



Rozovits Zoltán

Ívhegesztés műveletei, alkalmazása és a varratok készítése

 **NSZFI**
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:
Javítástechnológiai feladatok

A követelménymodul száma: 2277-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-011-30

ÍVHEGESZTÉS MŰVELETEI, ALAKLMAZÁSA ÉS VARRATOK KÉSZÍTÉSE

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A hegesztés célja két vagy több, fémes vagy nemfémes alkatrész között mechanikai igénybevételre alkalmas nem oldható kötés létrehozása.

A nem oldható kötés fémek esetében kohéziós kapcsolatot jelent. A kötés oldhatatlansága ebben az esetben azt jelenti, hogy roncsolás nélkül nem szüntethető meg a kapcsolat.

A hegesztés kötőeleme a varrat. A varratot a hegesztendő anyagok érintkező részeinek egybeolvasztásával, összesajtolásával, hozaganyaggal, vagy a nélkül és hő közlésével vagy a nélkül hozzuk létre. Ebben a tanulási útmutatóban a hegesztési varratokkal, műveleteivel ismerkedhetünk meg.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

1. Ívhegesztések fajtái, alkalmazásai

1. Ívhegesztés fajtái



1. ábra: Bevontelektrodás kézi hegesztés

Bevontelektrodás hegesztés

A kézi ívhegesztő elektróda a maghuzalból és az azt körülvevő bevonatból áll. A maghuzal anyaga a hegesztendő alapanyag minőségét erősen megközelítő fémötvözet. A varrat megfelelő ötvözését elsősorban a bevonatban lévő fémek és ötvöző anyagok biztosítják.



2. ábra: Bevonatos hegesztő elektróda

A különböző anyagokból összeállított bevonatot vízüveg kötőanyag felhasználásával, többnyire sajtolással (ritkábban bemártással) viszik a maghuzalra, majd kemencében megszárazítják.

Az elektróda bevonat feladatai:

- Ívstabilizálás: eredményeként nyugodt (nem táncoló, nem fröcskölő) ívet lehet tartani. A bevonatok az ív hőmérsékletén könnyen ionizálódó anyagok.
- Védőgázképzés: a bevonatból képződő védőgázok megvédik a hegfürdőt a levegő káros hatásaitól és elősegítik az anyagátvitelt.
- Salakképzés: a hegfürdőben lévő folyékony oxidokat, szennyeződések a fürdő felszínén úszó és megdermedő salak köti meg. A salakot a kihűlés után mechanikus úton (kalapálás, köszörülés) távolítjuk el.

- Varratötvozés: az acél hegesztőelektródák maghuzalja általában kis szénttartalmú, csillapított acél. Csupán a bevonattól függ, hogy az elektródát ötvözetlen, vagy ötvözött acélok hegesztésére használjuk-e. Az acél elektródák anyaga gyakran vasport tartalmaz, ami beépül a varratba.

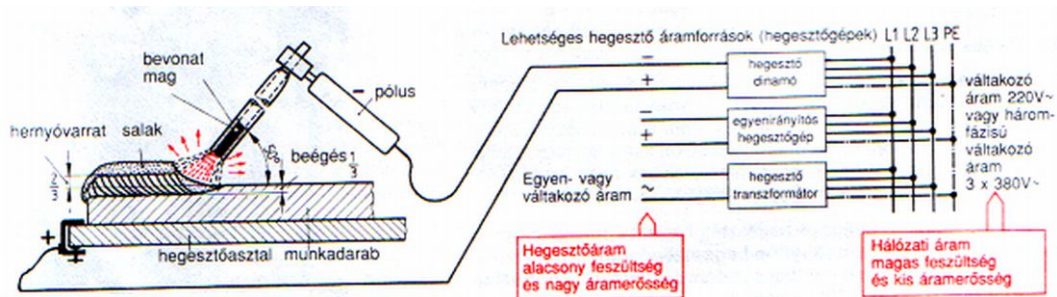
A bevonatvastagság (F) négy csoportba sorolható, az elektróda átmérő (D) és a maghuzal átmérő (d) aránya (D/d) alapján:

- Vékony bevonatú elektróda $F < 1,2$
- Közepes bevonatú elektróda $F = 1,2 - 1,45$
- Vastag bevonatú elektróda $F = 1,45 - 1,8$
- Különlegesen vastag bevonatú elektróda $F > 1,8$

A maghuzal átmérők szabványosak: 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 3,25; 4,0; 5,0; 6,0; 6,3; 8,0; 10,0 és 12 mm.

A bevonat jellege szerint hat bevonat alaptípust különböztetünk meg, az alábbi jelölésekkel:

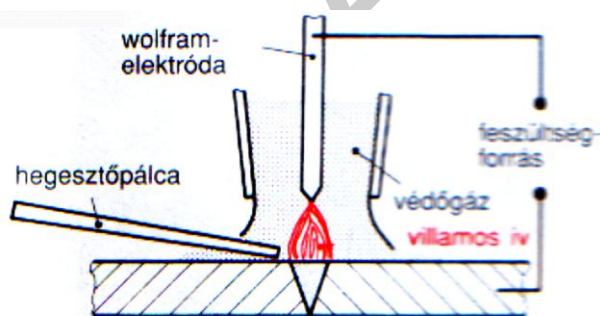
- Ívstabilizáló elektróda (I): főleg vasércből és szilikátokból áll. Nagy cseppekben olvad le. Szilárdsági előírások nélküli hegesztéshez használjuk.
- Oxidáló elektróda (O): a bevonata főleg vasoxid, mangánoxidokkal keverve, vagy a nélkül. Igen apró cseppekben olvad le. Nagyon tökéletes illesztést kíván. Csak kis igénybevételű szerkezetekhez, vízszintes hegesztési helyzetben alkalmazható. Esztétikus varrat kialakításának követelménye esetén különösen ajánlott.
- Savas elektróda (S): A hegesztési salak savas összetételű. Túl hosszú ívet tartva erősen fröcsköl. Nagyon érzékeny az alapanyag összetételére, szennyeződéseire. Jó illesztést kíván, a függőleges felülről lefelé irányuló hegesztés kivételével jól alkalmazható. Nagy szilárdságú szerkezetek, hajó, vasúti jármű, tartályok hegesztésére alkalmas.
- Rutilos elektróda (R): A egyik leggyakrabban használt elektróda típus. Bevonatának alapja titánoxid. A salakja gyorsan dermedő, könnyen eltávolítható. Az alapanyag összetételére nem különösebben érzékeny. Minden helyzetű hegesztéshez megfelelő. Egyenáram negatív pólusáról és váltakozó árammal hegeszthetünk vele.
- Cellulóz típusú elektróda (C): A bevonatban szerves anyag is van, ami védőgázt képez (CO, CO₂, H₂). Közepes cseppnagyság, nagy fröcskölési veszteség jellemzi. Minden hegesztési helyzetben jól alkalmazható. Egyenárammal, egyenes polaritással hegeszthetők.
- Bázikus elektróda (B): A bevonatot kalciumkarbonát, dezoxidáló, és ötvöző anyagok alkotják. Használatkor rövid ívet kell tartani, kerülni kell a gyors elektródavezetést. Bázikus salakja gyorsan dermed és könnyen eltávolítható. Minden helyzetű hegesztéshez megfelelő. Nagy szilárdságú kötésekhez alkalmazzák. Egyenárammal, egyenes polaritással hegeszthetők.



