

Hegesztési védőgázok

A szakértelem összeköt



Tartalom

Védőgázok kiválasztása	3
Hegesztési védőgáz komponenseinek tulajdonságai	3
Hegesztési védőgázok felhasználási eljárásai	4
Hegesztési védőgázok csoportosítása	4
MAG hegesztés	7
Anyagátviteli módok	7
Gyengén ötvözött acélok MAG hegesztése tömör huzallal	8
Gyengén ötvözött acélok és a nagy leolvasztási teljesítményű MAG hegesztés	9
Gyengén ötvözött acélok MAG hegesztése porbeles huzallal	10
Erősen ötvözött acélok MAG hegesztése tömör huzallal	10
Erősen ötvözött acélok MAG hegesztése porbeles huzallal	11
MIG hegesztés	12
Alumínium	12
Réz és rézötvözetek	12
Nikkel és nikkelalapú anyagok	12
WIG hegesztés	13
Erősen ötvözött acélok	13
Alumínium	14
Plazmaívhegesztés	15
Optimális gázellátás	15
Gázellátó rendszerek kiépítése	15
Gázellátás, tanácsadás, oktatás	16



Védőgázok kiválasztása

A termelékenység és a minőség növelésére a hegesztés minden eleme hatással van. Ide tartoznak a hegesztési védőgázok is, amelyek helyes megválasztása befolyásolja az ívszerkezetet, az anyagátmenetet, a beolvadás mélységét, formáját és a varrat vegyi összetételét.

A védőgázok összetételüktől függően különböző tulajdonságokkal rendelkeznek, így hatásuk is eltérő a hegesztési eredményre. Fő szerepük, hogy a hegfürdőt védjék a környezeti levegő káros hatásaitól, amely nemkívánt nitrogént, oxigént és nedvességet (vízgőzt) tartalmaz. A hegesztendő anyagtól függően ezek negatívan hatnak a varrat tulajdonságaira, és az ív viselkedésére.

A védőgázok befolyásolják:

- az anyagátmenet módját,
- az olvadék viszkozitását,
- az ívgyújtást,
- az ív stabilitását,
- a hőbevitelt,
- a beolvadási profilt,
- a kötés kémiai összetételét,
- a varrat alakját, valamint
- a fröcskölés gyakoriságát és nagyságát.

A védőgázos eljárások bevezetésének kezdeti korszakában egykomponensű gázokat alkalmaztak, MIG és MAG technológia esetében tiszta argont, a MAG eljárás esetében pedig tiszta szén-dioxidot. Napjainkban már a standardizált és az egyedi követelményekhez hangolt két-, három-, vagy akár többkomponensű védőgáz-keverékek széles skálájával találkozunk az iparban. A lehetséges keverékek választéka rendkívül széles, a fő összetevőnek számító argonon, héliumon és szén-dioxidon kívül további alkotórészként oxigén, hidrogén vagy nitrogén is előfordul.

A különböző új alapanyagok eltérő követelményeket állítanak a hegesztés és azon belül a védőgáz atmoszféra elé. A Messer gázkeverékek széles választékát fejlesztette ki és folyamatosan fejleszti tovább, legyen szó mikro-mennyiségben adalékolt, aktív komponensekkel rendelkező keverékekről, illetve a három, vagy négy alkotóból álló gázkeverékekről.

A hegesztési védőgáz komponenseinek tulajdonságai

A hegesztési védőgázok hővezetőképessége, fizikai és kémiai tulajdonságai révén sokoldalúan befolyásolható a hegesztési folyamat. A gázalkotók hővezetőképessége kihat a varrat alakjára, befolyásolja a hegfürdő hőmérsékletét és gázoldó képességét, valamint lényeges hatással van a hegesztési sebességre.

A gázok **kémiai tulajdonságai** meghatározzák a hegfürdőben lejátszódó metallurgiai folyamatokat. Jelenős hatást gyakorolnak a varratfelület alakjára. A szén-dioxid a varrat szénfelvételét eredményezi ötvözött acélok esetén. A védőgázban az oxigén komponens az ötvözők kiégését és híg folyós hegfürdőt eredményez. A hidrogén-komponens redukáló hatást fejt ki, míg az argon és hélium védőgáz-alkotók metallurgailag semlegesek maradnak.

A gázok **fizikai tulajdonságai** befolyásolják az ívgyújtást, az anyagátvitel jellegét, a beolvadási mélységet és a hegesztési sebességet. Az alacsony ionizációs potenciálú gázok, mint az argon, megkönnyítik az ívgyújtást és stabilizálják az ívet. Ezért a hegesztési védőgázok alapgáza az argon. A magasabb ionizációs potenciálú gázok, mint a hélium, hatása éppen ellentétes. A többatomos gázok disszociációs energiája, amely a rekombináció során felszabadul, növeli az anyagba történő hőbevitelt.



Hegesztési védőgázok felhasználási eljárásai

Védőgázos ívhegesztés				Lézerhegesztés			
Nem fogyóelektródás védőgázos ívhegesztés		Fogyóelektródás védőgázos ívhegesztés		Lézersugaras hegesztés		Hibrid lézer-ívhegesztés	
WIG (AVI) Volfrám-elektrodás inert védőgázos ívhegesztés nyitott ívvel	PLAZMA Plazma-hegesztés szűkített ívvel	MIG (AFI) Fogyó-elektrodás inert védőgázos ívhegesztés	MAG Fogyó-elektrodás aktív védőgázos ívhegesztés	Hővezetési	Mélyvarratos	MIG + Lézer-hegesztés	MAG + Lézer-hegesztés

Különböző hegesztési eljárások alkalmazhatósága

Követelmények	Eljárás			
	MIG/MAG	WIG	Villamos kézi	Fedett ívű
Kézzel használható	igen	igen	igen	nem
Gépesítve használható	igen	igen	nem	igen
Nagy olvasztási teljesítményre alkalmas	igen	igen	korlátozott	igen
Vékony lemezekhez alkalmas	igen	igen	korlátozott	nem
Az összes befogási helyzetre alkalmas	igen	igen	igen	nem

Más ívhegesztési eljárásokkal összehasonlítva a WIG, MIG és MAG védőgázos hegesztési eljárások különleges sokoldalúságukkal tűnnek ki.

