



Várnagy Csaba

Fémek hegeszthetősége bevontelektródás 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-010-30

FÉMEK HEGESZTHETŐSÉGE BEVONTELEKTRÓDÁS KÉZI ÍVHEGESZTÉSSEL

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Ha egy gépipari üzemben dolgozunk, vagy látogatást teszünk, nagy valószínűséggel találkozunk különböző bevontelektródás ívhegesztő berendezéssel. Berendezések javításánál, lemez megmunkálásnál, karosszéria munkáknál sokszor adódik olyan műszaki probléma, amikor nem kerülhetjük el ezt a technológiát. Munkánk során óhatatlanul felmerül a kérdés, hogy minden anyagnál használhatjuk az ívhegesztést? Az ipar minden területén alkalmazzák egyszerűsége, olcsósága miatt. Gyakorlatilag minden anyag hegesztésére létezik elektróda és technikája megtanulható, és nem igényel jelentős beruházást sem. Erősen ötvözött acélokat kb. 75 % -ban bevonatos elektródával hegesztik. Felrakó hegesztéshez a legtöbb hegesztőanyag bevonatos elektróda formájában áll rendelkezésre. Az eljárással az ipar igényeinek megfelelő kötések készíthetők, így gyakorlatilag minden területen találhatunk alkalmazást. Hátránya elsősorban a kis leolvadási teljesítmény és az emberi tényezők jelentős szerepe illetve az, hogy nem- vasfémekhez nehezebben alkalmazható. A tanulmányunk folytán átismétlünk a témához tartozó fogalmakat, a gyakorlati munka pedig támogatni fogja a hegeszthetőség elméleti alapjait. Érdekes megfigyelni, hogy a legtöbb szakirodalom a hegeszthetőséget az ívhegesztés szempontjából tárgyalja.



1. ábra. Bevontelektródás kézi ívhegesztés

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A hegesztés jó elvégzéséhez nagyon fontos a szükséges elméleti tudás, és olyan elméleti tudás, amit a gyakorlatba át lehet ültetni, fel lehet használni. A modulok biztosan tartalmaztak fogalmakat, szabályokat nem részletesen, de szorosan a hegeszthetőséget befolyásoló tulajdonságokat, meghatározásokat átismétljük a továbbiakban. 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. A mi esetünkben a bevontelektródás kézi ívhegesztéssel foglalkozunk. Az ívhegesztés olyan ömlesztő hegesztőeljárás, amelynél a hegfürdőt létrehozó hőmennyiséget hegesztőív szolgáltatja. Az ív az elektróda és a munkadarab között ég. Ennél az eljárásnál a fogyó- (leolvadó-) elektróda egyúttal a hozaganyag. A hegesztőívet és hegfürdőt az atmoszférától az elektróda bevonatából vagy töltetéből származó gáz és/vagy salak védi. Az elektródát hegesztéskor kézzel vezetik. □Az ipar minden területén alkalmazzák egyszerűsége, olcsósága miatt. Gyakorlatilag minden anyag hegesztésére létezik elektróda és technikája megtanulható, és nem igényel jelentős beruházást sem. Erősen ötvözött acélokat kb. 75 %-ban bevonatos elektródával hegesztik. Felrakó hegesztéshez a legtöbb hegesztőanyag bevonatos elektróda formájában áll rendelkezésre. Az eljárással az ipar igényeinek megfelelő kötések készíthetők, így gyakorlatilag minden területen találhatunk alkalmazást. Hátránya elsősorban a kis leolvadási teljesítmény és az emberi tényezők jelentős szerepe illetve az, hogy nem- vasfémekhez nehezebben alkalmazható. A hegesztés előtt érdemes végiggondolni, hogy milyen hegesztőeljárást alkalmazunk. Az alkalmazott eljárás meg fogja határozni az elvégzett munka minőségét. A gyakorlatban még egy fontos tényező befolyásolhatja a választásunkat hogy rendelkezünk-e a szükséges eszközökkel, valamint a kézi hegesztéseknél mindig jelenlévő emberi tudással.

ANYAGISMERET

Anyagok jellemző tulajdonságai: fizikai és kémiai tulajdonságok a fontosak (pl. keménység, szívósság, savállóság stb.)

Fizikai változás: az anyag tulajdonságai megváltoznak, de új anyag nem keletkezik.

Kémiai átalakulás: az anyagból más tulajdonságú új anyag keletkezik.

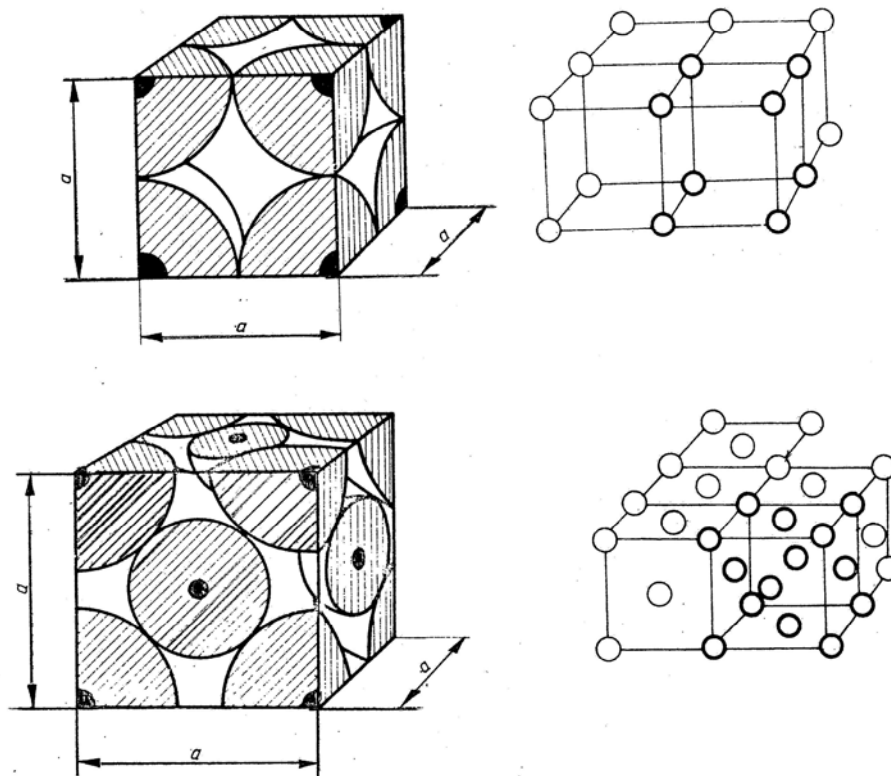
FÉMEK: jó elektromos és hővezető képesség, erőhatásokkal szemben ellenálló, szilárd stb.

FÉMSZERŰ ANYAGOK: tulajdonságaik szerint átmenet a fémek és a nemfémes anyagok között

NEMFÉMES ANYAGOK: elektromos vezetésük rossz, a fémekkel ötvözetet nem alkotnak

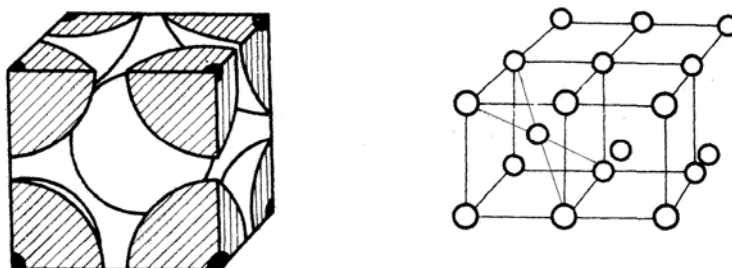
FÉMEK

Kristályos szerkezetűek, szabályos rendszerben kristályosodnak. A fémek kristályrács formái leggyakrabban a kockához hasonlítanak. A metallográfiában a kocka alakot köbösnek nevezik. Az egyszerű köbös elemi cella csúcspontjain helyezkedik el egy-egy atom. Ez az elrendezés viszonylag ritka. Sokkal többször fordul elő olyan kockaforma, amelynél a kocka lapjainak közepén még egy-egy atom helyezkedik el. 002. ábra.



2. ábra. Primitív köbös és lapközepes rács

A kristályrács formák között igen gyakran találkozunk, az ún. térközepes köbös elemi cellával. Ennél a kristályrács formánál, szintén megtaláljuk a kockaformát, de a kristályrácsban a kocka térközepén is van egyetlen egy atom.



3. ábra. Térközepes elemi cella

Az előbb felsorolt kristálysírk formákon kívül még több fajtát találunk a fémeknél. A kristálysírk alakja egyben a fém mechanikai tulajdonságait is meghatározza. Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a körülöttünk levő világot felépítő atomok atommagokból és elektronokból állnak. Az elektronok számát a magban helyet foglaló proton határozza meg. A fizikai és kémiai tulajdonságokat, amelyeket az elemek mutatnak, a mag körül helyet foglaló elektronok produkálják. A kristályok szilárduláskor (hűléskor) deformálódnak kristallitok. A fémek szabályos rácsszerkezetek halmazát alkotó szabálytalan alakú kristályokból ún. KRISZTALLITOKBÓL állnak.



4. ábra. Krisztallitok kialakulása

A fémekben szabad elektronok vannak – ezért a fémek jó elektromos vezetőik. A fémek, mint szerkezeti anyagok a következő igénybevételeknek lehetnek kitéve (mechanikai igénybevételek): Húzás; – Nyomás; – Csavarás; – Nyírás; – Hajlítás illetve ezek különböző kombinációi

Az erőhatásokkal szembeni viselkedés alapján az anyagok lehetnek:

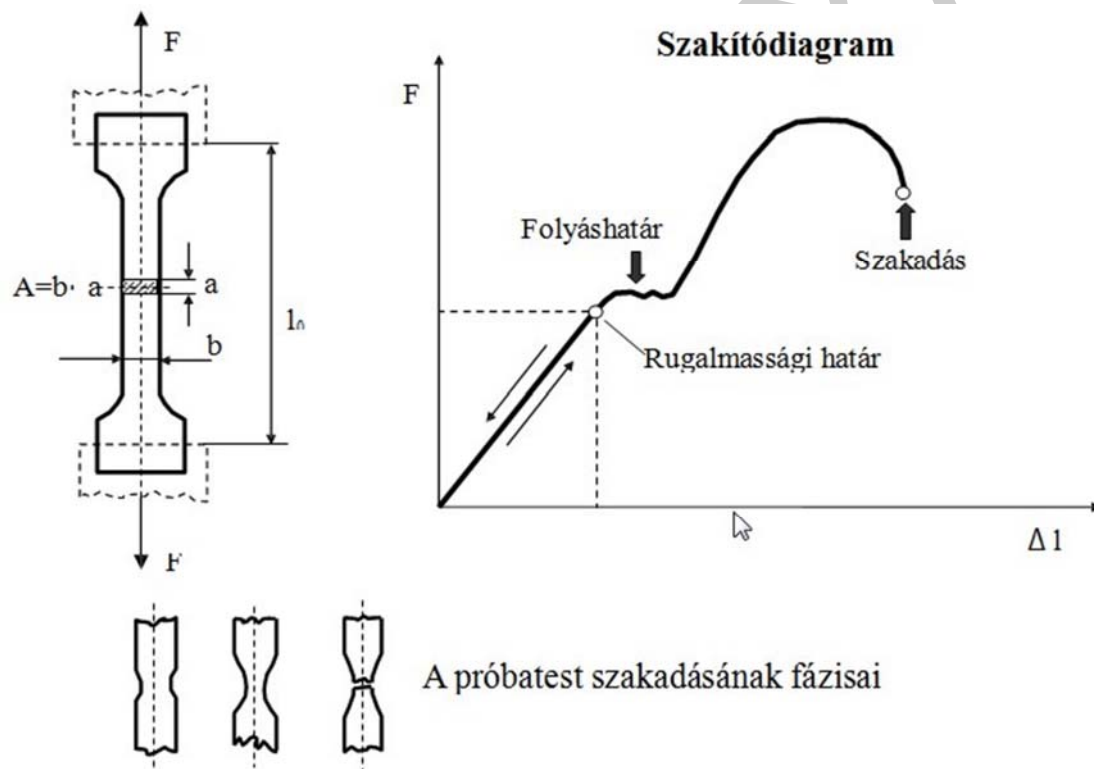
– RIDEG; – RUGALMAS; – SZÍVÓS; – KÉPLÉKENY tulajdonságúak.