3. ábra: Bevonatos ívhegesztés összeállítása

Védőgázos hegesztés

A védőgázos ívhegesztésnél az elektródát, ívet és hegfürdőt egy, az ív közvetlen közelében bevezetett védőgáz védi a szabad levegőtől. A védőgázos hegesztés a MAG, WIG (AVI), MIG (AFI) és plazma változataival kiemelt helyet foglal el a hegesztéstechnikában. A klasszikusnak számító technológiák mellett főleg az autógyártásban terjednek a lézersugaras védőgázos hegesztések, illetve a lézeres MIG/MAG hibrid hegesztő eljárások. Mivel a védőgáz jelentősen befolyásolja az ívszerkezetet, az anyagátmenetet, a beolvadás mélységét, formáját és a varrat vegyi összetételét, a gazdaságossági és minőségi szempontok fontos szerepet játszanak a legkedvezőbb védőgáz kiválasztásában.



4. ábra: Az alkalmazott védőgázok típusai

Argon

Az argon a levegőnél nehezebb, színtelen, szagtalan nemesgáz. Legfontosabb kémiai tulajdonsága csekély reakcióképessége (inert). Ez a tulajdonság teszi az argont ideális védőgázzá pl. a fémkohászatban és az ívhegesztésben szokásos hőmérsékleti értékek esetében.

- Palackok jelölése:

Beütés: ARGON, szín: szürke palást, sötétzöld gallér.

Szén-dioxid

A szén-dioxid (CO₂) színtelen, szagtalan (esetleg enyhén savanykás szagú), savanykás ízű, a levegőnél nehezebb, nem éghető gáz. A szén-dioxidot különleges tulajdonságainak köszönhetően, mint például csekély reakciókészsége (passzivitása)

- Palackok jelölése:

Beütés: SZÉNDIOXID, szín: palackváll szürke (RAL 7037)

Hélium

A hélium egyatomos, színtelen, szagtalan nemesgáz, kémiai reakcióba más anyagokkal nem lép, nem éghető.

- Palackok jelölése

Beütés: HÉLIUM, szín: szürke, barna gallérral.

Hidrogén

A hidrogén a legkönnyebb gáz (0,08 kg/m³), színtelen, szagtalan, éghető, igen reakcióképes, erősen redukáló hatású (hőkezeléskor megakadályozza az oxidok keletkezését).

- Palackok jelölése:

Beütés: HIDROGÉN, szín: Vörös

- **Wolframelektrodás védőgázas ívhegesztés**

Hegesztési védőgázok áttekintő táblázata.

Specifikációs elnevezés	MSZ EN 439 szerinti csoport	MSZ EN ISO 14175 szerinti csoport	Összetétel, %(V/V)					
			Ar	He	O ₂	CO ₂	H ₂	N ₂
Argon 4,6, 5,0	I 1	I 1	100	-	-	-	-	-
Hélium 4,6, 5,0	I 2	I 2		100	-	-	-	-
Alumix He70	I 3	I 3	30	70	-	-	-	-
Alumix He50	I 3	I 3	50	50	-	-	-	-
Alumix He30	I 3	I 3	70	30	-	-	-	-
Alumix He15	I 3	I 3	85	15	-	-	-	-
Alumix N	I 1	Z-ArN-0,015	99,985		-	-	-	0,015
Alumix He15 N	I 3	Z-ArHeN-15/0,015	84,985	15	-	-	-	0,015
Alumix He30 N	I 3	Z-ArHeN-30/0,015	69,985	30	-	-	-	0,015
Alumix He50 N	I 3	Z-ArHeN-50/0,015	49,985	50	-	-	-	0,015
Inoxmix H2	R1	R1	98	-	-	-	2	-
Inoxmix H5	R1	R1	95	-	-	-	5	-
Inoxmix H7	R1	R1	92,5	-	-	-	7,5	-
Inoxmix H35	R2	R2	65	-	-	-	35	-
Inoxmix X1	M13	M13	99	-	1	-	-	-
Inoxmix X2	M13	M13	98	-	2	-	-	-
Inoxmix X3	M13	M13	97	-	3	-	-	-
Inoxmix C2	M12	M12	97,5	-	-	2,5	-	-
Inoxmix C2 He15	M12 (1)	M12	83	15	-	2	-	-
Inoxmix He3 H	R1	R1	96,2	3	-	-	0,8	-
Ferromix C8	M21	M20	92	-	-	8	-	-
Ferromix C18	M21	M21	82	-	-	18	-	-
Ferromix C8 He20	M21 (1)	M20	72	20	-	8	-	-
Ferromix X2	M13	M13	98	-	2	-	-	-
Ferromix X4	M22	M22	96	-	4	-	-	-
Ferromix X8	M22	M24	92	-	8	-	-	-
Ferromix C5 X5	M23	M23	90	-	5	5	-	-
Ferromix C6 X1	M24	M24	93	-	1	6	-	-
Ferromix C12 X2	M24	M24	86	-	2	12	-	-
Ferromix C15 X5	M24	M25	80	-	5	15	-	-
Ferromix X12	M32	M32	88	-	12	-	-	-
Ferromix C17 X1	M24	M26	82	-	1	17	-	-
Ferromix C15 X3	M24	M26	82	-	3	15	-	-
Szén-dioxid 3,5, 4,5	C1	C1	-	-	-	100	-	-
Formálgáz 2, 5, 7, 10, 15, 20, 25	F2	N5-NH5 (2/5/10/15/20/25)	-	-	-	-	2-25	98-75

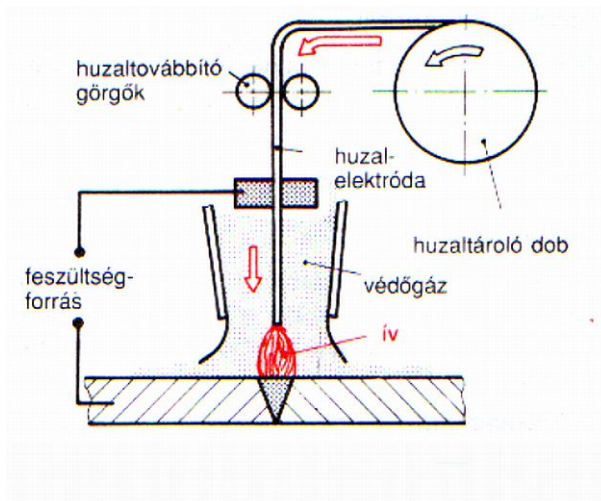
5. ábra: Wolfram elektródás ívhegesztés vázlata

A hagyományos ívhegesztés során a lecsöpögő hozaganyag a levegőből oxigént és nitrogént vesz fel. Mivel ezek az anyagok a hegyvarrat minőségét rontják, ezért bejutásuk megakadályozására a lecsöpögő hozaganyagot és a hegyfürdőt védőgáz köpenyvel szigetelik el a szabad levegőtől. A védőgáz köpeny kialakításához kémiaileg semleges nemesgázokat pl. argont, héliumot használnak, amelyek nem lépnek kötésbe. A hozaganyagot adó hegesztőpálcát megolvasztó ív csak csekély mértékben leolvadó wolframelektroda és a munkadarab között képződik.

