

HEGESZTÉS I-II

A különböző kötéstípusokat az **1. ábra** szerint csoportosíthatjuk. A kötés erősségét tekintve az anyaggal záró kötések a legerősebbek. Ezen belül is a ragasztott kötésekre az adhézió a jellemző, a forrasztott kötéseknel szintén adhézió diffúziós réteggel, míg a hegesztett kötéseknel a kohézió. Tehát a jól kivitelezett hegesztés fog mindközül a legerősebb kötésszilárdsággal rendelkezni, hiszen itt elsőrendű fémes kötés fog kialakulni a kötendő darabok között.

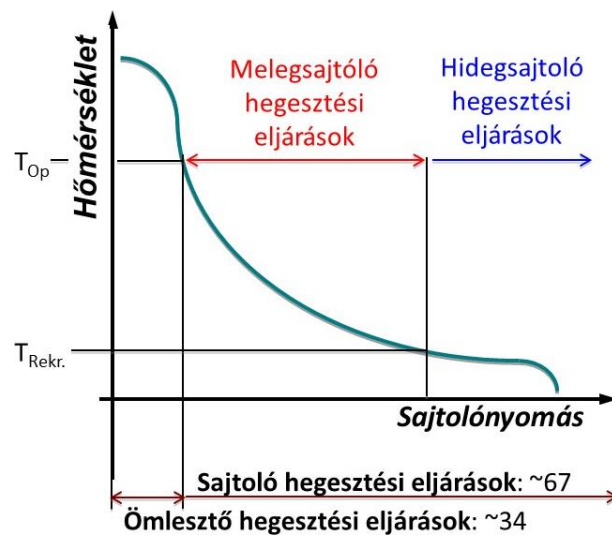


1. ábra. Kötéstípusok csoportosítása

A fémes kötés a vegyértékelektronok kölcsönös elektronfelhőbe történő leadását jelenti, tehát létrehozásához a kötendő felületek rácsparaméter távolságba történő megközelítése szükséges. Egy igen finoman megmunkált felület felületi érdessége még mikrométeres, míg a fémes elemek rácsparamétere nanométeres tartományba esik. Tehát hegesztéskor felületi érdességből adódó közel három nagyságrendnyi különbséget kell áthidalni.

Ha ezt a problémát a felületek megolvasztásával és az új felületek közötti ömledék kristályosodásával oldjuk meg, akkor *ömlesztő hegesztésekről*, ha pedig a felületek nagymértékű alakváltoztatásával (összesajtolásával) akkor *sajtolóhegesztésekről* beszélünk (**2. ábra**). Az sajtolóhegesztésekhez a felületek nagy alakváltozása szükséges (150-200%).

A sajtoló hegesztési eljárásokat tovább csoportosíthatjuk még a szerint is, hogy az újrakristályosodási hőmérséklet alatt, vagy felett történik a hegesztés. Értelem szerűen a hőmérséklet növelésével csökken az összesajtoláshoz szükséges erő (**2. ábra**) és azok az anyagok is hegeszthetővé válnak, melyek szobahőmérsékleten nem képesek nagymértékű alakváltozásra.



2. ábra. Hegesztési eljárások csoportosítása a hegesztési hőmérséklet és nyomás függvényében

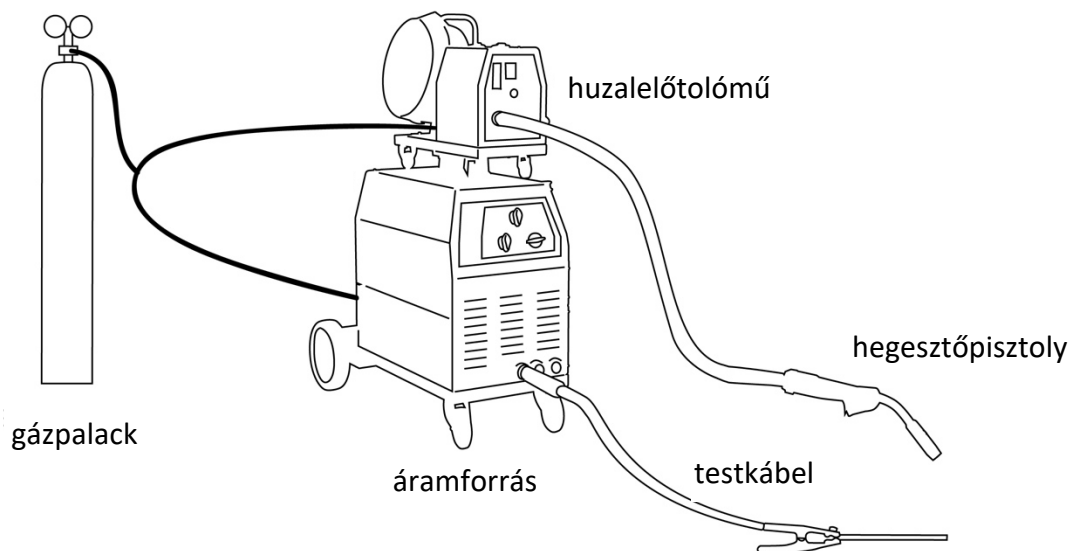
A különböző hegesztési eljárásokat szokás a hőbeviteli forrás, az alkalmazott hozaganyag és varratvédelem szerint megnevezni. A hegesztési eljárások szabványos magyar elnevezéseit és a számjelüket az ISO 4063:2016 szabvány tartalmazza. A hegesztés és rokon eljárások általános magyar kifejezéseit az MSZ ISO/TR 25901-1:2020 előszabvány tartalmazza.

A laborgyakorlatok során mindkét főcsoportba tartozó eljárásokból a legtöbbet használtat és egyben a legszélesebb körben robotizált eljárásokat nyílik lehetőségük a hallgatóknak kipróbálni.

Hegesztés I.