- Rideg anyag: nagy nyomószilárdság, az egyéb igénybevételeket nem bírja, könnyen törik (pl. öntöttvas)
- Rugalmas anyag: az igénybevételt jól bírja, alakváltozása erővel arányos. Csak nagy alakváltozás után szakad vagy törik (pl. acélok)
- Szívós anyag: kisméretű rugalmas alakváltozás után, deformáció (pl. acélok egyes fajtái)
- Képlékeny: alakváltozás kis erőhatásra is (deformáció). Könnyen alakíthatók. (pl. ón, ólom)

Az anyag szilárdsági tulajdonságait, jellemzőit anyagvizsgálatokkal állapítják meg. (szakítószilárdság, keménység, kopásállóság stb.)

Acéanyagok egyik legfontosabb jellemzője a szakítószilárdság.

Meghatározása: szakítópróbával



5. ábra. Szakítódiagram



6. ábra. Hegesztés utáni szakítóvizsgálat próbatestei



7. ábra. Szakító gép, PC vezérléssel és kiértékeléssel

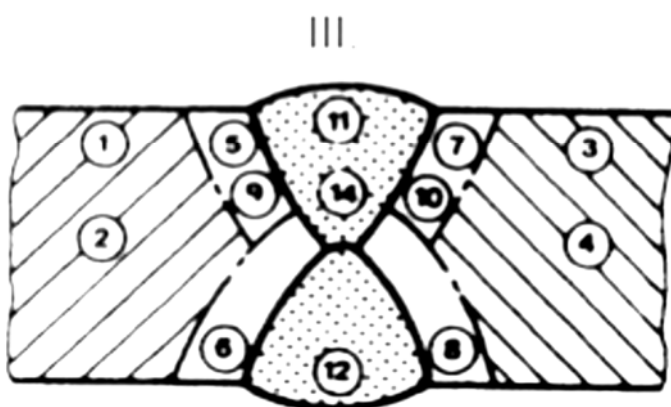
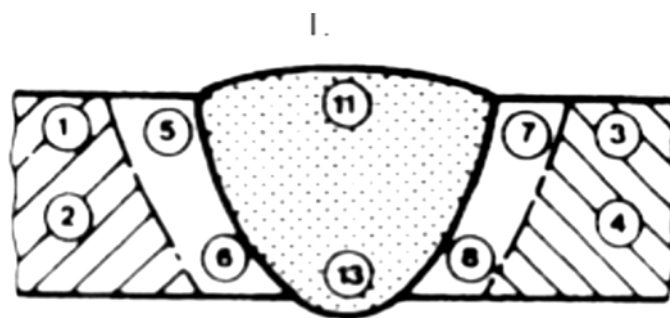
Egyéb anyagvizsgálati eljárások:

- Nyomóvizsgálat

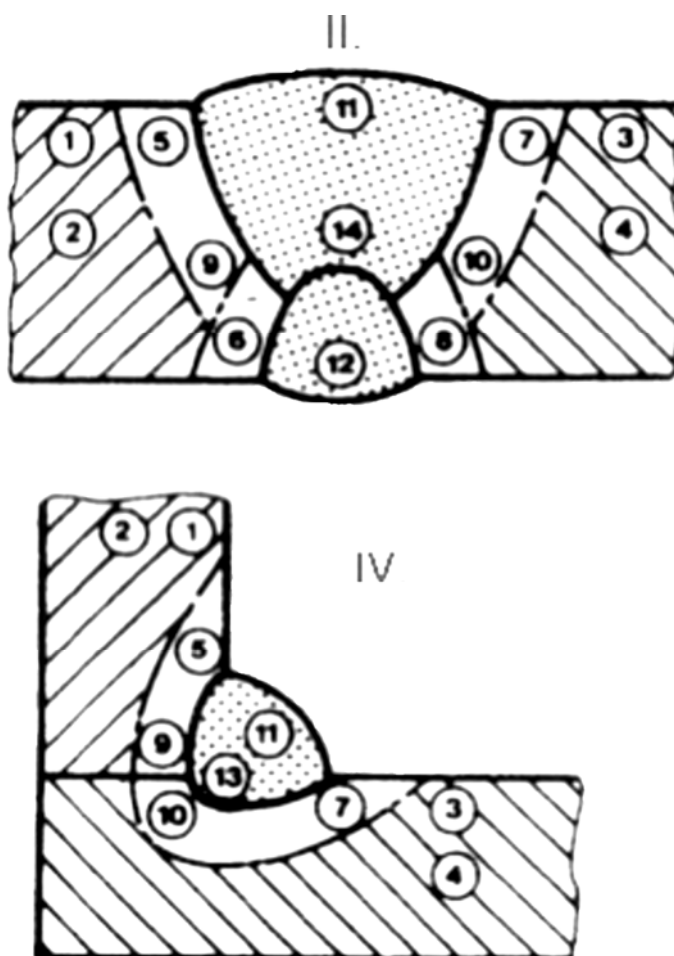
- Csavaróvizsgálat
- Nyíróvizsgálat
- Keménységmérés
- Fárasztóvizsgálat



8. ábra. Keménységmérő



9. ábra. Hegesztés után a keménységmérés helyei



10. ábra. Hegesztés után a keménységmérés helyei

**A megengedhető legnagyobb HV 10 keménységi értékek
és érvényességi tartományuk**

Acélcsoportok	Egyrétegű tompá- és sarokvarrat		Többrétegű tompá- és sarokvarrat	
	hőkezelés nélkül	hőkezeléssel	hőkezelés nélkül	hőkezeléssel
1, 2	380	320	350	320
3**	450	*	420	*
4, 5	*	320	*	320
6	*	350	*	350
Ni $\leq$ 4% Ni>4%	* *	300 *	320 400	300 *

* Külön megegyezés szerint.

** $R_{em} > 885$ MPa folyáshatárú acélok esetén külön megegyezés szükséges.

11. ábra. Keménységi értékek



12. ábra. Hegesztési varrat keménységmérése

Technológiai próbák:

- Hajlítóvizsgálat
- Hajtogatóvizsgálat
- Mélyhúzó vizsgálat
- Szikrapróba
- Forgácsolhatósági próba

FÉMES SZERKEZETI ANYAGOK

A vas és ötvözetei

Vegyjele: Fe, Sűrűsége: $\rho=7,85 \text{ kg/dm}^3$, $T_{\text{olvpont}}=1530 \text{ }^\circ\text{C}$ A legfontosabb szerkezeti anyag:

A nagyolvasztóból kikerülő nyersvas tartalmaz:

- szén; mangánt; szilíciumot; kén; foszfort; oxidokat;

Salak feladata:

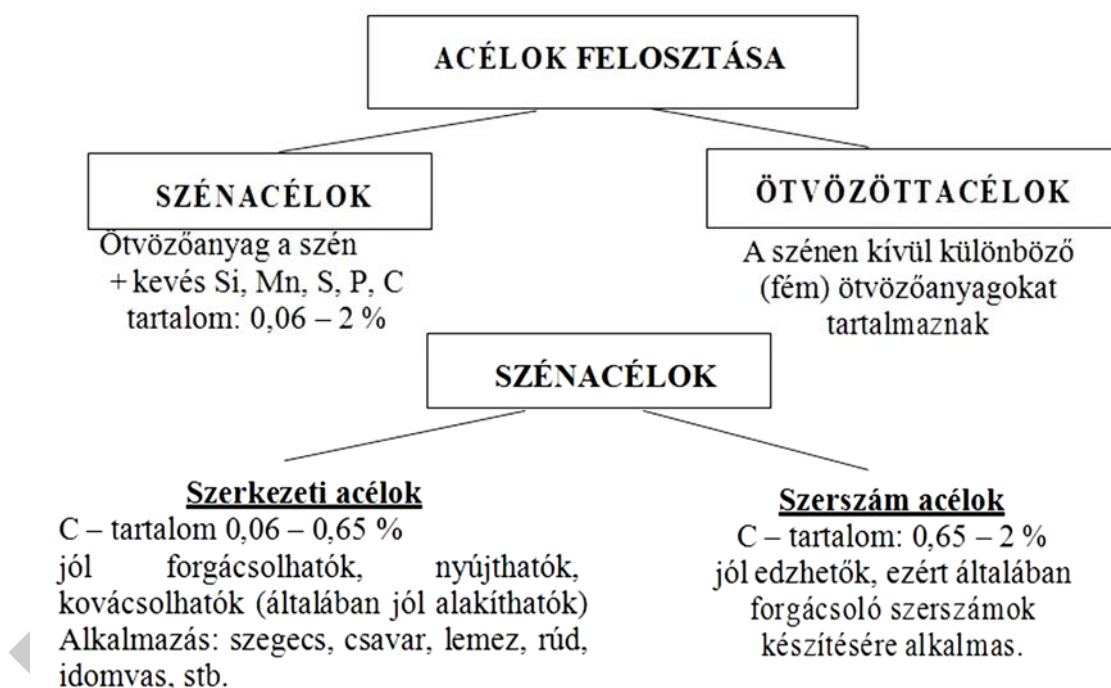
- fémfűrdőben lévő szennyező anyagok eltávolítása pl. kén (S), mangán (Mn), szilícium (Si) tartalom csökkentése,
- meddő leválasztás elősegítése,
- megakadályozza a nyersvas újraoxidációját.

Nyersvas két változata:

Fehér nyersvas: – a szén vegyület, vaskarbid formájában tartalmazza, a cementit miatt kemény, rideg törete fehér csak acéllá finomítva használható. Fehér nyersvas tartalmaz:

- 3 – 4,5 % szén (C), 2 – 4 % mangánt (Mn), 0,3 – 1 % szilíciumot (Si), – foszfort (P) és kén (S).