Előnyei: Nagy szilárdságú és sűrűségű varrat állítható elő. különösen alkalmas magasan ötvözött vékony acéllemezek hegesztésére.

- Fogyóelektródás védőgázos ívhegesztés

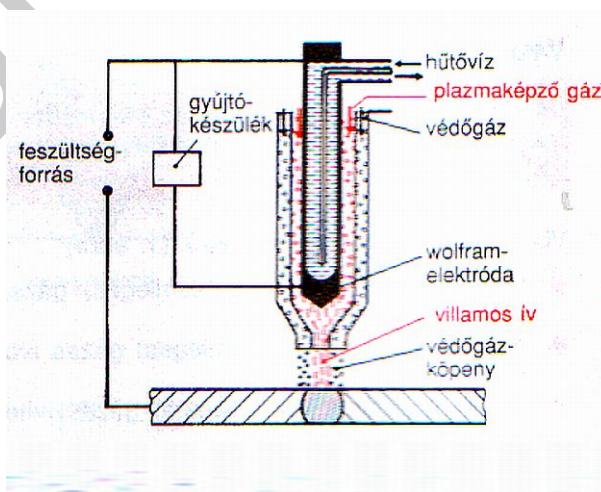
A wolframelektroda szerepét a hozaganyagból készült elektróda veszi át. A hegesztés során leolvadó (fogyó) elektródát egy huzaltároló dobról letekerceselve vezetik a hegesztőpisztolyhoz. A szükséges előtolást mechanikusan, egy huzaltovábbító motor segítségével végzik.



6. ábra: Fogyóelektródás védőgázos ívhegesztés vázlata

- Plazmahegesztés

Az eljárás a WIG eljárás egyik továbbfejlesztése. A plazmahegesztésnél a munkadarab és a wolframelektroda között kialakuló ívet a védőgáz köpenyén belül még egy másik, plazmaképző gázköpeny is körülveszi. A védőgáz feladata ennél az eljárásnál is az ív és a hegfürdő elszigetelése a környezettől.



7. ábra: Plazma ívhegesztés vázlata

A plazmaképző gáz a kisméretű fúvókán kilépve egy elektromosan vezető gázsugárral, plazmát alkot, mely összesűríti az ekként kialakuló, különösen magas hőmérsékletű (15000–30000C°) ívet és koncentráltan a hegesztési helyre irányítja. A fúvókát a megolvadás ellen intenzív vízhűtéssel védik. A stabilan égő, különösen koncentrált plazmaívvvel igen nagy sebességgel lehet hegeszteni és ez által a hegesztési hely is csak csekély mértékben húzódik el. A hegesztési rést nem kell előkészíteni és a hegesztés hozaganyaggal vagy a nélkül is végezhető. A mikro plazmahegesztéssel akár 0,01mm vastagságú lemezek és fóliák is hegeszthetők.

2. Ívhegesztés alkalmazása

Hegeszthetőség

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

Az acélok hegesztése

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 szám ismeretében vagy nomogramból 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:

Kiss szénttartalmú acélok, ezért jól hegeszthetők, mégis szívósak, ridegtörésre nem hajlamosak.

- Melegszilárd acélok:

A melegszilárd acélok Mo vagy Cr, Mo vagy Cr, Mo, V ötvözésűek. 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 (200–350C°), mind az utóhőkezelésre (650–750C°) 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 szénttartalom miatt nem javasolt. A lágymartenzites krómacéloknál az előmelegítés javasolt. Ferrit–ausztenites acélok jól hegeszthetők, de a 20 mm–nél vastagabb lemezeket kb. 150C°-ra elő kell melegíteni. Az ausztenites króm–nikkel acélok hegesztéséhez nincs sem előmelegítésre, sem utókezelésre szükség.

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.

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 szennyeződésekkel mindig el kell távolítani
- A szemcsefinomító adalékok megkönnyítik a hegesztést

Olyan elektródaötvözetet kell választani, amelyik az adott alapanyag és hegesztési eljárás esetében a legkevésbé repedésérzékeny. 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. 200C°-os előmelegítésével.

A nikkell 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 $500\text{--}600\text{C}^\circ$ -ra elő kell melegíteni. Az elektródával a hegesztés irányában lehet lengető mozgást végezni

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

Az alumíniumbronze 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. Ívhegesztési műveletek

1. Előkészítés

A hegesztendő munkadarabokat elő kell készíteni azért, hogy a kötés kialakítása a hegesztés folyamatában biztosítható legyen. A hegesztés műveletének megkezdése előtt a legfontosabb feladat annak eldöntése, meghatározása hogy milyen hegesztést kívánunk-e, ill. kell-e végezni.

Felrakó hegesztéshez általában csak a felrakandó felületet kell fémtisztára előkészíteni. Kötőhegesztéshez az összekötendő lemezszéleket az anyag vastagságától függően úgy kell előkészíteni, hogy biztosítva legyen a tökéletes áthehesztés. Hegesztés előtt az egymáshoz kapcsolódó felületeket össze kell illeszteni. Az illesztések az illeszkedő felületek egymással bezárt szöge szerint lehetnek tompák, sarkosak, hornyosok és peremes.

Az illeszkedő felületek megmunkálásuk előtt:

- Tompa illesztéskor 0° -ot
- Sarkos illesztéskor 90° -ot
- T-hornyos illesztéskor $2 \times 90^\circ$ -ot
- Peremes illesztéskor 180° -ot zárnak be egymással.

2. Az elektróda kiválasztása

Mindig olyan elektródát kell választani, amelynek hegesztési tulajdonságai jók, varrata esztétikus, az elektróda tartása és vezetése könnyű. Az elektróda befogása előtt meg kell győződni a bevonat épségéről, központosságáról.

3. Az áramerősség megválasztása

Az elektróda névleges átmérője nagyjából meghatározza az áramerősséget is. Az áramerősség átlagos értéke:

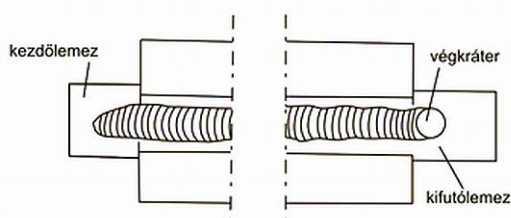
- Ötvözetlen, ill. gyengén ötvözött acélok hegesztésekor az elektróda névleges átmérőjének kb. 40-szerese,
- erősen ötvözött acélok hegesztésekor az elektróda névleges átmérőjének kb. 30-szerese.

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

4. Az ív gyújtása és megszakítása

- Az ív begyújtását legbiztonságosabban úgy lehet elvégezni, hogy az elektróda végét a gyufa gyújtására emlékeztető módon húzzuk végig az alapanyagon.
- Az ív megszakítását az elektróda kissé gyorsított körözésével kezdjük. Ez után az ívet úgy kell megszakítani, hogy a már meg lévő varrat felé gyorsítva visszahúzzuk és felemeljük.