A nagy leolvadási teljesítmény és az egyidejű univerzális felhasználhatóság miatt a fogyóelektródás védőgázos ívhegesztés általánosan elterjedt. A leolvadási teljesítmény szempontja azonban nem vizsgálható elszigetelten. Ezt tanúsítja például a WIG orbitáltechnika változatának erős fellendülése. A WIG eljárás kényes helyzetekben tanúsított megbízhatósága, valamint üzembiztonsága mindenképpen a sokkal gazdaságosabb alkalmazás felé vezet, a jelentősen nagyobb leolvadási teljesítményű más ívhegesztési eljárásokhoz képest.

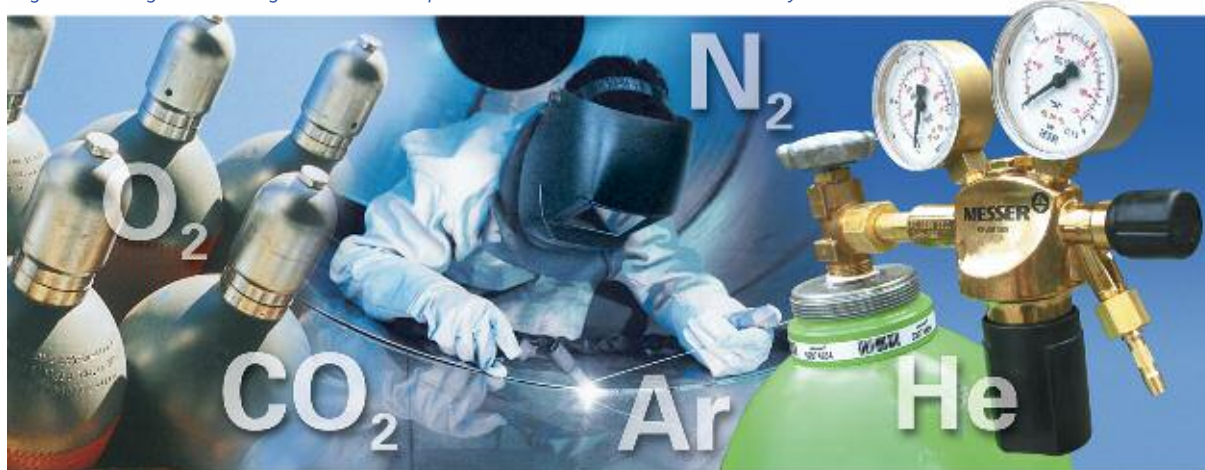
Hegesztési védőgázok csoportosítása

Ötvözetlen acélokhoz, alumíniumhoz, ötvözött acélokhoz, vagy nikkel alapú ötvözetekhez külön, anyag-típusra optimalizált keverékcsaládokat kínálunk:



A különböző védőgázok és védőgáz-keverékek osztályozását az **MSZ EN ISO 14175** „Védőgázok ívhegesztéshez és termikus vágáshoz” megnevezésű európai szabvány tartalmazza. A következő táblázatokban áttekintést adunk az MSZ EN ISO 14175 szabványról, és a Messer hegesztési gázainak és gázkeverékeinek összetételéről és felhasználási területeiről.

	Ferroline	védőgáz-keverékek ötvözetlen és gyengén ötvözött acélokhoz
	Inoxline	védőgáz-keverékek erősen ötvözött acélokhoz, nikkel alapú ötvözetekhez
	Aluline	védőgáz-keverékek alumíniumhoz és ötvözeihez, továbbá nemvas fémekhez



Csoportjel		Komponensek, %(V/V)					
Főcsoport	Alcsoport	Oxidáló		Semleges		Redukáló	Kis reaktivitású
		CO ₂	O ₂	Ar	He	H ₂	N ₂
I	1			100			
	2				100		
	3			ad 100	0,5 ≤ He ≤ 95		
M1	1	0,5 ≤ CO ₂ ≤ 5		ad 100*		0,5 ≤ H ₂ ≤ 5	
	2	0,5 ≤ CO ₂ ≤ 5		ad 100*			
	3		0,5 ≤ O ₂ ≤ 3	ad 100*			
	4	0,5 ≤ CO ₂ ≤ 5	0,5 ≤ O ₂ ≤ 3	ad 100*			
M2	0	5 < CO ₂ ≤ 15		ad 100*			
	1	15 < CO ₂ ≤ 25		ad 100*			
	2		3 < O ₂ ≤ 10	ad 100*			
	3	0,5 ≤ CO ₂ ≤ 5	3 < O ₂ ≤ 10	ad 100*			
	4	5 < CO ₂ ≤ 15	0,5 ≤ O ₂ ≤ 3	ad 100*			
	5	5 < CO ₂ ≤ 15	3 < O ₂ ≤ 10	ad 100*			
	6	15 < CO ₂ ≤ 25	0,5 ≤ O ₂ ≤ 3	ad 100*			
M3	7	15 < CO ₂ ≤ 25	3 < O ₂ ≤ 10	ad 100*			
	1	25 < CO ₂ ≤ 50		ad 100*			
	2		10 < O ₂ ≤ 15	ad 100*			
	3	25 < CO ₂ ≤ 50	2 < O ₂ ≤ 10	ad 100*			
	4	5 < CO ₂ ≤ 25	10 < O ₂ ≤ 15	ad 100*			
C	5	25 < CO ₂ ≤ 50	10 < O ₂ ≤ 15	ad 100*			
	1	100					
R	2	ad 100	0,5 ≤ O ₂ ≤ 30				
	1			ad 100*		0,5 ≤ H ₂ ≤ 15	
N	2			ad 100*		15 < H ₂ ≤ 50	
	1						100
	2			ad 100*			0,5 ≤ N ₂ ≤ 5
	3			ad 100*			5 < N ₂ ≤ 50
	4			ad 100*		0,5 ≤ H ₂ ≤ 10	0,5 ≤ N ₂ ≤ 5
O	5					0,5 ≤ H ₂ ≤ 50	ad 100*
O	1		100				
Z	Gázkeverékek, amelyek alkotói kívül esnek a táblázatban megadott értékhatárokon, vagy a táblázatban nem szereplő komponenseket tartalmaznak**						

* Az argon részben, vagy egészben helyettesíthető héliummal.