Szürke nyersvas: – a nagyobb arányú szilícium miatt a szén lemezes grafit zárványok formájában tartalmazza, ezért törete szürke öntvények anyagaként felhasználható



13. ábra. Acélok felosztása

ÖTVÖZÖTT ACÉLOK

Ötvözőanyagokkal az acélok egyes tulajdonságai nagymértékben javíthatók; Pl.: keménység, rozsdasavállóság, kopásállóság, szilárdság, éltartósság, tűzállóság, kovácsolhatóság, nyújthatóság stb. Fontosabb ötvözőanyagok: króm, nikkel, mangán, wolfram, molibdén, vanádium, alumínium, kobalt, titán, foszfor, réz.

HŐKEZELÉSI ELJÁRÁSOK:

Hőkezeléssel az acélok szövetszerkezete és így az anyag tulajdonságai is megváltoznak

A kialakuló szemcsék nagysága a hűtési sebességtől függ:

- gyors hűtés kicsi, finom szemcsék képződnek, a krisztallizáció gyorsan játszódik le, kemény, kopásálló nagy szakítószilárdságú szövetszerkezet keletkezik,
- lassú hűtéskor nagy, durva szemcsék alakulnak ki, lassú krisztallizáció, lágy könnyen megmunkálható, kis szakítószilárdságú szövetszerkezet.

Befolyásoló tényezők:

- hevítés hőfoka
- hőntartás ideje
- kritikus hűtési sebesség
- alkalmazott hűtési sebesség

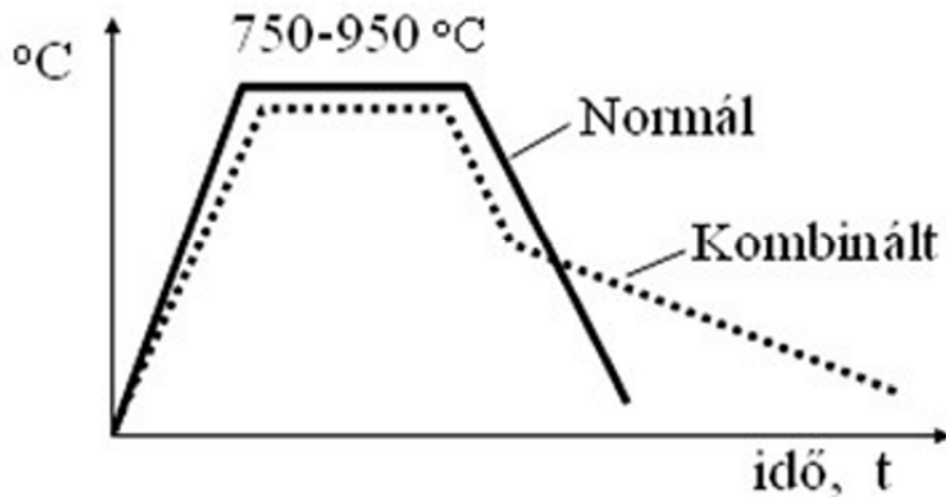
Hőkezelési eljárások csoportosítása:

- kiegyenlítő hőkezelések
- lágyító hőkezelések
- keménységfokozó hőkezelések
- szívósságot fokozó hőkezelések
- kéregötvöző hőkezelések

Néhány gyakrabban alkalmazott hőkezelési eljárás:

Edzés – keménységfokozó hőkezelés:

Cél az anyag keménységének fokozása. Hűtés: normál edzésnél vízben, kombinált edzésnél vízben, majd olajban.

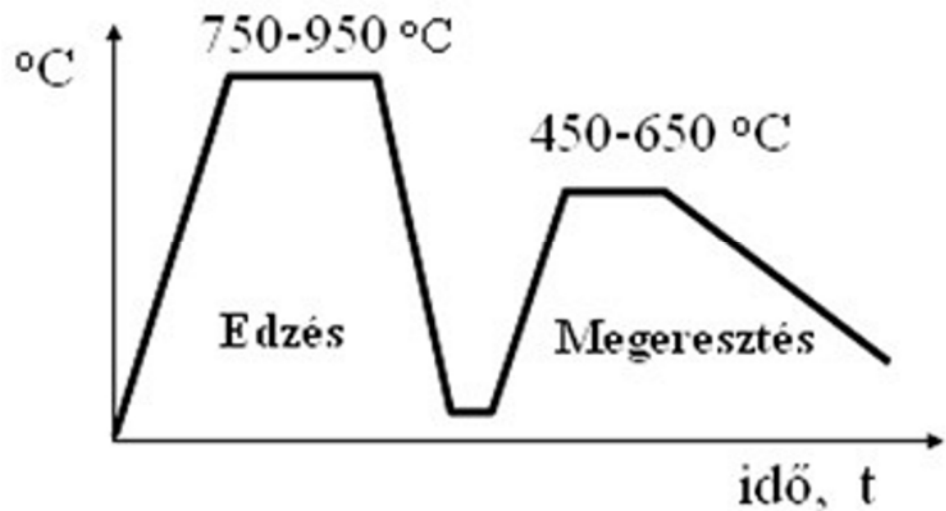


14. ábra. Acél edzése

Nemesítés – szívósságot növelő hőkezelés:

Az egymást követő edzés plusz megeresztés, az anyag szívósságát fokozza.

Hűtés először vízben, majd melegítés olajban, befejező hűtés levegőn.



15. ábra. Nemesítés

Az acélok hegesztésénél sokszor szükséges lehet a megfelelő előmelegítés és hűtés. Mivel az acélok zöme hajlamos az öregedési rideg törésre. Az acélokat ezért mikro ötvözik.

ALUMÍNIUM ÉS ÖTVÖZETEI

Jellemzői:

- vegyjele: Al,
- sűrűsége: $\rho=2,7 \text{ kg/dm}^3 \rightarrow$ könnyűfém,
- olvadáspontja: $T_{olv}=660 \text{ }^\circ\text{C}$,
- folyáshatár: 20 N/mm^2 ,
- villamos vezetőképessége: $33\text{--}36 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$,
- rácsszerkezete: lapközepes köbös,
- korrózióálló fém
- passzíváló oxidréteg, jó hő- és villamos vezető.

Finomítás (rafinálás)

A kohóalumíniumot az ipari felhasználáshoz finomítani kell. Színalumínium; ha a tisztaság a 99,99%-ot eléri (négykilences Al). Az elektronikában ötkilences Al is használatos, a vezetőképesség a tisztaság függvénye.

Az alumínium ötvözetei

Az Al szilárdsági tulajdonságai ötvözéssel és nemesítő hőkezeléssel javíthatók. Fő ötvözők: szilícium, réz, magnézium, horgany, mangán. Lényegesen megváltoztatják az Al szilárdsági- és egyéb tulajdonságait.

Másodrendű ötvözők: nikkel, kobalt, króm, vas. Kis mennyiségben vannak az ötvözetekben, szilárdságot csekély mértékben növelik.

Minőségjavító ötvözők: titán, cérium, nátrium, berílium, lítium. Önmagukban nem, de fő ötvözőkkel lényegesen javítják az ötvözet tulajdonságait.

Alumínium-réz-mangán (duralumín-ötvözetek): jellemzőjük a nagy szilárdság, felhasználás; jármű- és repülőgép gyártás.

Alumínium-magnézium (magnárium, hidronárium): nagy szilárdság, keménység, jól alakítható, hegeszthető, fényesíthető, korrózióálló. Felhasználás; élelmiszer-és vegyipari berendezések, bútorok, járművek, forgácsolással készített menetes alkatrészek.

Alumínium-magnézium-szilícium ötvözet: kiváló korrózióállóság, nemesíthetőség. Felhasználás; távvezetékek, járműfelépítmények, gázpalackok, söröshordók öntészeti célra pl. motorblokkok, hengerfejek.

Alumíniumtermékek megjelenési formái: öntvény, lemez, szalag, rúd, profilos szelvény.

RÉZ ÉS ÖTVÖZETEI

Jellemzői:

- vegyjele: Cu,
- sűrűsége: $\rho=8,94 \text{ kg/dm}^3$,
- olvadáspontja: $T_{olv}=1083 \text{ }^\circ\text{C}$,
- max. szakítószilárdság: 270 N/mm^2 ,
- villamos vezetőképessége: $58-60 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$,
- rácsszerkezete: lapközepes köbös,
- korrózióálló, jó hő- és villamos vezetőképesség.

A vöröszet szerkezeti anyagként kis szilárdsága és rossz önthetősége miatt csak különleges esetekben alkalmazzák.

A réz ötvözeinek két fő csoportja van:

- - sárgarézt ötvözetek,
- - bronzok.

Sárgarézt: a réznek horgannyal (Zn) való ötvöze, Zn tartalom 0-50%, 80%-nál nagyobb réztartalmú ötvözeteket tombáknak nevezzük.

Felhasználás:

- félgyártmányok;
- lemez,
- cső,
- elektronikai alkatrész,
- radiátorcső,
- gáz,
- vízszelvények,
- szelepek, fogaskerekek stb.

Ónbronzt (Cu-Sn): alakítható ónbronzt ötvözetek Sn tartalma max. 12%, Felhasználás: lemezek, csövek, sziták, csúszócsapágy persely stb. Öntészeti ónbronzt ötvözetek: 20-24%Sn harangok öntésére,

70-80% Sn csengőbronzt, fémtárgyak készítése.

Foszforbronzt: 1% foszfort (P) tartalmazó bronz, javuló öntészeti tulajdonságok.

Alumínium bronz Cu-Al): híg folyós, jól önthető, nagy a zsugorodása, felhasználása: korrózió- és hőálló vegyipari alkatrészek, szerelvények.

Ólombronzt (Cu-Pb): 36% Pb tartalom felett csapágyfémek készítésére, nagy igénybevételt is elvisel, hővezető képessége a csapágy ötvözetek közül a legjobb, acélperselybe öntik,

Siklócsapágy ötvözetek (Cu-Pb-Sn-Sb): lágy alapanyagba ágyazott kemény szövetelem, a kemény szövetelem; viseli a csap terhelését, biztosítja a csapágy kopásállóságát, a lágy alapanyag; a jó beágyazó képességet és a siklási tulajdonságokat valósítja meg.

A fémek hegeszthetősége a fémek hegesztéstechnológiájától függő alkamassága olyan hegesztett kötés létrehozására, amely helyi tulajdonságai és a hegesztett szerkezetre gyakorolt hatása szempontjából megfelel a követelményeknek.

