszintes helyzetű sarokvarrat készítésekor vályúhelyzetben szimmetrikus vezetési irányt kell tartani, álló helyzetben azonban már az elektróda tartását és a varratsorok lerakási sorrendjét az ömledék megtartása érdekében kell megválasztani:

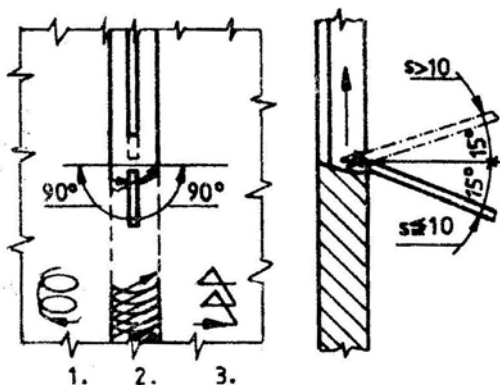
<sup>7</sup> Fülöp Zsoltné: A hegesztés alapjai, Dunaújváros, 1993 (77. oldal/ 2.30. ábra)



13. ábra. Többrétegű álló sarokvarrat<sup>8</sup>

Az elektróda tengelyhelyezetei:  $\beta_1 = 45^\circ$ ,  $\beta_2 = 60^\circ$ ,  $\beta_3 = 30^\circ$

Függőleges helyzetű tompavarratnál az elektróda ívelési módjait mutatja be felfelé hegesztés esetén:

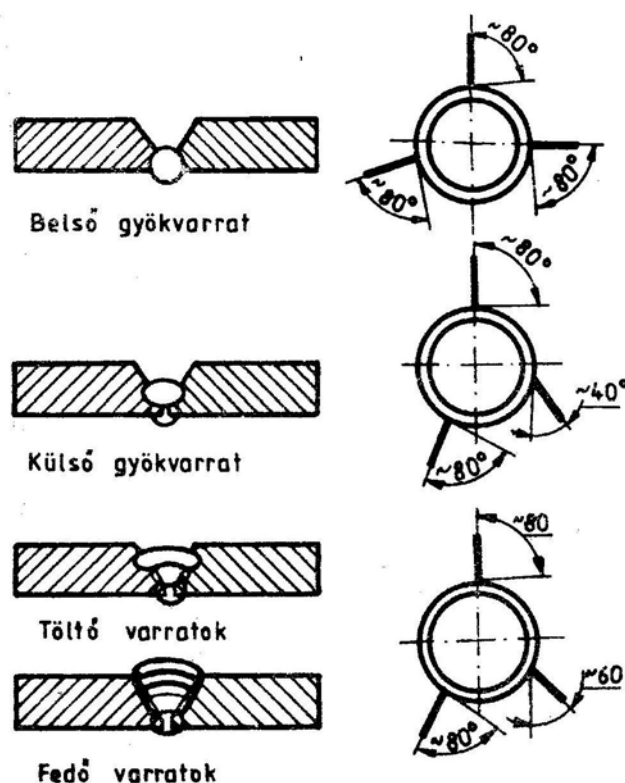


14. ábra. Függőleges helyzetű tompavarrat készítése<sup>9</sup>

Cellulóz bevonatú elektródáknál a lefelé hegesztést is alkalmazzák helyszíni csővezetékek tompavarratainak hegesztésekor. A következő ábra a nagy átmérőjű és falvastagságú csöveknél, az elektróda helyes tartását mutatja:

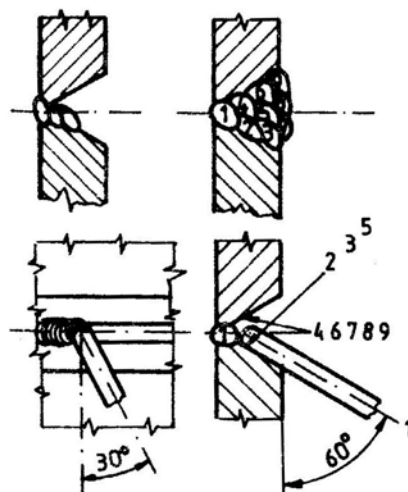
<sup>8</sup> Fülöp Zsoltné: A hegesztés alapjai, Dunaújváros, 1993 (78. oldal/ 2.32. ábra)

<sup>9</sup> Fülöp Zsoltné: A hegesztés alapjai, Dunaújváros, 1993 (78. oldal/ 2.33. ábra)



15. ábra. Csövek tompavarratának készítése<sup>10</sup>

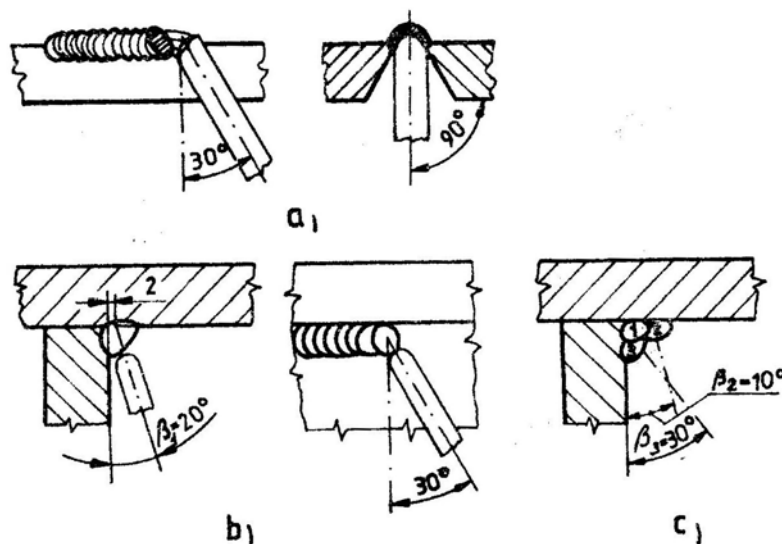
Falmenti (haránt) helyzetű V-varrat készítésének lépéseit, az egyes rétegek készítésének lépéseit, lerakási sorrendjét és az elektróda tartását mutatja:



16. ábra. Haránt V-varrat készítése<sup>11</sup>

<sup>10</sup> Fülöp Zsoltné: A hegesztés alapjai, Dunaújváros, 1993 (78. oldal/ 2.34. ábra)

Fejfeletti helyzetben különösen az elektróda tartására kell odafigyelni. A következő ábrának a., részében a tompavarrat gyökvarratának készítését, b., részében az első sorának praktikus elkészítését, majd a c., az elektróda helyzetét, elfordítását mutatja be:



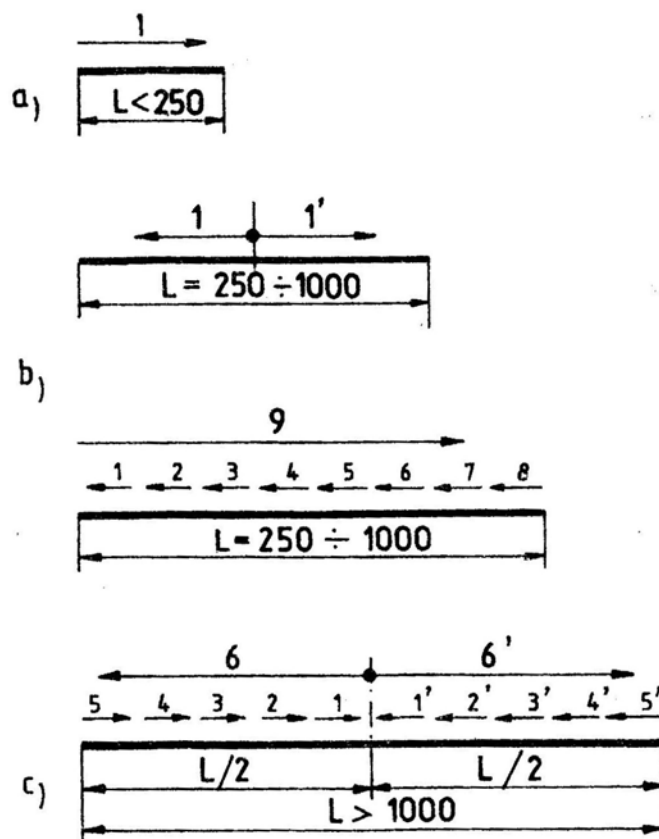
17. ábra. Elektróda tartás fejfeletti hegesztéskor<sup>12</sup>

A varratokat 250 mm-ig **rövid**, 250–1000 mm között **közepes**, 1000 mm felett **hosszú** varratoknak tekintjük.

Az **egyrétegű rövid varratokat** egyirányban (18.a.), a közepes hosszúságú varratok gyökvarratát középről a szélek felé vagy ráklépésben (18.b.), hosszú varratok esetén a szimmetria tengelytől kétirányban (két hegesztővel) ráklépésben célszerű készíteni (18.c.), amit a következő ábrán látunk:

<sup>11</sup> Fülöp Zsoltné: A hegesztés alapjai, Dunaújváros, 1993 (79. oldal/ 2.34. ábra)

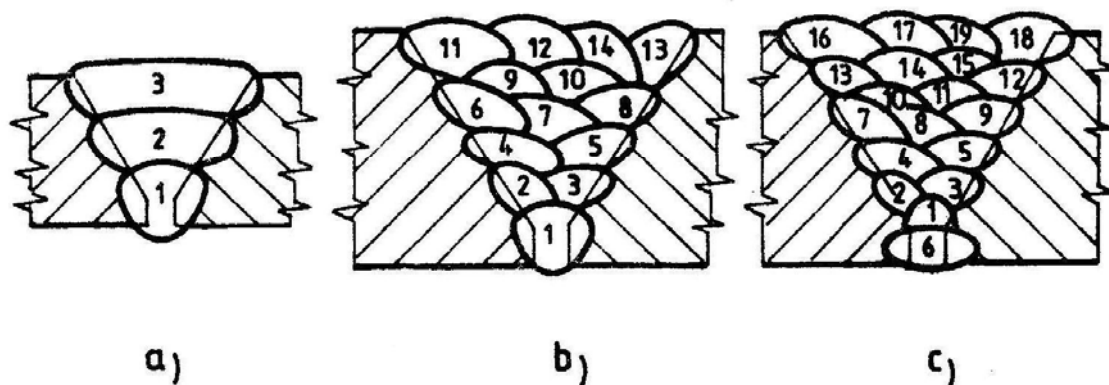
<sup>12</sup> Fülöp Zsoltné: A hegesztés alapjai, Dunaújváros, 1993 (80. oldal/ 2.36. ábra)



18. ábra. Varrat rétegeinek kialakítása

A többretegű varratok készítése történhet:

- rétegek (vékony lemezen, sarok varratoknál) a 19. a.,
- hernyók hegesztésével (vastag lemezen) a 19. b.,
- a gyöksor utánhegesztésével (feszültségcsökkentő hatása miatt alkalmazzák), amelyet a 19. c. ábrarészleten láthatjuk.



19. ábra. Varratsorok elhelyezkedése

A többretegű varratok kézi ívhegesztéskor a varratok egy sorának elkészítése után, a bevonatból képződött salakot gondosan el kell távolítani. Tisztítás után következhet a másik sor hegesztése. Ha ezt elmulasztjuk, akkor salakzárványos lesz a varrat. A varrat javítása költségesebb és kevésbé megbízható, mint az eredeti varrat.