Az ívgyújtásból eredő nyomok ötvözött acélok esetében különösen nemkívánatosak, mert korróziós repedések kiindulási helyei lehetnek. Ilyen esetben az ívgyújtáshoz kezdőlemezt, míg a hegesztés befejezéséhez kifutólemezt kell alkalmazni. Ez a megoldás azért is célszerű, mert az ívgyújtás pillanatában a munkadarab még hideg, így az elektróda ömledék nem tud tökéletesen beolvadni a munkadarabba. Viszont a kezdőlemezen történő begyújtásnál, mire az elektróda a munkadarabra ér, annak hőmérséklete már eléri a megfelelő értéket.

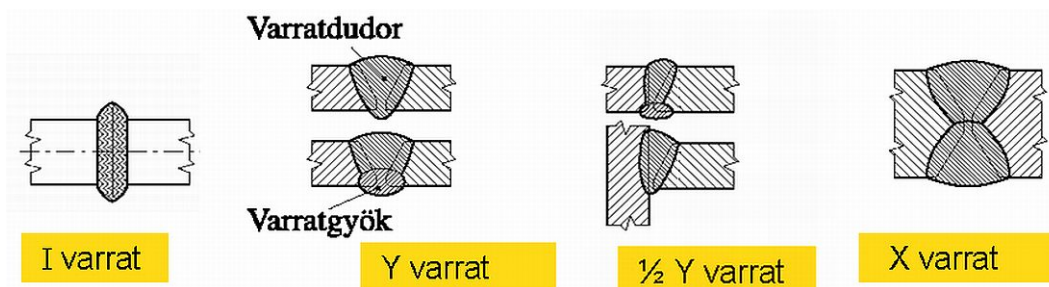


8. ábra: Kezdő- és kifutólemez alkalmazása

5. Az ívhegesztés kötése

- Tompavarratok

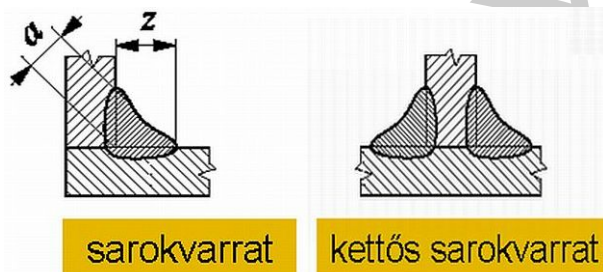
A kötések közül a leggyakoribb a tompavarrat, amelynél megmunkálás előtt az illeszkedő felületek egymással 0 fokot zárnak be. Lehetnek: I, V és Y varratok.



9. ábra: Tompavarrat típusok

- Sarokvarratok

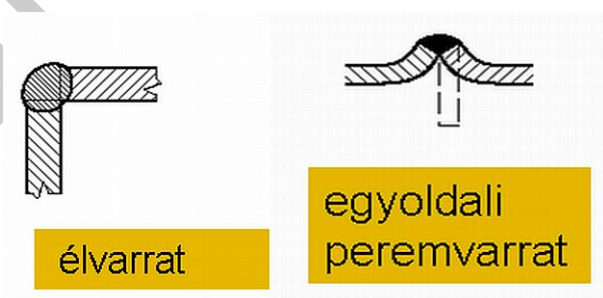
A sarkos illesztés legjellegzetesebb példája, amikor két lemez derékszögben hajlik egymáshoz. Az itt keletkező sarokvarrat lehet külső vagy belső sarokvarrat. A külső domború, a belső azonban lehet domború, egyenes és homorú.



10. ábra: Sarokvarrat típusok

- Élvarratok

Az élvarratokat lemezek találkozásakor alkalmazzák.

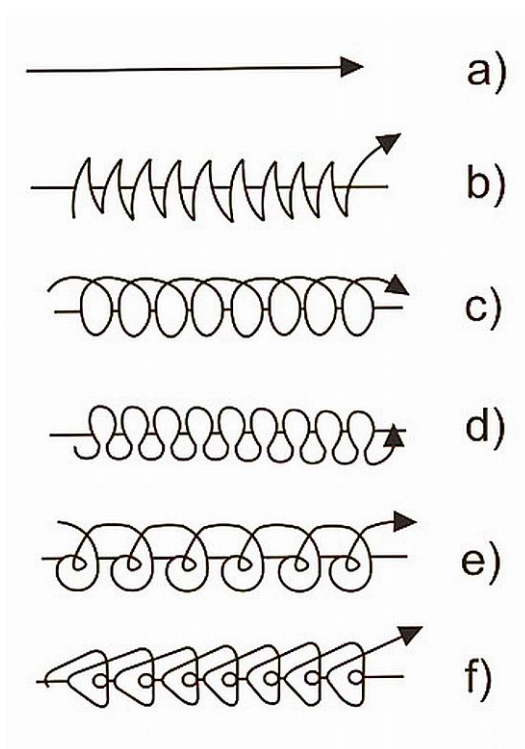


11. ábra: Élvarrat típusok

6. Az elektróda vezetése

Az a) módszer I varratok esetén, illetve V és X varratok első rétegénél használatos.

A b) elektródavezetés szintén a legtöbb helyen alkalmazható. Igen gyakori, pl. a vízszintes lemezelrendezésű tompavarrat, vagy a külső sarokvarrat készítése, illetve fej feletti hegesztés esetén. Ügyelni kell arra, hogy az ívelés közben az elektróda ne lengjen, párhuzamosan mozduljon el. A tompavarrat szélességét az ívelés szélességével, magasságát a haladási sebességgel lehet befolyásolni. A varrat teljes hosszában legyen egyenletes szélességű és mélységű, szép rajzolatú.



12. ábra: Jellegetes elektródavezetési megoldások

A c) módszer többretegű kötőhegesztés első rétegéhez használatos.

Széles varrathoz ajánlott a d) módszer szerinti elektródavezetés.

Függőleges varrathoz, valamint fej feletti hegesztéshez az e) módszer alkalmazható.

Fej feletti hegesztésnél minimális ívhosszúságra kell törekedni. Viszonylag nagy áramsűrűséggel, finom cseppátvitelt adó hegesztőpálcát célszerű alkalmazni.

Az f) elektródavezetési módszer függőleges, alulról felfelé vezetett varrathoz alkalmazható eredményesen.

7. Hegesztési helyzetek

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.