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. Kis karbontartalmú ($C < 0,2\%$), minimális ötvöző tartalmú ferrit–perlites szerkezetű acélok általában feltétel nélkül hegeszthetők. Ötvözött acélok hegeszthetőségének megítéléséhez bevezethető a "karbon egyenérték" fogalma (feltétel nélküli hegeszthetőség $C_E < 0,45\%$)

$$C_E = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15} \% \quad \left| \right.$$

16. ábra. Karbon egyenérték

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. C_E ismeretében vagy monogramból vagy pedig számítással következtetni lehet a szükséges előmelegítés mértékére. Hegesztéskor ezt befolyásolja a fajlagos hőbevitel, a munkadarab vastagsága, a hegesztési kötés kialakítása, az acél fizikai jellemzői.

Nem nemesíthető (normalizált), finomszemcsés szerkezeti acélok:

A jó hegeszthetőség végett ezekben az acélokban a C-tartalom felső határa 0,2%. Mivel az ötvözőelemek közül több is javítja az edzhetőséget, hegesztésükkor a hegesztési munkarendet és technológiát gondosan kell tervezni, hogy a repedésveszélyt elkerüljük.

Nemesíthető, nagy szilárdságú, finomszemcsés szerkezeti acélok:

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

Melegsziárd 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 (200–350 °C), mind az utóhőkezelésre (650–750 °C) szükség van.

Erősen ötvözött acélok:

A ferrites krómacélokat a lehető legkisebb hőbevitellel kell hegeszteni. Ezek az acélok hajlamosak az elridegedésre, amely elkerülhető a hegesztést követő hevítéssel és a hegesztést követő gyors hűtéssel. Kerülni kell a túlzott varratmagasságot. A félferrites krómacélok csak előmelegítve és utókezeléssel hegeszthetők. A martenzites krómacélok hegesztése a nagy széntartalom miatt nem javasolt. A lágymartenzites krómacéloknál az előmelegítés javasolt. Ferrit-ausztenites acélok jól hegeszthetők, de a 20 mm-nél vastagabb lemezeket kb. 150 °C-ra elő kell melegíteni. Az ausztenites króm-nikkel acélok hegesztéséhez nincs sem előmelegítésre, sem utókezelésre szükség.

A hegesztésünk minőségét, sőt a hegeszthetőséget a használt elektródaválasztás meghatározza

Az elektródabevonat feladatai:

- □Ívstabilizálás (K, Na, Ca csökkenti a kilépési munkát, ionizációs potenciált)
- □Védőgáz képzés (szerves anyagok, pl. cellulóz ($C_6H_{10}O_5$)_n és $CaCO_3$ -ból)
- □Dezoxidálás, denitrálás (Mn, Si, Al, V, Ti, stb.)
- □Ötvözés (alapanyagtól függő ötvözők, ferro-ötvözetek formájában pl. Fe-Si, Fe-Ti, Fe-Cr stb.)
- □Salakképzés (rutilból, szervesanyagokból, SiO_2 -ből, MnO-ból stb.)
- □Lehülési sebesség csökkentése, metallurgiai folyamatok
- □Leolvadási sebesség növelése (kihozatali határfok, akár 220 % is lehet).

Savas bevonat:

- □Szépen erezett esztétikus varratok készíthetők, pozíció hegesztésre kevésbé alkalmas (salak híg), mély beolvadás jellemzi, un. „forró elektróda”.
- □Vasoxid (Fe_2O_3), mangánoxid (MnO_2), titánoxid (TiO_2), szilíciumoxid (SiO_2) és szilikátok alkotják a bevonatot, szervesanyag és karbonátok mindig vannak a védőgáz képzéshez.

Rutilos bevonat:

- □A varrat felülete szép, könnyű hegeszthetőség, könnyű ívgyűjthetőség, váltakozó áramról is alkalmazható, pozíció hegesztésre is kiváló. Vastagbevonat nagyhozamú elektródák, egyszerű helyzetekben alkalmazható.
- □Alapvető a rutil (TiO_2) néha 50 % is lehet, ferromangán, ferroszilícium, szilikátok, földpát ($SiAlO_4$), magnezit, szervesanyagok, ferrotitán, karbonátok.
- □Finomcseppes anyagátmenet.

Cellulóz bevonat:

- □ Kevés salak, könnyen leválik, minden helyzetben használható, csövek gyökhegesztésére fejlesztették ki.
- Mint a rutilos, de 15 – 30% szervesanyagot, főleg cellulózt ($C_6H_{10}O_5$)_n, falisztet, étílisztet, dextringet tartalmaz (kellemetlen szagú, nagy mennyiségű védőgáz képződik).

Bázikus bevonat:

- Jó mechanikai tulajdonságok jellemzik, de nehéz vele hegeszteni. A bevonat nedvszívó, ki kell szárítani az elektródát.
- Fő alkotók: alkáli földfém-karbonátok, pl. kalcit, $CaCO_3$ (mészpát), folypát, ferroötvozetek, szilikátok és egyedi ötvözők is.
- Durvacseppes anyagátmenet.
- Összetett bevonatok, az egyes típusok jó tulajdonságait egyesítik (pl. RB, RC).

Bevonattól függő alkalmazás:

- □ Savas bevonatot akkor célszerű alkalmazni, ha egyszerű helyzetben mély beolvadásra van szükség.
- Cellulóz bevonat csövek gyökhegesztésénél szükséges (távvezetési csövek).
- Rutilos bevonatot a barkácsolásnál, egyszerűbb hegesztésifeladatoknál és ha a mechanikai tulajdonság követelmények közepesek.
- Bázikus bevonat szükséges fokozott mechanikai követelményű szerkezeteknél.

ÖNTÖTT VASAK

Az öntöttvasak csoportosítása – összefüggésben az alapvető tulajdonságot meghatározó tényezőkkel – elsődlegesen az ágyazó szövet, másodlagosan a grafit alakja alapján történik. A grafitos öntöttvasak lehetnek ötvöztelenek, ötvözöttek, ausztenitesek, ezen belül gömb-, illetve lemezgrafitosak. A lemezgrafitos öntöttvas alapvetően vasat és korbont tartalmazó ötvözet, amelyben a karbon az ISO 945 szerinti lemezgrafitként van jelen. A gömbgrafitos vasöntvény olyan, 2 %-nál nagyobb karbontartalmú vas-karbon ötvözet, amelyben a szabad karbon túlnyomóan gömbhöz hasonló alakú grafitként van jelen. Az ötvözött öntöttvasak egy csoportja a kopásálló öntöttvas, amely a súrlódva és/vagy ütköztető igénybevétellel szemben fokozottan ellenálló ötvöző- tartalmának és hőkezelésének köszönhetően. A krómmal, a szilíciummal és az alumíniummal ötvözött, nagy hőmérsékletű ($T = 500-1000$ °C) gázok oxidálódásának tartósan ellenálló a hőálló öntöttvas. Ausztenites öntöttvas különféle elemekkel erősen ötvözött, szobahőmérsékleten is ausztenites alapszövetű vasöntvény, amelyben a karbon lemez- vagy gömbgrafitként van jelen. Különösen a krómmal erősen ötvözöttek szövetszerkezetében gyakran karbidok is jelen vannak. A gömbgrafitos ausztenites öntöttvas szilárdsága nagyobb, mint a lemezgrafitosoké. Általában hő- és korrózióállóságuk is nagyobb, mint hasonló vegyi összetételű lemezgrafitos öntöttvasé. Megállapodás esetén az alapszövetben esetleg martenzit is jelen lehet.

Az ötvöztől függően az öntöttvasak szövetszerkezete és szilárdsági tulajdonsága, valamint hegesztési sajátossága jelentősen eltérő, ezért a különböző minőségű öntvények hegesztésével külön-külön foglalkozunk.

Az alkatrészek felületén készített varrat szélén az öntési kéreg átolvadási hiányok keletkezéséhez vezet, ha pedig a varratba beolvad, repedéseket okozhat. E hibák elkerülésére az öntvény mindkét oldalán az öntési kérget kb. 0,5 mm mélyen el kell távolítani.

Lemezgrafitos vasöntvények hegesztése

Az öntöttvas tárgyak legnagyobb részét kitevő lemezgrafitos vasöntvények alapanyaga perlit. A perlit szakítószilárdsága 900 MPa körüli, a perlit-lemezgrafitos öntöttvasé azonban csupán 100–350 MPa, ami a grafit alakjának következménye. Az éles bemetszésként ható grafit-lemezek szélein ébredő, az átlagost többszörösen meghaladó csúcsfeszültségek hatására ugyanis már kis átlagfeszültségnél is repedés keletkezik, a tárgy gyakorlatilag ridegen törik. Tekintettel arra, hogy az öntvény fajlagos nyúlása csak mintegy 500 °C fölötti hőmérsékleten ér el elfogadható értéket, az ún. meleghegesztésnél e fölötti előmelegítési hőmérséklet szükséges ahhoz, hogy a hegesztés közben lejátszódó méretváltozás repedést ne okozzon.

Meleghegesztés:

Meleghegesztéskor a tárgyat egyenletesen kell előmelegíteni 600–700 °C-ra. Az egyenlőtlenül melegedő alkatrészben olyan belső feszültség alakul ki, amely miatt megreped, ezért:

- A felhevítés sebessége az 50–100 °C/h értéket ne haladja meg,
- Az égő a munkadarab egyetlen pontjára se adjon koncentrált hőt, szükség esetén tehát tegyünk árnyékoló lemezt az égőből kiáramló láng elé,
- az előmelegítés lehetőség szerint az öntvény teljes tömegére terjedjen ki, vagy ha ez nem lehetséges, legalább arra a teljes keresztmetszetre, amelyben a hegesztés folyik. Gyűrű alakú alkatrészeknél ez természetesen az átellenes oldal melegítését jelenti.

A melegítés ipari, vagy a munkadarab köré ideiglenesen épített kemencében egyaránt elvégezhető. Az előbbiből hegesztéshez hőntartó dobozba kell kiemelni a munkadarabot, az utóbbit eleve úgy célszerű kiképezni, hogy mindig csak azon területek legyenek szabadok, ahol a hegesztés folyik. A nagy sugárzó melegtől a hegesztőket védeni kell, s egymást 10–15 percnként váltva dolgoznak.

Az elektródák leolvasztása pedig 180–200, illetve 450–600 A áramerősséggel folyik. A hegesztőanyag az alapanyaghoz hasonló összetételű.

A nagy hőmérsékletre előmelegített öntvény hegesztésekor a hegömlédékek lassan dermed. Egyrészt a hegömlédékek elfolyásának megakadályozása, másrészt pedig a sugárzó hő csökkentése céljából az öntvényt homokba ágyazzuk és a gyökoldalon grafitgyámokat helyezünk el. A varratot 80–100 mm hosszú lépésekben grafit határoló lapok között egytömögű hegesztéssel töltjük fel. A bevonatból származó nagytömögű salak híg folyóssá tételére időnként folyasztószert célszerű használni, sőt a mélyebb fürdőknél a salak lehúzó (eltávolító) is szükséges lehet hegesztés közben. A borax önmagában keményfoltokat okoz, a tapasztalat szerint jobb az 50% borax + 47% kalcinált szóda + 3% kovaföld keveréket használni.