Huzalelektródás védőgázos ívhegesztés (13)

A 13-as eljárás csoportba tartozó huzalelektródás védőgázos ívhegesztéskor a folyamatosan dobról, vagy hordóból előtolt huzal és a munkadarab között gyújtunk ívet. Az ív megolvasztja a munkadarab felületét és a hegesztőhuzalt, így képezve ömledéket. A varrat védelmére aktív és semleges védőgázok alkalmazhatók. A berendezés elvi felépítését az **3. ábra** szemlélteti.



3. ábra. Huzalelektródás védőgázos ívhegesztő-berendezés elvi felépítése

Megjegyzendő, hogy laborjainkban központi gázellátó rendszer működik, **ellenőrizzük hegesztés előtt, hogy a berendezések a kevertgáz** (Corgon – 82% Ar + 18% CO₂) **elvételi pontra vannak csatlakoztatva** (mindig a jobb oldaliak) **és a rotaméteres elvételi ponton az elzáró szerelvény ki van nyitva** (4. ábra). A gázáram beállításán ne változtassunk, azt bízunk a gyakorlatvezetőkre amennyiben szükséges.

Alkalmazott védőgázok lehetnek (MSZ EN ISO 14175:2008): CO₂ (C1), argon vagy argon és CO₂ (M21) gázkeverékben is ezért az eljárások megnevezései lehetnek:

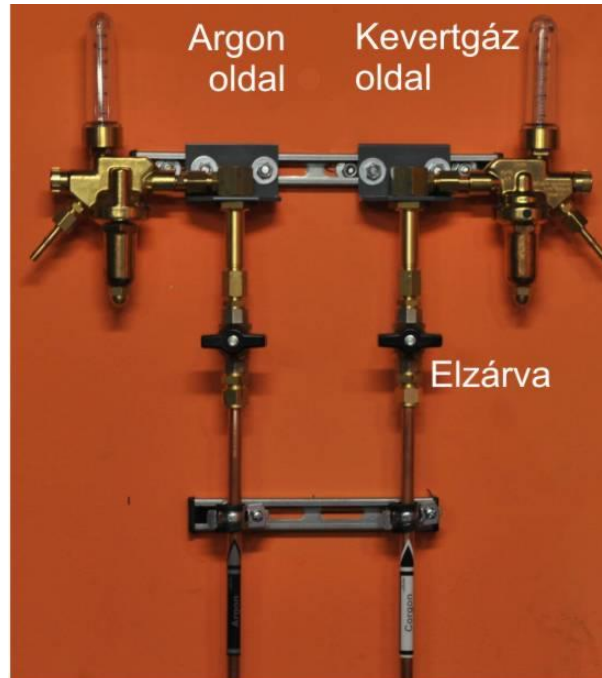
Huzalelektródás semleges védőgázos ívhegesztés (131-133) (MIG-hegesztés a Metal Inert Gas szavak kezdőbetűiből). Szokásos védőgázok: argon (Ar) esetleg hélium (He).

Huzalelektródás aktív védőgázos ívhegesztés (135-138) (MAG-hegesztés a Metal Active Gas szavak kezdőbetűiből). Szokásos védőgázok: széndioxid (CO₂) és széndioxid-argon keverékek.

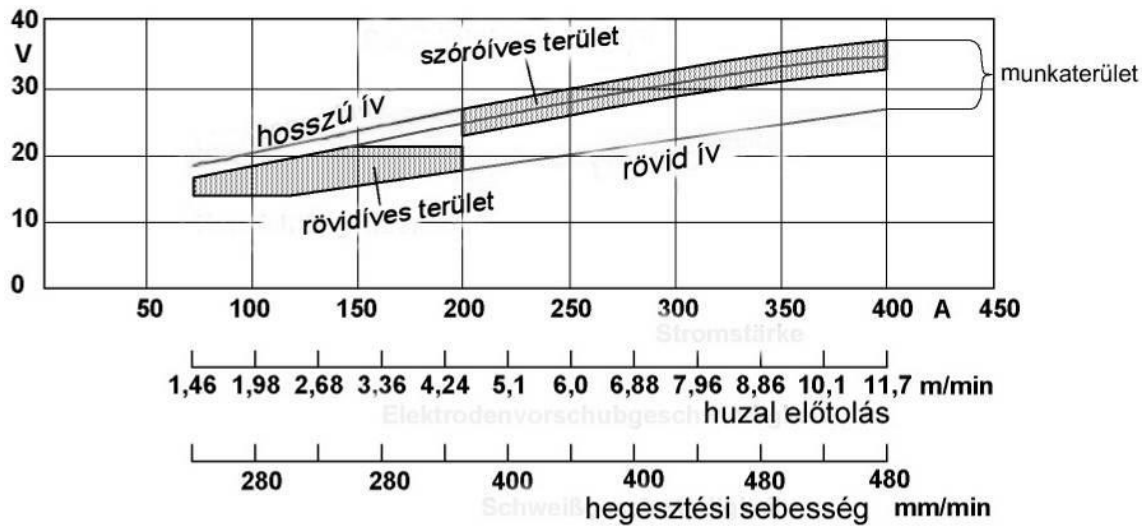
US angol rövidítése (131-138)(GMAW a gas metal arc welding szavak kezdőbetűiből)

Hegesztőanyag: az alapanyaghoz választott, megfelelő kémiai összetételű huzalelektróda, lehet tömör, vagy portöltésű is. Jellemző elektróda-átmérők: 0,8; 1,0; 1,2; 1,6 mm, felülete lehet csupas (polimerrel bevont) vagy rézzel, vagy bronzal bevont.

