



Várnagy Csaba

Varratképzés bevonelektrodás kézi ívhegesztéssel

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Hegesztő feladatok

A követelménymodul száma: 0240-06 A tartomelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-014-30

VARRATKÉPZÉS BEVONT ELEKTRÓDÁS KÉZI ÍVHEGESZTÉSSEL

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

A munkahelyünk a dolgozók munkába szállításához autóbust használ. A téli útviszonyok miatt sérülés érte a buszt. Az előzetes felmérés szerint meg kell bontani az oldallemezelést és a váz szerkezetet javítani kell. Az autóbusz karosszéria váza zártszelvényből és acél csőből készült. Ez a váz tartja a különböző rögzítő elemeket. A sérült darabokat ki kell vágni és cserélni. A javítást zömében bevont elektródás kézi ívhegesztéssel kell elvégezni. A továbbiakban elsajátítjuk a munkához szükséges bevont elektródás kézi ívhegesztés alapjait.



001. ábra Korszerű hegesztő labor

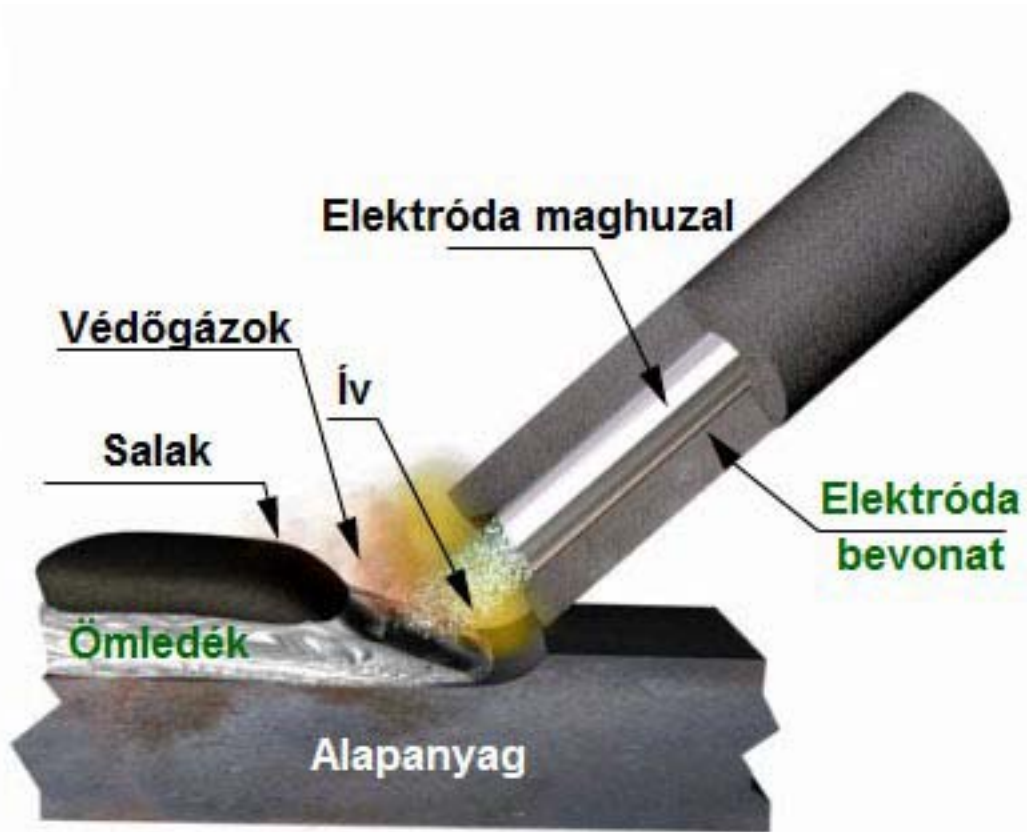
Hegesztéssel két, rendszerint fémes anyag között, azok részleges megolvasztásával olyan nem oldható kötést hozunk létre, amelynek tulajdonságai viszonylag jól megközelítik az összekötni kívánt fémes anyagokét. Az ívhegesztés során a kötésben részt vevő anyagok részleges megolvasztása villamos ív segítségével történik. A hegesztés kohéziós kapcsolatot létesít az összekötendő részek között. A kapcsolatra jellemző, hogy a kötés folytonos és technológiailag fejlett technika szükséges a létrehozásához.

A BEVONT ELEKTRÓDÁS KÉZI ÍVHEGESZTÉS.

Hegesztéskor a hőt elektromos energiával hozzuk létre a varrat védelme folyékony salak bevonattal történik. A salak a munkavégzésekor az elektródáról leolvadva automatikusan fedi be a varratot.



002. ábra. Kézi ívhegesztés

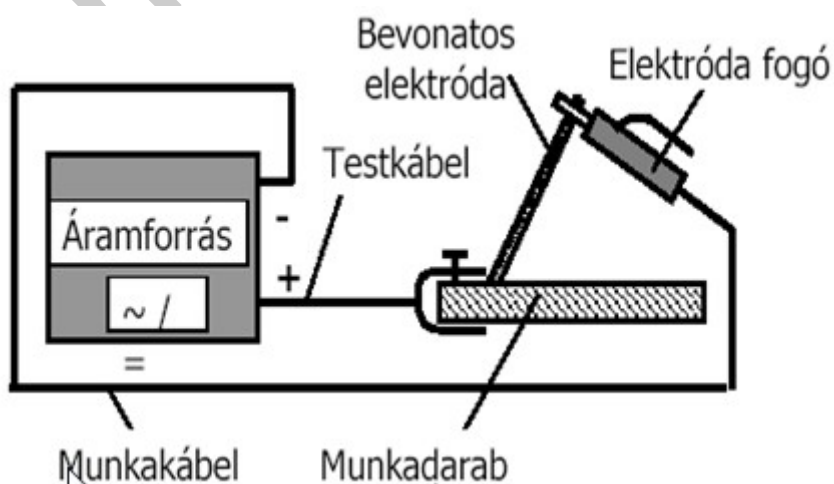


003. ábra. Kézi ívhegesztés folyamata.



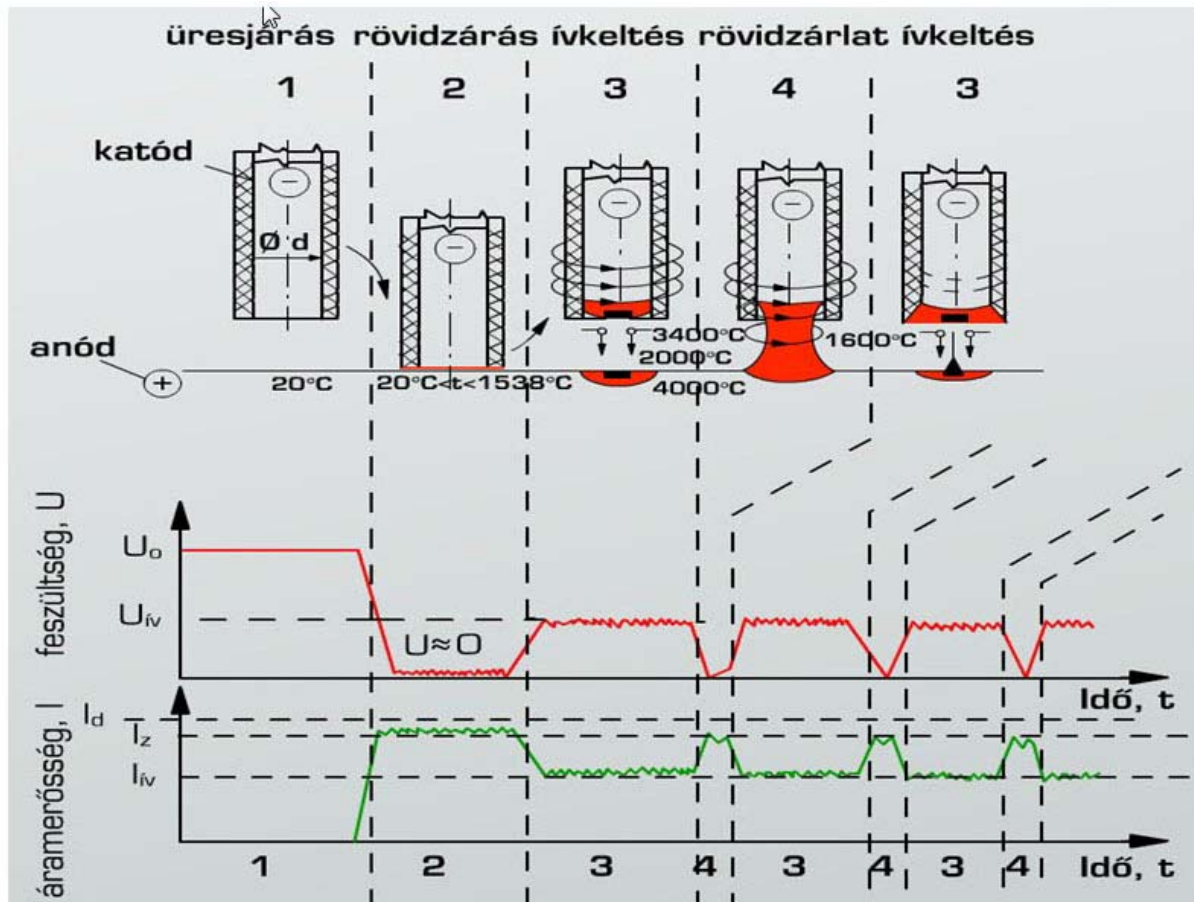
004. ábra. Az oktatást elősegítő fénnyvédő

A villamos ív tulajdonképpen két elektróda között kialakuló, részben ionizált gázokból álló vezetési csatorna, amelynek hőmérséklete 2000–20000 °C közötti, és amelyben az áramsűrűség 10–100000 A/cm² között változik. Az ívet megfelelő nagyságú, de életveszélyt lehetőleg nem okozó feszültséggel hozzák létre, amely rendszerint kevesebb, mint 100 V. A hegesztőív azonban változó alakú áramvezető csatorna: mérete és vezetőképessége – többek között – függ az áramerősségtől. Főbb jellemzőinek változását, valamint a hegesztés során benne lejátszódó folyamatokat az áramforrásnak, a hegesztő berendezésnek meg lehetős rugalmassággal kell követnie az ív fenntartása érdekében. A hegesztő-áramforrásoknak ugyanakkor biztosítani kell a megszakadt ív könnyű újragyújthatóságát is. A hosszantartó elektromos kisülés (hegesztő ív) megömlieszti az alapanyagot és a bevont elektródát és ez az ömledék megdermedve hozza létre a varratot. MMA-hegesztés az angol rövidítés Manual Metal Arc – alatt a bevont elektródás ívhegesztést értjük. Ez az egyik leginkább ismert és elterjedt hegesztési eljárás, mivel gyakorlatilag minden hegesztési helyzetben alkalmazható. Az elektródán levő bevonat feladata az ív stabilitásának biztosítása és az ömledék védelme az oxidációtól. A hegesztő felszerelés főbb részei: áramforrás, hegesztőkábel, elektródafogó, testkábel, továbbá a bevont elektróda. Az eljárás fontosabb jellemzői: az üzembe helyezése egyszerű, kicsi a beruházási költsége, a bevont elektródák nagy választékban állnak rendelkezésre és könnyen beszerezhetők, nehezen hozzáférhető helyek hegesztésére is alkalmas, ötvözetlen, erősen ötvözött acélok, nem vas alapú fémek, és öntöttvas hegesztésére egyazon áramforrással alkalmas, továbbá más hegesztő eljárásokhoz képest kevésbé érzékeny a munkadarabok tisztaságára és illesztésük pontosságára. A bevont elektródás ívhegesztéshez rendszerint egyenáramú áramforrást alkalmaznak, amely általában egy hegesztőtranszformátor, tirisztoros vezérléssel, egyenáramú dinamó mely szabályozása kis áramerősségeknél is kitűnő, korszerű frekvencia átalakító hegesztő berendezések (inverteres). A mai korszerű hegesztő berendezések mikroprocesszoros vezérléssel rendelkeznek, ami biztosítja a nyugodt ívtartást és a biztos gyújtást.