** Két azonos Z-csoportú gázkeverék nem cserélhető fel egymással.

Hegesztési védőgázok áttekintő táblázata

Specifikációs elnevezés	EN ISO 15614-1 szerinti jelölés	DIN 1910 szerinti eljárás	Hegeszthető anyagok, egyéb alkalmazások		MSZ EN ISO 14175 szerinti csoport	Összetétel, %(V/V)					
						Ar	He	O ₂	CO ₂	H ₂	N ₂
Argon 4.6, 5.0	141/131	WIG/MIG	Gyengén és erősen ötvözött acélok, alumínium-ötvözetek, különleges nemvas fémek		I 1	100	-	-	-	-	-
Hélium 4.6, 5.0	141/131	WIG/MIG	Alumínium negatív pólusos hegesztése, réz előmelegítés nélkül		I 2	-	100	-	-	-	-
Aluline He70	141/131	WIG/MIG	Alumínium-, réz- és nikkelötvözetek Acélok orbitál hegesztése Lézersugaras hegesztés		I 3	30	70	-	-	-	-
Aluline He50	141/131	WIG/MIG			I 3	50	50	-	-	-	-
Aluline He30	141/131	WIG/MIG			I 3	70	30	-	-	-	-
Aluline He15	141/131	WIG/MIG			I 3	85	15	-	-	-	-
Aluline N	141/131	WIG/MIG	Alumínium és ötvözetek		Z-ArN-0,015	99,985	-	-	-	-	0,015
Aluline N He15	141/131	WIG/MIG	Alumínium és ötvözetek az előmelegítés csökkentésével, vagy kiküszöbölésével		Z-ArHeN-15/0,015	84,985	15	-	-	-	0,015
Aluline N He50	141/131	WIG/MIG			Z-ArHeN-50/0,015	49,985	50	-	-	-	0,015
Inoxline H2	141	WIG	Erősen ötvözött, főleg króm-nikkel acélok, nagy teljesítménnyel	Plazmavágás	R1	98	-	-	-	2	-
Inoxline H5	141	WIG			R1	95	-	-	-	5	-
Inoxline H7	141	WIG			R1	92,5	-	-	-	7,5	-
Inoxline X1	135	MAG M	Erősen ötvözött acélok		M13	99	-	1	-	-	-
Inoxline X2	135	MAG M	Erősen ötvözött acélok		M13	98	-	2	-	-	-
Inoxline X3	135	MAG M	Erősen ötvözött acélok		M13	97	-	3	-	-	-
Inoxline C2	135	MAG M	Erősen ötvözött, pl. CrNiMoTi acélok		M12	97,5	-	-	2,5	-	-
Inoxline He15 C2	135	MAG M	Erősen ötvözött acélok kevés előmelegítéssel		M12	83	15	-	2	-	-
Inoxline He3 H	135	MAG M	Króm-nikkel acélok, WIG hegesztés, gyökoldali védelem		R1	96,2	3	-	-	0,8	-
Ferroline C8	135	MAG M	Ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok, minden lemezvastagság esetén		M20	92	-	-	8	-	-
Ferroline C10	135	MAG M			M20	90	-	-	10	-	-
Ferroline C18	135	MAG M			M21	82	-	-	18	-	-
Ferroline C20	135	MAG M			M21	80	-	-	20	-	-
Ferroline C18 N	135	MAG M			Z-ArCO ₂ N-18/0,02	81,98	-	-	18	-	0,02
Ferroline He20 C8	135	MAG M	Ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok, nagy teljesítmény és áramerősség, kis vagy semmi előmelegítés, impulzushesztés		M20	72	20	-	8	-	-
Ferroline X4	135	MAG M	Ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok kötő- és felrakó hegesztése		M22	96	-	4	-	-	-
Ferroline X8	135	MAG M			M22	92	-	8	-	-	-
Ferroline C5 X5	135	MAG M			M23	90	-	5	5	-	-
Ferroline C6 X1	135	MAG M			M24	93	-	1	6	-	-
Ferroline C12 X2	135	MAG M			M24	86	-	2	12	-	-
Ferroline C15 X5	135	MAG M			M25	80	-	5	15	-	-
Ferroline C17 X1	135	MAG M			M26	82	-	1	17	-	-
Szén-dioxid 3.5, 4.5	135	MAG C	Gyengén ötvözött acélok		C1	-	-	-	100	-	-
Formálógáz 2, 5, 10, 15, 20, 25	Gyök-védelem	Gyök-védelem	Gyengén és közepesen ötvözött acélok hegesztése, gyökvédelem, plazmagáz (vágásra), forrasztás, edzés, hőkezelés (formálás)		N5	-	-	-	-	2–25	98–75