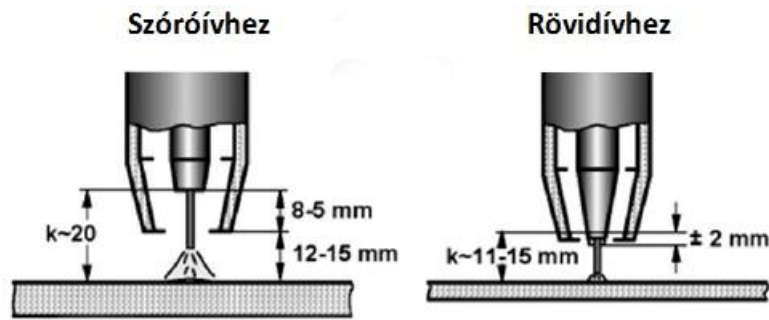
A hegesztési paraméterek úgymint feszültség, huzalelőtolás (áramerősség), hegesztési sebesség, pisztolytávolság és pisztolytartás helyes megválasztásához a 5 - 7. ábrák nyújtanak segítséget.



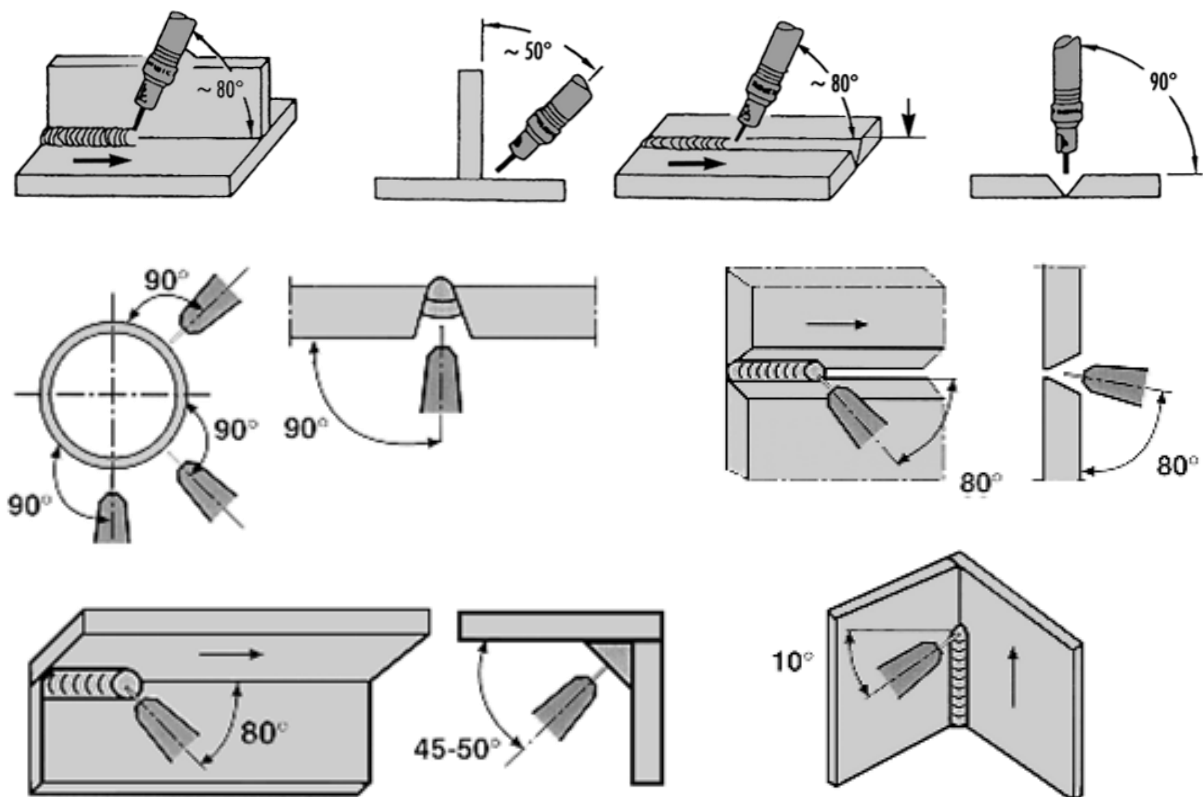
4. ábra. Rotaméteres elvételi pont tiszta Ar és Ar+Co₂ gázkeverékekhez



5. ábra Segédlet a hegesztési paraméterek kiválasztásához



k – a munkadarab és az áramátadó közötti távolság
6. ábra Segédlet a helyes munkatávolság kiválasztásához



7. ábra Segédlet a helyes pisztolytartás kiválasztásához különböző varratpozícióknál

Eljárásváltozatok ISO4063:2016 szerint

- 13 Huzalelektrodás, védőgázos ívhegesztés
- 131 Tömör huzalelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés (MIG-hegesztés tömör huzalelektrodával)
- 132 Porbeles huzalelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés (MIG-hegesztés porbeles huzalelektrodával)
- 133 Fémportöltetű huzalelektrodás, semleges védőgázos ívhegesztés (MIG-hegesztés fémportöltetű huzalelektrodával)
- 135 Tömör huzalelektrodás, aktív védőgázos ívhegesztés (MAG-hegesztés tömör huzalelektrodával)
- 136 Porbeles huzalelektrodás, aktív védőgázos ívhegesztés (MAG-hegesztés porbeles huzalelektrodával)

138 Fémportöltetű huzalelektrodás, aktív védőgázos ívhegesztés
(MAG-hegesztés fémportöltetű huzalelektrodával)

A Hegesztés I laborgyakorlat során elvégzendő feladatok:

1. részfeladat:

Az S 235 JR 3 mm vastag tesztlemez élével párhuzamos varrathernyó képzés felrakó hegesztésként. A hő hatásának megfigyelése a munkadarab deformációjára. A tesztlemez mindkét oldalán a felrakó hegesztés gyakorlása. A pisztolytartás és pisztolytávolság hatásának megfigyelése az ívstabilitásra és varratképre.