005. ábra. A hegesztő berendezés fő részei

Kézi ív hegesztésekor a következő lépéseket tudjuk megkülönböztetni:



006. ábra. A kézi ívhegesztés fázisai

Látjuk, hogy az áramforrás feszültsége, áramerőssége hogyan változik a hegesztési művelet lépései alatt. A lépések magyarázata egyenáramú hegesztésre vonatkozik. Váltakozóáram esetén számításba kell venni a frekvenciát.

1. Első lépés munkavégzés nincs.

- Az elektróda távolsága nagy a munkadarabtól
- Hőmérséklet egyenlő a környezeti hőmérséklettel
- Az áramforrás feszültsége megegyezik a gyújtó feszültséggel (40–90 V.)
- Áramerősség egyenlő nullával

2. Az elektródával megérintjük a munkadarabot, ez az ívkeltés kezdete

- Az elektróda és a munkadarab között a távolság gyakorlatilag nulla
- A hőmérséklet az elektróda és a munkadarab érintkező felületein igen rövid idő alatt $\sim 1538^\circ\text{C}$ -ra emelkedik (olvadáspont)
- Az áramforrás feszültsége a rövidzárlás miatt $U=0$ lesz

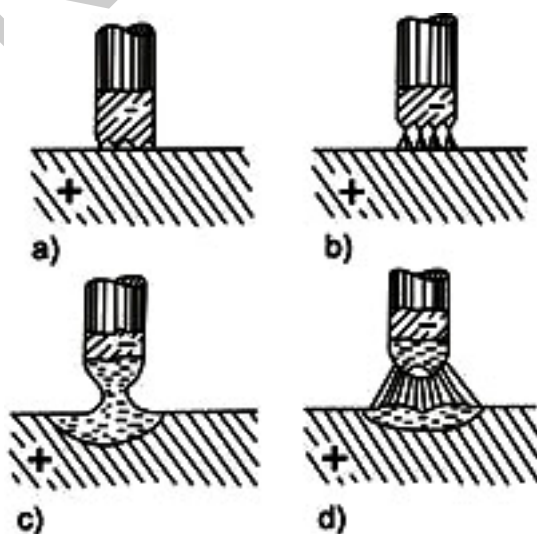
- Az áramerősség az áramforrás műszaki paraméterei által behatárolt maximumra emelkedik I_z

3. Ívkeltés.

- Az elektróda az ív fenntartásához szükséges távolságra van az alapanyagtól
- A hőmérséklet a mérés helyétől függően 2000–4000 °C-ig terjed és kialakul egy olyan indukciós mező, ami elősegíti az ömledék leválását
- Az áramforrás feszültsége beáll az ívhúzáshoz szükséges nagyságra
- Az áramerősség nagyságát a beállított paraméterek és az ív fenntartása határozza meg

4. Az elektróda csepp leválása

- A csepp leválása pillanatnyi rövidzárral jár, csökken a hőmérséklet mintegy ~1600 °C-ra a teljes leválás után beáll az ív keltés állapota a jellemzőkkel, majd az egész ismétlődik.
- A villamos ívben a következő folyamatok játszódnak le:
- Az ív begyújtásához meg kell szakítani az áramkört. Az elektróda és a munkadarab közötti levegő a villamos áram hőhatása következtében ionizálódik oly módon, hogy a semleges atomok negatív töltésű elektronokra és pozitív töltésű ionokra bomlanak, a negatív sarkra kapcsolt felizzott elektródáról pedig elektronok lépnek ki.
- A pozitív sarkról az ionok a negatív sark felé, a negatív töltésű elektronok a pozitív sark felé áramlanak nagy sebességgel. Felütődéskor az elektronok nagy mozgási energiájukkal felizzítják a munkadarab felületét, míg az ionok az elektróda végét tartják izzásban. A hegesztőív hőmérséklete kb. 4000 °C. Ez az érték azonban az egyes pólusokon változó.
- A pozitív ionok becsapódási helyét katódfoltnak nevezzük.
- Az ívgyújtás és ívtartás folyamatát az alábbi ábra szemlélteti:



007. ábra. Fém csepp leválása

- a) rövidzárlat
- b) ívkeltés
- c) folyékony fémhíd kialakulása
- d) ívújragyújtás

A kézi ívhegesztéshez egyenáramú, és váltóáramú áramforrás is használatos. Egyenáram esetén, a pozitív póluson nagyobb a felmelegedés, mint a negatív póluson, mert az elektronok mozgási energiája nagyobb, mint az ionoké. Ezért kell a méretében és tömegében nagyobb méretű munkadarabot a pozitív-, míg a kisebb méretű elektródát a negatív pólusra kapcsolni. A hegesztőív gyújtásához és fenntartásához aránylag kis feszültség, de nagy áramerősség szükséges. Az ív begyújtásakor ügyelni kell arra, hogy a pálcát ne ragadjon. Ez akkor következik be, ha a pálcát az áramkör rövidre zárásához túl sokáig érintkezik a munkadarabbal. Az odaragadt pálcát csavarással lehet leszakítani a munkadarabról.

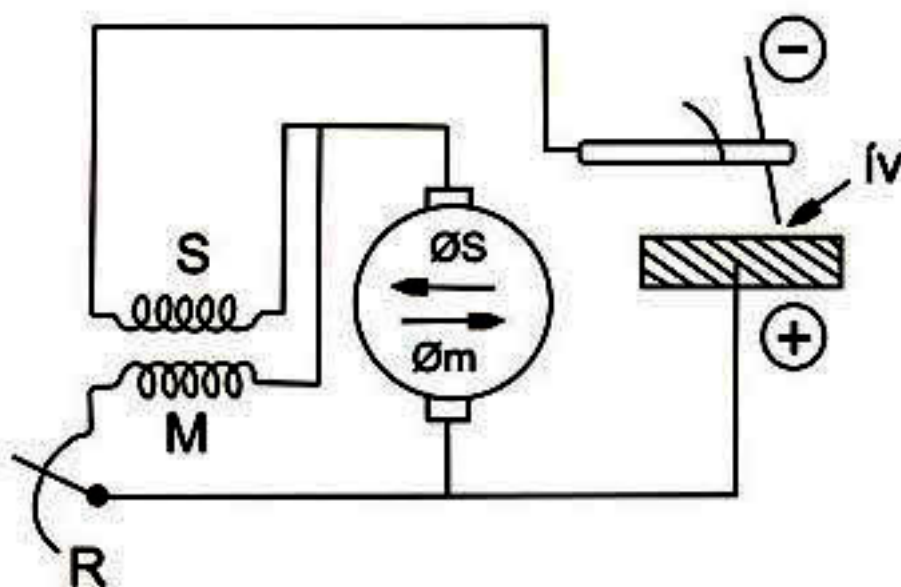


008. ábra. Munkadarabhoz ragadt hegesztő pálcát

A BEVONT ELEKTRODÁS KÉZI ÍVHEGESZTÉS ESZKÖZEI.

Dinamó

Az öngerjesztő egyenáramú generátort dinamónak nevezik. A hegesztődinamó a legtöbbször két fő részből áll: az egyenáramú dinamóból, és a dinamó forgó részét, az armatúrát hajtó villanymotorból. A két villamos gép közös házban dolgozik, közös a tengelyük. Készítenek olyan hegesztődinamót is, amelyet belsőégésű motor hajt, így a segítségével, elektromos hálózattal ki nem épített helyeken is lehet hegeszteni. Kézi ívhegesztésre nem alkalmas önmagában sem a főáramkörű, sem a mellékáramkörű dinamó. Ezeknek ugyanis vízszintes a karakterisztikájuk. A hegesztéshez szükséges karakterisztikát az ún. compaund tekercselésű gépekkel jól meg lehet közelíteni. Ezek pólusain egy főáramkörű és egy mellékáramkörű tekercs található.



009. ábra. Dinamó felépítésének elvi vázlata

Az **S** jelű tekercset a forgórészsel sorba kapcsolták, míg az **M** jelűt párhuzamosan. Üres járáskor a remanens mágnesség hatására áram indukálódik a forgótekercsben, és az **M** jelű tekercsen átfolyva annak mágneses terét tovább erősíti, vagyis öngerjesztés jön létre. A gép mint mellékáramkörű dinamó felgerjed, és az üres járási feszültséget szolgáltatja. Terhelés alatt az **S** jelű tekercsben a hegesztőáram folyik, és miután ennek mágneses mezője (F_s) ellentétes az **M** tekercs mágneses mezőjével (F_m), annál jobban gyengíti a gerjesztett mágneses teret (F_m), minél nagyobb a terhelőáram. Ezzel létrejön a hegesztéshez optimális meredek karakterisztika.

A hegesztődinamó előnyei:

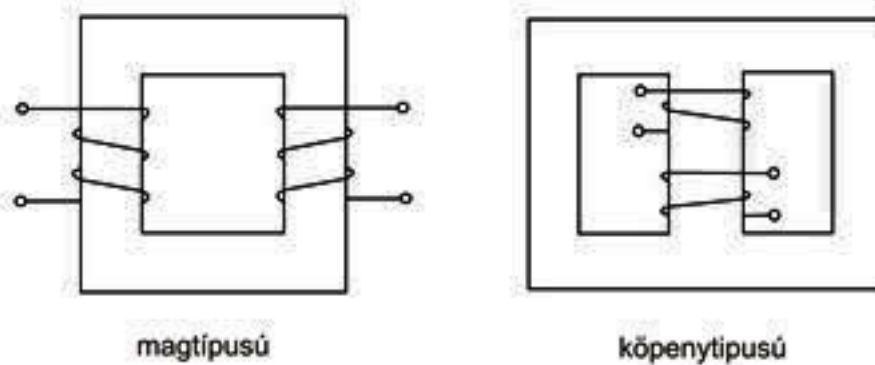
- a hálózati feszültségingadozásra kevésbé érzékeny,
- a kis áramerősségi tartományban is jól szabályozható,
- jó ívgyújtási és hegesztési tulajdonság,
- meredek karakterisztikájú, a legtöbb elektródátípussal való hegesztésre alkalmas.

A hegesztődinamó hátrányai:

- alacsony hatásfok (50–60%),
- túlterhelésre érzékeny,
- a szénkeféket gyakran kell cserélni,
- zajos,
- nedvességre, porra érzékeny, ezért kültéri használatra nem javasolt.

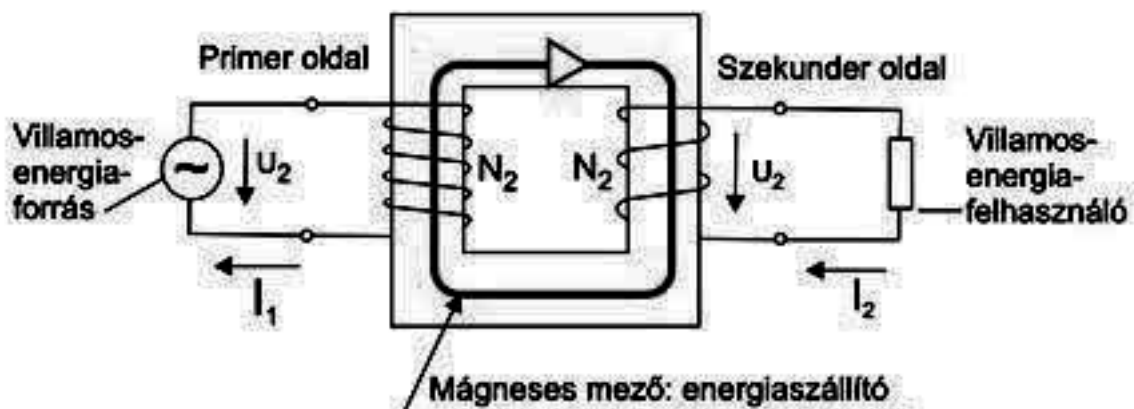
1. Hegesztőtranszformátor

A transzformátor a legegyszerűbb esetben két tekercsből áll, amelyek közös, zárt vasmagon helyezkednek el. Az egyik tekercsre váltakozó feszültségű generátort, a másikra fogyasztót kötünk. Az energiaforráshoz kapcsolt tekercset primer tekercsnek, a fogyasztóhoz kapcsolt tekercset szekunder tekercsnek nevezzük.