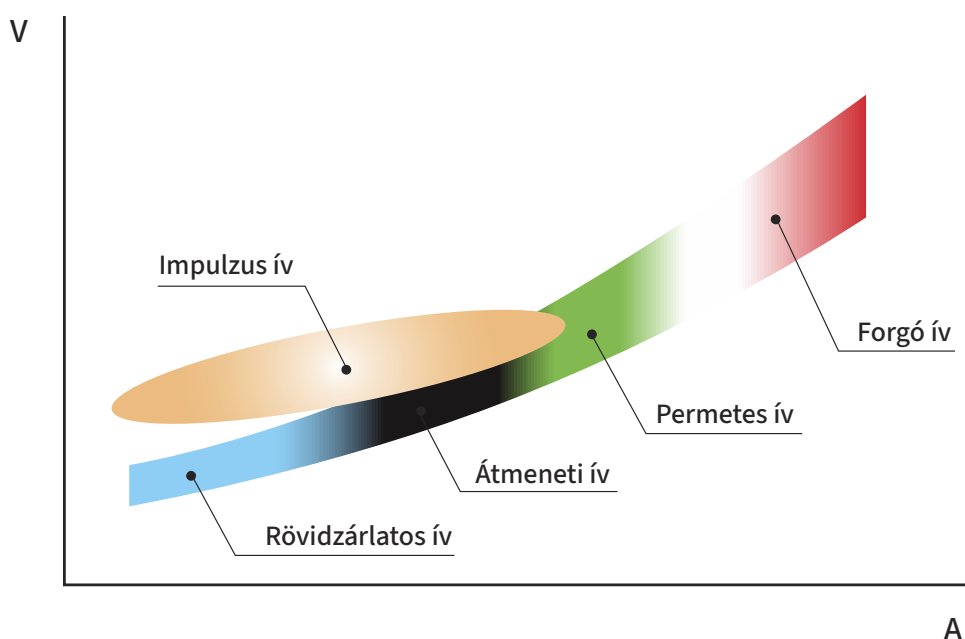
MAG hegesztés

MAG (Metall-Aktiv-Gas) hegesztés esetén a felhasználás-specifikusan optimalizált argonalapú aktív gázkeverékek (Ferroline, Inoxline) alkalmazása terjedt el. Gázkeverékekkel magas leolvastó teljesítmény mellett lényegesen kisebb fröcsköléssel lehet hegeszteni, mint a régen bevett egyedi CO₂ védőgázzal. A gazdaságos hegesztési eredmény előfeltétele, hogy kiküszöböljük a körülményes utómegmunkálást, s ezzel megteremtjük az automatizálás alapját.

Anyagátviteli módok

A védőgázos fogyóelektródás ívhegesztésnél különböző anyagátviteli módok valósíthatók meg. A munkadarab vastagsága, a hegesztési helyzet és a védőgáz határozza meg a megfelelő ívtípust. A következő táblázatban összefoglaltuk a fogyóelektródás védőgázos ívhegesztés anyagátviteli módjait, ezek jellemzőit és alkalmazási területeit.

Anyagátviteli módok



Anyagátviteli mód	Jellemzői	Alkalmazási területei
Rövidzárlatos ív	Rövidzárlat következtében fröcsköléssel kell számolni. Kis teljesítmény. Szén-dioxid vagy argon bázisú kevert gázok alkalmazása.	Vékonylemezek gyök, illetve kényszerhelyzetben történő hegesztése.
Átmeneti ív	Az anyagátmenet nagycseppekben részben rövidzárlattal történik. Kevesebb, de nagyobb cseppek fröcskölés, közepes teljesítmény. Argon bázisú kevert gázok alkalmazása.	Lehetőség szerint ezt a tartományt el kell kerülni. Vastagabb szelvények hegesztése esetén dolgozunk az átmeneti tartományban. Vékony és közepesen vastag szelvényű anyagokhoz.
Impulzus ív	Rövidzárlatmentes szabályozott anyagátvitel. A lehető legkisebb fröcskölés. Közepes leolvastási teljesítmény. Argonban gazdag kevert gázok alkalmazása.	Nagyobb falvastagságokhoz. Hegesztés lehetőleg PA helyzetben.
Permetes ív	Az anyagátvitel finomcseppek, rövidzárlatmentes és fröcskölés szegény. Nagy leolvastási teljesítmény és nagy hegesztési sebesség. Argon bázisú kevert gázok alkalmazása.	Nagy szelvényvastagságú termékekhez. Csak PA helyzetben gépesített vagy robothegesztéssel.
Forgó ív	Az anyagátvitel finomcseppek, az olvadt hozaganyag örvénylő forgással alakítja ki a nagy hegfürdőt. Nagyon magas leolvastási teljesítmény. Argonbázisú héliumtartalmú védőgázok.	

Gyengén ötvözött acélok MAG hegesztése tömör huzallal

A tiszta ipari szén-dioxid (C1 csoport) elsősorban ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok rövid ívű, kis teljesítményű, főleg pozícióhegesztésénél alkalmazott védőgáz. Ilyenkor a fröcskölés mértéke lényegesen nem nagyobb, mint a kevert gázok esetében.

A gyengén ötvözött acélok MAG hegesztéséhez leginkább az M2-es csoport kevertgázait alkalmazzuk. Legáltalánosabban használt védőgáz-keverék a 18% szén-dioxidot és maradék argont tartalmazó **Ferroline C18** keverék (M21 csoport). Porozításra érzékenység, vagy rozsdás, revés anyagok hegesztésére a megnövelt szén-dioxid (pl. 25–40% CO₂) részarányú keverékek ajánlottak. A gépesítési fok és az impulzusteknika terjedése a csökkentett szén-dioxid tartamú (pl. 6–10% CO₂) keverékeket részesíti előnyben. A gépesített vagy robotos hegesztéseknél egyre szélesebb körben használják a **Ferroline C8**-at (8% CO₂ és Ar; M20 csoport).

Az oxigén hatására a hegfürdő híg folyósabb és az anyagmenet aprócseppes lesz. Az oxigén-argonos védőgázok vékony lemezek PA és PB pozíciójú hegesztésénél használatosak jó résáthidaló képességük miatt. Pozíció hegesztés esetén azonban számolni kell azzal, hogy kisebb, sokszor nem megfelelő a beolvadási mélység.

A magasabb oxigén tartalmú gázkeverékeket, pl. a **Ferroline X8** keveréket (8% O₂ és Ar; M24 csoport) szennyezett és revés szerkezeti acéllemezek hegesztésére alkalmazzák. A 8 %-nál nagyobb oxigéntartalom esetén a salakképződés fokozódik, a varratfelület durvább lesz és a varrat, illetve a hőhatásövezet elszíneződik, „megég”.

Alkalmazási példák

S 235 jelű acélból készült tűzszekrénybe (utófűtő felület egy fűtőkazánban) csövek teljesen gépesített behégesztésére **Ferroline X8** (8% O₂ és Ar; M24 csoport) keveréket használtak. A megfelelő gázösszetételnek köszönhetően szinte teljes mértékben fröcskölésmentesen tudtak hegeszteni, ami a soron következő zománcozás miatt különösen fontos volt.