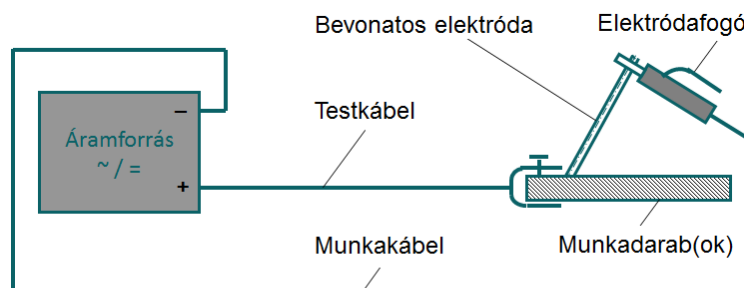
2. részfeladat:

2 db S 235 JR 3 mm vastag lemez összefűzése a sarkaikon, utána belső sarokvarrat készítése. A be, ill. átolvadás megfigyelése. Ezután a meghegesztett darabot fogóval megfordítva a „sátortető” külső élének meghegesztése.

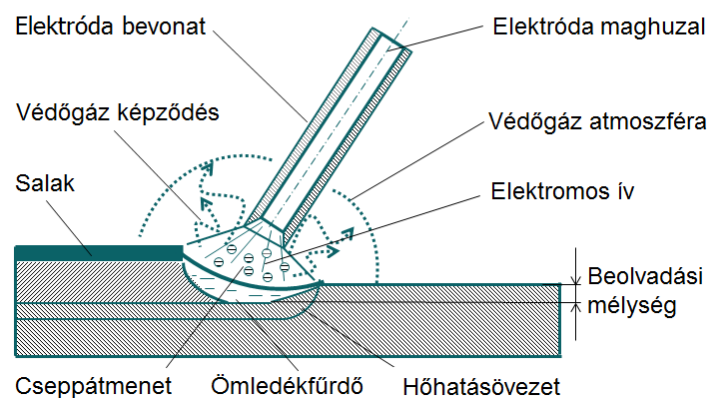
Kézi ívhegesztés (111)

Kézi ívhegesztésnél (111-es eljárás) (régiben bevont elektródás kézi ívhegesztés) az elektródafogóban elhelyezett bevont elektróda és a munkadarab(ok) között ég az ív. A keletkezett hő megolvasztja a munkadarabokat, a maghuzalt és annak bevontát (8. ábra).

A kézi ívhegesztés (111) elvi elrendezése



A bevontos elektróda leolvastásakor lejátszódó folyamatok



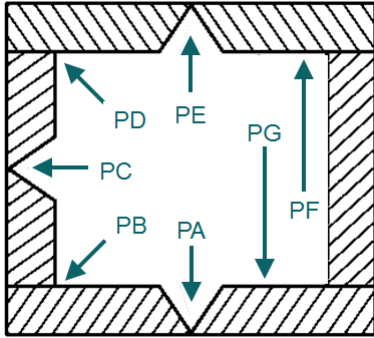
8. ábra A kézi ívhegesztés elvi elrendezése és a varratképzéskor lejátszódó folyamatok sematikus ábrája

A hegesztőpálcák tipikus maghuzal átmérője 1,5 – 6 mm, a hosszuk 300 – 500 mm. Ebből adódóan a hegesztési áramerősség 30 – 500 A között változhat, így vékonylemezek és vastagabb (~4 – 6 mm-es) szelvények egy varratsorral történő kötőhegesztésére is alkalmas. Természetesen felületi bevontképzésre azaz felrakóhegesztésre is alkalmas ez az eljárás. Az elektróda bevontjának fő feladatai:

- ívstabilizálás,
- védőgázképzés (a hegesztés helyén védi az ömledéket a környezeti atmoszférától),
- metallurgiai folyamatok szabályozása az ömledékfürdőben (ötvözés, dezoxidálás, denitrálás stb.),
- salakképzés (a salak részt vesz a metallurgiai folyamatokban, védi a még meleg varratot a környezeti atmoszférától és a lehűlési sebességet is csökkenti),
- fémportartalmú bevont esetén növeli a leolvadási teljesítményt és a kihúzási hosszt.

Leggyakrabban savas, cellulóz, rutilos és bázikus bevonatú elektródákat alkalmaznak. A savas bevonatú elektródával mély beolvadású esztétikus varratok készíthetők, viszont híg folyós salakja miatt pozícióhegesztésre nem alkalmas.

A hegesztési pozíciók áttekintését és betűjeleit a 9. ábra szemlélteti.



9. ábra A hegesztési pozíciók betűjelei az MSZ EN ISO 6947:2011 szabvány szerint

Csövek körvarratánál szinte minden hegesztési pozíció végigmegy a hegesztő, ezért csőhegeszténél a további jelöléseket:

- **PJ** - rögzített cső fentről lefelé hegesztve,
- **J-L045** - ferde tengelyű rögzített cső fentről lefelé hegesztve,
- **PH** - rögzített cső lentől felfelé hegesztve és
- **H-L045** - ferde tengelyű rögzített cső lentől felfelé hegesztve.

A cellulóz bevonatú elektródák bevonatában nagy mennyiségű szerves anyag (pl.: cellulóz) sok védőgázt és sűrű salakot képez, így az elektróda kifejezetten alkalmas pozícióhegesztésre és kültéri használatra (csövek gyökvarratának hegesztésére fejlesztették ki). A rutilos elektródák bevonatának fő komponense a rutil (TiO_2), ezen elektródákkal a legkönnyebb hegeszteni és váltóáramú hegesztésre is alkalmasak. A legjobb mechanikai tulajdonságú varratok (legkisebb TTKV is) a bázikus bevonatú elektródákkal érhető el. Viszont velük a legnehezebb hegeszteni, mivel leszorított ívet kell tartani, ami kb. maghuzal átmérőjének megfelelő ívhossz (miközben a pálca folyamatosan leolvad).