- Átlapolt 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

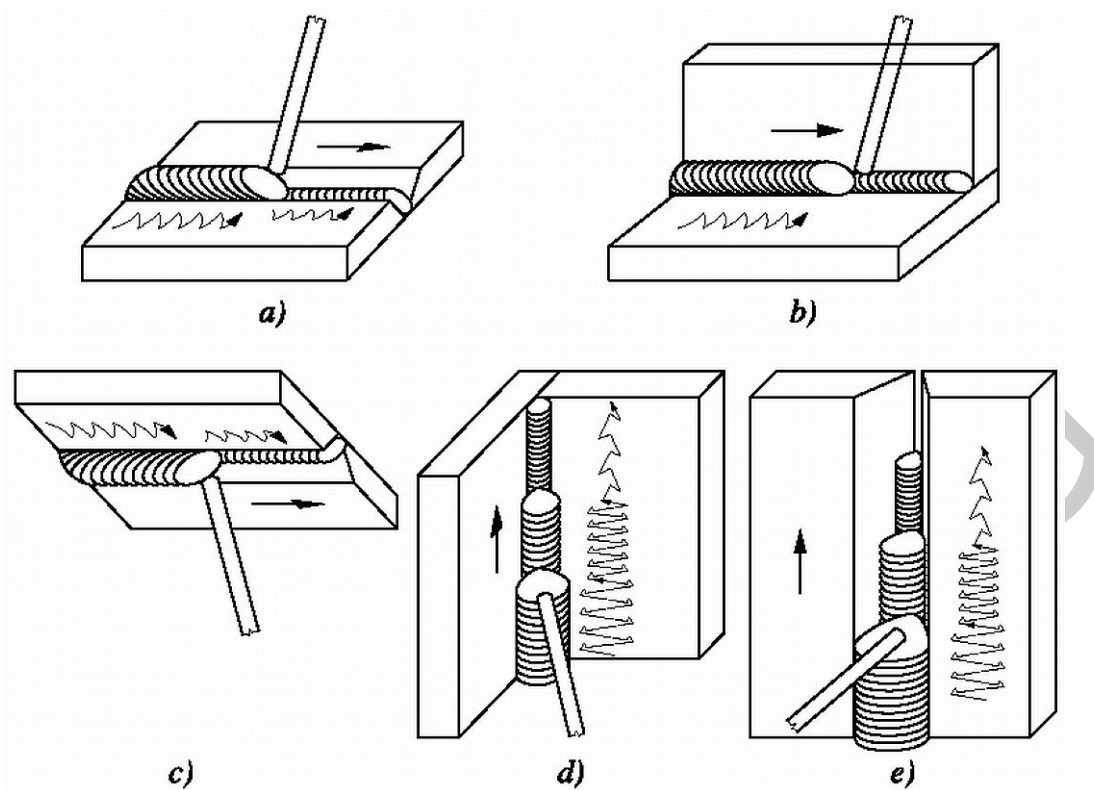
Az elektróda típusa V varrathoz ER, az első réteghez közepesen vastag, a többihez vastag bevonatú, sarokvarrathoz ER vagy EB, vastag bevonatú.

- 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 közepvastag 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.



13. ábra: Néhány jellegzetes varratképzés

Fej feletti hegesztési helyzet

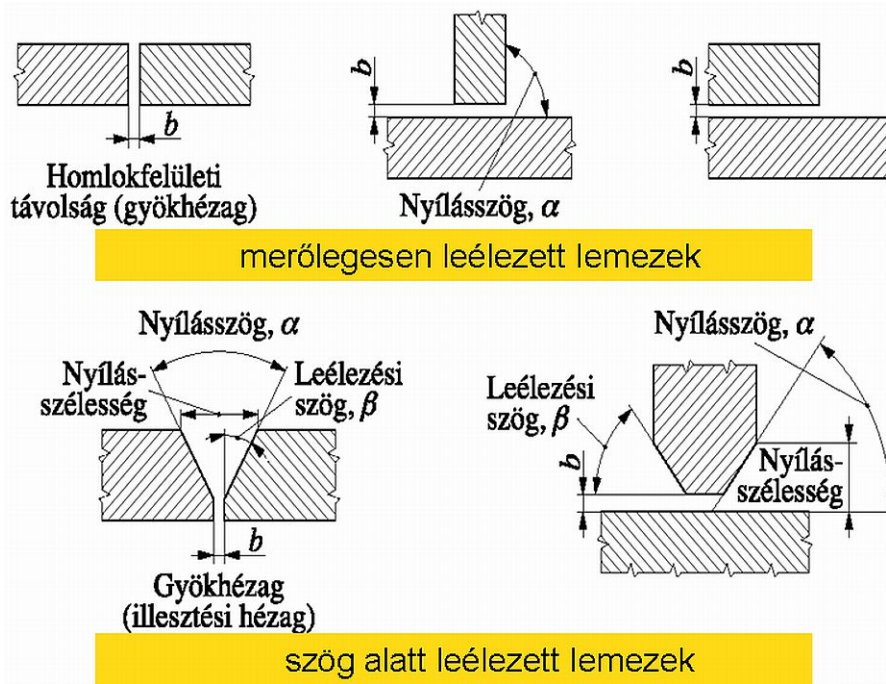
Az elektróda típusa ER, vagy vastag bevonatú EB, de V varrat első rétegéhez közepesen vastag bevonatú ER.

- **V varrat**

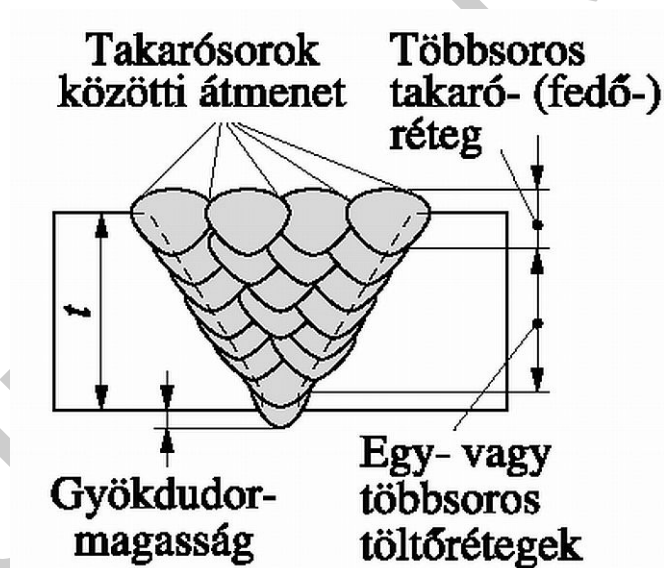
Az első réteget 2,5–3,25 mm-es, a továbbiakat 4 mm-es névleges átmérőjű elektródával kell hegeszteni

- **Sarokvarrat**

Az elektróda vezetése ívelés nélküli. A hegesztés minden rétegében 3,25 mm-es névleges átmérőjű elektródával történik.



14. ábra: Néhány leélezési minta és gyökhézag kialakítás



15. ábra: Többsoros varrat kialakítása

3. Hegesztett kötések vizsgálata

1. Roncsolásos vizsgálatok

Szakítóvizsgálat

- Célja a kötés vagy varratanyag szakítószilárdságának meghatározása.
- Varratvizsgálatnál a varrat helyén gyengítjük a keresztmetszetet.

Hajlítóvizsgálat

- A varrat és az alapanyag átmeneti övezetének hajlíthatóságát mutatja meg.
- Lehet keresztirányú vagy hosszirányú.

Ütővizsgálat

- A varrat szívóssága állapítható meg.