010. ábra. Transzformátor

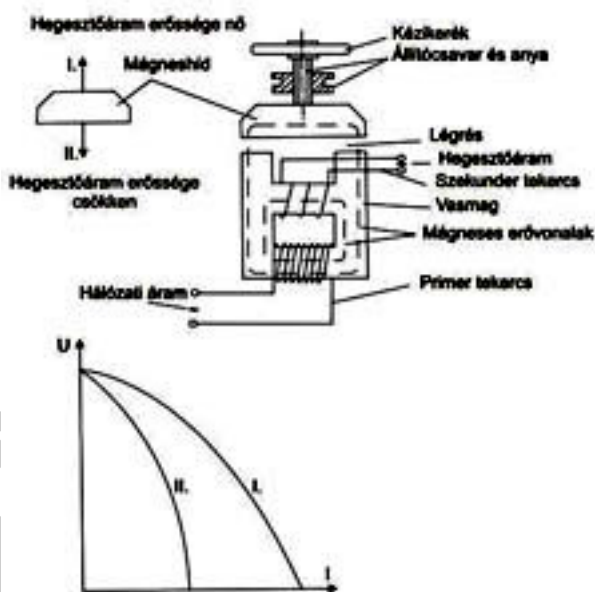
A transzformátor a váltakozó feszültségű primer áramkörből felvett villamos energiát mágneses mező közvetítésével a szekunder kör fogyasztójának adja át változatlan frekvenciájú, de más feszültségű villamos energia formájában. A hálózati 230V illetve 380V feszültséget 20–90V-os feszültséggé alakítja.



011. ábra. Ellentétes irányú mágneses teres hegesztő transzformátor

A hegesztőtranszformátorok lényegesen egyszerűbbek a hegesztődinamónál. Mozgó alkatrészük nincs, ezért élettartamuk hosszú. Az indukált váltakozó áramot szilícium és germánium diódák egyen irányítják. Az ívhegesztéshez szükséges eső jellegű karakterisztikát a primer és a szekunder tekercsekben folyó áramok ellentétes irányú mágneses tere hozza létre. Minél nagyobb a szekunder tekercsből levehető hegesztőáram, elektromágneses tere annál jobban lerontja a primer tekercsét. A terhelés növekedésével tehát csökken a gép feszültsége.

A hegesztőtranszformátor beállítása. Az áramerősséget csakis a gép üresjáratában, tehát nyitott áramkör esetén szabad változtatni. Az áramerősség változtatásának egyik lehetősége a mágneses sönt alkalmazása. Ez a zárt vasmag egy kivágott szelete, amely közelíthető, ill. távolítható a vasmag másik darabjához képest. A primer tekercs által gerjesztett mágneses erővonalak részben a szekunder tekercs vastestén, részben a vasmaghoz légréssel kapcsolódó állítható vastesten záródnak. Az erővonalak annál nagyobb része záródik a vastesten, minél kisebb a légrés. A vasmag elrendezésben az állítható mágnes híd az erővonalakat eltereli, ennek megfelelően gyengül a szekunder tekercset gerjesztő fluxus, tehát csökken a transzformátor hegesztőárama.



012. ábra. Szórt fluxusú hegesztő trafó

Az áramerősség változtatásának további lehetősége a tekercsek menetszámának megváltoztatása, változtatható ellenállás beiktatása, illetve a primer és a szekunder tekercs távolságának változtatása. A kereskedelmi forgalomban többféle hordozható, a ház körüli munkákra alkalmas transzformátort lehet kapni. Fontos tudnivaló, hogy a transzformátor bázikus elektróda használatára nem alkalmas. A hordozható transzformátorok bekapcsolási ideje általában 25–30 %, tehát a hegesztésre szánt idő mintegy negyedét lehet csak effektív a varratkészítésre fordítani, a többi időtartamban a transzformátornak hűlnie kell. Hátránya a transzformátornak, hogy a kis áramerősség tartományban alacsony az üresjáratú feszültsége, ami gyakran még a rutilos elektróda gyújtásához sem elegendő. Nagyon érzékeny a hálózati feszültség ingadozására. Ha pl. két hegesztő dolgozik egy hálózatról, mindkét ív együtt égésekor előfordulhat, hogy az egyik ív leáll. Ekkor a hálózati feszültség a terhelés lecsökkenése miatt 10–20 %-kal is megnövekedhet. Ez a másik hegesztőnél olyan mértékű leolvadás növekedést eredményezhet, hogy az ő íve is megszakad. A 70–90V váltakozó áramú feszültség az emberi szervezetre veszélyesebb, mint az egyenáram azonos gyújtófeszültsége.

Összefoglalva a hegesztőtranszformátor előnyei:

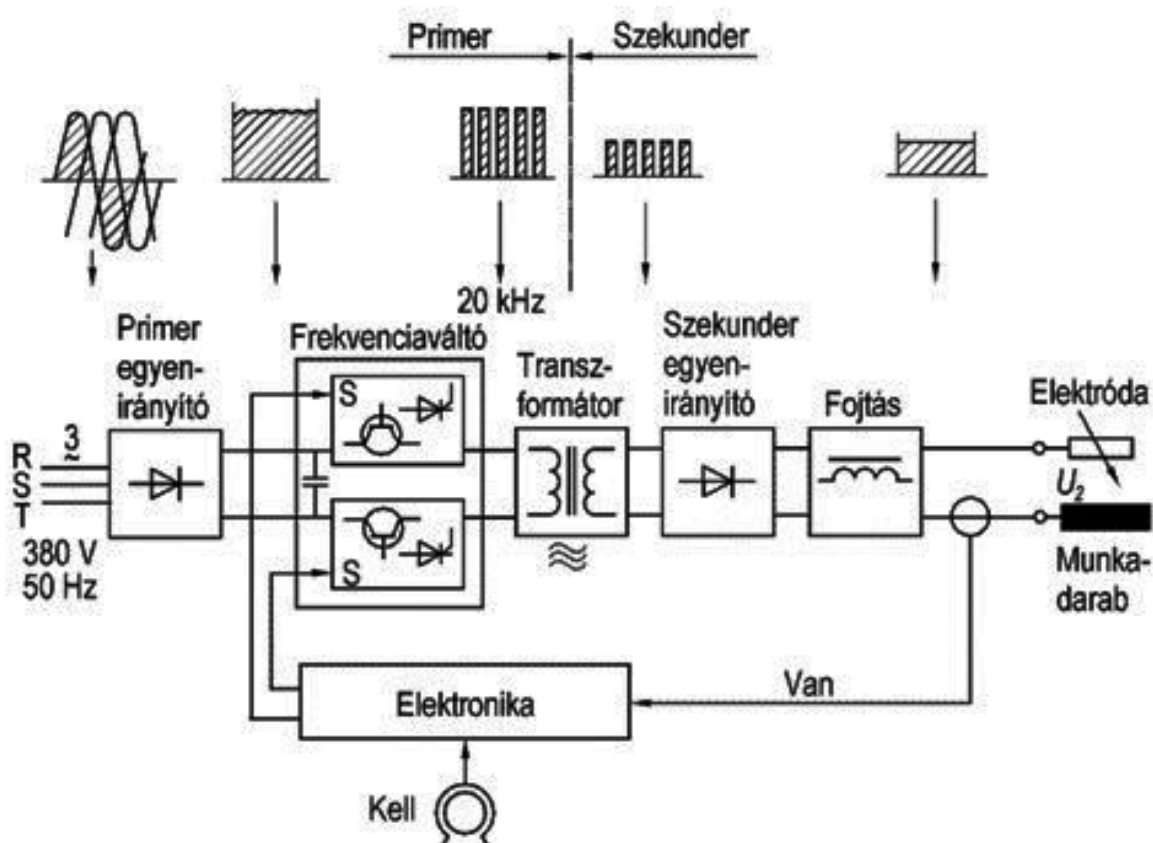
- egyszerű felépítés, barkács méretben olcsón beszerezhető,
- üres járásban kis teljesítményfelvétel,
- forgó, kopó alkatrészt nem tartalmaz,
- az ívre mágneses fúvóhatása nincs,
- a katódolt követi a pálcá mozgását, az ív nem hajlik el.

A hegesztőtranszformátor hátrányai:

- hálózati terhelése aszimmetrikus,
- színesfémek hegesztésére, ötvözt elektróda használatára nem alkalmas.

2. Inverter:

A frekvencia átalakítás (inverteres) áramforrásban (2.14. ábra) először a hálózati feszültséget diódás egyenirányító egyen irányítja, majd félvezető elemekből felépített frekvenciaváltó (inverter) középfrekvenciás (20–100 kHz) lüktetőfeszültséggé alakítja át. Ezt a feszültséget középfrekvenciás transzformátor csökkenti a megfelelő kis értékre. A transzformátor szekunder tekercséhez csatlakozik a diódás egyenirányító, ill. a simító fojtótekercs, amely a hegesztéshez szükséges egyenfeszültséget adja. A rendszer hatásfoka a többszöri energiaátalakítás ellenére is jobb, mint a hagyományos áramforrásoké.



013. ábra. Frekvencia átalakító (inverteres) hegesztő berendezés

A BEVONT ELEKTÓDÁS KÉZI ÍVHEGESZTÉS ALKALMAZÁSA.

Az ipar minden területén alkalmazzák egyszerűsége, olcsósága miatt. Gyakorlatilag minden anyag hegesztéséhez létezik elektróda nem igényel jelentős beruházást és könnyen megtanulható. Használható erősen ötvözött acélokhoz szerkezeti acélokhoz kötő és felrakó hegesztéshez. A műveletekhez különböző típusú (vastagságú, bevonatú) elektródák állnak rendelkezésre. A technológia hátránya a kis leolvadási teljesítmény és a hegesztő jelentős szerepe. Nem vassfémekhez nehezebben alkalmazható.

1.A bevonatok.

A különböző alkalmazásokhoz más és más típusú bevonatot kell alkalmazni. A **savas** bevonatot akkor célszerű alkalmazni, ha egyszerű helyzetben mély beolvadásra van szükség. **Cellulóz** bevonat csövek gyökhegesztésénél szükséges. **Rutilos** bevonatot a barkácsolásnál, egyszerűbb hegesztési feladatoknál és közepes szilárdsági követelményeknél. **Bázikus** bevonat szükséges fokozott mechanikai követelményekhez.

2.A bevonat feladatai.

- Ívstabilitás (K, Na, Ca csökkenti a kilépési munkát, ionizációs potenciált)
- Védőgáz képzés (szerves anyagok, pl. cellulóz és CaCO_3 -ból)
- Dezoxidálás, denitrálás (Mn, Si, Al, V, Ti, stb.)