A MAG-hegesztés széleskörű alkalmazhatóságából következik az az igény, hogy különféle gázkeverékek szélesebb palettája álljon rendelkezésre. Például a **Ferroline C8** (8% CO₂ és Ar; M20 csoport) keverék meghatározott feladatokra kis és közepes lemezvastagság esetén; vagy a **Ferroline C15X5** (15% CO₂, 5% O₂, és Ar; M25 csoport) háromkomponensű keverék közepes és nagyobb lemezvastagság esetén. Ez a háromkomponensű keverék a fröcskölés-képződés visszaszorítására hozzáadott O₂-nek köszönhetően bizonyos beállítási tartományokban lényegesen felülmúlja a **Ferroline C18** (18% CO₂ és Ar; M21 csoport) kétkomponensű keveréket.

A varratfelületen képződő maradványsalak-szigeteknek ma sokkal nagyobb figyelmet kell szentelni, mint a



múltban, mert a vízalapú lakkok ezekre a salakszigetekre érzékenyebben reagálnak.

A védőgáz oxigéntartalmának további csökkentése során végzett vizsgálatok a **Ferroline X4**-nél (4% O₂ és Ar; M22 csoport) mutatták a legjobb eredményt. Egy felhasználó teljesen gépesített gyártási soron kapcsolószerkezeteket állított elő S 235 jelű acélból, zömmel 2 mm körüli lemezvastagságban. A Ferroline X4 kevertgáz segítségével sikerült biztosítani a hozaganyag olyan módfelett kedvező bejuttatását, hogy a soron következő gépi csiszoló munkálatokat elhagyhatták. A kapcsolószerkezetek lakkozás előtti megmunkálására az elenyésző salakképződés miatt már nem is volt szükség.

Egy acélszerkezet- és gépgyártó cég tartószerkezeteket készített S 235 jelű acélból, 8-tól 40 mm-ig terjedő lemezvastagságban, mind egyrétegesen, mind többretegesen, kézi hegesztéssel a felső teljesítmény-tartományban (280 A/26 V). A minimális salakképződés, a hozaganyag jó folyása és a vékony varratpikkely kedvező értékelést kapott.

Egy másik lehetőség a szokásos argon/szén-dioxid keverék a **Ferroline C8** (8% CO₂ és Ar; M21 csoport) helyett a **Ferroline X4** (4 % O₂ és Ar; M22 csoport) alkalmazása. A 4 % O₂-potenciál megfelel ennek a 8% CO₂-nek, s így egyáltalán nem meglepő, hogy a Ferroline X4 ugyancsak alkalmas nagy áramerősségű hegesztésre.

Kiterjedt roncsolásos és roncsolásmentes anyagvizsgálatok olyan egyértelműen kedvező eredményeket hoztak a Ferroline X4 javára hogy a teljesen gépesített

tengelygyártást új alapokra helyezték. Az előnyök: kevesebb salak a varratokon, szélesebb varratfedés, kiváló szélbeolvadás, igen biztos beolvadás, nagy hegesztési sebesség és nagyobb viszkozitású hegfürdő a 8% CO₂-t tartalmazó argon-kevertgázhoz képest.

A hegesztéstechnológiák finomhangolásánál további lehetőséget kínálnak a háromkomponensű védőgáz keverékek, amelyek alacsony aktivitású gázok csökkentett aktív gáz tartalommal: **Ferroline C6X1** (6% CO₂, 1% O₂ és Ar, M24 csoport) vékonyabb lemezek, míg a **Ferroline C12X2** (12% CO₂, 2% O₂ és Ar, M24 csoport) vastagabb lemezek gépesített, illetve robottal történő hegesztésénél. Itt az esztétikailag szebb megjelenés mellett konkrétan mérhető 5-10% termelésnövekedés érhető el. Az új fejlesztésű gázokkal hegesztett varratok lényegesen kevesebb salakot tartalmaznak és a fröcskölés képződés is csekélyebb. Pozitív mellékhatás a hegesztési füstképződés csökkenése is, ami a fröcskölés csökkenésével hozható kapcsolatba.

A háromkomponenses védőgázok alkalmazásának előnyei a gépesített hegesztéseknél mérhető módon nyilvánulnak meg. Kézi hegesztés esetében hegesztőtől függően több vagy kevesebb előny aknázható ki a háromkomponenses keverékekből. Épp ezért ezeket főleg gépesített eljárásoknál javasoljuk.

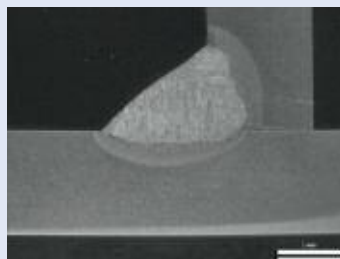
Gyengén ötvözött acélok és a nagy leolvasztási teljesítményű MAG hegesztés

A magas leolvasztási teljesítmény – egyéb kritériumok mellett – a hegesztési eljárás gazdaságos alkalmazásának egyik lényeges előfeltétele. Az ötvözetlen és gyengén ötvözött acélok nagy teljesítményű hegesztésének a hélium szinte elkerülhetetlen gázkomponense. A kis mennyiségű oxigén és szén-dioxid pozitív hatásain túl a hélium javítja a hőbevitelt, mélyebb beolvadást, illetve gyorsabb hegesztést tesz lehetővé. A hélium hatására javul a varrat nedvesítése, azaz a varrat szélesebb lesz.

Egy továbbfejlesztett eljárás a nagy áramerősségű hegesztés, amelyet T.I.M.E.-folyamatnak is neveznek, bizonyos tartományokban elérheti a fedettívű hegesztés leolvasztási teljesítményét. Ez az eljárás azonban az ismert szóróív tartomány feletti áramerősségeken megy végbe, itt értelemszerűen teljes gépesítéssel kell dolgozni. Egy speciálisan hangolt áramforrás, egy stabil nagyteljesítményű huzalelőtoló és egy közvetlenül a gázfúvókáig hűtött pisztoly mellett lényeges tényező a megfelelő védőgáz kiválasztása. Itt eddig egy négykomponensű keveréket használtak, amely 26,5% He, 8% CO₂, 0,5% O₂, fennmaradó mennyiség argonból állt (M24). További vizsgálatok, amelyek az említett négy-