2. Roncsolásmentes vizsgálatok

Festékdiffúziós eljárás

- A felületre kifutó repedések megkeresése
-

Ultrahangvizsgálat

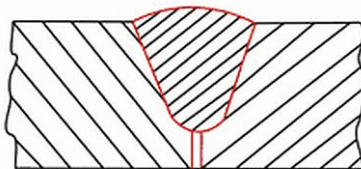
- A hegesztési varratban található repedések megkeresése

Röntgenvizsgálat

- A hegesztési varratban található repedések megkeresése

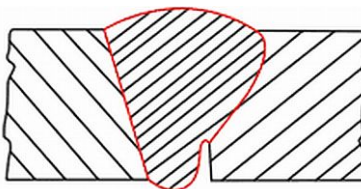
3. Hibák a hegesztési kötésekben

Gyökhibák a hegesztési kötésekben



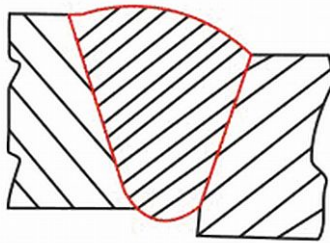
16. ábra: Elégtelen átolvadás

Kiküszöbölhető az illesztési hézag növelésével, vagy az áramerősség növelésével.



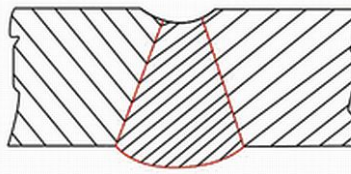
17. ábra: Összeolvadási hiba

Összeolvadási hiba: akkor keletkezik, ha az egyik munkadarabra több hő jut, mint a másikra. Ennek oka lehet a nem megfelelő elektródatartás, valamint rossz elektródaívelés.



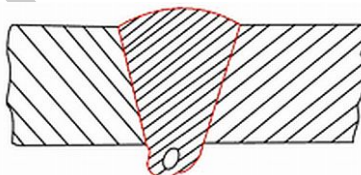
18. ábra: A lemezélek nem megfelelő illesztése

A lemezélek nem megfelelő illesztése: A mélyebben fekvő részekre kevesebb hő jutott. Ennek elkerülésére a lemezélek szintkülönbsége nem haladhatja meg az 1 mm-t.



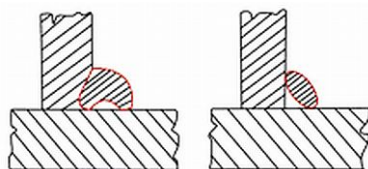
19. ábra: Homorú gyök

A homorú gyök: a fej feletti hegesztés tipikus hibája. Oka általában a munkadarabok közötti túl nagy résméret, vagy az túl nagy áramerősség.



20. ábra: Gyökátroskadás

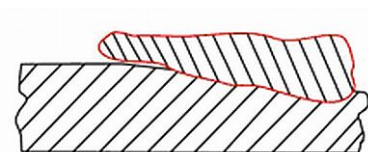
Gyökátroskadás: oka elsősorban a túl nagy illesztési hézag, valamint a túl nagy áramerősség. Ez utóbbi esetben legtöbbször még gázzárvány is található a varrat gyök részében. Az esztétikai szempontokon túl technikai hibát is okozhat (pl. csővezetékben, ahol az áramlást gátolja).



21. ábra: Sarokvarrat gyökhiba

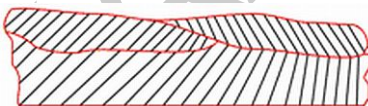
A sarokvarratok gyökhibáit a helytelen élezés, a rossz elektród tartás (a hegesztési hő csak az egyik lemezre irányul), vagy a nem megfelelően megválasztott áramerősség okozza.

A varratkezdés és befejezés hibái



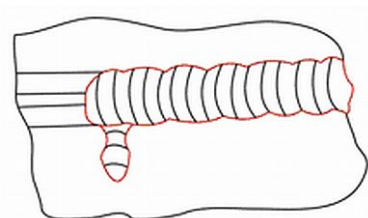
22. ábra: Összeolvadási hiba

Az alapanyag és a varrat összeolvadásának hibája, amely abból adódik, hogy a varratkezdés pillanatában a munkadarab még nem melegedett át, ezért a meleg elektróda és a hideg alapanyag nem olvad össze. Hideg kötés keletkezik.



23. ábra: Varratcsatlakozási hiba

Varratcsatlakozási hiba: gyakran előfordul, hogy a varratot meg kell szakítani (pl. elektródacsere miatt). Jellemző hiba ilyen esetben, hogy a végkrátert a csatlakozó varrat nem hegeszti át.

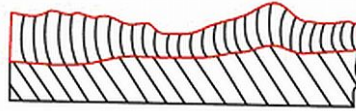


24. ábra: Kezdőkráter

Kezdőkráter: Amennyiben az ív begyűjtása a varrat mellett történik, a kezdőkrátert nagyobb igénybevételű szerkezetek esetében a munkadarabból ki kell köszörülni. E hiba egyszerűen elkerülhető kezdőlemez alkalmazásával.

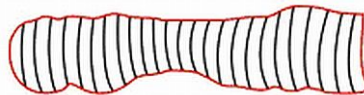
Külső hibák

A varrat külső alakjával szembeni követelmény az egyenletes szélesség és magasság, az egyenes vonalvezetés és az egyenletes felszíni varratmintázat. A külső hibák gyakran nem csak esztétikai hiányosságot jelentenek, kedvezőtlen kötési minőségi, varratszilárdsági vonzatuk is van.



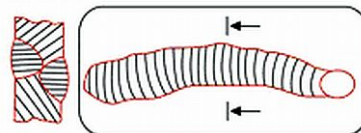
25. ábra: A varrat egyenetlen magassága, illetve keresztmetszeti mérete

Oka az elektróda szabálytalan, egyenetlen (nem egyenletes sebességű) vezetése.



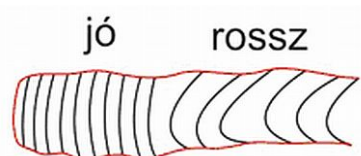
26. ábra: Változó szélességű varrat

Oka az elektróda egyenetlen vezetése. Ahol a varrat széles, ott a hegesztőpálca haladási sebessége kisebb volt a többi szakaszra jellemző sebességnél, illetve a hegesztő az elektródát megállította.

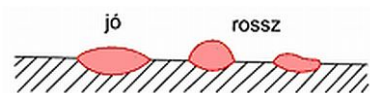


27. ábra: Görbe varrat

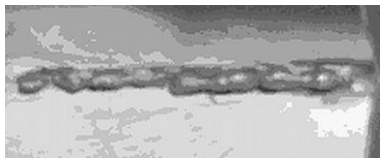
Amennyiben a munkadarabok illesztési éle egyenes, akkor a hiba oka az elektróda figyelmen kívül hagyása. Abban az esetben, ha mindkét oldalról kell hegeszteni, akkor a varratok már az egyik oldali görbe vezetésnél sem kerülnek egymás fölé. Ez tehát belső varrathibát is eredményez. Gyakori hiba I varrat készítésénél.