A hegesztés befejezése után a nagytömegű vagy erősen változó falvastagságú öntvényeknél 600–650 °C-on 3–5 órán át hőkiegyenlítést kell végezni, majd lassú, mintegy 50–100°C/h sebességű hűlés következhet azért, hogy a varrat kifehéredését elkerülhessük. A legfeljebb csak néhány tíz kg tömegű alkatrészeknél a 400–500 °C-ra előmelegített homokba történő beágyazás és az ily módon bekövetkező lassú hűlés elegendő.

A varrat és az alapanyag szövetszerkezete, valamint mechanikai tulajdonsága meleghegesztés után közel azonos, a hegesztett öntvény tehát az eredetivel közel egyenértékű. Számítani kell azonban arra, hogy pl. a törött alkatrészek összeillesztése pontatlan, hegesztés közben alakváltozás lép fel és a revésedés sem elhanyagolható. A hegesztést követően ezért általában forgácsoló megmunkálás szükséges. Eltört alkatrészek tehát csak akkor javíthatók, ha a várható méretváltozás ellenére a visszaépítés lehetséges.

A meleghegesztés ezért elsősorban nyers munkadarabok javítására szolgál kész méreten levő vagy törött alkatrészek javítása az ún. hideghegesztéssel történik, amely technológia kisebb vetemedéssel és revésedéssel jár. Itt lehet megemlíteni a régen gyakrabban használt, ún. "félmeleg" hegesztést, amelyet ma már szinte teljesen kiszorított a lényegesen jobb minőségű hideghegesztés.

Félmeleg hegesztés egyszerű alakú, egyenletesen vékonyfalú öntvényeken végezhető 200–350 °C előmelegítés mellett, öntöttvas hegesztőanyaggal. A varratot az egymást átfedő foltok képezik, s minden folt elkészítése után pár perc várakozási időt tartanak. Az előmelegítésnek köszönhetően a varrat hőhatásövezete nem túl rideg, a varratanyag hűlési sebessége azonban eléggé nagy ahhoz, hogy részben fehéren kristályosodjék, ezért könnyen reped, inhomogén. Csak statikus igénybevételnek kitett varratokhoz ajánlható.

Hideghegesztés

A hideghegesztés technológiája széles körben elterjedt részben azért, mert a nagyhőmérsékletű előmelegítés elhagyása jelentős könnyebbésséget jelent, részben pedig azért, mert a törött alkatrészek javításakor az illeszkedő felületek megkövetelte kismérvű elhúzódása meleghegesztéssel nem érhető el. A szobahőmérsékleten végzett hegesztés közben azonban számos olyan probléma merül fel, amelynek figyelembe vétele a kifogástalan hegesztés megvalósításának feltétele

Hegesztéskor a varrat környékén az alapanyag átmelegszi, kitágul. Ezt a tágulást az alkatrész többi, hidegen maradt részei korlátozzák, a varrat környékén ezért nyomó-, az alapanyag mozgásban gátolt helyein pedig húzófeszültség ébred.

Kihűlés után fordított a helyzet, a varrat környékén húzófeszültség marad vissza, amely esetleg az öntvényben más helyen is húzófeszültséget ébreszt. Tekintettel arra, hogy szobahőmérsékleten a lemezgrafitos öntöttvasnak képlékeny alakváltozó képessége gyakorlatilag nincs, már igen kis alakváltozási kényszer hatására az öntöttvas tárgyak nemcsak a hegesztés környékén, hanem más helyen is megrepednek.

A repedés elkerülése érdekében olyan technológiát kell megvalósítani, amely a lehető legkisebb tömegű anyag felmelegedésével jár. Ez a kötőelektródához képest kisebb áramerősség alkalmazásával és a hegesztés gyakori megszakításával érhető el: 40–60 mm hosszú varratszakaszokban hegesszünk, s ezek között 1–2 min várakozási időt tartunk.

A hideg alapanyagon végzett hegesztés miatt az ausztenitessé váló övezet hűlési sebessége a kritikust meghaladja. Ezért hűléskor edződik, s csak abban az esetben kerülhető el a repedés, ha a varrat zsugorodása e részek nagy belső feszültségét nem, vagy csak elhanyagolható mértékben növeli tovább.

A varrat hűléskor bekövetkező zsugorodása a következő módokon csökkenthető:

a) A 40–60 mm hosszú varratszakaszok befejezése után azonnal, még forró állapotban enyhe kalapácsütésekkel végzett nyújtással. Egyrészt azért, hogy a varratok jól nyújthatók legyenek, másrészt pedig azért, hogy a gyors hűlés hatására ne edződjenek, a hideghegesztő elektródák varrata általában ausztenites szövetszerkezetű nikkelt ötvözet, de a szilárdságilag csak kevésbé igénybe vett helyeken a monel ötvözetű heganyag is szóba jöhet.

b) A gyakorlatban a Ni vagy FeNi elektródák terjedtek el. Azt feltételezve, hogy a varratnak mintegy 30% -a az alapanyagból származik, a Ni elektródával végzett hegesztéskor a varrat 70% Ni + 30% Fe az 51% Ni + 49% Fe tartalmú FeNi elektródákkal hegesztve pedig kb. 36% Ni + 64% Fe összetételű. Tekintettel arra, hogy a vas és a nikkelt hőtágulási együtthatója szobahőmérsékleten egyaránt (11–12) 10–6 mm/mm°C a kb. 36% Ni + 64% Fe összetételű invar ötvözeté pedig ennek mindössze tizedrésze, az FeNi elektródák általános célokra kedvezőbbek, mint a tiszta nikkelt elektródák.

c) Az alapanyagból beolvadása miatt a varrat még akkor is tartalmaz 0,8–1,2% kARBONT, ha az elektródában jelenlétével nem számolunk. A karbon a varratban grafit alakjában válik ki, s mivel megjelenése a dermedéssel együtt járó zsugorodás csökkenésének irányában hat, a lehető legnagyobb C tartalmú varratok elérésére törekszünk. A hideghegesztő elektródák bevonata több-kevesebb ezüstgrafitot tartalmaz azért, hogy a még éppen alkalmazható legnagyobb C tartalmú elektróda minden öntvény-összetételhez kiválasztható legyen.

A grafit a varratban csak gömb alakban jelenhet meg, mert a lemezek szélein az éles bemetszés miatt igen nagy feszültségcsúcs ébred és hűléskor a varrat elrepedne. A gömbgrafitosító elemek a bevonatban vannak, ezért a hegesztéshez csak ép bevonatú elektródákat használunk.

d) Az alkalmazható elektródák legnagyobb C tartalmának a hegőmledék eutektikus összetétele szab határt. Abban az esetben ugyanis, ha a beolvadt alapanyagból és a hegesztőanyagból kepződött hegőmledék hipereutektikus, a dermedés primér grafit kiválással indul meg. A könnyű grafit nagy tömegben emelkedik a fürdő tetejére és kötési hibát, folytonossági hiányt, "habzást" okoz. Ilyenkor a kisebb C tartalmú elektródák használatára kell áttérni.

A vas–nikkel ötvözetek eutektikumának C tartalma (CE) függ a nikkel–tartalomtól, illetve a vas és a nikkel ötvözetek hasonlósága miatt jó közelítéssel a varrat tényleges karbon-, szilícium- és foszfortartalmától.

A hegesztés megkezdése előtt a repedés két végét furattal le kell zárni azért, hogy hegesztés közben terjedését meggátoljuk. Ügyeljünk arra, hogy kezdő- és végkráterek egymás fölé ne kerüljenek, s a végkráter kifogástalan elkészítése végett a varratszakaszok befejezésekor az elektródát kissé visszafelé mozgassuk.

Legfeljebb a vékonyfalú és statikus igénybevétel alatt álló öntvények javításánál engedhető meg az a néhány helyen tapasztalható gyakorlat, mely szerint a repedést nem furattal zárják le, hanem egyetlen keresztvarrattal. Ez azért helytelen, mert a varrat alatt a repedés tovább terjedhet.

Elsősorban a kisebb szilárdságú monell (70% Ni+30% Cu) elektródákkal készülő varratok és 20–25 mm-nél nagyobb falvastagságok esetén, a kötés szilárdsága szegcsavarokkal növelhető. Az öntvénybe M6–M20 jelű és átmérőjüknél 1,2–1,6-szor hosszabb szegcsavarokat helyezünk el. A csavar a furat aljával ne érintkezzék, mert a hőtágulás következtében repedést okozhat, s a felületből csak 1–2 mm-re emelkedjen ki, hogy a hegesztést ne zavarja.

A szobahőmérsékletű öntvényeken készült kötés hőhatásövezete martenzites, ezért az ilyen kötések csak kis szilárdságúak. A kötés fárasztó, ütésszerű igénybevételekkel szembeni ellenállását csak a rideg szövetelem csökkentésével lehet elérni, ennek azonban egyetlen módja a mérsékelt előmelegítés. A nagy igénybevételű vagy olyan varratok készítéséhez, amelyek tönkremenetele

jelentős balesetveszéllyel jár és ezért a hőhatásövezet legnagyobb keménysége kb. 300 HB lehet., 300 C°-körüli előmelegítés szükséges.

Nagyobb átmérőjű elektródát használva nő a hegesztéskor bevitt hőmennyiség és ezért csökken a hűtési sebesség, azaz lágyabbá válik a hőhatásövezet. A 4 mm átmérőjű elektródák alkalmazásakor mintegy 50 C°-al csökkenthető az előmelegítés hőmérséklete. 100 C°-os előmelegítés esetén tehát csak 350–400 HV keménység alakul ki. Ne feledjük azonban, hogy a perlit–lemezgrafitos öntöttvasak annyira ridegek, hogy a hegesztéssel átellenes keresztmetszetekben is kritikus feszültségek keletkezhetnek. Az ilyen szövetszerkezetű ütésnek kitett öntvényeket ezért 300 °C körüli hőmérsékletre szükséges előmelegíteni.

Meg kell jegyezni, hogy nem elfogadhatók azok a vélemények, amelyek szerint a szobahőmérsékletű alanyagon végzett hideghegesztéskor a kötés megfelelően szívós, mert igen vékony a martenzites réteg. Addig, amíg martenzit van a szövetszerkezetben, a repedésérzékenység alig változhat.

A gyakorlatban hajtóműszekrények letört peremrészeinek, szivattyúházaknak, kompresszor–testeknek stb. javításakor 100 °C körüli előmelegítést alkalmaznak, a tapasztalat szerint az így keletkező 400 HV körüli keménységű hőhatásövezet már megfelelően szívós.

A hegesztés természetesen a hideghegesztés előbbieken ismertetett technológiájával folyik, azaz 40–60 mm-es lépésekben, kalapácsütésekkel végzett nyújtással, s az újabb varratszakasz megkezdése előtt megvárva a hőkiegyenlítődést.

Az öntvény szívóssága ugyanis e mérsékelt előmelegítéskor alig javul, ütőmunkája változatlan, csupán fajlagos nyúlása növekszik valamelyest.