## 5. A HEGESZTÉS UTÁNI MUNKÁLATOK:

Hegesztés utáni munkálatok a felület védelme, egyengetés, utóhőkezelés, varratlemunkálás, a készített varrat felületének letisztítását értjük. A vékony bevonatú elektródával készített varrat felületéről a vékony salakréteget, valamint a fröcsköléseket salakleverő kalapáccsal, drótkefével, esetleg hidegvágóval távolíthatjuk el. A vastagon bevont elektródával készített varrat felületéről már dermedéskor magától leválik a salak, ha nem válik le, akkor a varrat nem egyenletes vizsgálata szükséges. Több rétegű hegesztésnél a varrat tisztítást különös gonddal kell elvégezni, mert ellenkező esetben salakzárvány keletkezik. A salak eltávolítása után tiszta, fémesen csillogó egymást követő pikkelyes varrathernyó felületet látunk.

## 6. Vizsgálat, minőség-ellenőrzés

A hegesztés és az utómunkálatok után vizuálisan megvizsgáljuk a varratot és környezetét. A varratképből látható, hogy milyen a beolvadás mélysége, a varrat felület minősége. Tehát az elsődleges vizsgálatot a hegesztő végzi, majd a feladattól függően minőség-ellenőrzésen megy keresztül a hegesztett varrat, roncsolásos vagy roncsolásmentes vizsgálattal minősítik a varratot. A roncsolásmentes vizsgálatot az MSZ 4310, a roncsolásos vizsgálatot pedig az MSZ 4309 szabvány rögzíti.

Fontosabb hegesztési hibák csoportjai az MSZ 4310/4 szerint a következők:

- 100: repedések
- 200: üregek
- 300: szilárd zárványok
- 400: kötés hibák

- 500: alakhibák
- 600: egyéb hegesztési hibák.

## A MUNKAVÉGZÉSRE VONATKOZÓ MAGATARTÁSI SZABÁLYOK, EGYÉNI VÉDŐESZKÖZÖK.

A munkavégzésre vonatkozó általános magatartási szabályok:

A munkavégzésre vonatkozó általános magatartási szabályok a következők:

- a hegesztő köteles az általános és helyi munkavégzésre vonatkozó műszaki, munkavédelmi és tűzvédelmi előírásokat betartani,
- a munkahelyet, a munkaeszközöket, az egyéni védőfelszereléseket (ezek állapotát, használhatóságát) munkakezdés előtt és szükség szerint közben is ellenőrizni kell,
- a munkavégzés során (hegesztés alatt) a hegesztő köteles a technológiai előírásokat és biztonságtechnikai szabályokat betartani és a munkafolyamatokat figyelemmel, kísérni,
- közvetlen baleseti veszély észlelése esetén a munkát azonnal abba kell hagyni, meg kell kísérelni a veszély elhárítását, és erről a munkahelyi felelős vezetőt értesíteni kell, a munkát csak a baleseti veszély ellenőrzött megszüntetése után szabad folytatni,
- zárt térben vagy rosszul szellőző helyen való hegesztéskor meg kell oldani a munkahelyek friss levegővel való ellátását.

Egyéni védőeszközök

Az egyéni védőeszközökkel és használatukkal kapcsolatos követelmények a következők:

- a ruhának 100%-os gyapjúból vagy lángmentesített gyapjúból kell készülnie,
- a hosszú ujjú ingnek, begombolható mandzsettával és a nyakat védő gallérral kell rendelkeznie (az ing zseb nélküli legyen, vagy gombbal zárható zsebtakaró legyen rajta)
- a nadrág szárának gombolás nélkül kell fednie a bakancsok szárát (a gombolható nadrág-mandzsetta megfoghatja a szikrákat),
- a bakancsnak magas szárúnak kell lennie, hogy megakadályozza, a szikrák bekerülését a cipőbe, talpának bordázata olyan, legyen, hogy a szikrák ne szoruljanak meg a bordák között,
- a nadrág és a bakancsszár közé védőbetétet kell elhelyezni, ami megakadályozza, hogy a szikrák felülről a bakancsba juthassanak,
- munka közben a zsebben gyufát, öngyújtót tartani tilos, mert felrobbanhat,
- a kezeket bőr védőszárral ellátott mandzsettás bőrkesztyűvel kell védeni,
- a mell és a test védelmére (állás vagy ülés közben) bőrkötényt kell viselni.
- fej fölötti (PD), illetve vállmagasság fölötti hegesztés esetén hosszúszerű bőrkesztyű, karvédő, vállvédő ill. a mondatban szereplő bőrmellény alkalmas
- a fejet veszélyeztető égések elkerülésére biztonsági sisakot és alatta lángálló koponyavédőt kell viselni,

- a szemeket kézi, vagy fejpajzzsal kell védeni.
- Szűk helyen, tartályban levegő hozzávezetés és felügyelet
- Magasban biztosítókötél

A ruházatot mindig tisztán, olajtól és zsírtól mentesen kell tartani. Ezzel elkerülhető, hogy a ruházat tüzet fogjon vagy csússzon.