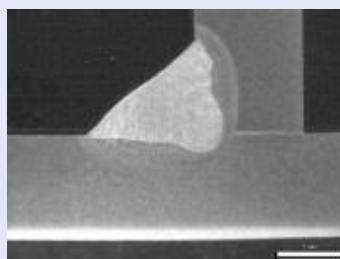
Ferroline C18 gázzal hegesztett varrat



Ferroline C18 gázzal hegesztett kötés makro csiszolata



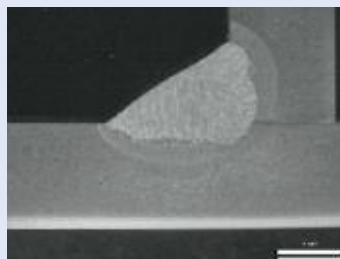
Ferroline C6X1 gázzal hegesztett varrat



Ferroline C6X1 gázzal hegesztett kötés makro csiszolata



Ferroline C12X2 gázzal hegesztett varrat



Ferroline C12X2 gázzal hegesztett kötés makro csiszolat

komponensű keveréken alapultak, megállapították, hogy a hélium-hányad csökkentésével el lehet hagyni a parányi 0,5% oxigén-részt (**Ferroline He20C8**: 20% He, 8% CO₂, a többi argon).

Gyengén ötvözött acélok MAG hegesztése porbeles huzallal

A védőgázok kiválasztásakor a bázikus porbeles huzalok esetében is hasonló kritériumok érvényesülnek, mint a tömör huzaloknál. A viszonylag erős fröcskölésképződés miatt a CO₂ nem bizonyult előnyösnek. Elterjedt a **Ferroline C18** (18% CO₂ és Ar; M21 csoport). Az újabb minősítések (például a Német Szövetségi Vasutaknál) viszont azt mutatják, hogy oxigéntartalmú kevertgázok is alkalmazhatók, mint például a **Ferroline X8** (8% O₂ és Ar; M24 csoport).

Felhasználásra példa az 1.0503-as anyagból (C 45-ös cementálható acél) készült emelőszerkezetek hegesztése. Ezen a nehezen hegeszthető anyagon, amelyből dinamikus megterhelésnek kitett szerkezeti elemek készülnek, az impulzusteknika segítségével hibátlan varratokat állítottak elő. A mechanikai technológiai tulajdonságok megegyeznek az argon/szén-dioxid kevertgázával.

Rutilos porbeles huzalok kevésbé szilárd hegesztett munkadarabot eredményeznek, mint a bázikusok, és optimális hegesztési viszonyt mutatnak föl nagyobb CO₂-tartalommal (CO₂ > 15%, pl. Ferroline C18). Oxigéntartalmú kevertgázok, például 8% O₂-vel, csak rendkívüli esetekben alkalmazhatók. Fémpor töltetű porbeles huzalok esetében leginkább argon/szén-dioxid kevertgázokkal – például Ferroline C18 – hegeszte-

nek. A **Ferroline C5X5** és a **Ferroline C15X5** argon/oxigén/szén-dioxid tartalmú kevertgázok, mint háromkomponensű keverékek csekély oxigén-hányaddal előnyös alternatívát kínálnak a szokásos 18% CO₂-t tartalmazó kevertgázok mellett.

Erősen ötvözött acélok MAG hegesztése tömör huzallal

Az erősen ötvözött acélokhoz használt védőgázok között jelentős mértékben alkalmazzák az argon/oxigén keverékeket, amelyekben az oxigén 1–12 % között lehet. Azonban jellemzően max. 5% oxigéntartalmú kevertgázokat használnak ötvözött ausztenites korrózióálló acélok MAG hegesztéséhez. Ilyen keverékek az **Inoxline X1** és **Inoxline X3** (1 ill. 3 % O₂ és argon; M 13 csoport) elnevezésű argon/oxigén keverékek. Emellett igen elterjedt az M12-es csoporthoz tartozó 2,5% szén-dioxid tartamú védőgázok pl. az **Inoxline C2**, **Inoxline He15 C2** (szén-dioxid, ill. szén-dioxid és hélium tartalmú) keverékeket is.

Az ausztenit-ferrites ún. duplex acélokhoz az argon-oxigén kevertgáz nem javasolt!

Például az **Inoxline C2** (2,5% CO₂ és Ar; M12 csoport) kevertgáz a vegyipari készülékgyártásban használt karima teljesen gépesített MAG impulzusív hegesztésekor, tömör huzalok vagy akár fémpor töltetű porbeles elketródák felhasználásával, kevésbé erőteljesen oxidált varratokat eredményezett, mint az 1 vagy 3% O₂-t tartalmazó argon/oxigén keverékek. Ezáltal jelentősen csökkent a pácolási költség. Ilyen csekély CO₂-tartalommal a karbonizálódás szűk határok között marad. Kis karbontartalmú hozaganyag eseté-

MAG hegesztés – ötvöztelen és gyengén ötvözött acélok						
Megnevezés	MSZ EN ISO 14175 szerinti csoport	Összetétel, %(V/V)				Alkalmazás
		Ar	CO ₂	O ₂	He	
Ferroline C8	M20	92	8			ötvöztelen vagy gyengén ötvözött
Ferroline C18	M21	82	18			ötvöztelen vagy gyengén ötvözött
Ferroline C25	M21	75	25			ötvöztelen vagy gyengén ötvözött
Ferroline X4	M22	96		4		ötvöztelen vagy gyengén ötvözött/feltételelesen erősen ötvözött
Ferroline X8	M22	92		8		ötvöztelen vagy gyengén ötvözött/feltételelesen erősen ötvözött
Ferroline C6 X1	M24	93	6	1		ötvöztelen vagy gyengén ötvözött
Ferroline C12 X2	M24	86	12	2		ötvöztelen vagy gyengén ötvözött
Ferroline C5 X5	M23	90	5	5		ötvöztelen vagy gyengén ötvözött/feltételelesen erősen ötvözött
Ferroline He20 C8	M20	72	8		20	ötvöztelen vagy gyengén ötvözött
Szén-dioxid	C1		100			ötvöztelen vagy gyengén ötvözött

MAG hegesztés – erősen ötvözött acélok							
Megnevezés	MSZ EN ISO 14175 szerinti csoport	Összetétel, %(V/V)					Alkalmazás
		Ar	CO ₂	O ₂	He	H ₂	
Inoxline X2	M13	98		2			erősen ötvözött
Inoxline C2	M12	97,5	2,5				erősen ötvözött
Inoxline He30 H2 C	Z	67,88	0,12		30	2	nikkelbázis ötvözetek
Inoxline He15 C2	M12	83	2		15		erősen ötvözött



Erősen ötvözött acélok MAG hegesztése porbeles huzallal

Erősen ötvözött acéloknál lényegében csak két porbeles huzaltípusról beszélhetünk: a rutiltartalmúról és a fémporosról; keveréktípusként létezik még a rutilbázisú.