- Ötvözés (alapanyagtól függő ötvözők, ferro-ötvözetek formájában)
- Salakképzés (rutilból, szerves anyagokból, SiO_2 -ből, MnO -ból stb.)
- Lehűlési sebesség csökkentése, metallurgiai folyamatok
- Leolvadási sebesség növelése

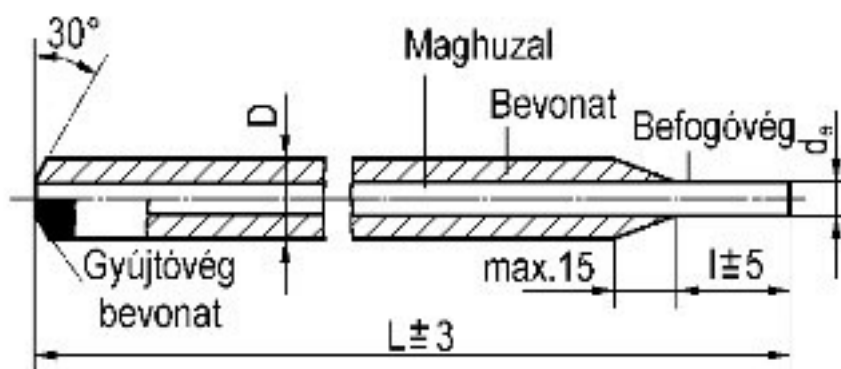
A HEGESZTŐELEKTÓDÁK SZABVÁNYOS JELÖLÉSE

A hegesztő elektódák szabványos jelölését az MSZ 6947 szabvány írja le. A jelölés hét számjegyből áll:

- 1. A kézi ívhegesztés jele
- 2. A folyáshatár és a szakítószilárdság kódja
- 3. Az ütőmunka és a nyúlás 1. számjele, min. 28 J
- 4. Az ütőmunka és a nyúlás 2. számjele, min. 28 J
- 5. A bevonat típusának számjele
- 6. A hegesztési helyzetek számjele
- 7. Az áramnem számjele

A pontonkénti jelöléseket a vonatkozó szabvány tartalmazza

Bevont ívhegesztő elektódák méretei



014. ábra. Vastag bevonatú kézi ívhegesztő elektóda

Hegesztési helyzetek:

- PA Fekvő vízszintes
- PB Haránt vízszintes
- PC Haránt helyzet
- PD Haránt fejfeletti helyzet
- PE Fej feletti helyzet
- PF Függőleges felfelé hegesztés
- PG Függőleges lefelé hegesztés

A legmegfelelőbb elektróda átmérők:

Lemezvastagság L.v. mm.

Elektróda átmérő d. mm.

1-4

2-2,5

4-5

2,5-3,25

5-8

3,25

8-10

4

10-15

4-5

15-20

4-6

ISO elektródajelölési rendszer

A hegyvarrat mechanikai jellemzői				A bevonat típusa	Kihozatal jele	
jel	R_m [N/mm ²]	A_5 [%]	ütővizsgálat hőmérséklete [°C]			
43 0		—	—	O oxidos	90	85-95
1		20	+20	A savas	100	95-105
2 430-		22	0	ARsavas-rutilos	110	105-115
3 510		24	-20	R rutilos	120	115-125
4		24	-30	RR rutilos	130	125-135
5		24	-40	vastag bevo- nat)	140	135-145
51 0		—	—	B bázikus		
1		18	+20	C cellulóz		
2 510-		18	0			
3 610		20	-20			
4		20	-30			
5		20	-40			
Az adott hőmérsékleten KCV > 28 J						

015. ábra. Bevont elektródák jelölése

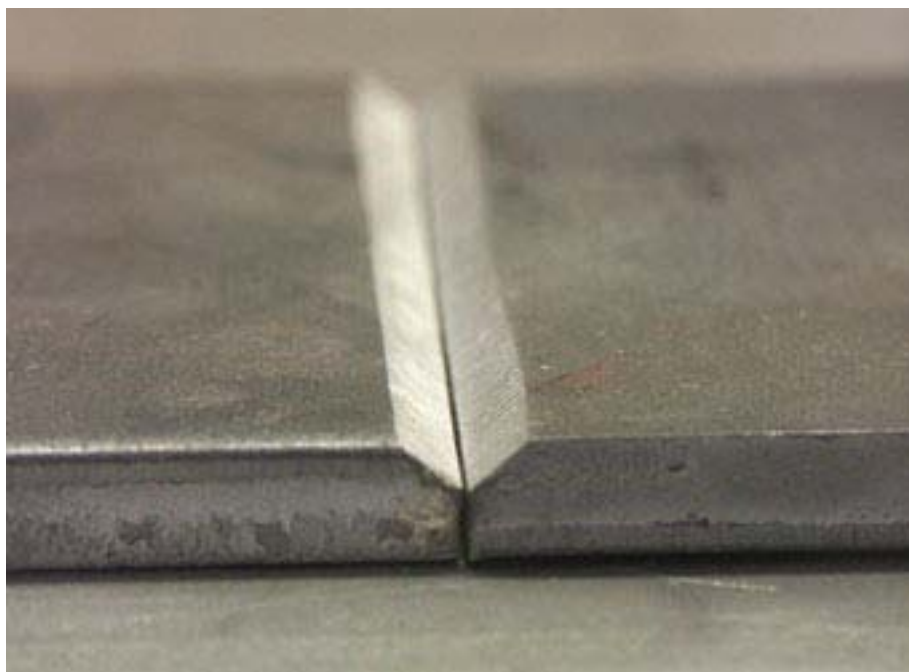
HEGESZTÉSI FELÜLETEK ELŐKÉSZÍTÉSE

Hegesztett szerkezeteknél előkészítő műveleteket kell végezni a hegesztés megkezdése előtt. Az előkészítő műveletek sorrendben a következők: előrajzolás, leszabás, az élek megmunkálása a varrat alakjának megfelelően, a felületek megtisztítása, az egyes elemek beállítása, összeállítása.

Varrat neve	Varrat elkiképzése	Alapanyag vastagság, s	Szög α, β , fok	Hézag, b	Szegély, c
I varrat		1-ig 1-3 2-ig 2-5	— — — —	0-1 0-2 0-1 1-3	— — — —
V varrat		3-20	50-60	0-3	1-3
Szimmetrikus X varrat		12-40	$\alpha_1 = \alpha_2 = 50-60$	1-3	0-2
K varrat		12-40	45-60	0-3	0-2
Átlapolt sarokvarrat		2 fölött	—	0-2	—
Sarokvarrat		2 fölött	50 fölött	0-2	—
Élsarokvarrat		$s_1 = 2$ fölött $s_2 > s_1$	—	0-2	— $\frac{b}{s_1}$

016. ábra. Él kiképzés villamos ívhegesztéshez

Az élék megmunkálásának alakját az határozza meg, hogy milyen varrattal kell az egyes darabokat összehegeszteni. Az alakra, méretre, illesztési hézagra vonatkozó előírásokat szabvány szabályozza. A szennyeződések erősen rontják az ív stabilitását és csökkenti a varrat szilárdságát. Ezért a felületek tisztítása gondos munkát igényel. Az összehegesztendő munkadarabokat végleges helyzetükbe **rögzíteni kell**. (készülék, sablon, fűzés).



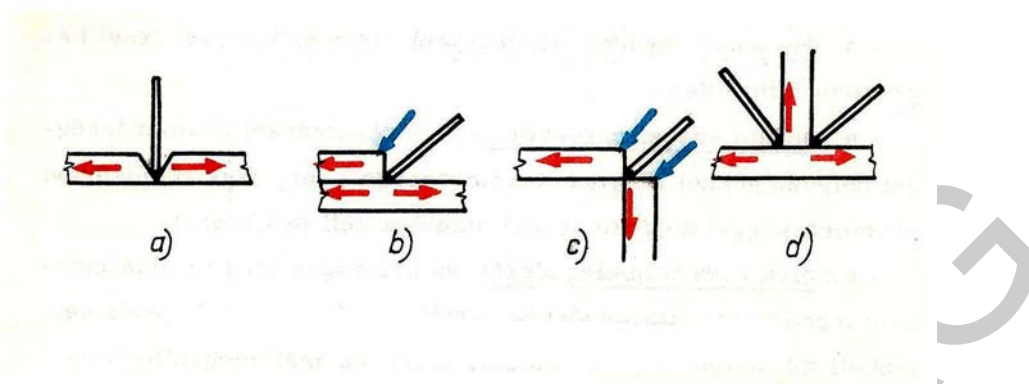
017. ábra. Él kiképzés Y varrat

Az elektróda átmérő helyes megválasztásától nagymértékben függ a készített varrat minősége és a termelékenység. A vastagabb elektróda használata nagyobb termelékenységgel jár, de ennek határt szab a munkadarab vastagsága, másrészt túl vastag elektródával nem lehet hozzáférni a gyök alsó részéhez. Túl vékony elektróda esetén az hamarabb megolvad, szétfolyik. Az elektróda megválasztásakor figyelembe kell venni a munkadarab vastagságát, a varrat helyzetét, a hőelvezetés módját. A gyakorlatban használt elektróda átmérők: 2, 2,5, 3,25, 4, 5, 6 mm az elektróda hossz 450 mm a vékonyaké 350 mm.

Az áramerősség megválasztásánál több tényezőt kell figyelembe venni:

- Az elektróda átmérője
- Az elektróda fajtája
- A munkadarab anyaga
- A hegesztési helyzet
- A hegesztő gyakorlottságát
- Az évszakot (külső munkánál)
- A gép statikus jelleggörbáját
- Az elektróda felmelegedését
- A munkadarab nagyságát

- A varrat jellegét
- A hegesztési helyzetet
- A tényleges áramerősség eltér a gépen beállított értéktől (hosszabb kábelek)



018. ábra. Hőelvezetés különböző kötéseknél

AZ ÁRAMERŐSSÉGET MEGHATÁROZÓ SZEMPONTOK

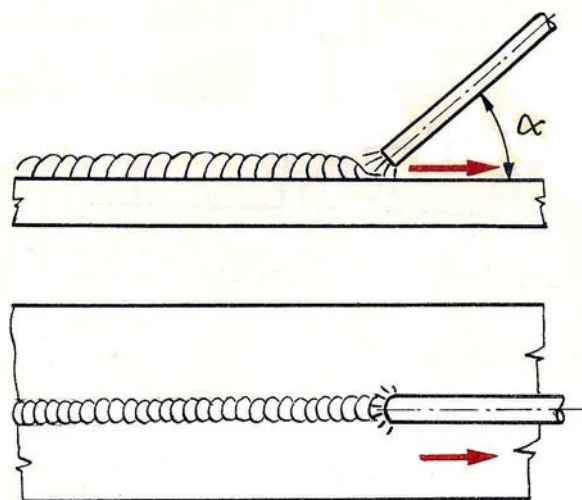
	Áramerősség	
	nagyobb	kisebb
Hegesztő gyakorlottsága	kevésbé gyakorlott	gyakorlott
Évszak	téli	nyári
A gép statikus jelleggörbéje	Kis rövidzárási áramerősségnél	Nagy rövidzárási áramerősségnél
Munkadarab nagysága	nagy	kicsi
Varrat jellege	sarokvarratok	tompavarratok
Hegesztés helyzete	vízszintes	Függőleges és fejfölötti
Kábel hossza	hosszú	rövid

A hegesztőgép üzembe helyezése előtt meg kell győződni a kábelsaruk állapotáról, és meg kell vizsgálni a berendezés földelését. Rendellenesség esetén a berendezést a javításig nem szabad üzembe helyezni.

A HEGESZTÉS TECHNOLÓGIÁJA.

1. Az elektróda tartása és vezetése.

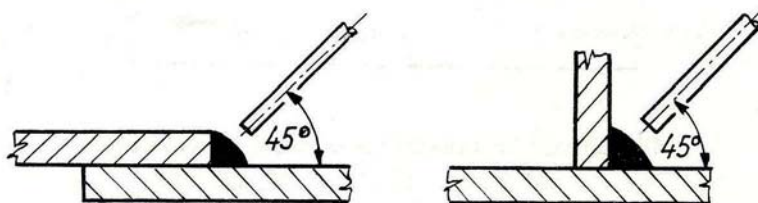
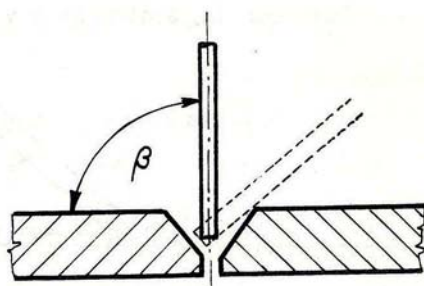
Az elektródának a hegesztés síkjához viszonyított helyzete döntően befolyásolja a beolvadás mértékét, a varrat alakját és minőségét.



019. ábra. Az elektróda tartása és vezetése.