### A környezet védelme

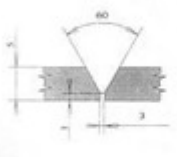
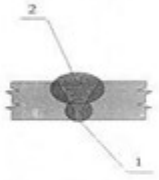
Ahol hegesztenek, ott a környezetvédelem érdekében be kell tartani a következő szabályokat:

- Állandó hegesztési munkahelyeknél (olyan munkaasztal, amely a teljes hegesztési vagy vágási munkahelyet betölti, amelynek teteje és legalább két oldala van) a friss levegő áramlását szellőzéssel, elszívással 0,5 m/s légsebességgel kell lehetővé tenni. Az áramlás útját úgy kell beállítani, hogy a keletkezett káros anyagok a munkát végző arcától, ill. helyétől távozzanak. A nyíltívű hegesztési munkahelyet, a káros fénysugárzást át nem eresztő és azt elnyelő, nem éghető, ill. égéskésleltető anyagú, rögzíthető térelválasztóval kell elhatárolni a környezettől úgy, hogy az ott tartózkodó személyeket káros fénysugár ne érje. A térelválasztó alsó éle és a padozat között legalább 150 mm-es légrés legyen, a térelválasztó magassága a padló szinttől számítva legalább 1800 mm legyen. **A HEGESZTŐ KÖTELES A VÉDŐESZKÖZÖKET HASZNÁLNI!**
- A hegesztőanyagok tárolása, keletkezett hulladék tárolása, olajos, zsíros törőrongyok tárolása, kezelése, köszörülési, lángvágási hulladék, légszűrőben leválasztott por kezelése, védőruhák és kesztyűk kezelése,
- Telepített hegesztő-munkahelyen munka csak munkavédelmi üzembe helyezés után végezhető. Nem telepített hegesztő-munkahelyen munka csak tűzgyújtási engedély megléte esetén végezhető.

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Tanulmányozza át a Szakmai információ tartalom című fejezetet és **ismerje meg**:

- a hegesztést, mint technológiai folyamatot,
- a technológiai lépéseket
- a WPS fogalmát
- hogy mit tartalmaz a WPS, nézze meg az alábbi ábrát és idézze fel a kézi ívhegesztésre vonatkozó részek jelentését,
- gondolja végig a munkafolyamatot, ha Ön kapná ezt feladatául, hogyan oldaná meg
- milyen elektródával oldaná meg a feladatot

|                                                                                                                  |               |                                                                                                                     |               |                           |             |                 |              |                   |                   |                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------|-------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                                                                                                                  |               | Hely:<br>Olyanító:<br>Hegesztő:<br>Beütő:                                                                           |               |                           |             |                 |              |                   |                   |                    |
| HEGESZTÉSI ELJÁRÁS: 141/111 TBW W01 Wmt5 D159 PA szmb                                                            |               |                                                                                                                     |               |                           |             |                 |              |                   |                   |                    |
| Előkészítési módja: forgácsolás<br>körmozgás                                                                     |               | Varrat típusa:<br><br>BW                                                                                            |               | WPS Nr.:                  |             |                 |              |                   |                   |                    |
| Tisztítási módja: körmozgás                                                                                      |               |                                                                                                                     |               | Azonosító                 |             |                 |              |                   |                   |                    |
| <br>Varrat előkészítés (vázlat) |               | <br>Varratok kivitelezése (vázlat) |               | MÉRET                     |             |                 |              |                   |                   |                    |
|                                                                                                                  |               |                                                                                                                     |               | Félvastagság<br>Átmérő    |             |                 |              |                   |                   |                    |
|                                                                                                                  |               |                                                                                                                     |               | t = 5<br>D = 159          |             |                 |              |                   |                   |                    |
|                                                                                                                  |               |                                                                                                                     |               | Pozíció<br>PA             |             |                 |              |                   |                   |                    |
|                                                                                                                  |               |                                                                                                                     |               | Előmelegítési hőmérséklet |             |                 |              |                   |                   |                    |
|                                                                                                                  |               |                                                                                                                     |               | Minimum<br>+ 5 C°         |             |                 |              |                   |                   |                    |
|                                                                                                                  |               |                                                                                                                     |               | Közbenes hőmérséklet      |             |                 |              |                   |                   |                    |
|                                                                                                                  |               |                                                                                                                     |               | Maximum<br>+ 250 C°       |             |                 |              |                   |                   |                    |
|                                                                                                                  |               |                                                                                                                     |               | Előmelegítés módja:       |             |                 |              |                   |                   |                    |
|                                                                                                                  |               |                                                                                                                     |               | *****                     |             |                 |              |                   |                   |                    |
| ALAPANYAG                                                                                                        | Szerelvázlat: | Megnevezés:                                                                                                         | Anyagcsoport: | UTÓKEZELES Hőmérséklet:   |             |                 |              |                   |                   |                    |
| (T)                                                                                                              | EN 10025      | S235 Jpg2                                                                                                           | 1.1           | C°<br>Idő (min)           |             |                 |              |                   |                   |                    |
|                                                                                                                  |               |                                                                                                                     |               | Előmelegítés 300 C/36     |             |                 |              |                   |                   |                    |
| HOZAGANYAGOK                                                                                                     |               |                                                                                                                     |               |                           |             |                 |              |                   |                   |                    |
| HEGESZTÉSI PARAMÉTEREK                                                                                           |               |                                                                                                                     |               |                           |             |                 |              |                   |                   |                    |
| Réteg                                                                                                            | Eljárás       | Márkanév                                                                                                            | DIN No.       | Kódjel No.                | Átmérő (mm) | Áramerősség (A) | Áram (Amper) | Feszültség (Volt) | Heg.seb. (cm/min) | Hőbevitel (KJ/min) |
| 1                                                                                                                | 141           | ELM5                                                                                                                | DIN 8559      | OK 12.64                  | 2,4         | = (-)           | 90 - 100     | 20 - 22           |                   |                    |
| 2                                                                                                                | 111           | OK 55-00                                                                                                            | DIN 1913      | ES 5155 B10               | 2,5         | = (+)           | 86 - 95      | 20 - 22           | 1,8               | 970                |
| Védőgáz:                                                                                                         |               | Ózmenetesség:                                                                                                       |               | Oblitógáz:                |             | Wolfrám:        |              | Fedőpor:          |                   |                    |
| Argon MSZ EN 4391                                                                                                |               | 8 - 12 l/min                                                                                                        |               | -                         |             | Ø 2,4           |              | -                 |                   |                    |
| Készítette:                                                                                                      |               |                                                                                                                     |               |                           |             | Kivágható:      |              |                   |                   |                    |
| Revizor:                                                                                                         |               |                                                                                                                     |               |                           |             | Megjegyzés:     |              |                   |                   |                    |
|                                                                                                                  |               |                                                                                                                     |               |                           |             | MSZ EN 287-1    |              |                   |                   |                    |