A rutiltartalmú porbeles huzalhoz főképp a **Ferroline C18** (18% CO₂ és Ar; M21 csoport) keveréket használják. Alkalmaznak azonban más keverékeket is, mint a Ferroline X8 (8% O₂ és Ar; M24 csoport) vagy akár ennél több O₂-t tartalmazó argon/oxigén keveréket. A rutilsalak révén az LC-típusú acélok (LC = low carbon) karbonizálódása annyira korlátozott, hogy akár 100% CO₂ alkalmazása esetén is a szénttartalom a hegesztett munkadarabban 0,03%-on, vagy ez alatt marad.

Ismét egy szemléletes példa, amikor is félcsőkigyóknak a tartályfalra történő hegesztésekor különösen fontos mind az áthegeztés, mind a varratok külalakja. Itt sikerült a **Ferroline C18** révén olyan finompikkelyes, fröcskölésmentes varratot elérni, amely semmiféle utólagos megmunkálást nem igényelt. A varratfelületet nem csúfították sem salakmaradványok, sem szilikátszigetek. A pácolási ráfordítás ezáltal igen csekély maradt.

A Fémpor töltetű porbeles huzalokat, akárcsak a tömör huzalokat, **Inoxline X1** (1 % O₂ és Ar; M13 csoport) vagy **Inoxline C2** (2,5% CO₂ és Ar; M12 csoport) keverékkel hegesztjük. Az **Inoxline C2** valamivel csekélyebb oxidációt okoz a varratfelületen. Laposan befolyatott pórus- és szélkrátermentes varratokat kapunk. Mivel salak nincs, a varratfelület közbeni tisztítás nélkül akár többrétegesen is hegeszthető.

Az imént említett **Inoxline C2**-vel végzett munka világossá teszi a 2,5%-os CO₂-hányad előnyét. Használata révén a titánnal stabilizált X 6 CrNiMoTi 17 122 anyagból (1.4571 a DIN 17460 alapján) egyrétegesen tartályokat impulzushegesztettek röntgenbiztos módon. A vizsgálatra fordított idő a minimumra csökkent, mert a kezdeti 100%-os átsugárzás semmiféle pórust, vagy kötési hibát nem mutatott.

ben tehát általában elérhető, ha a hegesztési védőgázban a CO₂ arány legfeljebb 5%, hogy a hegesztendő munkadarabban a 0,03% vagy 0,04%-os karbon határértékét tartani lehessen. A különféle erősen ötvözött anyagok sokasága miatt persze nehéz az optimális védőgáz keveréket általános érvényűen meghatározni. Amikor erősen ötvözött ausztenites különleges acélt használtak, megmutatkozott, hogy a maximális melegrepedés biztonság az esővarrat hegesztéseknél optimálisan Ferroline X8 (8% O₂ és Ar; M22 csoport) kevertgázzal volt elérhető.

Felrakó hegesztés esetén azonban csak az **Inoxline X1** (1% O₂ és Ar; M 13 csoport) gázkeverék kedvező, mert itt a beoldódás különösen alacsony szinten tartható.

Metallurgiai szempontból a króm-nikkel-acéloknál az oxigéntartalom 12 %-ig megengedett. Magas O₂-tartalom rendszerint a varratfelület viszonylag erős oxidációjához (revéképződéshez) vezet. Gépi úton hegesztett, erősen ötvözött gépkocsi-katalizátor dobokon, **Ferroline X8** (8% O₂ és Ar; M24 csoport) kevertgázzal igen magas hegesztési teljesítményt lehetett elérni, és sem utómegmunkálásra nem volt szükség, sem pedig erős revéképződés nem jött létre.

Héliumtartalmú hármas keverékek különösen a ferrites-ausztenites vegyes szerkezetű duplex acéloknál váltak be. Az **Inoxline C2 He15** (15% He, 2% CO₂ a többi Ar; M12) speciális argon/hélium/szén-dioxid kombináció az 1.4462-es anyagból (duplex acél) egy vegyipari gyárnak előállított tartály MAG hegesztésekor különösen salak- és oxidszegény varratokat eredményezett.

MIG hegesztés

A MIG (Metall-Inert-Gas) hegesztés esetén általánosan használt védőgáz az argon (I1 csoport). Meghatározott esetekben az argon/hélium keverékek előnyösek.

A MIG hegesztés során használt védőgázok és alkalmazásuk

Megnevezés	MSZ EN ISO 14175 szerinti csoport	Összetétel, %(V/V)			Alkalmazás
		Ar	He	N ₂	
Argon	I 1	100			alumínium és ötvözetek, egyéb nemvas fémek
Hélium	I 2		100		réz, ha nem előmelegíthető
Aluline He15	I 3	85	15		alumínium, réz, nikkel és CuNiFe ötvözetek
Aluline He30		70	30		
Aluline He50		50	50		
Aluline He70		30	70		
Aluline N	Z-ArN-0,015	99,985		0,015	alumínium és ötvözetek
Aluline He15 N	Z-ArHeN-15/0,015	84,985	15	0,015	
Aluline He30 N	Z-ArHeN-30/0,015	69,985	30	0,015	
Aluline He50 N	Z-ArHeN-50/0,015	49,985	50	0,015	

Alumínium

Itt az argon kiegyensúlyozott, stabil anyagátmenetet biztosít, de a beolvadás intenzitása és a hidrogén okozta porozítás elleni védelem tekintetében az Ar-He (argon-hélium) keverékkel szemben alulmarad. A hélium (I2 csoport) a nagyon kiegyensúlyozatlan durvaszeppes, erősen rövidzár-hajlamos anyagátmenet miatt kedvezőtlen. Bevált az **Aluline He30**, **Aluline He50** és az **Aluline He70** (30 és 70% közötti héliumarány, a fennmaradó rész argon). Leggyakrabban az Aluline He50 (I3 csoport) keveréket alkalmazzák. Hélium-tartalmú keverékek révén az előmelegítés csökkenthető, vagy teljesen mellőzhető.