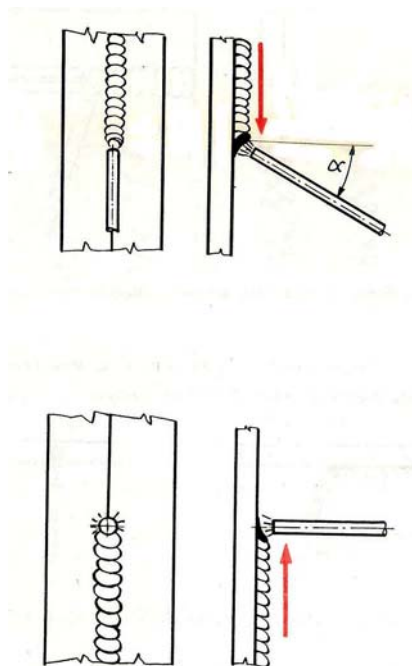
- Vékonyan bevont elektródák esetén az alfa szög = 15°
- Vastagon bevont elektródák esetén az alfa szög = $30^\circ - 70^\circ$

Ebben az esetben az ív a salakot felszorítja a lehűlő varratra, így megakadályozza a gyors lehűlést.

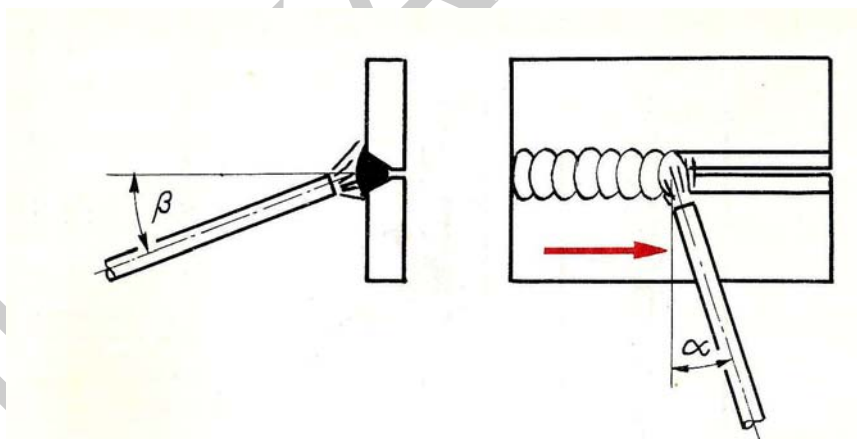


020. ábra. Elektróda tartása V X átlapolt, és sarokvarratok esetén.

V és X varratok esetén nem szabad oldalra dönteni az elektródát, mert csak az egyik oldalon lesz beolvadás. Függőleges hegesztés esetén, ha felülről lefelé haladunk, akkor alfa szög értéke 15° . Ha alulról felfelé haladunk, akkor az alfa és a béta szög is egyenlő nullával.



021. ábra. Elektróda tartása függőleges hegesztésnél.

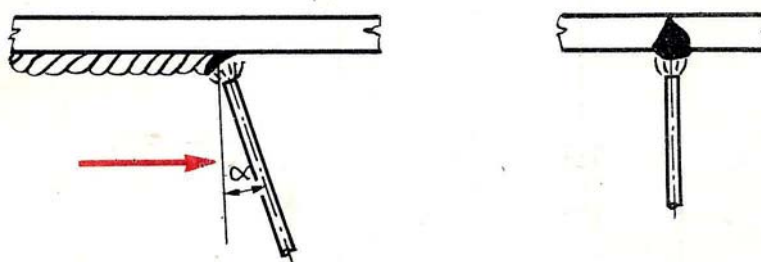


022. ábra. Az elektróda tartása a függőleges síkban fekvő vízszintes varrat hegesztésénél.



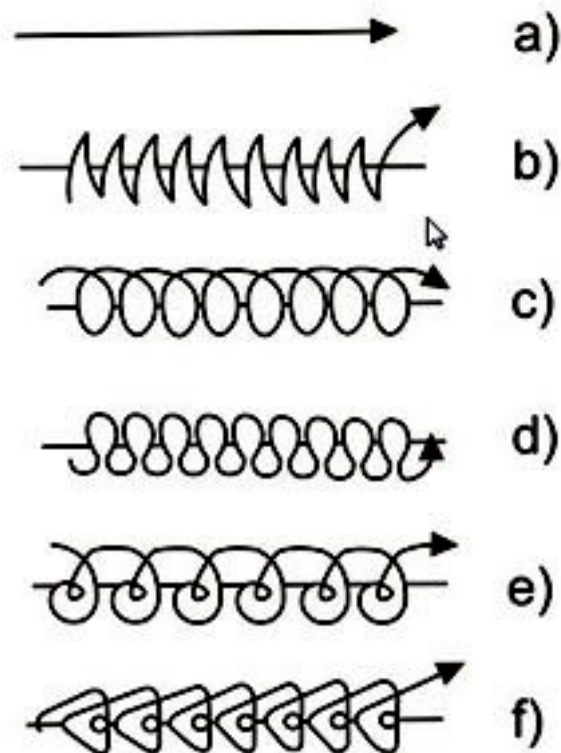
023. ábra. függőleges síkban fekvő vízszintes varrat

Fejfölötti hegesztésnél az elektródát az alábbi ábra szerint kell tartani úgy, hogy az alfa szög értéke 15° legyen.



024. ábra. Az elektróda tartása fejfeletti hegesztésnél.

A megadott szögértékek az elektróda tartására vonatkozóan csak irányértékeknek kell tekinteni, amelyeket a hegesztő úgy módosíthat, hogy a kívánt varratot a legjobban tudja kialakítani.



025. ábra Az elektródavezetési módok.

Az elektróda tartásán kívül nagy hatása van a hegesztésre az elektróda vezetésének is.

- **A keskeny varratokat**, valamint a gyökvarratokat az elektróda oldalirányú mozgása nélkül készíthetjük. (a ábra)
- **Szélesebb varratok** esetén az elektródával keresztirányú lengő mozgást végzünk. (b ábra)
- **Vastagon bevont** elektródák használata esetén keresztirányú ívelő mozgást végzünk, amely a széleknél egy kissé visszafelé hajlik, és ez a salak visszaszorítását segíti elő. (c ábra)
- **A vékonyan bevont** elektródák használata esetén a keresztirányú ívelő mozgás előre irányul. (d ábra)
- **Sarokvarratok** készítésére a háromszögű vezetés a legjobb. (e ábra)
- **Függőleges** varratok készítésére a háromszögű vezetés a legmegfelelőbb, ha a gyökvarrat készítése már befejeződött. (e ábra)
- **Függőleges** síkban vízszintes varrat készítésénél az elektródát f ábra szerint vezetjük. A gyakorlat tapasztalata alapján az elektródát a varrat felső részén lassan, míg az alsó részén gyorsan kell vezetni, azért, hogy megakadályozzuk a heganyag lecsurgását.
- **A fejfölötti** varrat készítése a legnehezebb, mert az ömledék könnyen lecsurog. Az elektróda vezetése a d ábra szerint történik, de alkalmazzák a h ábra szerinti módot is.

A helyes elektródatartásnak és vezetésnek az a célja, hogy tökéletes varratot készítsünk, amelynél jó beolvadást érjünk el, és elkerüljük a salakzárványok és gázlyukak keletkezését a varratban. Ennek elérése céljából az elektróda tartását és vezetését gyakoroltatni kell a tanulókkal.



026. ábra. Hegesztési gyakorlat, különböző varrat helyzetekben.

Fontos követelmény hegesztés közben az ívhossz állandó értéken való tartása. Kezdő hegesztőknél az ívhossz erősen változó, ami a varrat minőségét rontja, mivel az ív hosszának változásával a feszültség és az áramerősség is változik, erősebb lesz a fröcskölés és csúnya lesz a varrat.



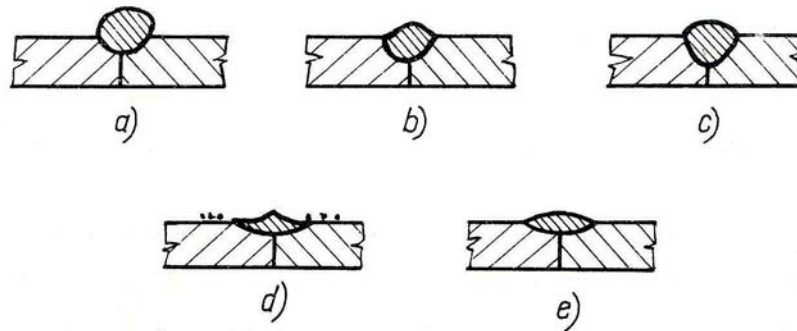
027. ábra. Helytelenül tartott és vezetett elektróda által készített varrat képek.

A VARRATHERNYÓ ÉS A BEOLVADÁS.

A varrat egyrétegű hegesztés esetén egy hernyóból, több rétegű hegesztés esetén több egymás mellé vagy fölé rakott hernyóból áll. A varrathernyó egy fémréteg, amely az alapanyagból és az elektróda anyagából képződik. A hernyónak az alapanyaghoz való jó kötése bizonyos beolvadást tételez fel. A beolvadás alatt az alapanyagban azt a részt értjük, amely a hegesztéskor megömlött.

A jó beolvadáshoz szükséges:

- Az elektróda átmérő helyes megválasztása
- Az áramerősség jó beállítása
- A szükséges ívhossz állandó tartása
- Az elektróda helyes tartása és vezetése.



028. ábra. A feltételek alkalmazására egy pár példa

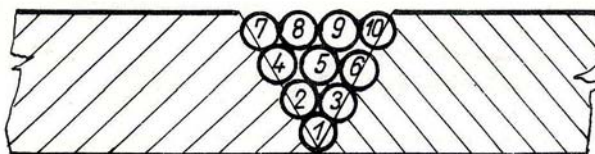
- a) ábra a szükségesnél kisebb áramerősség alkalmazása
- b) ábra a szükségesnél nagyobb áramerősség alkalmazása
- c) ábra túl lassan vezetett elektródával készített varrat. A varrat szélein feleslegesen megolvadt fém helyezkedik el.
- d) ábra a szükségesnél hosszabb ívvel készített varrat.
- e) ábra a jó beolvadáshoz szükséges feltételeket helyesen választottuk meg.



029. ábra. Helyes beolvadás

HEGESZTÉSI SORREND

Hegesztési sorrend alatt a varratsorrendet és a rétegsorrendet értjük. Varratsorrend alatt a szerkezeti egységek hegesztésének egymás utáni sorrendjét értjük. A jó sorrend fontos a hegesztés közbeni elhúzóerők minimalizálása miatt. Rétegsorrend alatt a több rétegből álló varrat hegesztési sorrendjét értjük.



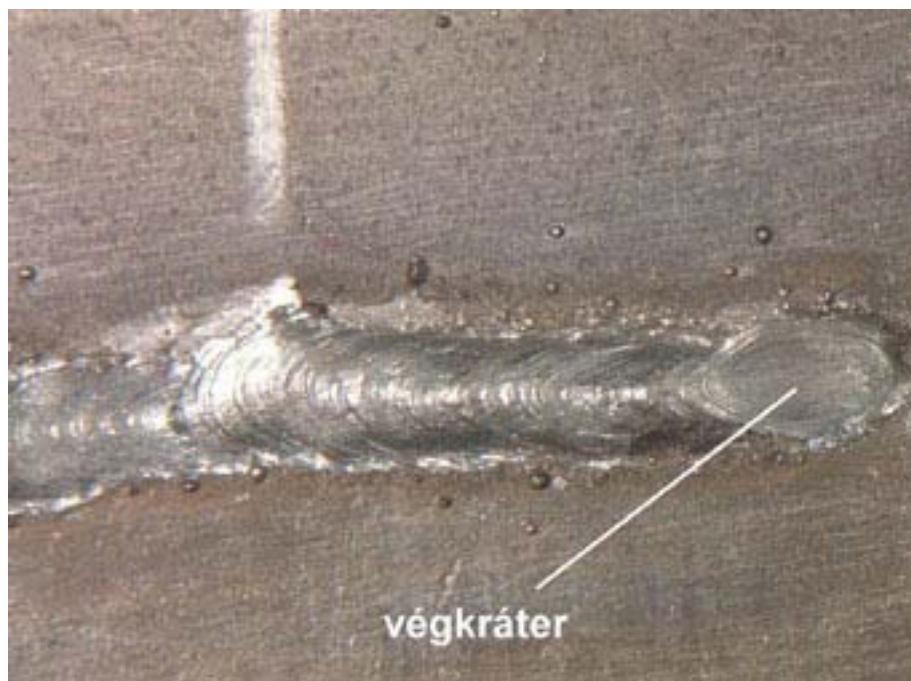
030. ábra. Rétegsorrend



031. ábra. Rétegsorrend

A HEGESZTÉS MEGSZAKÍTÁSA ÉS ÚJRAKEZDÉSE.