Kézi ívhegesztést széles körben alkalmaznak annak ellenére, hogy nem túl termelékeny. Ennek oka, hogy a berendezés és a hegesztés kivitelezése relatíve egyszerű és az ötvöztelen acéltól kezdve az erősen ötvözött acélokon át a szerszámacélokig minden acéltípushoz kapható pálca. Nemcsak acélokhöz, de nikkel-, alumínium- és rézötvözetekhez találunk hegesztőanyagot, amiből akár pár darab pálca is vásárolható (többi ívhegesztő eljárásnál több kg esetenként több tíz kg a minimálisan megvásárolható mennyiség) így kedvelt eljárás javítóhegesztéshez és otthoni barkácsoláshoz is.

A Hegesztés I laborgyakorlat során elvégzendő további feladatok:

3. részfeladat:

Az S 235 JR 3 mm vastag tesztlemez élével párhuzamos varrathernyó képzés felrakó hegesztésként. A hő hatásának megfigyelése a munkadarab deformációjára. A tesztlemez mindkét oldalán a felrakó hegesztés gyakorlása. **Salakoláskor fokozottan figyeljünk, hogy ne a társaink felé történjen!**

4 részfeladat:

A már a 2. részfeladattal meghegesztett „sátortetővel” párhuzamosan még egy lemez hozzáfűzése a darabhoz majd szabadon választott hegesztési pozícióban hozzáhegesztése. A különböző hegesztési pozíciókban történő hegesztések közötti különbségek megfigyelése. A lemezek vízben történő lehűtése után, amennyiben nem

tartanak rá igényt a fémhulladék-konténerben való elhelyezése, a hegesztési munkahely rendberakása.

Hegesztés II.

Hegesztőrobot berendezés

Készítette: Kemény Dávid

A folyamatos fejlődésnek köszönhetően az iparban egyre inkább tapasztalható, hogy amilyen munkakört lehet, automatizálással kiváltanak. Ennek egyik legegyszerűbb módszere a robotok alkalmazása. A robot egy olyan mechanizmus, amely előzetes programsor definiálása után önállóan képes feladatokat végrehajtani. Működését tekintve lehet közvetlenül emberi irányítás alatti, vagy önállóan munkavégzésre képes állapotban (számítógép vezérelt).

Megkülönböztethetünk szolgáltató és ipari robotokat.

- Szolgáltató:
 - Háztartási (pl.: takarítógépek)
 - Hadiipari (pl.: Drónok, pilóta nélküli gépek)
 - Mezőgazdasági (pl.: aratógépek)

Az iparban többféle területen alkalmazhatók a robotok:

- Anyagmozgatásnál (pl.: rakodó, szelektáló)
- Festésnél (pl.: karosszériák, berendezések, épületek)
- Összeszerelésnél (pl.: csavarozás, szegecselés, ragasztás)
- Hegesztésnél (pl.: MIG, MAG, TIG)
- stb.

A laborgyakorlat keretén belül a hegesztőrobot kerül részletesen bemutatásra a későbbiekben. Az Anyagtudomány és Technológia Tanszék G. épület Dr. Bauer Ferenc után elnevezett termében, a YASKAWA bemutató laborban található. A YASKAWA AR1440 típusú robotot a Flexman Robotics Kft. bocsátotta a tanszék rendelkezésére bemutató, és oktatási célból.

A YASKAWA AR1440 típusú robotkar főbb tulajdonságai:

- | | | |
|---------------------------|-------|----|
| • Tengelyek száma: | 6 | db |
| • Teherbírás: | 12 | kg |
| • Pontosság: | ±0,02 | mm |
| • Maximális karkinyúlás: | 1440 | mm |
| • Üzemelési hőmérséklet: | 0-45 | °C |
| • Üzemelési páratartalom: | 20-80 | % |
| • Tömeg: | 150 | kg |
| • Teljesítmény: | 1,5 | kW |

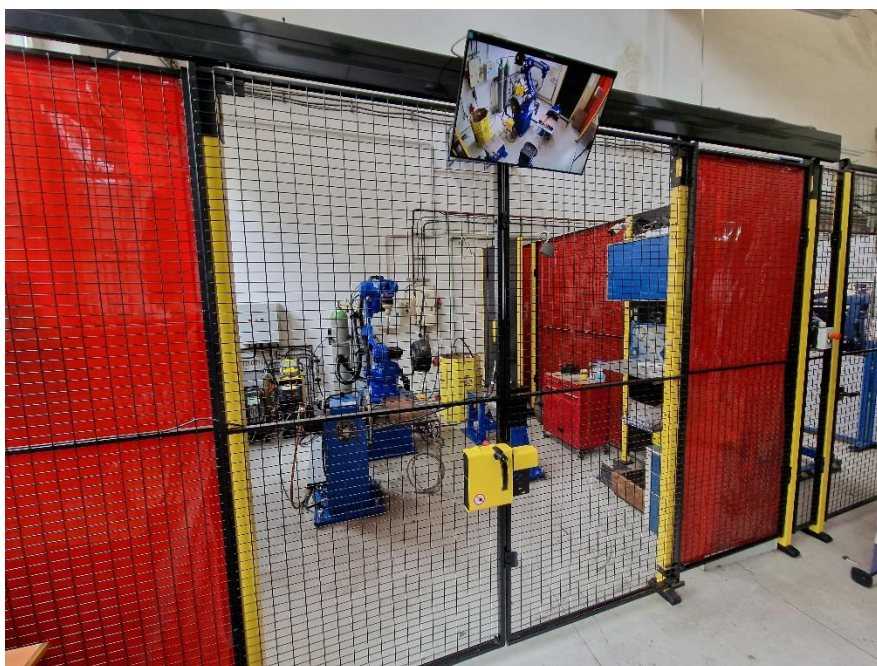
A hegesztőrobot abban különbözik a többi ipari robottól, hogy hegesztőfej van rajta, amely belső kábelezéssel van kivitelezve. A robothoz tartozik természetesen a hegesztő gép, gázpalack, és a huzal. Hegesztés során MAG eljárást valósít meg M21-es (M21-ArC-18) védőgázzal.