20. ábra. WPS= hegesztési utasítás

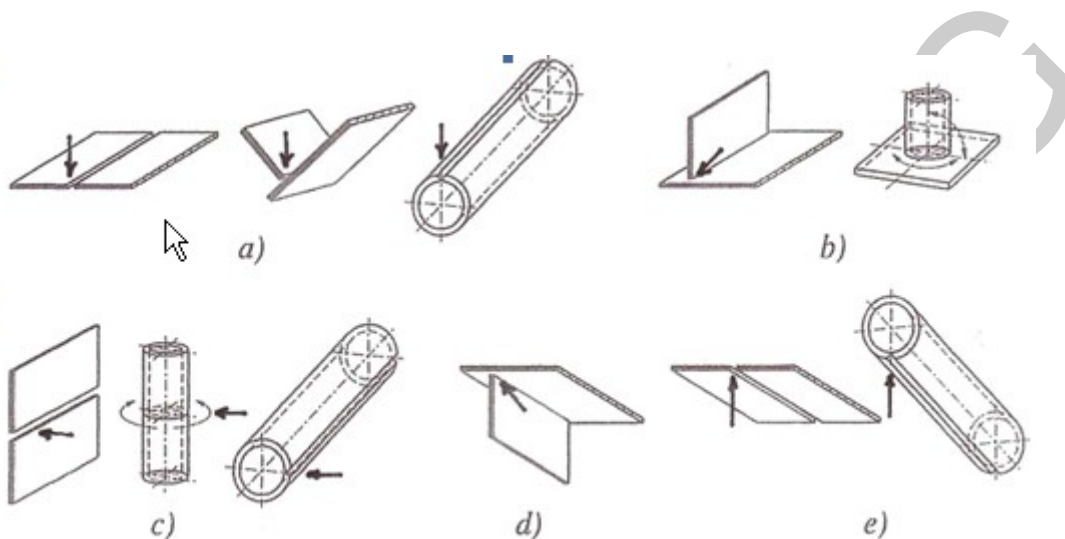
- mi a hegeszthetőség
- az acélok hegeszthetőségének feltételeit
- réz és ötvözetek hegeszthetőségét
- öntöttvasak hegeszthetőségét
- alumínium hegeszthetőségét
- nikkel hegeszthetőségét
- milyen munkadarab előkészítési feladatokat kell elvégezni a hegesztés megkezdése előtt, miért
- miért fontos a felületek tisztítása közvetlenül a hegesztés megkezdése előtt
- az illesztés fogalmát, lényegét, a fűzővarratok hegesztési sorrendjét
- hogyan választjuk ki az elektróda átmérőjét a lemezvastagság függvényében
- az áramerősség meghatározását elektróda átmérő ismeretében
- mi történik akkor, ha az áramerősség kisebb illetve nagyobb az ideális értéknél
- az ívfeszültség nagyságát, eltéréseinek hatását
- hegesztési sebesség ideális nagyságát
- a hegesztés végrehajtása milyen folyamatokból tevődnek össze
- milyen lehet az ívgyújtás rutilos illetve bázikus elektróda esetén

- az elektróda tartására, vezetésére vonatkozó előírásokat
- hogyan szüntetjük meg az ívet
- többretegű varrat esetén, milyen fontos teendők vannak
- védőeszközök, felszerelések hasznosságát
- biztonsági magatartásformákat munkavégzés közben
- milyen utómunkálatokat kell elvégezni hegesztés után
- milyen varratellenőrzési technikákat alkalmazunk
- milyen varrathibák léteznek
- gyakorolja be a hegesztés technológiai lépéseit
- gyakorolja a hegesztő berendezések üzembe és üzemben kívül helyezését!

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

## 1. feladat

Az alábbi ábrán látható hegesztési feladatokhoz írja be a szabvány szerinti pozíció megnevezését!



21. ábra.

a.: \_\_\_\_\_

b., \_\_\_\_\_

c., \_\_\_\_\_

d., \_\_\_\_\_

e., \_\_\_\_\_

## 2. feladat

Az alábbi táblázatban jelölje X-szel azt a hegesztési helyzetet, amellyel az adott varrat elkészíthető!

| A hegesztési helyzet |         | a.) Lemez –<br>tompavarrat | b.) Lemez –<br>sarokvarrat | c.) Cső –<br>tompavarrat | d.) Cső-lemez<br>tompavarrat |
|----------------------|---------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------|
| neve                 | kódjele |                            |                            |                          |                              |

|            |    |  |  |  |  |
|------------|----|--|--|--|--|
| Vízszintes | PA |  |  |  |  |
|            | PB |  |  |  |  |
|            | PC |  |  |  |  |
| Fejfeletti | PD |  |  |  |  |
|            | PE |  |  |  |  |
| Függőleges | PF |  |  |  |  |
|            | PG |  |  |  |  |

### 3. feladat

Az előre leszábott 4 mm vastag durva acéllemez darabokat tompavarrattal kell összehegeszteni PA helyzetben 200 mm hosszúságban. Végezze el a hegesztést a tanultak szerint és írja le a tapasztalatait!