Nagyméretű öntvényeknél gyakran csak a hegesztés közvetlen környékén végeznek mérsékelt előmelegítést, ilyenkor azonban arra kell ügyelni, hogy a melegítéskor bekövetkező méretváltozás az öntvény más részén ne okozzon repedést. Hosszú munkadarabok javításakor elegendő a hibahely síkjában fekvő keresztmetszet melegítése.

A hideghegesztő elektródák sajátossága, hogy hengerelt és öntött acélokon, illetve acélöntvényeken is kitűnő kötés érhető el. Letört szemeket vagy pókhálószerűen repedt öntvényrészeket acéllal pótoljunk, illetve hevederezzünk.

A nagyteljesítményű hegesztés alkalmazási lehetőségének egyrészt az alaptest ridegsége, másrészt az szab határt, hogy a gömbgrafitosító elemek csak az elektródák bevonatába vagy esetleg a porbeles elektródák töltetébe helyezhetők el. Itt érdemes megjegyezni, hogy újabban kb. 3 % Ni + 1,2 % C tartalmú FeNi porbeles huzalok is beszerezhetők az ún. "hideghegesztés" céljára. A perlit-lemezgrafitos szürkeöntvény porbeles huzallal végzett folyamatos hegesztése azonban 350–450 °C hőmérséklet alatt nem javasolható. Ezeket a huzalokat 1,2 és 1,6 mm átmérőben gyártják és leolvasztásuk argon védőgázban javasolt.

A hideghegesztő elektródák nikkelt vagy vas–nikkel maghuzalának nagy a villamos ellenállása, ezért rövid időn belül felizzik. A hegesztés azonban nem folyamatos és a várakozási idő alatt az elektróda hűl. Abban az esetben azonban, ha a perlit-lemezgrafitos szürkevasat 450–550 °C-ra előmelegítik, jelentősen lágyul és a hegesztés folyamatos lehet. Erre azonban csak az olyan elektródafajta alkalmas, amelynek magja "bimetall", azaz nikkelt huzalból és arra csőszerűen ráhajlított acélszalagból áll; ily módon csökkent villamos ellenállású. Az ilyen előmelegítéssel végzett hegesztés azonban gyakorlatilag már majdnem meleghegesztés. Ennek az elektródafajtának az előnye a perlit-lemezgrafitos öntvények hideghegesztésekor csupán a valamivel nagyobb leolvasztási teljesítményből adódik.

Az öntöttvasak folyamatos hegesztésével kapcsolatban ma még megbízható adatok nem állnak rendelkezésre. Az ezzel kapcsolatos megjegyzések csupán elméleti megfontolásokra és néhány kísérleti hegesztés eredményére támaszkodnak.

Abban az esetben, ha mindenképpen ausztenites CrNi varratot kell kialakítani, az öntvény felületén először kis C tartalmú hideghegesztő elektródával 2–3 sor réteget kell hegeszteni.

Temperöntvények hegesztése

A temperöntvény kiinduló anyaga fehérvas, amelyet a vaskarbid elbontása céljából hőkezelték. Abban az esetben, ha a temperálás semleges atmoszférában folyt, a grafit csomókban gyűlik össze és a szövetszerkezet ferrit-grafitos vagy perlit-grafitos lehet; ezek a fekete temperöntvények. Oxidáló atmoszférában a grafit kiég, s gyakorlatilag 0,1–0,2% C tartalmú, ferrites szövetszerkezet marad vissza.

Ez a fehér temperöntvény. A meleghegesztést nem alkalmazzák, mert a perlit+lemezgrafitos szövetszerkezetű varrat kisebb szilárdságú lenne, mint az alapanyag.

Ezek az öntöttvasak szívósabbak, mint a lemezgrafitosak, a nagyobb alakváltozó-képesség miatt tehát jobban elviselik a hegesztési hely környékének hőmérsékletváltozásából származó alakváltozást.

A fekete temperöntvények hideghegesztésére a lemezgrafitos öntöttvasnál említettek maradéktalanul érvényesek. A hideghegesztő elektródák nagy részének hegyőmérséklete 500 MPa szakítószilárdságú, tehát megfelelő a temperöntvény hegesztéséhez is. Az alapanyaggal közel azonos szilárdságú kötés eléréséhez tehát ennél az anyagnál is szükséges 250–300 °C előmelegítés. Nagy szívósságuk miatt azonban ilyen előmelegítés mellett "bimetal" elektródákkal folyamatos hegesztés is végezhető.

A fehér temperöntvények gyakorlatilag lágyacél öntvények. Előmelegítés nélkül és nemcsak a hideghegesztő elektródákkal, hanem az acéloknál szokásos kötőelektródákkal és részben gépesített hegesztő eljárásokkal (pl. fogyóelektródás, védőgázos ívhegesztés) is egyaránt hegeszthetők.

NIKKEL ÖTVÖZETEK HEGESZTÉSE

A nikkel oxidjának a NiO-nak az olvadáspontja (1440 °C) nagyobb, mint a vas nagyhőmérsékleten stabilis oxidjáé (FeO)–é és további alapvető különbséget jelent, hogy szemben a vas-oxidullal nem oldódik az alapfémekben. Ezért nagyobb figyelmet kell fordítani a több rétegű kötéseknel a gondos salakeltávolításra, mert a nagyobb olvadáspontú, szilárd oxidok a fürdőből nem vagy csak részben távolíthatók el. A kötésben maradó salak megnöveli a varrat károsodásának kockázatát.

A nikkel szemben a vassal nem oldja a hidrogént és a nitrogénnel is csak nagyon kis stabilitású, így nagy hőmérsékleten nem képződő nitridet alkot. Ebből adódóan a nikkel és ötvözeteinek hegesztésekor a hegesztési helyet körülvevő levegővel szembeni védelem nem igényel az acélokéhoz képest nagyobb figyelmet. Abban az esetben, ha a védelem nem kielégítő, a hegfürdő oxigéntartalma megnő és a varratban mikroporozitás léphet fel. A porozitás elkerülhető nemcsak a hegfürdő védelmének javításával, pl. nagyobb tisztaságú védőgáz alkalmazásával, hanem a hegesztő hozaganyag alumínium, titán vagy cirkónium ötvöztetésével is. Ha az ötvözetben számottevő a krómtartalom, akkor a mikroporozitás veszélye csekély.

A nikkel és ötvözeinek hegesztésére a bevont elektródás kézi ívhegesztést (111-es eljárás), a semleges védőgázos volfrámelektródás ívhegesztést (141-es eljárás), a semleges védőgázos fogyóelektródás ívhegesztést (131-es eljárás), a semleges védőgázos porbeles elektródahuzalos hegesztést (137-es eljárás), a villamos ellenállás hegesztést (2-es eljárás csoport) valamint az elektronsugaras hegesztést (51-es eljárás) lehet alkalmazni. A nikkel és ötvözeinek hegesztésekor előnyös a gyökoldali gázvédelem alkalmazása. A gyökvédőgáz ne tartalmazzon 15%-nál nagyobb mennyiségű hidrogént.

A nikkel és ötvözeinek hegesztésekor nagy figyelmet kell fordítani arra, hogy a varrat sem karbont, sem kén ne vehessen fel. Ennek alapvető feltétele, hogy a hegesztési hely környezete mentes legyen szerves szennyeződésektől. A hegesztési hely tisztításának jelentőségét az adja, hogy a karbontartalom növekedésével a varrat kristályosodásakor nő a 2. pontban leírt primer karbon (MC) képződésének valószínűsége, ami a varrat ridegedését okozza.

A nikkel ötvözetek varratában a kén tartalom növekedése igen erőteljesen növeli a kristályosodási repedés valószínűségét. A nikkel szulfidja igen kis (649 °C) olvadáspontú. A nikkel-ötvözet kristályosodási hőmérséklete (~1400 °C) és a nikkel-szulfid dermedése között lényegesen nagyobb hőmérséklet különbség van (~750 °C), mint az acél esetében (~500 °C). Tovább fokozza a nikkel ötvözetek kristályosodási repedésre való hajlamát, hogy hőtágulásuk némiképp nagyobb, mint az acéloké. A nikkel ötvözetekben a karbontartalom növekedése erősíti a kén kristályosodási repedést okozó hatását.

Egy adott kén tartalmú varrat esetében a kristályosodási repedés veszélye nő, ha nő a varrat szemcsemérete, vagy a hő okozta alakváltozás mértéke a gátolt alakváltozás miatt. A szemcseméret növekedése a kristályosodási repedésre az által bír befolyással, hogy megnöveli a koncentrációs túlhűtés révén a szemcsehatáron kiváló, kis olvadáspontú komponens mennyiségét.

Lényeges a szerepe a varrat kristályosodási repedésképződésében a szemcsék alakjának is. Minél nagyobb szögben találkozik egymással a kötés két oldal faláról növekvő kristályosodási front, annál nagyobb a valószínűsége, hogy az utoljára dermedő hőcentrumban nagy, összefüggő, a termikus feszültségekre merőlegesen elhelyezkedő, kis olvadáspontú anyaggal burkolt felületek alakulnak ki.

Ezt elkerülendő a hegesztést lehetőleg több sorban, kis szakaszenergiával, nagyobb hegesztési sebességgel kell végezni. Ilyen munkarend mellett a hegfürdő könnycsepp alakú és a varrat kristályai kedvező orientációjúak lesznek.

A nikkel és ötvözeteinek az a jellemzője, hogy – szemben a vasötvözetekkel – a hőmérséklet függvényében nincs allotróp átalakulásuk, lehetetlenné teszi a szemcsék utólagos finomítását hőkezeléssel. Ezért a hegesztésükkor a bevitt hő hatására a hőhatásövezetben a szemcsék durvulása következik be. A szemcsedurvulás hatására az ötvözet szilárdsága csökken. A hőhatás övezet kiterjedése, és ezzel a szemcsedurvulás is mérsékelhető a hegesztő hőforrás koncentrációjának növelésével, a mélyebb és keskenyebb varrat alkalmazásával illetve az egy sorban meghegesztett varratkeresztmetszetének csökkentésével. A nikkel ötvözetek hegesztésénél a nagy szakaszenergiával dolgozó hegesztő eljárásokat, mint a fedett ívű hegesztést (12-es eljárás) vagy az elektrosalakhegesztést (72-es eljárás) kerülni kell.

ALUMÍNIUM ÉS ÖTVÖZETEINEK HEGESZTHETŐSÉGE

A hegesztett alumínium szerkezetek és kapcsolataik is jóval egyszerűbbek és ezért gazdaságosabbak bármely más szokásos kötésmódnál. A sima csatlakozási felületek és kötetlenebb vonalvezetési lehetőségek révén a hegesztett alumíniumszerkezet külső megjelenése szempontjából is kedvezőbb. Az alumínium hegesztésénél figyelembe kell venni a következő különleges tulajdonságokat. Az alumínium és ötvözeteinek felületén mindig van vékony, szívós oxidhártya (Al_2O_3), amely a fémnek a levegővel való első találkozásakor azonnal kialakul. Mélysége tized mikron nagyságrendű és mélységben nem terjed. Olvadáspontja azonban 2050°C , míg a tiszta alumíniumé csupán 658°C . Ezért bár az alumínium hamar megömlik mégsem létesíthető közte és a hegesztőpálca között közvetlen fémfürdő, mert az oxidréteg ezt megakadályozza.