A hegesztés során gyakran előfordul, hogy a hegesztést megszakítjuk, majd újratekercsöljük. Az újratekercsölés jó minőségű elvégzése még a gyakorlott hegesztőknek is komoly feladatot jelent. Az ív megszűnésével a varrat végén egy kis mélyedés (kráter) keletkezik.



032.ábra. Az ív megszűnésekor keletkező mélyedés.

A hegesztés újratekercsölésekor arra kell ügyelni, hogy a varrat folytatása a lehető legkisebb mértékben térjen el a korábban készített varrattól külsőleg. A **helyes újratekercsölés** sorrendje ívgyújtás a kráter előtt vagy mellett, az ívet a kráter fölé visszük, itt addig tartjuk, amíg azt jól kitölti az ömledék, ezután a hegesztés irányába visszük az elektródát.

A HEGESZTÉS HALADÁSI SEBESSÉGE.

A kifogástalan varrat készítésének egyik tényezője a helyesen megválasztott haladási sebesség, amelynek arányosnak kell lenni a leolvadással. A gyakorlati tapasztalat szerint az elektróda haladási sebessége mindig akkora legyen, hogy a salak a dermedésben levő varratot fedje be.

A HEGESZTÉS UTÁNI MUNKÁLATOK.

A hegesztés utáni munkák alatt 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.



033. ábra. Jól elvégzett hegesztés.

Sok esetben a varratok után megmunkálását nem engedik meg biztonsági, és minőségi okokból. A varrathernyó külső kinézete árulkodik a varrat minőségéről.

HEGESZTETT KÖTÉSEK KÉSZÍTÉSE.

A hegesztési munka megkezdése előtt ellenőrizzük az egyéni védőfelszerelést és használjuk azokat. A hegesztő munkahely jól elkülönített, pld. Paravánokkal körülvett tükröződő felületektől mentes hely.

Lássuk az egyéni védőeszközöket:



034. ábra. Hagyományos fényvédő pajzs

A "sötét üveg" számozással van, ellátva a nagyobb szám a sötétebb üveget jelenti. A fényvédő sötét üveg előtt sima üvegből készült védőüveg található, mely cserélhető.



035. ábra. Fényre reagáló üveggel rendelkező fényvédő pajzs.



036. ábra. Védőkesztyű.



037. ábra. Hegesztő kötény.



038. ábra. Lábszár és cipővédő.

A védőeszközök a hőhatás miatt bőrből készülnek a védőfelszerelés alatt pamutból készült munkaruha szükséges.



039. ábra. Hegesztéshez kész szakmunkás.

A hegesztés közbeni helyes testtartás:

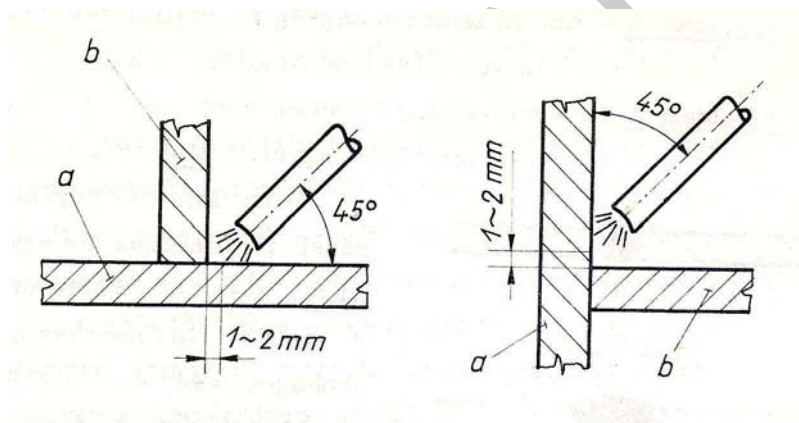
- Az elektródafogót könnyedén kell a kezünkbe tartani, míg a másik kezünkkel a védőpajzsot fogjuk,
- Az elektróda minden szükséges mozgását a hegesztő a kezével és nem az egész testével végzi
- A hegesztőnek teljes figyelmét az elektróda tartására, az ív és a hegfürdő követésére kell összpontosítania.

Az ívgyújtást az elektróda végének az alapanyaghoz való hozzáértésével, majd rövid távolságra való elhúzásával végezzük. Az ívet úgy tudjuk fenntartani, ha az elektródát leolvadási mértékének megfelelően közelítjük az alapanyaghoz. A tanulóknak gyakorolnia kell az ívgyújtást. Ha az ívgyújtás és az ívtartás nem okoz nehézséget, akkor a munkadarabon az egyenes varrathernyó felrakását kell elvégezni, amelyhez szükség szerint krétával előrajzolunk egy egyenest. Ügyelünk a helyes elektróda, áramerősség választásra. A hegesztésnél vigyázunk a helyes elektróda szög betartására. Próbáljuk ki a különböző haladási sebességek hatását. Változtassuk a hegesztési paramétereket és figyeljük meg a készített varratot.



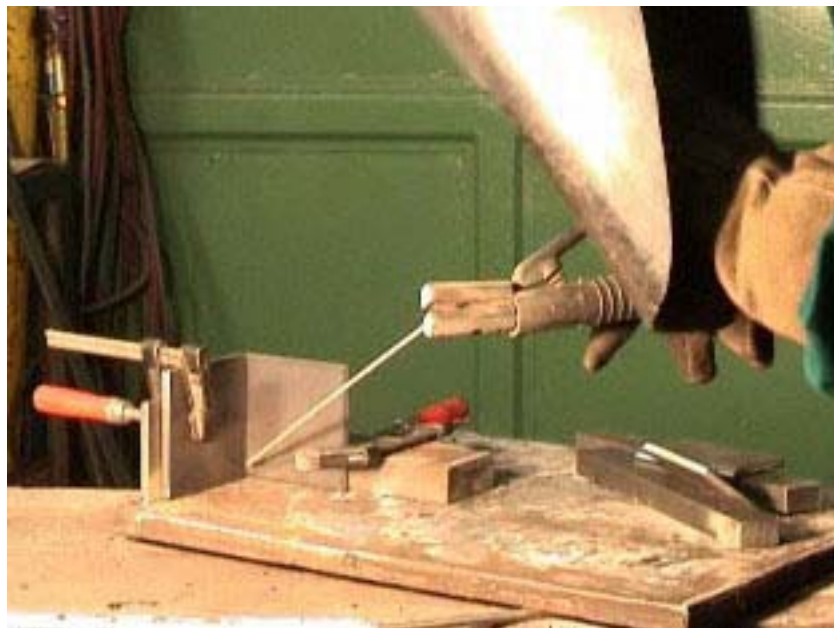
040. ábra. Egy biztató próbálkozás.

Egyrétegű sarokvarrat:



041. ábra. Sarokvarrat készítésénél a helyes elektródatartás.

Sarok varrat esetén a két lemezt egymásra merőlegesen helyezzük el, és a varratot a vízszintes síkban készítjük. Az átmenő lemez hőelvezetése nagyobb ezért úgy tartjuk az elektródát, hogy az több hőt kapjon, így egyforma lesz a beolvadás. Ezek után gyakoroljuk a sarokvarratok készítését.



042. ábra. Sarokvarrat készítése.

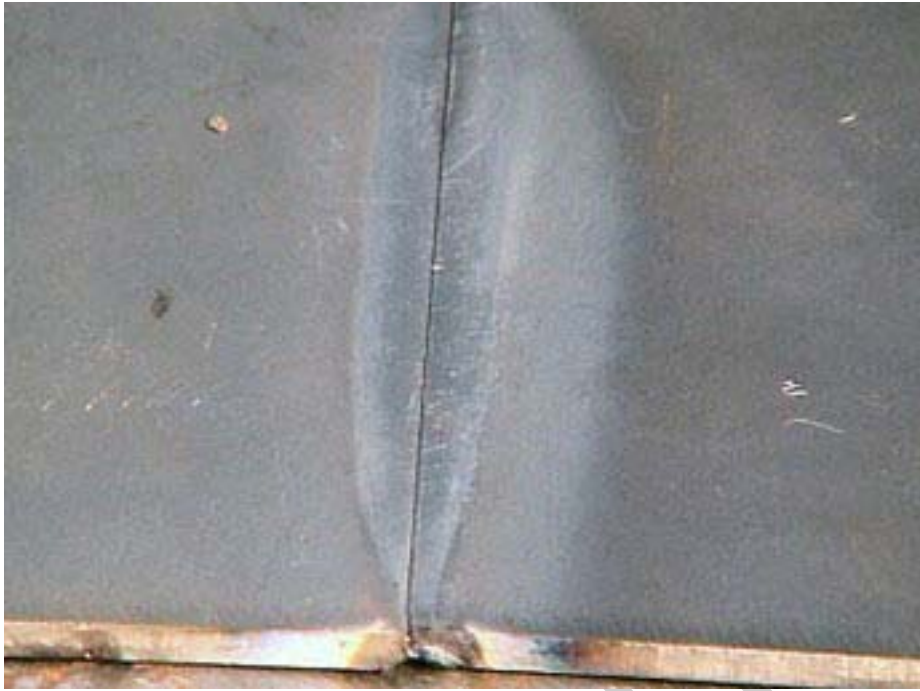
I varrat készítése vízszintes helyzetben.

I varrat vagy tompa varrat a legegyszerűbb varratnak tekinthető. A lemez éleit nem kell előmunkálni.

Az I varratok készíthetők:

- Egy oldalról 4 mm-es lemezvastagságig, illesztési hézagot nem vagy igen kicsit hagyunk.
- Két oldalról 4–8 mm-es lemezvastagságig, illesztési hézagot 1–3 mm kell hagyni.

Vékony lemezek hegesztésénél alkalmazzuk az egy oldalról készített tompa varratot (I). A 3 vagy 4 mm-es lemezek összehegesztése már nem okoz különösebb nehézséget, de pl. az 1 mm-es vastagságú lemezek összehegesztése már nagy gyakorlatot igényel. A vékony lemezeket rögzíteni kell, hogy az élek szembe kerüljenek és a hegesztési deformáció hatására ne mozduljanak el. Ebből a célból használjuk a fűző varratokat, amelynek hossza a lemezvastagságtól függ. A két oldalról készített tompa (I) varrat esetében igen fontos, hogy az első varratelkészítése után a varrat gyök oldaláról gondosan távolítsuk el a salakot.