28. ábra: Az elektróda oldalirányú ívelésének hibája

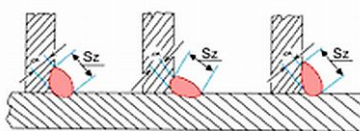


29. ábra: Vízszintes hegesztés varratának keresztmetszeti hibája



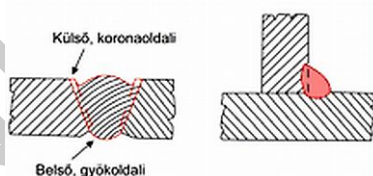
30. ábra: Varrat megfolyás

Függőleges irányú, illetve függőleges falon vízszintes hegesztés jellegzetes hibája. Függőleges irányú, illetve függőleges falon vízszintes hegesztés jellegzetes hibája.



31. ábra: Sarokvarrat elhelyezésének hibája

A varrat eltolódik. Ez szintén nem csak esztétikai hiba, hanem kötőszilárdsági káros következményei is vannak. Oka az elektróda helytelen vezetése.



32. ábra: Szegélybeégési hiba

A varrat szélein éles bemetszésű árkok keletkeznek, amelyet az áram túlzott fűvóhatása okoz azzal, hogy a széleken kifújja az ömledéket. Nemcsak tompavarratoknál (h) figyelhető meg, sarokvarratnál (i) is előfordul. A varratot felülről nézve a varrat mentén kétoldalt futó árokként jelentkezik (j). Elkerülhető, ha a varrat szélein az elektródát kissé „ott tartjuk”. A fűvóhatáson túl az elektródamozgatás ívelési hibája is okozhatja, akkor, ha a pálcát lengetve, és nem önmagával párhuzamosan íveljük.



33. ábra: Fröcskölési hiba

A nagy erővel a felületbe ütköző olvadt fémcseppek okozzák. A túlzottan fröccsenő ömledék oka a túláram, a magas ívtartás, a helytelen polaritás és az ív mágneses fúvóhatása.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Értelmezze eddigi tanulmányai alapján az ívhegesztés műveleteit, bővítse ismereteit a tankönyvei, internet segítségével! Válaszait rögzítse a füzetébe!
2. Olvassa el a szakmai információtartalom fejezetet!
3. Készítsen vázlatot a füzetébe a tanműhelyben, üzemlátogatáson látott hegesztőgépekről és eszközeiről, az információtartalom fejezet rendszerezéseit figyelembe véve!
4. Szakmai ismereteinek ellenőrzése céljából oldja meg az „Önellenző feladatok” fejezetben található elméleti feladatsort! Hasonlítsa össze az Ön válaszait és a „Megoldások” fejezetben megadott megoldásokat. Ha eltérést tapasztal, ismételten olvassa el a „Szakmai információ tartalom anyagrészt”.
5. Gyakorolja az ívhegesztés műveleteit, varratkészítést! Munkáját rendszeresen értékeltesse oktatójával!
6. Hegesztési varratok vizsgálatával állapítsa meg azok hegesztési hibáit!

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Ismertesse az elektróda bevonat feladatait!

2. feladat

Ismertesse a bázikus, cellulóz és rutilos bevonatú elektródák tulajdonságait!

3. feladat

Ismertesse a savas, oxidáló és ívstabilizáló bevonatú elektródák tulajdonságait!

4. feladat

Ismertesse a hegesztési védőgázokat!

5. feladat

Vázolja fel a fogyóelektródás védőgázas ívhegesztést, nevezze meg részeit!



6. feladat

Vázolja fel a plazma ívhegesztést, nevezze meg részeit!



7. feladat

Ismertesse a vízszintes hegesztési helyzet varratait!

8. feladat

Ismertesse a függőleges hegesztési helyzet varratait!

9. feladat

Ismertesse a varrat megfolyás, görbe varrat, változó szélességű varrat és avarrat egyenetlen magassága, illetve keresztmetszeti mérete varrat hibák okait!

10. feladat

Ismertesse a sarokvarrat elhelyezésének hiba, szegélybeégési hiba és fröcskölési hiba okait!



A large rectangular area with a yellow border, containing 15 horizontal lines for writing. The lines are evenly spaced and extend across the width of the box.

MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. feladat

- Ívstabilizálás: eredményeként nyugodt (nem táncoló, nem fröcskölő) ívet lehet tartani. A bevonatok az ív hőmérsékletén könnyen ionizálódó anyagok.
- Védőgázképzés: a bevonatból képződő védőgázok megvédik a hegfürdőt a levegő káros hatásaitól és elősegítik az anyagátvitelt.
- Salakképzés: a hegfürdőben lévő folyékony oxidokat, szennyeződések a fürdő felszínén úszó és megdermedő salak köti meg. A salakot a kihűlés után mechanikus úton (kalapálás, köszörülés) távolítjuk el.
- Varratötvözés: az acél hegesztőelektródák maghuzalja általában kis széntartalmú, csillapított acél. Csupán a bevonattól függ, hogy az elektródát ötvözetlen, vagy ötvözött acélok hegesztésére használjuk-e. Az acél elektródák anyaga gyakran vasport tartalmaz, ami beépül a varratba.

2. feladat

- Ívstabilizáló elektróda (I): főleg vasércből és szilikátokból áll. Nagy cseppekben olvad le. Szilárdsági előírások nélküli hegesztéshez használjuk.
- Oxidáló elektróda (O): a bevonata főleg vasoxid, mangánoxidokkal keverve, vagy a nélkül. Igen apró cseppekben olvad le. Nagyon tökéletes illesztést kíván. Csak kis igénybevételű szerkezetekhez, vízszintes hegesztési helyzetben alkalmazható. Esztétikus varrat kialakításának követelménye esetén különösen ajánlott.
- Savas elektróda (S): A hegesztési salak savas összetételű. Túl hosszú ívet tartva erősen fröcsköl. Nagyon érzékeny az alapanyag összetételére, szennyeződéseire. Jó illesztést kíván, a függőleges felülről lefelé irányuló hegesztés kivételével jól alkalmazható. Nagy szilárdságú szerkezetek, hajó, vasúti jármű, tartályok hegesztésére alkalmas.

3. feladat

- Rutilos elektróda (R): A egyik leggyakrabban használt elektróda típus. Bevonatának alapja titánoxid. A salakja gyorsan dermedő, könnyen eltávolítható. Az alapanyag összetételére nem különösebben érzékeny. Minden helyzetű hegesztéshez megfelelő. Egyenáram negatív pólusáról és váltakozó árammal hegeszthetünk vele.
- Cellulóz típusú elektróda (C): A bevonatban szerves anyag is van, ami védőgázt képez (CO, CO₂, H₂). Közepes cseppnagyság, nagy fröcskölési veszteség jellemzi. Minden hegesztési helyzetben jól alkalmazható. Egyenárammal, egyenes polaritással hegeszthetők.

- Bázikus elektróda (B): A bevonatot kalciumkarbonát, dezoxidáló, és ötvöző anyagok alkotják. Használatakor rövid ívet kell tartani, kerülni kell a gyors elektródavezetést. Bázikus salakja gyorsan dermed és könnyen eltávolítható. Minden helyzetű hegesztéshez megfelelő. Nagy szilárdságú kötésekhez alkalmazzák. Egyenárammal, egyenes polaritással hegeszthetők.