Hegesztett kötés létesítéséhez tehát az oxidréteget szét kell rombolni, és meg kell akadályozni a kötés ideje alatti újraképződését. Egy másik probléma, hogy a hegesztési hőközlés hatására a varrat környezetében a félkemény és kemény, valamint a nemesített alapanyag szilárdsága csökken, és megközelíti a lágy anyag szilárdsági értékeit.

A jó hővezetőképesség folytán a hegesztés mentén széles zónában bekövetkező káros felmelegedést, az ebből eredő kilágyulást, nagymérvű deformációkat, vetemedéseket, ill. belső feszültségeket koncentrált hővel dolgozó hegesztőeljárásokkal lehet csökkenteni. Védőgázos ívhegesztések és az ellenálláshegesztések.

A melegrepedési veszélyt a megfelelő és jól hegeszthető ötvözetek alkalmazásával, a hegesztőhuzal helyes megválasztásával és szintén a koncentrált hőhatású eljárásokkal lehet kiküszöbölni.

Az oxidhártya szétrombolására a gázhegesztés, bevontelektródás ívhegesztésnél folyósító anyagokat alkalmaztak. Az AWI hegesztésnél erre nincs szükség az alkalmazott argon védőgáz használata miatt.

Az ötvözőanyagok kiegészése ellen ötvözőkben dúsabb hegesztőpálcákat használunk.

A színalumínium igen könnyen és bármely hegesztési eljárással hegeszthető. Hozaganyagként az alapanyagával azonos, esetleg 0,1–0,2%-os titánötvöztetésű pálcát szokás használni, ami a varrat szövetszerkezetét finomítja.

Az AlMg ötvözetek hegesztése már komolyabb feladat. A kis magnézium tartalom melegrepedékenységet okoz, a nagy pedig erős porozításra hajlamos. A varrat készítéséhez általában az alapanyagénál magnéziumban dúsabb ötvöztetésű pálcát felel meg.

A dural típusú ötvözetek AlCuMg hegesztése a legkényesebb, mert nemesített, nagyfokú a repedésérzékenysége és kedvezőtlenek a korróziós tulajdonságai. A hegesztett kötés szilárdsága a nemesített alapanyag szilárdságának kb. 60%-a, a nyúlása 10–20%-a. A hegesztés utáni nemesítő hőkezeléssel azonban a mechanikai tulajdonságok javíthatók. A hegesztéshez szilíciumtartalmú pálcát kell használni. Ez esetben a varrat repedéssel szemben ellenállóbb.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

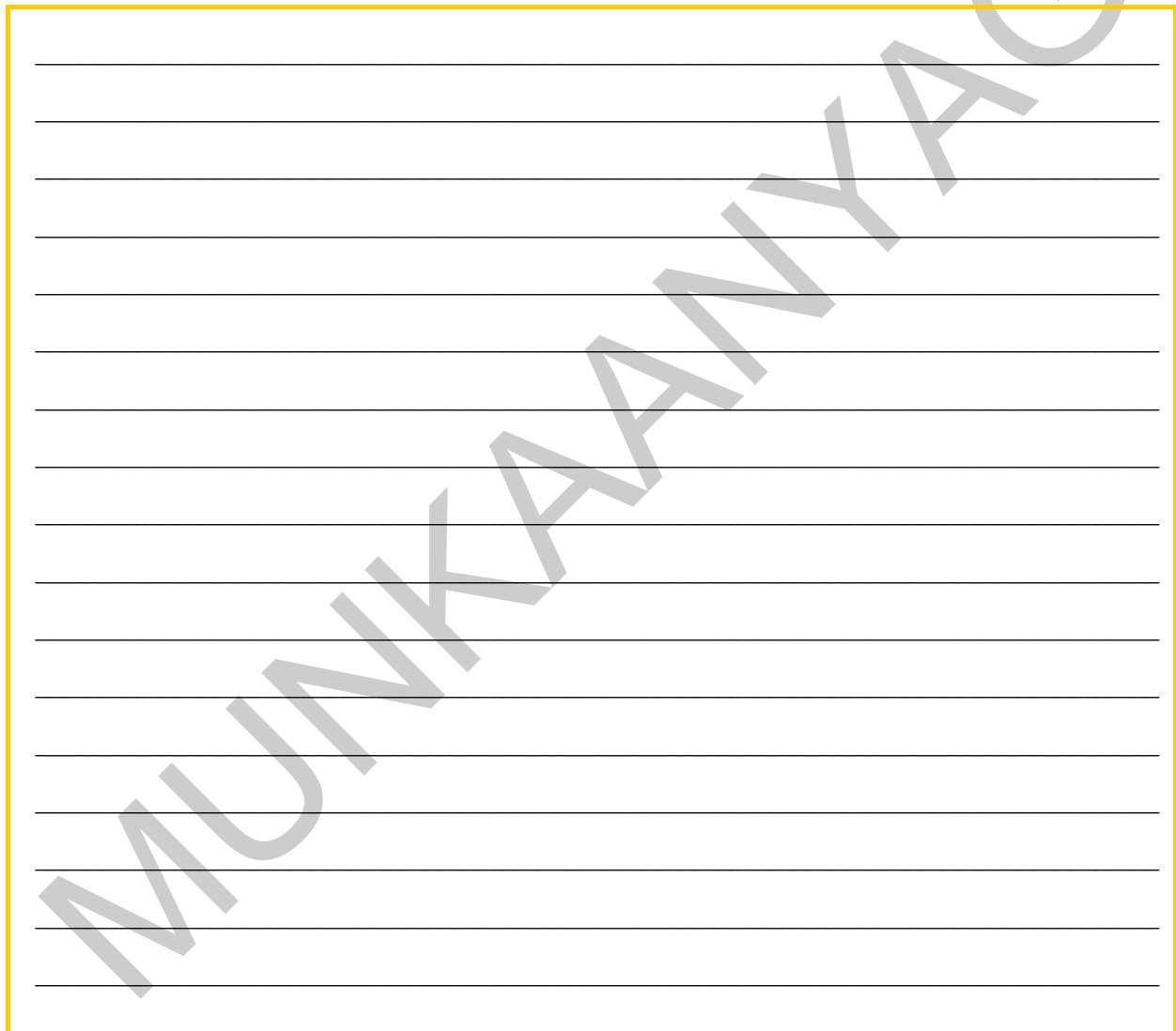
Tanulja meg a szakmai anyagot és a tanuláshoz kérjen segítséget oktatójától!

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

- Anyagok jellemző tulajdonságai
- Fémek
- Fémszerű anyagok
- Nemfémes anyagok
- Fémek kristályszerkezete
- Krisztallitok kialakulása
- Az anyag szilárdsági tulajdonságai
- Szakítószilárdság
- Egyébb anyagvizsgálati eljárások
- Technológiai próbák
- Vas és ötvözetek
- Ötvözött acélok
- Hőkezelési eljárások
- Alumínium és ötvözetek
- Réz és ötvözetek
- Acélok hegeszthetősége
- Elektroda bevonatok szerepe
- Öntött vasak
- Nikkel ötvözetek hegesztése
- Alumínium és ötvözetek hegeszthetősége

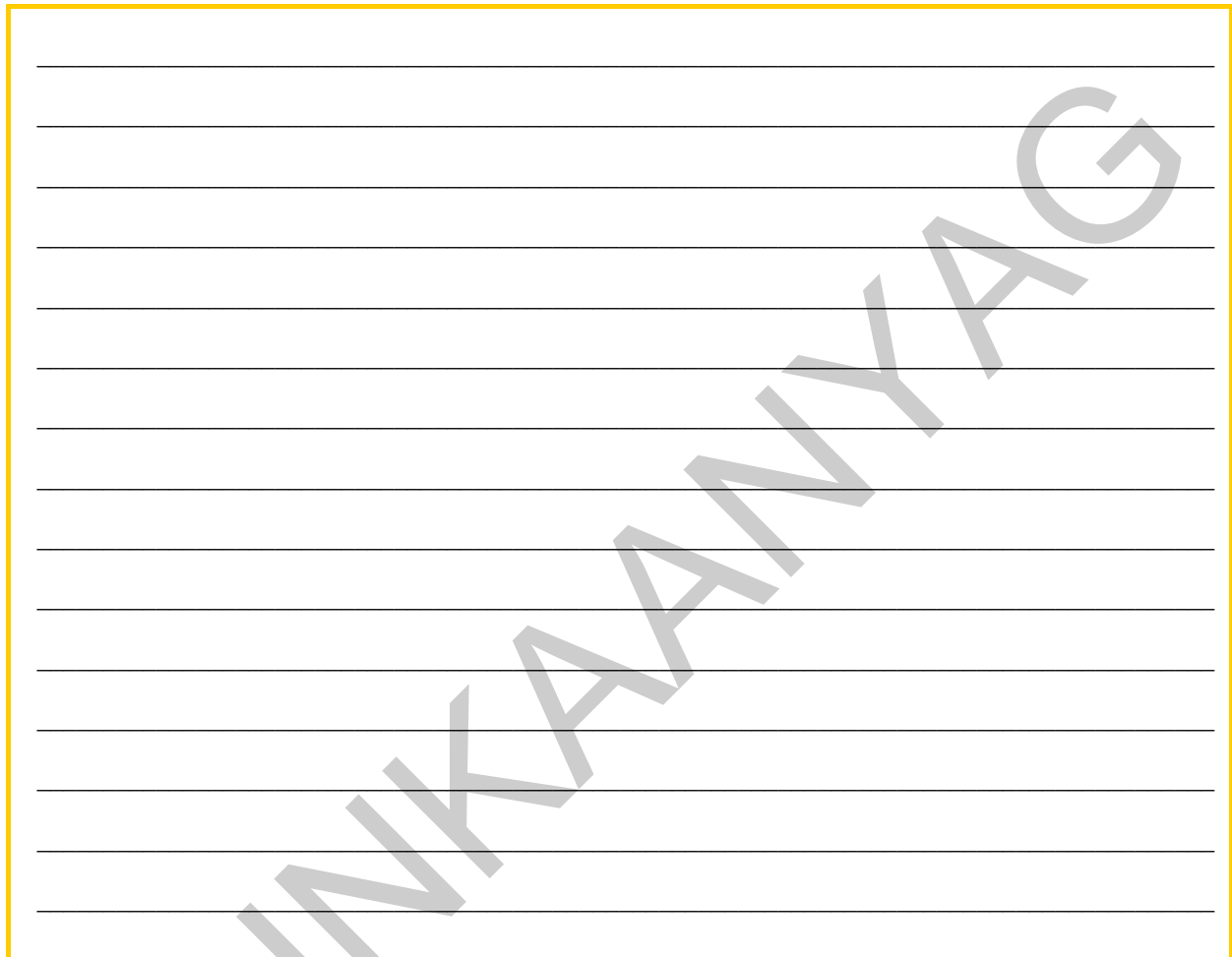
ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK**1. feladat.**

A feladat L.v. 3 mm-es durva acéllemezéből leszábot 2 db. 60x100 mm-es lemezcsík tompa varrattal való összehegesztése. Helyezze üzembe a hegesztő készüléket, válassza meg a szükséges technológiai paramétereket és végezze el a munkát. Az elvégzett munka lépéseit jegyezze fel.