3.1. Határozza meg az elektróda átmérőjét majd indokolja:

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

3.2. Határozza meg a lemezek egymáshoz való rögzítésének módját hegesztés előtt, majd indokolja azt!

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

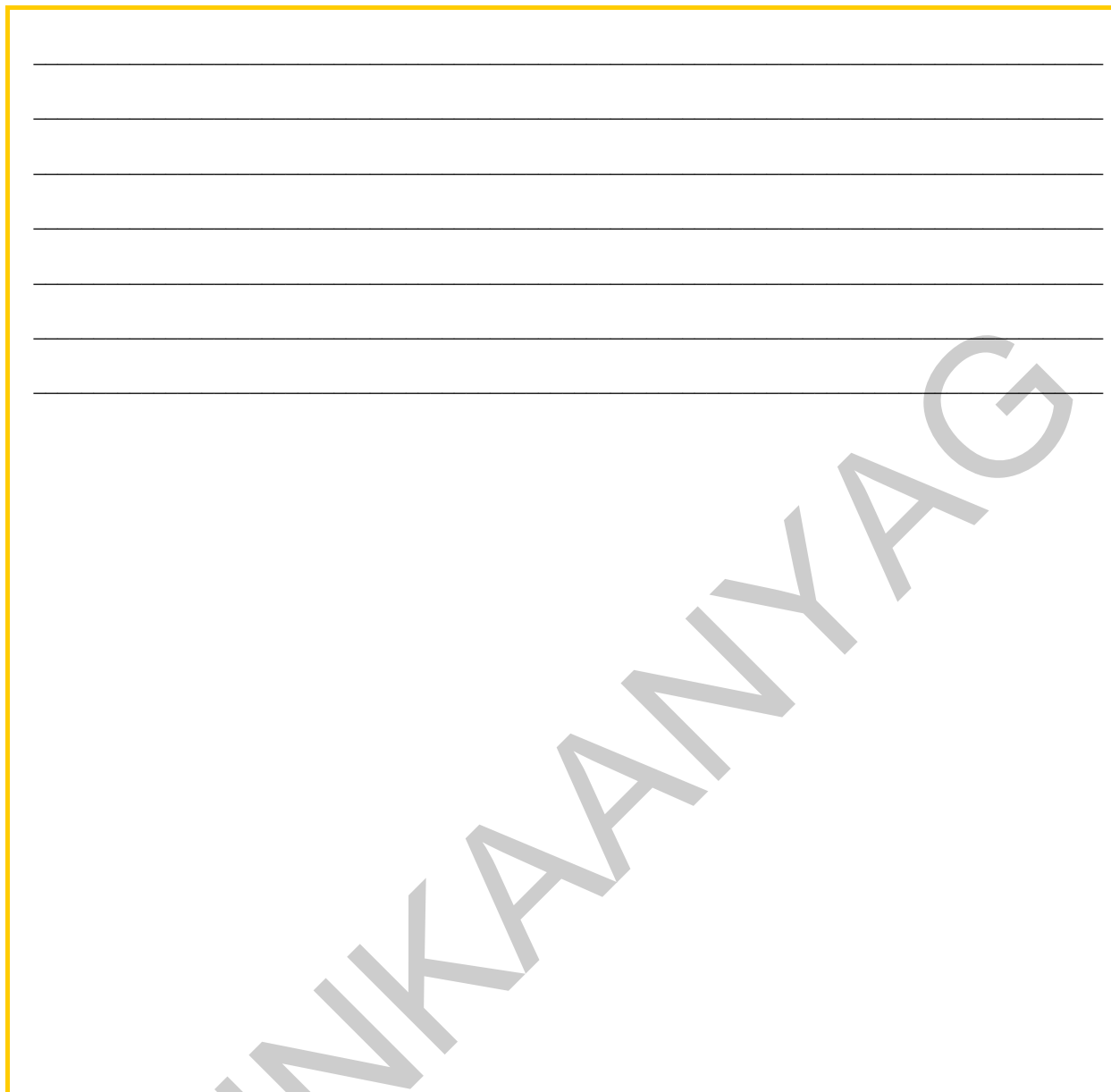
3.3. A hegesztéskor észlelt tapasztalatok leírása:

|                                                 |
|-------------------------------------------------|
| <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> |
|-------------------------------------------------|

---

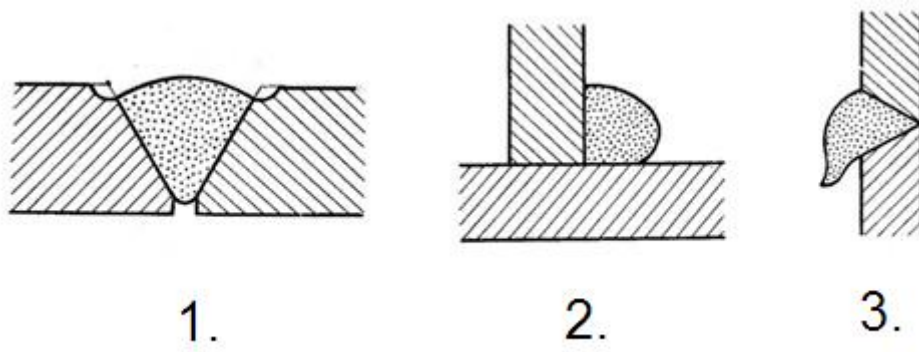
**4. feladat**

Fogalmazza meg a kézi ívhegesztés fázisait. Vegye figyelembe az elektróda távolságát a munkadarabtól, a hőmérséklet, feszültség és áramerősség változásait is!