4. feladat

Argon

Az argon a levegőnél nehezebb, színtelen, szagtalan nemesgáz. Legfontosabb kémiai tulajdonsága csekély reakcióképessége (inert). Ez a tulajdonság teszi az argont ideális védőgázzá pl. a fémkohászatban és az ívhegesztésben szokásos hőmérsékleti értékek esetében.

- Palackok jelölése:

Beütés: ARGON, szín: szürke palást, sötétzöld gallér.

Szén-dioxid

A szén-dioxid (CO₂) színtelen, szagtalan (esetleg enyhén savanykás szagú), savanykás ízű, a levegőnél nehezebb, nem éghető gáz. A szén-dioxidot különleges tulajdonságainak köszönhetően, mint például csekély reakciókészsége (passzivitása)

- Palackok jelölése:

Beütés: SZÉNDIOXID, szín: palackváll szürke (RAL 7037)

Hélium

A hélium egyatomos, színtelen, szagtalan nemesgáz, kémiai reakcióba más anyagokkal nem lép, nem éghető.

- Palackok jelölése

Beütés: HÉLIUM, szín: szürke, barna gallérral.

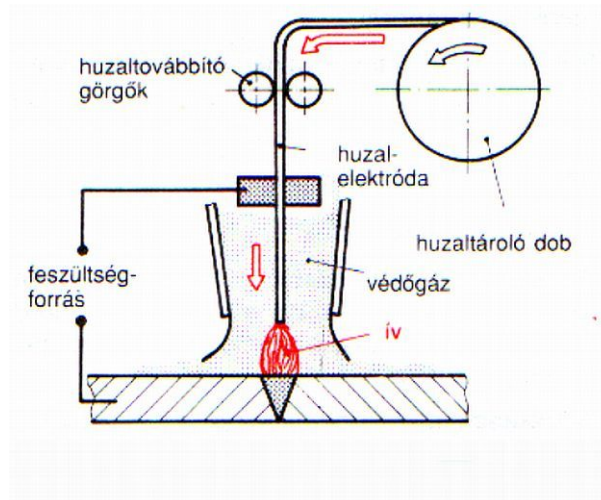
Hidrogén

A hidrogén a legkönnyebb gáz (0,08 kg/m³), színtelen, szagtalan, éghető, igen reakcióképes, erősen redukáló hatású (hőkezeléskor megakadályozza az oxidok keletkezését).

- Palackok jelölése:

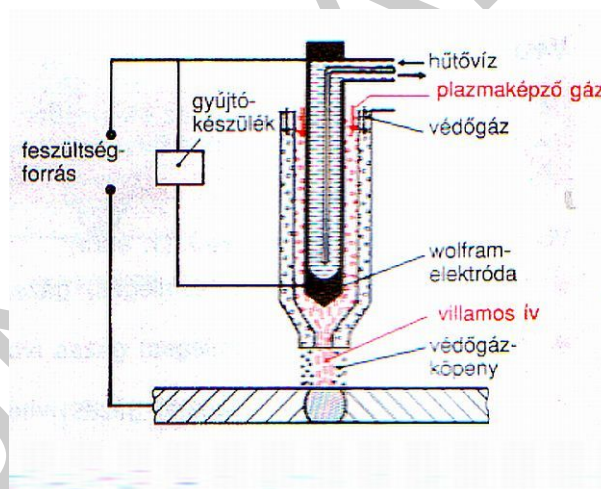
Beütés: HIDROGÉN, szín: Vörös

5. feladat



34. ábra: Fogyóelektrodás védőgázás ívhegesztés

6. feladat



35. ábra: Plazma ívhegesztés

7. feladat

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 hővezetése. Az alkalmazott elektróda névleges átmérője az első rétegnél 4 mm, a továbbiakban 4–5 mm.

- **Átlapolt varrat és külső sarokvarrat**

A rétegeket ívelés nélkül. Az alkalmazott elektróda névleges átmérője az első rétegnél 3,25 mm, a továbbiakban 4–5 mm.

8. feladat

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 további 4 mm-es névleges átmérőjű elektródával végezhető, felülről lefelé közepesen vastag 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.

9. feladat

A varrat egyenetlen magassága, illetve keresztmetszeti mérete:

Oka az elektróda szabálytalan, egyenetlen (nem egyenletes sebességű) vezetése.

Változó szélességű varrat:

Oka az elektróda egyenetlen vezetése. Ahol a varrat széles, ott a hegesztőpálca haladási sebessége kisebb volt a többi szakaszra jellemző sebességnél, illetve a hegesztő az elektródát megállította.

Görbe varrat:

Amennyiben a munkadarabok illesztési éle egyenes, akkor a hiba oka az elektróda figyelmetlen vezetése. Abban az esetben, ha mindkét oldalról kell hegeszteni, akkor a varratok már az egyik oldali görbe vezetéskor sem kerülnek egymás fölé. Ez tehát belső varrathibát is eredményez. Gyakori hiba I varrat készítésénél.

Varrat megfolyás:

Függőleges irányú, illetve függőleges falon vízszintes hegesztés jellegzetes hibája. Függőleges irányú, illetve függőleges falon vízszintes hegesztés jellegzetes hibája.

10. feladat

Sarokvarrat elhelyezésének hibája: a varrat eltolódik. Ez szintén nem csak esztétikai hiba, hanem kötőszilárdsági káros következményei is vannak. Oka az elektróda helytelen vezetése.

Szegélybeégési hiba: varrat szélein éles bemetszésű árkok keletkeznek, amelyet az áram túlzott fűvőhatása okoz azzal, hogy a széleken kifűjja az ömledéket. Nemcsak tompavarratoknál (h) figyelhető meg, sarokvarratnál (i) is előfordul. A varratot felülről nézve a varrat mentén kétoldalt futó árokként jelentkezik (j). Elkerülhető, ha a varrat szélein az elektródát kissé „ott tartjuk”. A fűvőhatáson túl az elektródamozgatás ívelési hibája is okozhatja, akkor, ha a pálcát lengetve, és nem önmagával párhuzamosan íveljük.

Fröcskölési hiba: nagy erővel a felületbe ütköző olvadt fémcseppek okozzák. A túlzottan fröccsenő ömledék oka a túláram, a magas ívtartás, a helytelen polaritás és az ív mágneses fűvőhatása.

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

<http://www.uni-miskolc.hu/~wwwfemsz/forgacs.htm> 2010. szeptember 20.

Dr. Szabó László: Forgácsolás, hegesztés Miskolc, 2000

<http://www.ezermester.hu/articles/article.php?getarticle=3295> 2010. szeptember 23.

<http://sdt.sulinet.hu/interaktiv/hegesztes/tananyag/page100904.html> 2010. szeptember 23.

AJÁNLOTT IRODALOM

Dr. Gáti József – Dr. Kovács Mihály: Ívhegesztés Műszaki Kiadó Budapest 2010.

<http://sdt.sulinet.hu/interaktiv/hegesztes/tananyag/page100904.html> 2010. szeptember 23.

A(z) 2277-06 modul 011-es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
31 521 01 0010 31 01	Erdészeti gépszerelő, gépjavító
31 521 01 0010 31 02	Kertészeti gépszerelő, gépjavító
31 521 01 0010 31 03	Mezőgazdasági gépszerelő, gépjavító

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
28 óra

MUNKANYAG

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