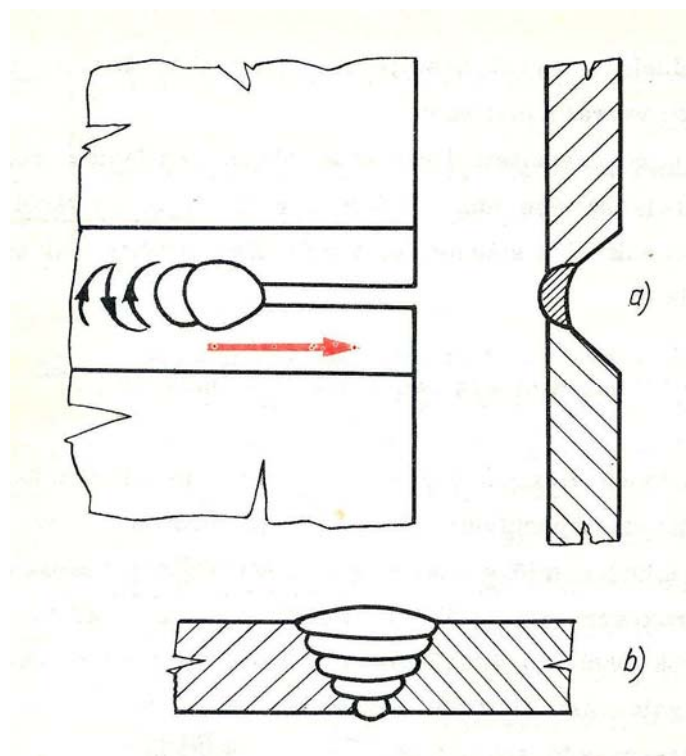
043. ábra. Tompa varrat készítésénél látható átégés.

V varrat készítése:

A V varratok készítése a hegesztőtől nagy kezűgyességet kíván meg. A V varratoknál nagy súlyt kell fordítani a varratgyök tökéletes átoltasztására, a varrat heganyaggal való kitöltésére, salakzárványok, beolvadási hibák elkerülésére.

A vízszintes V varrat készítésének módja:

- A lemezek fűzése úgy történjen, hogy a gyökben a szabványnak megfelelő méretű hézag legyen,
- A gyökvarratot 2,5 mm átmérőjű elektródával hegesztjük, keresztben ívelő mozgással úgy, hogy egy körte alakú nyílást állandóan fenntartsunk. A gyökvarrat felületének nem szabad domborúnak lenni a belső felületén, míg az alsó oldalon kis mértékben kidomborodik a lemezek síkja alá. A tökéletesen hegesztett gyöknél az alsó oldalról nem szabad át nem hegesztett lemez éleket látni (a ábra).

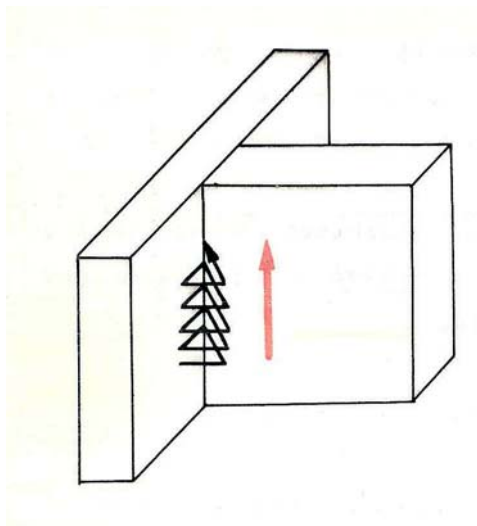


044. ábra. Vízszintes helyzetű V varrat.

Függőleges helyzetű varratok készítése.

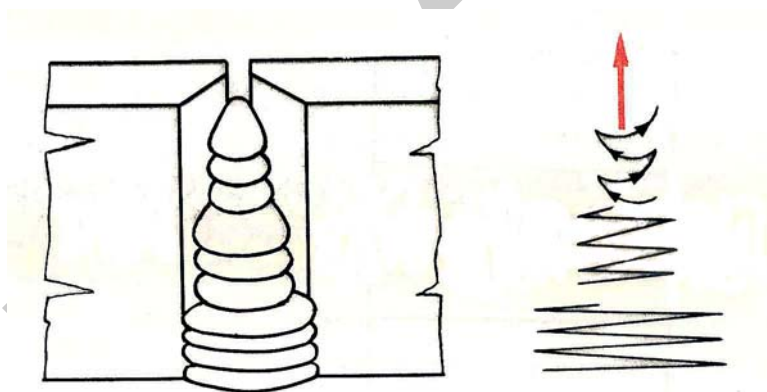
Függőleges síkon függőleges vagy vízszintes varratot készíthetünk. Az ívgyújtás és ívtartás hasonló az előzőekben ismertetett varratfajtáknál alkalmazott módszerekhez. Nagyobb átmérőjű elektródákat a túl nagy hegfürdő nehéz kezelhetősége miatt nem használunk. Általában a használatos elektródák 2,5–3,25. Az elektróda kiválasztásánál figyelembe kell venni a hegesztési helyzetre vonatkozó utalást, a keletkező salak híg folyósságát és mennyiségét. A hegesztési áramot 25–30 %-al alacsonyabb értékre állítjuk.

Függőleges sarok varrat készítése úgy történik, hogy a varratgyököt aluról fölfelé hegesztjük 2,5 mm átmérőjű elektródával, és közben az elektródát háromszög alakban egyenletesen mozgatjuk. A varratgyök felületének laposnak kell lennie. A hegesztőáram erősségét úgy kell beállítani, hogy a lehető legkisebb ívvel lehessen a folyékony heganyagot vékony rétegben a keletkező gyökvarratra felrakni. A következő rétegeket 3,25 mm-es átmérőjű elektródával aluról fölfelé haladva keresztirányú mozgattal, és a széleknél megállva rakjuk fel.



045. ábra. Elektroda vezetése függőleges sarokvarrat készítésénél.

A függőleges V varrat készítése az élék megmunkálásával kezdődik az illesztési hézag állandóságát fűzővarrattal biztosítjuk. A gyökvarratot 2,5 mm-es elektródával készítjük, amellyel ívelő mozgást végzünk oly módon, hogy a körte alakú nyílást állandóan fenntartjuk. Nagyon fontos a helyes áramerősség beállítása. A nagyobb áramerősség a fém kifolyását okozza a varratból. A kisebb áramerősség az elektróda odaragadását eredményezi.



046. ábra. Függőleges V varrat készítése.

Csövek hegesztése



047. ábra. Varrat készítése csövön.

A csövek hegesztése esetén a hegesztési paraméterek beállítása az eddigiek szerint történik. Az összekötendő élek megmunkálása fontos, mert itt csak egy oldalról hegeszthetünk általában. Az elektródát és az áramerősséget úgy válasszuk meg, hogy az átégés tökéletes legyen. Nehézséget okoz, hogy hegesztéskor a leolvadási sebességnek megfelelően forgatni kell a munkadarabot és a forgatási sebesség erősen befolyásolja a varrat minőségét. Ha forgatás nélkül készítjük a varratot, akkor a varrat befejezés és kezdés okoz problémát.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Tanulja meg a szakmai anyagot és a tanuláshoz kérjen segítséget oktatójától!

Lépésről lépésre haladjon az elméleti anyagon és sajátítsa el a következőket:

- Hegesztés fogalma
- A bevont elektródás kézi ívhegesztés fogalma és folyamata
- Villamos ív tulajdonsága
- Hegesztő felszerelés fő részei
- Bevont elektródás kézi ívhegesztés fázisai
- Dinamó felépítése, előnyei, hátrányai, szabályozása
- Hegesztőtranszformátor, előnyei, hátrányai, szabályozása

- A frekvencia átalakító (inverteres) berendezés működése
- A bevont elektródás kézi ívhegesztés alkalmazása
- Elektróda bevonatok fajtái, tulajdonságai
- Hegesztőelektródák jelölése
- Hegesztési felületek előkészítése
- Az áramerősség megválasztásának tényezői
- Az elektróda átmérő megválasztása
- Az elektróda tartása és vezetése különböző hegesztési helyzetekben
- Hegesztéskor használatos egyéni védőeszközök

A szakmai információk elsajátítása után segítség nélkül válaszoljon a következő kérdésekre:

- Mi jellemzi az egyenáramú, illetve a váltakozó áramú ívet?
- Milyen előnyei és hátrányai vannak az egyenárammal való hegesztésnek?
- Milyen tulajdonságai vannak az egyenáramú hegesztő berendezéseknek?
- Milyen előnyös tulajdonságai vannak a bevont elektródáknak?
- Milyen elektróda típusokat használunk?
- Hogyan rendezne be egy hegesztő munkahelyet?
- Ismertesse a hegesztő berendezés fő részeit.
- Milyen egyéni védőeszközöket használunk a hegesztésnél?
- Milyen hegesztést előkészítő műveleteket ismer?
- Milyen szempontok szerint válasszuk ki az elektróda átmérőjét és a hegesztés áramerősségét?
- Milyen vizsgálatokat, ellenőrzést végez el a hegesztő berendezés üzembe helyezése előtt?
- Mi szükséges a jó beolvadás eléréséhez?
- Milyen varratot kapunk akkor, ha: a szükségesnél kisebb, illetve nagyobb az áramerősség?
- Milyen varratot kapunk akkor, ha: túl lassan illetve gyorsan vezetjük az elektródát?
- Milyen varratot kapunk akkor, ha: a szükségesnél hosszabb ívvel hegesztünk?
- Mire kell ügyelni a hegesztés újrakezdésekor, és mi a helyes újrakezdés sorrendje?
- Mi a következménye a helytelen ívgyújtásnak?
- Mi okoz szegélybeégést, átfolyást, átégést?
- Milyen munkálatokat kell elvégezni hegesztés után?
- Mi a teendő, ha: nem lehet ívet húzni?
- Mi a teendő, ha: a kábel és az elektródafogó erősen melegszik?
- Mi a teendő, ha: az elektróda izzani kezd?
- Mi a teendő, ha: az elektróda gyakran a munkadarabhoz ragad?
- Mi a teendő, ha: az ív erősen serceg, az elektróda fröcsköl?
- Mi a teendő, ha: a beolvadás mélysége nem elegendő?
- Mi a teendő, ha: a varratban sok a salakzárvány?

Ellenőrizze a válaszok helyességét, és ha hibátlanul teljesített, akkor tovább léphet a megoldásokra. Ahol bizonytalanságot érez ismételten nézze át az elméleti anyagot, és kérjen segítséget az oktatótól.

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

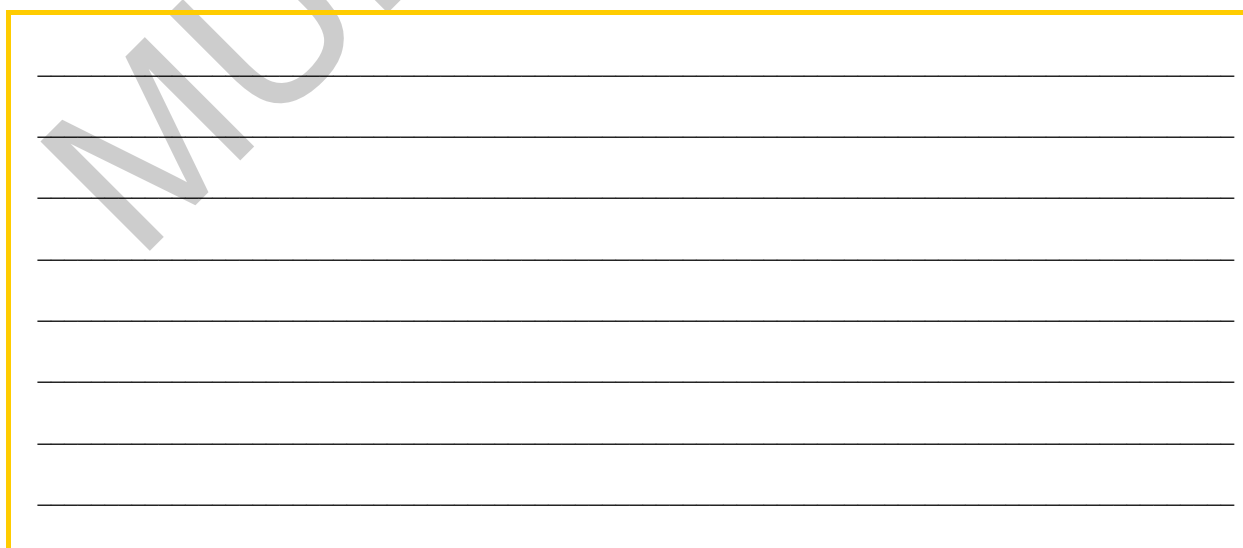
1. feladat:

Az előre leszábott 4 mm vastag durva acéllemez darabokat tompavarrattal kell összehegeszteni PA helyzetben (200 mm hosszön). Végezze el a hegesztést a tapasztalatait írja le a megadott helyre.