**5. feladat**

Milyen jellegzetes varrathibákat lát a következő három ábrán? Hogyan lehet ezeket elkerülni?



22. ábra.

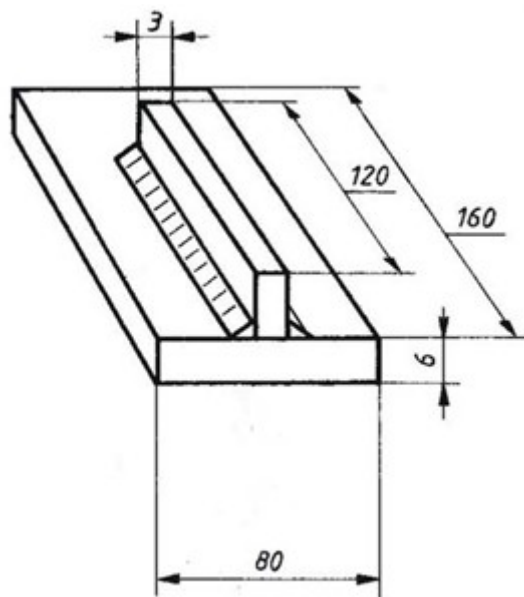
1. kép: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. kép: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. kép: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**6. feladat**

Válassza ki a betűvel jelölt varratok közül az ábrán láthatót.



23. ábra.

- a.) Sarokvarrat
- b.) Domború sarokvarrat
- c.) Homorú sarokvarrat
- d.) Aszimmetrikus peremvarrat
- e.) I-varrat
- f.) 1/2V-varrat
- g.) Kettős 1/2 V-varrat
- h.) Kettős J-varrat
- i.) Szakaszos sarokvarrat
- j.) Gyökhegesztett 1/2 Y-varrat
- k.) Kettős sarokvarrat
- l.) sarokvarrat és kettős sarokvarrat
- m.) Nem teljes keresztmetszetű U-varrat
- n.) K-varrat
- o.) X-varrat

Az előre leszábotott alkatrészeket állítsa össze és végezze el a hegesztést az Ön által kiválasztott paraméterekkel (Elektróda típusa, átmérője, áramerősség). A munkadarab anyaga 6 mm-es durvalemez.

Kiválasztott varrat típus: \_\_\_\_\_

Választott elektróda típusa, átmérője: \_\_\_\_\_

## MEGOLDÁSOK

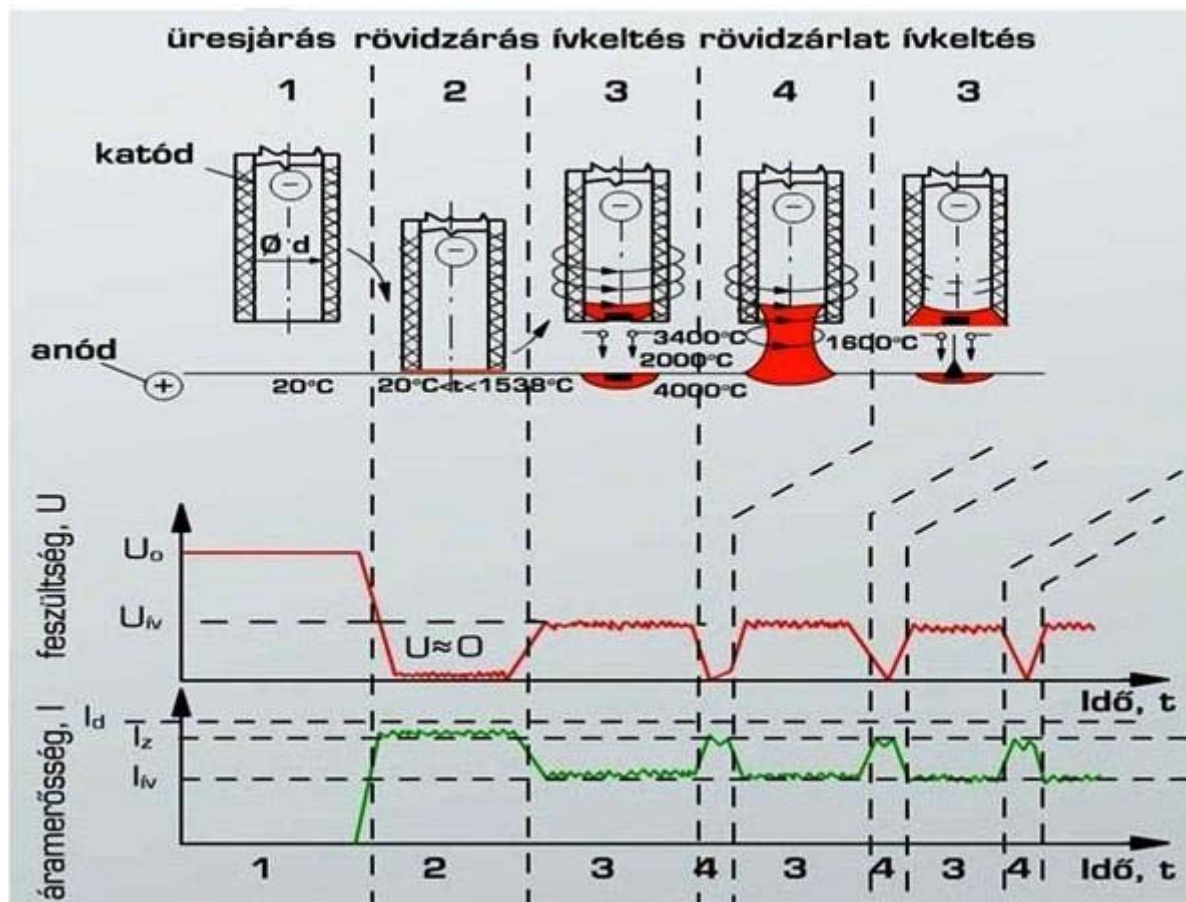
## 1. feladat

- a) PA: vízszintes
- b) PB: haránt vízszintes
- c) PC: haránt
- d) PD: haránt fejfeletti
- e) PE: fej feletti