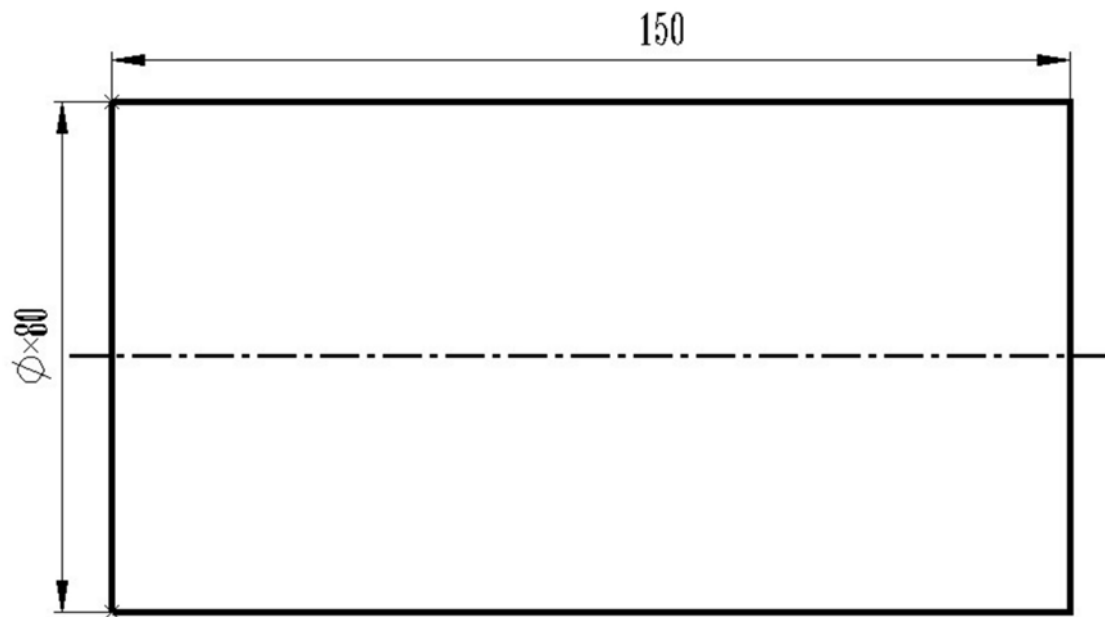
2. feladat.

A feladat L.v. 2 mm-es alumínium lemezből lesabott 2 db. 60x100 mm-es lemezcsík tompa varrattal való összehegesztése. Helyezze üzembe a hegesztő készüléket, válassza meg a szükséges technológiai paramétereket és végezze el a munkát. Az elvégzett munka lépéseit jegyezze fel.



3. feladat.

A rajzon szereplő munkadarab L.v. 2 mm-es alumínium lemezből hengerítve a rendelkezésre áll. Bevontelektródás kézi ívhegesztéssel tompavarrattal hozzuk létre a hibátlan palástot. A megmunkálendő lemez félkemény Mg ötvözet.



17. ábra. Alumínium lemezből cső készítése

A hegesztés elvégzése közben figyeljük meg a hegeszthetőségre vonatkozó tulajdonságokat. A megállapításainkat jegyezzük fel.

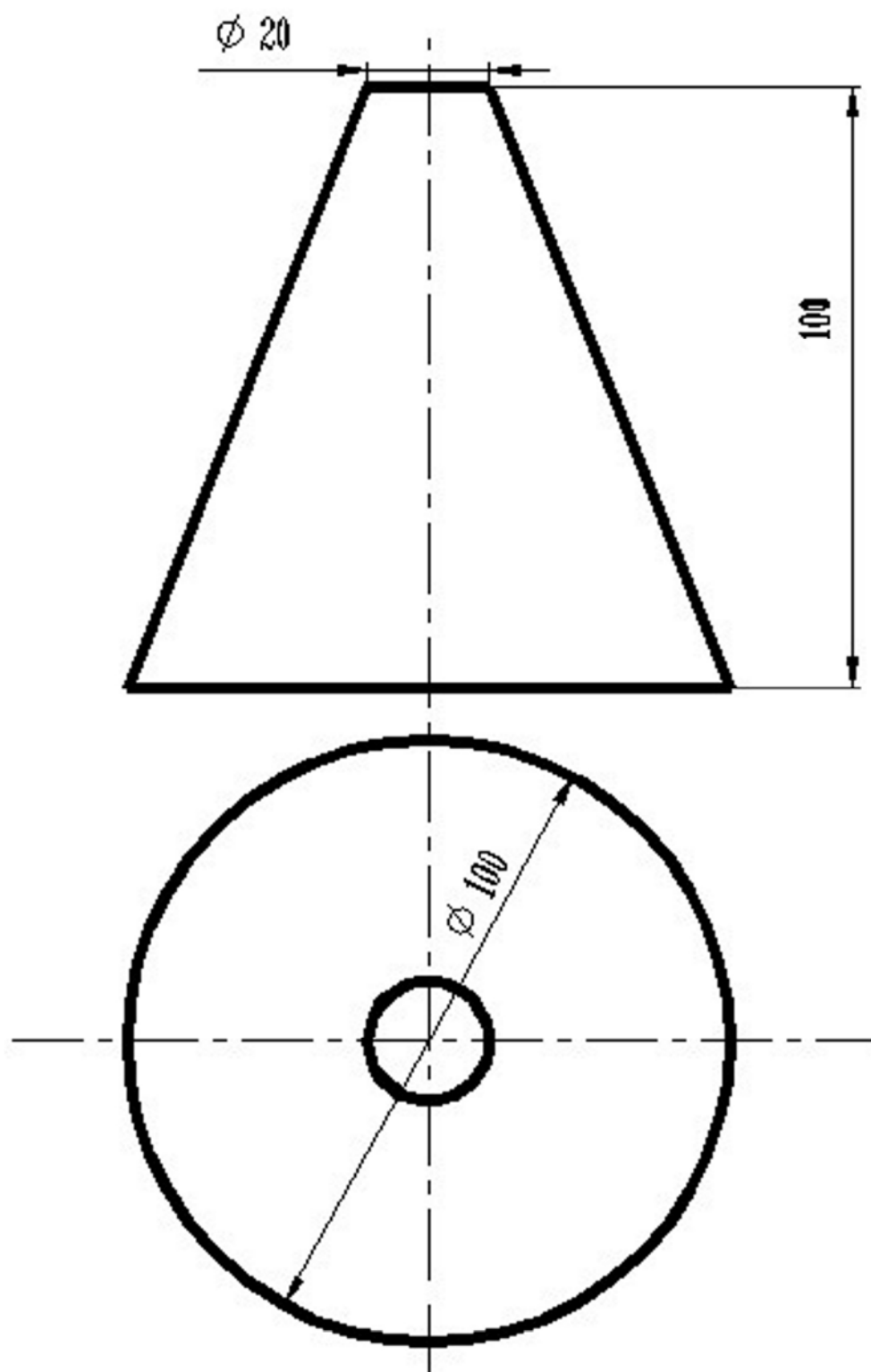
4. feladat.

A gépműhelyben egy esztergapad szegnyergének meghajtó küllős tárcsája eltörött. Anyaga öntöttvas. Feladat, hogy a tanult eljárások közül válasszuk ki a megfelelőt és végezzük el a munkát. Az eljárás lépéseit jegyezzük fel. Állapítsa meg, hogy milyen ötvözetről van szó.

A hegesztés elvégzése közben figyeljük meg a hegeszthetőségre vonatkozó tulajdonságokat. A megállapításainkat jegyezzük fel.

5. feladat.

A rajzon szereplő L.v. 2 mm-es finomlemezről előre hengerített munkadarabot tompavarrattal bevontelektródás kézi ívhegesztéssel hegessze össze. Válassza meg a helyes paramétereket és végezze el a munkát. A lépéseket jegyezze fel. Helyezze üzembe a berendezést



18. ábra. 5. feladat

MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. feladat

ellenőrizni kell a csatlakozási pontokat, az elektródafogó szigetelését
meg kell vizsgálni, hogy a hálózati főkapcsoló és a gép főkapcsolója kikapcsolt állapotban van-e,
a hálózatra csatlakoztatást bőrkesztyűben kell végezni
be kell kapcsolni a hálózati főkapcsolót
a gép előírásai szerint be kell kapcsolni az áramforrást
A varrat minőségét szemrevételezéssel végezzük el és értékeljük

2. feladat.

ellenőrizni kell a csatlakozási pontokat, az elektródafogó szigetelését
meg kell vizsgálni, hogy a hálózati főkapcsoló és a gép főkapcsolója kikapcsolt állapotban van-e,
a hálózatra csatlakoztatást bőrkesztyűben kell végezni
be kell kapcsolni a hálózati főkapcsolót
gép előírásai szerint be kell kapcsolni az áramforrást
A varrat minőségét szemrevételezéssel végezzük el és értékeljük

3. feladat

Értékeljük a berendezés üzembe helyezését
A hegesztési paraméterek beállítását (a paraméterek függnek a kiválasztott berendezéstől)

A megmunkálandó lemez félkemény Mg ötvözet
A pálcaválasztásnál értékelendő szempont a pálcá minősége
A varrat minőségét szemrevételezéssel végezzük el

4. feladat.

Az alkatrésznek megfelelő ötvözet meghatározása
A hegesztési technológia helyes kiválasztása
Értékeljük a technológia megfelelő végrehajtását
A pálcá választás megfelelősége
Szemrevételezéssel ellenőrizzük a varrat minőségét

5. feladat.

ellenőrizni kell a csatlakozási pontokat, az elektródafogó szigetelését
meg kell vizsgálni, hogy a hálózati főkapcsoló és a gép főkapcsolója kikapcsolt állapotban
van-e,

a hálózatra csatlakoztatást bőrkesztyűben kell végezni

be kell kapcsolni a hálózati főkapcsolót

gép előírásai szerint be kell kapcsolni az áramforrást

A varrat minőségét szemrevételezéssel végezzük el és értékeljük

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

G.Herden Hegesztési kézikönyv Műszaki könyvkiadó 1973

Faber Gusztáv. Hegesztett szerkezetek Műszaki könyvkiadó 1964

Sebestyén Jenő Gépműhelyi gyakorlatok. Műszaki könyvkiadó 1973

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

<http://sdt.sulinet.hu/interaktív/hegesztes/tananyag/page100924.html>

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 010-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:
14 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