A robot és a hegesztőrendszeren kívül látható egy forgatható, egytengelyes pozicionáló berendezés (munkaasztal), így a rendszerünk összesen 6+1 tengelyes (NEM 7 tengelyes rendszer), illetve ezzel szemben egy passzív munkaasztal, amely a megtámasztást, pozicionálást segíti elő (hajtással nem rendelkezik). A hegesztőpisztoly karbantartása végett pisztolytisztító állomás is helyett kapott az összeállításban.



A robotcella felépítése

A berendezés összesség jól elhatárolva a külső környezettől egy biztonsági cellában foglal helyet, amelynek elsődleges feladata az emberi egészség megóvása és a munkabiztonság megteremtése. A cella ajtaja általában közelség- vagy lézeres érzékelővel van ellátva, amelynek kinyitásakor a működő robot azonnal leáll.



Hegesztőrobotot elszigetelő biztonsági cella

Korábban említettük, hogy a hegesztőrobotok az automatizálás miatt nyernek teret egyre több helyen. Ez többek között a következő előnyöknek köszönhető:

- Nagyon jó termelékenység (3x gyorsabb hegesztési sebesség is megvalósítható, az emberi munkaerőhöz képest)
- Folyamatos üzemelés
- Pontos munkafolyamatra képes ($\pm 0,02$ mm pontosság)
- Füstgáz elszívás kiépítése nem szükséges
- Mindig ugyanazt a procedúrát végzi, mint amire betanították

Természetesen az előnyök mellett hátrányok is vannak, amelyeket figyelembe kell venni:

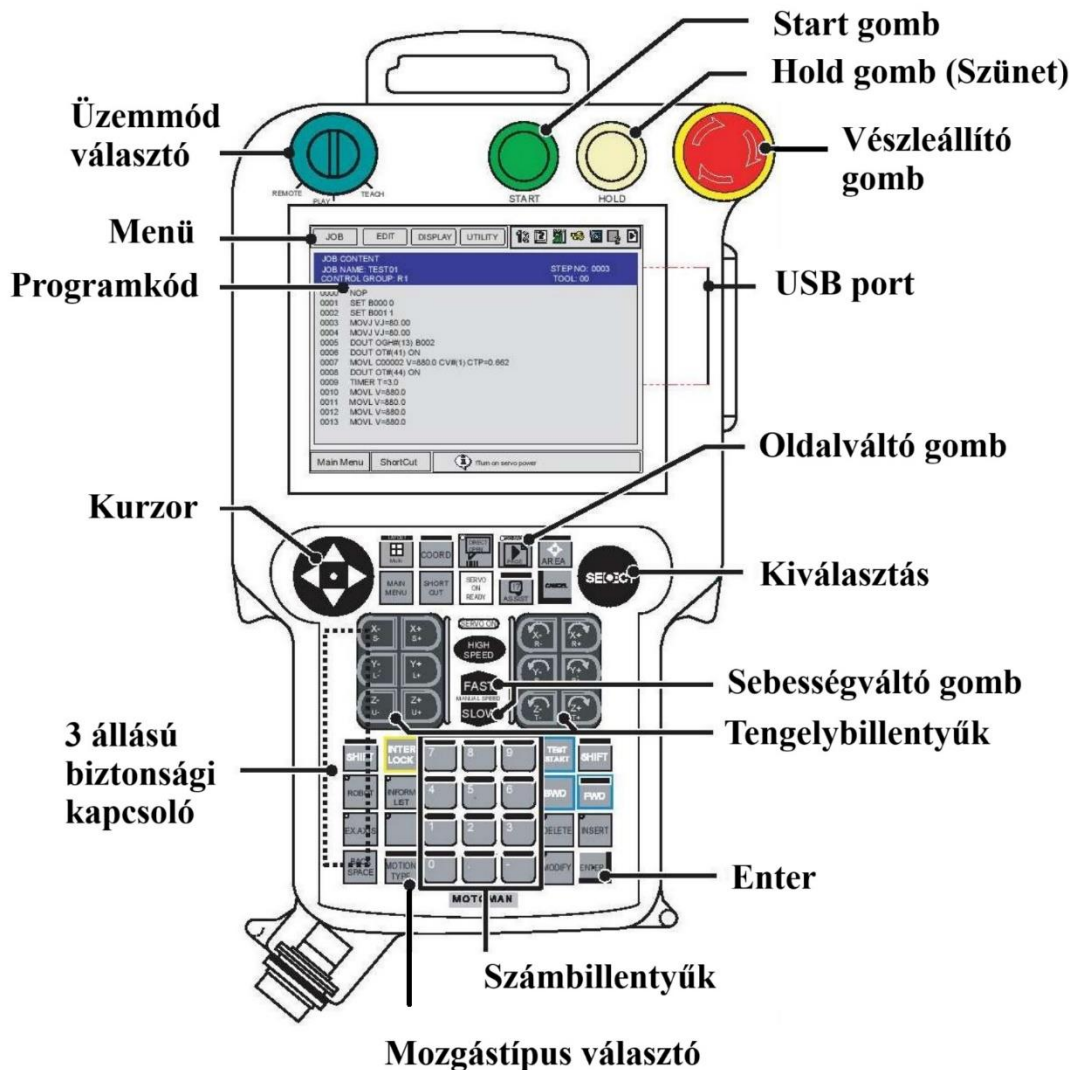
- Beszerzési, és üzemelési költség
- Programozásához szakemberre van szükség
- Gazdaságosság kérdése (megtérül-e?)
- Általában helyhez kötött kivitel: mozgatás, áthelyezése nehéz, vagy nem lehetséges
- A hegesztést megelőző előkészületek mindig ugyanolyan minőségűek kellene, hogy legyenek (pl.: próbatestek mérete, azok pozicionálása)
- Mindig ugyanazt a procedúrát végzi, mint amire betanították

Hegesztőrobot programozása

Kétfajta vezérlési módot különböztetünk meg:

- Off-Line programozás:
 - közvetett esetben a virtuális térben tanítjuk meg a robotnak a mozgást,
 - automatikus pályagenerálás során a software generálja a programtervet (3D, megmunkálás)
- On-Line programozásban is több lehetőség áll rendelkezésre
 - közvetlen tanítás (direct teach-in), ilyen a festő robot, vagy a rehabilitációs robot
 - Közvetett tanítás esetében csak a konkrét pontokat és azok közötti mozgásokat (egyenes, kör, spline) rögzítjük a munkatérben

A laborgyakorlat során közvetett programozást alkalmazunk, amelyet a programozópulton lehet kivitelezni.