## 2. feladat:

| A hegesztési helyzet |         | a.) Lemez –<br>tompavarrat | b.) Lemez –<br>sarokvarrat | c.) Cső –<br>tompavarrat | d.) Cső-lemez<br>tompavarrat |
|----------------------|---------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------|
| neve                 | kódjele |                            |                            |                          |                              |
| Vízszintes           | PA      | X                          | X                          | X                        | X                            |
|                      | PB      |                            | X                          |                          | X                            |
|                      | PC      | X                          |                            | X                        |                              |
| Fejfeletti           | PD      |                            | X                          |                          | X                            |
|                      | PE      | X                          |                            |                          |                              |
| Függőleges           | PF      | X                          | X                          | X                        | X                            |
|                      | PG      | X                          | X                          | X                        | X                            |

## 3. feladat:



24. ábra.

- 1. fázis: nincs munkavégzés,  $U_0 = \max$ ,  $I = 0$ ,  $T = 20^\circ\text{C}$
- 2. fázis: az elektródával megérintjük a munkadarabot, az ívkeltés kezdetének tekintjük,  $U \approx 0$ ,  $I_z = \max$ ,  $T = 20 - 1538^\circ\text{C}$
- 3. fázis: az ívkeltés,  $U_{IV} = \max$ ,  $I_{IV} = \max$ ,  $T = 1600^\circ\text{C}$
- 4. fázis: az elektróda csepp leválása,  $U_{\max} - U_0 - U_{\max}$ ,  $I_z = \max$ ,  $T = 2000 - 4200^\circ\text{C}$

## 4. feladat:

- 4.1.: Rutilos vastag bevonatú elektródát kell alkalmazni.
- Az elektróda átmérője: 2,5 vagy 3,25 mm legyen.
- A durva acéllemez jól hegeszthető szerkezeti acélnek tekinthető hegeszthetőség szempontjából.
- Áramerősség helyes megválasztásával jó minőségű, szép kivitelű varrat készíthető.
- 4.2.: A 4 mm-es lemezeket tűzhegesztéssel lehet egymáshoz rögzíteni hegesztés előtt, amely biztosítja a lemezek egymáshoz viszonyított helyzetét. Lehet egyéb mechanikus rögzítést is alkalmazni, ha van rá lehetőségünk.

- 4.3.: Saját tapasztalat leírása amit hegesztés közben észlelt (ívhosszúság hatása, áramerősség, hegesztési sebesség, jó elektróda kiválasztás, varrathiba esetén az okok leírása, stb.).

---

**5. feladat:**

- 1. kép: szegélybeégés.
  - Oka: túl nagy áramerősség, az elektróda helytelen tartása, hajlásszöge és vezetése.
  - Megoldás: a hibás rész eltávolításával és a paraméterek helyes megválasztásával, újrahegesztésével jó varrat minőséget érhetünk el.
- 2. kép: A hegesztő varrat nem kellő mélységben ég be, nincs jó beolvadás.
  - Oka: lehet kicsi áramerősség, rossz elektróda átmérő választás, nagy hegesztési sebesség
  - Megoldás: a hibás rész eltávolításával és a paraméterek helyes megválasztásával, újrahegesztésével jó varrat minőséget érhetünk el.
- 3. kép: Heganyag lefolyás.
  - Oka: nagy áramerősség választás, helytelen elektródatartás.
  - Megoldás: a hibás rész eltávolításával és a paraméterek helyes megválasztásával, újrahegesztésével jó varrat minőséget érhetünk el.

---

**6. feladat:**

Kiválasztott varrat típus: k., kettős sarokvarrat

A választott elektróda típusa, átmérője: rutilos elektróda, 3,25 mm átmérővel elvégezhető a hegesztési feladat.

## IRODALOMJEGYZÉK

### FELHASZNÁLT IRODALOM

Fülöp Zsoltné: A hegesztés alapjai, Dunaújváros, 1993

Dr. Gremesberger Géza: Fémszerkezetek gyártása III. NME KFFK jegyzet, 1989

Vízkeleti Kálmán: Ívhegesztés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983

Dr. Márton Tibor–Illés László: Gépipari anyag- és gyártásismeret I., Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1994

### AJÁNLOTT IRODALOM

Fenyvessy Tibor–Fuchs Rudolf–Plósz Antal: Műszaki Táblázatok. NSZFI

Frischherc–Dax–Gubdelfinger–Haffner–Itchner–Kotsch–Staniczek.: Fémtechnológiai

Táblázatok. B\*V kiadó

A(z) 0318-06 modul 011-es szakmai tankönyvi tartalomeleme  
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

| A szakképesítés OKJ azonosító száma: | A szakképesítés megnevezése |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| 31 863 01 0000 00 00                 | Fegyverműszerész            |
| 31 521 07 1000 00 00                 | Finommechanikai műszerész   |
| 31 521 07 0100 31 01                 | Mérlegműszerész             |
| 31 521 07 0100 31 02                 | Orvosi műszerész            |

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:  
30 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