1.1 Határozza meg az elektróda átmérőt és indokolja



1.2 Határozza meg a lemezek egymáshoz való rögzítésének módját hegesztés előtt és indokolja!



1.3 A hegesztési tapasztalatok leírása.

Blank lined area for writing the description of welding experience.

2. feladat

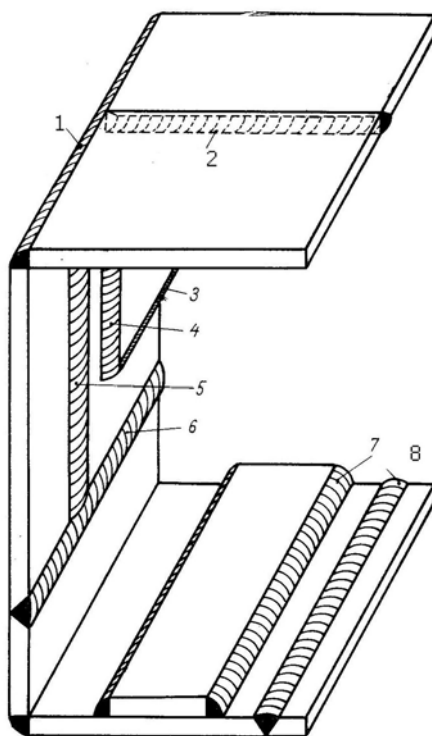
Sorolja fel a képen látható hegesztő egyéni védőfelszerelését:

Blank lined area for listing the personal protective equipment of the welder.



3. feladat.

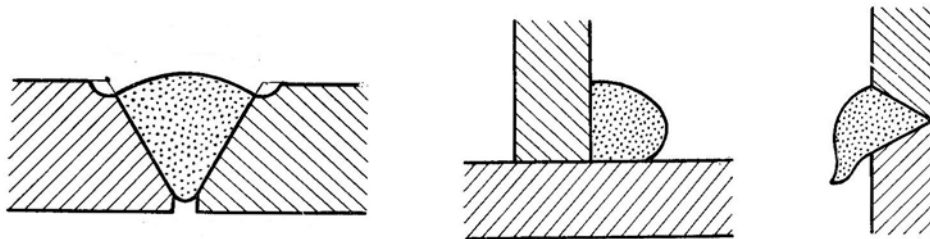
A képen látható hegesztési varratokat nevezze meg megállapítva a hegesztési helyzetet is!



This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. A large, light gray watermark with the letters "YAG" is oriented diagonally from the bottom left towards the top right, covering a significant portion of the lower half of the page. The entire sheet is framed by a thin yellow border.

4. feladat.

Milyen hegesztési hibákat fedez fel és hogyan hárítaná el azokat!



Hegesztési hibák a.) b.) c.)

MUNKANYAG

5. feladat.

Milyen védőfelszerelés hiányzik a hegesztést végző tanulón és milyen szabálytalanságot vesz még észre!



MUN

6. feladat.

Írja le a kézi ívhegesztés fázisait. Figyelemmel az elektróda távolságára a munkadarabtól, a hőmérséklet, feszültség és áramerősség változásaira!

MUNKANYAG

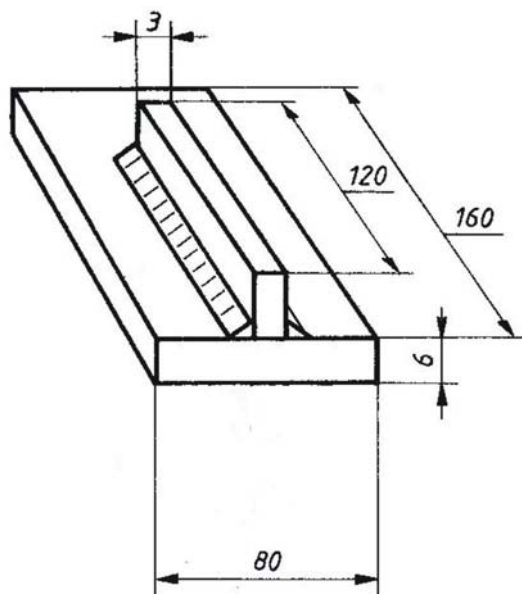
7. feladat.

A munkadarab nagysága (vastagsága) hogyan befolyásolja az áramerősség megválasztását?

8. feladat.

Válassza ki a betűvel jelölt varratok közül az ábrán láthatót (karikázza be a megfelelő betűt). Majd az előre leszabott alkatrészeket állítsa össze és végezze el a hegesztést a kiválasztott paraméterekkel. (Elektróda típusa, átmérője, áramerősség) A munkadarab anyaga 6 mm-es durvalemez.

- 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



MEGOLDÁSOK

1. feladat megoldás

1.1

Rutilos vastagbevonatú elektróda _____

Átmérő 2,5 vagy 3,25 mm _____

A durva acéllemez jól hegeszthető szerkezeti acél _____

Az áramerősség helyes megválasztásával jó minőségű szép varrat készíthető _____

1.2

A 4 mm-es lemezt tűzőhegesztéssel lehet egymáshoz rögzíteni hegesztés előtt ami biztosítja az egymáshoz viszonyított helyzetüket _____

Egyéb mechanikus rögzítést is alkalmazhatunk _____

1.3

Blank lined area for writing, overlaid with a large diagonal watermark reading "MUNKANYAG".

2. feladat megoldás

Hegesztő pajzs (fényre sötételő) _____

Hegesztő kötény _____

Hegesztő kesztyű _____

Lábszárvédő _____

Cipővédő _____

Blank lines for additional notes or answers.

3. feladat megoldás

1. sarok él varrat PA _____
2. V varrat PE _____
3. sarok varrat PB _____
4. sarok varrat PF _____
5. V varrat PF _____
6. V varrat PB _____
7. Kettős sarok varrat PA _____
8. V varrat PA _____
- _____
- _____
- _____

4. feladat megoldás

a.) Szegélybeégés. Oka túl nagy áramerősség, az elektróda helytelen tartása, hajlásszöge és vezetése _____

A paraméterek helyes beállításával érhetjük el a jó varrat minőséget. Javítása a hibás rész eltávolításával és újra hegesztésével történhet _____

b.) A hegesztő varrat nem kellően ég be, nincs jó beolvadás. Oka lehet a kicsi áramerősség, helytelen pólca átmérő választás, gyors elektróda haladás. Javítása a hibás varrat eltávolítása után a helyes paraméterek beállításával és újra hegesztésével _____

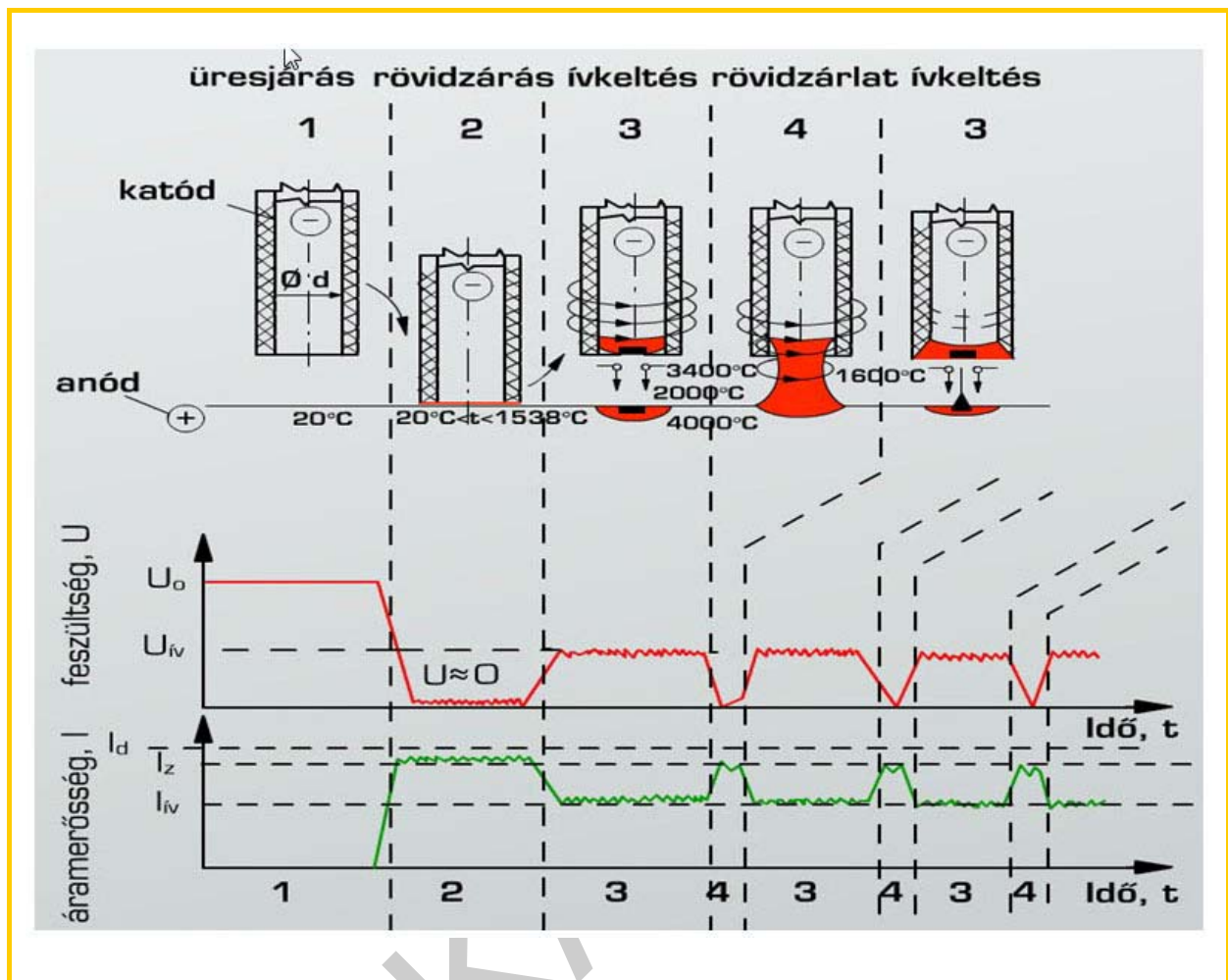
c.) Heganyag lefolyás. Oka az erős áramerősség, helytelen elektródatartás. Javítása a hibás varrat eltávolításával és újra hegesztéssel _____

5. feladat megoldás

A hegesztést végző tanulón hiányos az egyéni védőfelszerelés. A munka közben nem viseli a védőkesztyűt. _____

Szabálytalanul fel van gyűrve a munkaruha ujja, így égési sérüléseket szerez _____

6. feladat megoldás



Munka végzés nincs.

Az elektródával megérintjük a munkadarabot, ez az ívkeltés kezdete

ívkeltés.

Az elektróda csepp leválása

7. feladat megoldása

A munkadarab nagysága a jobb hőelvezetés miatt nagyobb áramerősséggel hegeszthető. A hőelvezetés módja is indokolhatja a nagyobb illetve kisebb áramerősség használatát. Mindenesetre a próbahegesztés után indokolt a varrat vizsgálata _____

8. feladat

k.) kettős sarok varrat _____
rutilos 3,25 elektróda _____

IRODALOMJEGYZÉK

G.Herden Hegesztési kézikönyv Műszaki könyvkiadó

Faber Gusztáv. Hegesztett szerkezetek Műszaki könyvkiadó

Sebestyén Jenő Gépműhelyi gyakorlatok. Műszaki könyvkiadó

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

AJÁNLOTT IRODALOM

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

Frischherc–Dax–Gubdelfinger–Haffner–Itchner–Kotsch–Staniczek.
Táblázatok. B*V kiadó

Fémtechnológiai

A(z) 0240-06 modul 014-es szakmai tankönyvi tartalomeleme
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
31 521 11 0000 00 00	Hegesztő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
19 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