YASKAWA robot programozópultja

Az üzemmódok között a 3 állású „Üzem mód választó” kapcsolóval lehet váltani.

- Tanuló üzemmód (Teach mode): Itt történik a robot mozgásának közvetett betanítása. Maximális sebesség ekkor 250 mm/perc (biztonsági okokból). A sebességet lehet állítani az út hosszától függően: (Slow, Mid, High)



- Indítási üzemmód (Play mode): Itt történik a programok futtatása, amikor a robotmozgások valós sebességgel történnek. Leállítása a biztonsági cella kinyitásával, vagy a vészleállítással lehetséges.

A programozás megkezdésekor egy új JOB-ot (programot) szükséges létrehozni, amely a robot feladatát fogja leírni. A mozgási parancsok megadása előtt érdemes a koordináta

rendszer helyes megválasztása alkalmazhatók:



. A következő koordinátarendszerek

- Csukló
- Derékszögű (Descartes)
- Henger
- Szerszám
- Felhasználói koordinátarendszerek

A programozás elengedhetetlen kelléke a 3 állású hátsó kapcsoló a „Dead Man Switch”, azaz a „Halott Ember Kapcsoló” középállásban való használata. Ennek aktiválását az előzetesen megnyomott, SERVO ON READY gombbal tudjuk elérni.



Mozgásvezérlési módok

A pontok felvétele előtt a mozgások típusát ellenőrizni kell. Kiválasztása a MOTION TYPE gombbal lehetséges. Többfajta típus közül választhatunk:

- MOVJ – Csuklómozgás, ekkor a robotpálya nem meghatározott, azaz a robot a számára legkedvezőbb útvonalon közelíti meg a beprogramozott pontot. A sebességet %-ban adjuk meg, a robot maximális sebességéhez viszonyítva (pl.: MOVJ VJ = 80 [%]) Ezeket a parancsokat általában mellékmozgások programozására használják.
- MOVL – Egyenes mentén történik a mozgás, azaz a robot pályája kötött. A sebességet általában cm/percben adjuk meg. Ezekkel a fő (technológiai) mozgások programozhatók (pl.: MOVJ V=55).
- MOVC – Körpálya mentén történő mozgást jelent. A robot pályája szintén kötött. Sebességét általában cm/percben adjuk meg. Ebben az esetben is a fő mozgások programozásához használjuk (pl.: MOVC V=55).

Új(abb) pont felvétele

A tanítás során alkalmazott mozgási utasításokat (pozíciókat) rögzíteni kell, hogy a robot eljusson A-ból B-be. Az aktuális pozíció elmentéséhez az INSERT + ENTER gombok egymás után történő megnyomása szükséges.



Módosítás

Amennyiben a pontot felül szeretnénk írni egy korrigált pozícióval, akkor a MODIFY + ENTER kombinációt szükséges alkalmazni.



Törlés

De ha törölni szükséges egy parancsot, akkor a robottal a törlendő pozícióra szükséges állni, majd a DELETE + ENTER gombokat szükséges megnyomni.

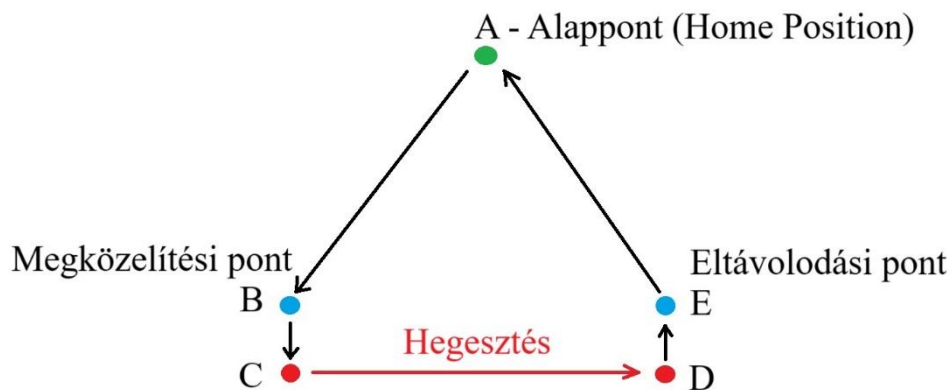


A JOB a következő elemekből épül fel:

- HOME Position – Null pozíció, a robot a munkavégzéskor innen indul és ebbe a pontba érkezik vissza.
- Megközelítési pont – Ennél alkalmazható a MOVJ parancs, itt történnek a nagyobb karmozgások, és itt a kívánt szöghelyzetben kell, hogy legyen a hegesztőfej.
- Technológiai pont felvétele – Finomabb mozgások felvétele, MOVJ parancson kívül bármelyik alkalmazható
- Eltávolodási pont – a megközelítő ponthoz hasonló, a robotot a munkaterületről eltávolítva, biztonságos helyzetbe irányítjuk, ahonnan a MOVJ parancs alkalmazható.
- HOME position – Kezdeti pozíció újbóli behivatkozása.

Ezen parancsokkal a programozási ciklus le is zárult.

Egy példa a programozási ciklusra:



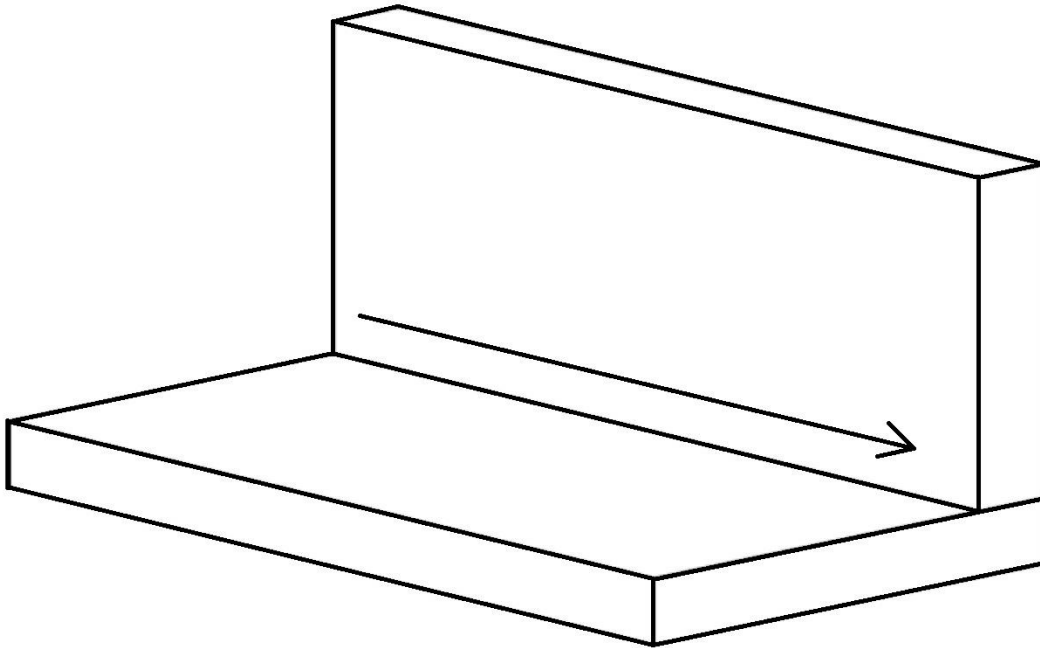
Hozzá tartozó program:

```

0000      NOP
0001 0001 MOVJ VJ=20.00 //A pont
0002 0002 MOVJ VJ=20.00 //B pont
0003 0003 MOVL V=250    //C pont
0004      ARCON         //Hegesztés parancs
0005 0004 MOVL V=35     //D pont
0006      ARCOF         //Hegesztés vége
0007 0005 MOVL V=250    // E pont
0008 0006 MOVJ VJ=20.00 //A pont
0009      END
    
```

Feladat

3 fős csoportot alkotva készítsen hegesztési sarokvarratot a megadott útvonalon! Figyeljen a kontaktmentességre (ütközés elkerülése), és a megfelelő hegesztőpisztoly szögállásra. A programozás során figyeljen a helyes koordináta-rendszer megválasztására! Vegye fel a szükséges mozgáspontokat (home pozíció, megközelítési, technológiai és eltávolodási pontokat)!



A Hegesztés II laborgyakorlat során elvégzendő feladatok:

Robothegeztés 135 -eljárással

3. részfeladat:

Egyenként, on-line programozási rendszerben a programozópult segítségével a hegesztőrobot mozgatása. A koordináta-rendszer hatásának megfigyelése a mozgatás menetére. Lehetséges nullpont felvétele a sarokvarrat hegesztésének megkezdésére, ügyelve a robotkar szög helyzetére, és munkadarabtól való távolságára.

4. részfeladat:

3 fős csoportot alkotva a hallgatók hegesztési sarokvarratot készítenek a megadott útvonalon! Figyeljenek a kontaktmentességre (ütközés elkerülése), és a megfelelő hegesztőpisztoly szögállásra. A programozás során figyeljenek a helyes koordinátarendszer megválasztására!

Vegyék fel a szükséges mozgáspontokat (home pozíció, megközelítési, technológiai és eltávolodási pontokat)!

Felkészülést segítő kérdések

- Hogyan alakul ki a hegesztett kötés huzalelektrodás védőgázos ívhegesztés esetén?
- Mi a különbség a MIG és a MAG -hegesztés között?
- Hogyan alakul ki a hegesztett kötés kézi ívhegesztés esetén?
- Mi a különbség a MIG / MAG és a kézi ívhegesztés között?
- Hogyan alakul ki a hegesztett kötés ellenállás-ponthegesztés esetén?
- Mi a különbség a kemény és lágy munkarend között ellenállás-ponthegesztés esetén?

- Milyen robot típusokat különböztetünk meg?
- Soroljon fel 3-3 előnyt és hátrányt a hegesztőrobothoz kapcsolódóan!
- A hegesztendő varrat hosszát milyen paranccsal adná meg, és miért?
- Mit jelent a 20.00 a MOVJ parancsban?
- Mit jelent a 250 a MOVL parancsban?
- Melyik lehet majd a legtöbbet alkalmazott koordinátarendszer a laborgyakorlat során, miért?

Felhasznált és ajánlott irodalom

- Hegesztés és rokon technológiák. Szunyogh László főszerk. GTE, BP., 2007
- Hegesztési zsebkönyv. Gáti József főszerk. COKOM MÉRNÖKIRODA KFT. Miskolc 2010
- Fémek és kerámiák technológiája. Artinger, Csikós, Krállics, Németh, Palotás Műegyetemi Kiadó BP., 2006
- Hegesztési Kézikönyv. Szerk.: Dr. Baránszky-Jób Imre. Bp., 1985
- Segédletek a Hegesztés című tantárgy laboratóriumi gyakorlataihoz