Mint a WIG hegesztés esetében, itt is megmutatkozik, hogy az alumínium MIG hegesztésekor már a legkisebb mennyiségű nitrogén hozzáadása (0,015% N₂) az argonhoz jelentős előnyökkel jár (**Aluline N**):

- nyugodtabb és kevésbé fröcskölő ív,
- vékonyabb, simább varrat,
- kisebb lerakódás, nagyobb beolvadás mélység
- kisebb pórusképződési hajlam,
- a hozaganyag jobb ráfolyása a varratszéleken,
- nagyobb hegesztési sebesség (30%-ig).

További változatok a **Aluline N He15**, **Aluline N He50**, melyek 0,015% N₂-t és 15 vagy 50% He-ot tartalmazó argon-hélium-nitrogén keverékek. Ez az alacsony nitrogénhányad előnyösen befolyásolja az ívstabilitást. Egy felhasználó például vasúti járművek alumínium-tartókból készült alvázainak teljesen gépesített MIG hegesztésekor védőgázként **Aluline N He50** (0,015% N₂, 50% He és Ar) keveréket alkalmazott. Ennek révén

érezhetően emelkedett a hegesztési sebesség a változtatlanul nagyon jó varratminőség mellett.

Réz és rézötvözetek

Ezeknél az anyagoknál, melyeknek a hővezetőképessége még az alumíniumnál is nagyobb, a 70%-os héliumarány (**Aluline He70**) a legkedvezőbb, például azért is, hogy elkerülhető legyen az előmelegítés 5 mm alatti lemezvastagság esetén.

Nikkel és nikkelalapú anyagok

Főképp azt kell szem előtt tartani, hogy egy kiegyensúlyozott, fröcskölésmentes anyagátvitel érdekében alapvető követelmény a MIG-impulzustechnika, amely alumínium hegesztésekor is előnyös. Az argon azonban az impulzustechnika alkalmazásakor is erősen domború varratot eredményez. Jobb eredményeket lehet elérni **Inoxline H5** (5% H₂ és Ar; R1 csoport), vagy **Aluline He30** (30% He és Ar; I3 csoport) keverékkel. Egyes esetekben a héliumtartalmú keverék előnyösebbnek bizonyult a hidrogéntartalommal szemben.



WIG hegesztés

Erősen ötvözött acélok

Ahhoz, hogy a WIG (Wolfram-Inert-Gas) hegesztéssel lehetőleg magas leolvastó teljesítményt, vagy nagy hegesztési sebességet érjünk el, célravezető az argon alap-védőgázhoz teljesítménynövelő komponenseket hozzáadni. Az alapanyagtól és a felhasználástól függően hidrogén, hélium vagy nitrogén alkalmazásáról lehet szó. Erősen ötvözött acélból készült késfogantyú markolatfejek teljesen gépesített kötőhegesztésekor a hegesztő teljesítményt 200%-kal fokozni lehetett az argonhoz hozzáadott 5% hidrogénnel (Inoxline H5; R1 csoport).

Az ausztenites anyagok megmunkálására kifejlesztett védőgázokban a hélium adalék mellett az argon, de különösen a 2% és 7,5% közötti hidrogén, jelentősen megnövelik a hegesztési teljesítményt a WIG eljárásnál.

A hidrogénadalék alkalmazását a hegesztési védőgázban az összes duplex anyag esetén nagyon kritikusán kell nézni. A ferrithányad miatt itt fennáll a hidrogén által kiváltott repedésképződés veszélye.



Megnevezés	MSZ EN ISO 14175 szerinti csoport	Összetétel, %(V/V)				Alkalmazás
		Ar	He	H ₂	N ₂	
Argon 4.0	I 1	100				erősen és gyengén ötvözött acélok, alumínium és ötvözetek, egyéb nemvas fémek
Inoxline H2	R1	98		2		erősen ötvözött acélok, főleg króm-nikkel acélok (gépesített hegesztés)
Inoxline H5		95		5		
Inoxline H7		92,5		7,5		
Inoxline He3 H1	R1	96,2	3	0,8		erősen ötvözött acélok, króm-nikkel acélok, WIG hegesztés, gyökoldali védelem
Hélium	I 2		100			alumínium negatív-pólusos hegesztése (gépesített hegesztés)
Argon-hélium	I 3	10	90			
Aluline He15	I 3	85	15			alumínium, réz, nikkel és ötvözetek; alumínium váltóáramú hegesztése lézersugaras hegesztés
Aluline He30		70	30			
Aluline He50		50	50			
Aluline He70		30	70			
Aluline N	Z-ArN-0,015	99,985			0,015	alumínium és ötvözetek az előmelegítés csökkentésével, vagy kiküszöbölésével
Aluline He15 N	Z-ArHeN-15/0,015	84,985	15		0,015	
Aluline He30 N	Z-ArHeN-30/0,015	69,985	30		0,015	
Aluline He50 N	Z-ArHeN-50/0,015	49,985	50		0,015	
Argon 4.6 és 5.0	I 1	100				gázérzékeny anyagok (pl. titán, nióbium, tantál)
Inoxline N1	N2	98,75			1,25	duplex, szuperduplex
Inoxline N2		97,50			2,50	
Inoxline He15 N1		83,75	15		1,25	
Inoxline He15 H2 N1	Z	82,985	15	2	0,015	nikkel-bázis ötvözetek

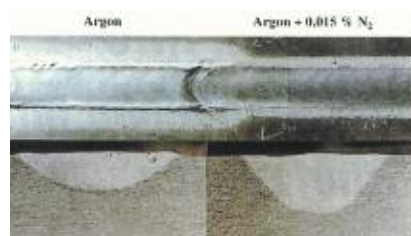
Alumínium

Extrudált alumíniumprofilok (alapanyag: AlMgSi 0, F26, hozaganyag: AlMg 4,5Mn, huzalátmérő: 1,2 mm) teljesen gépesített WIG váltóáramú hegesztésekor az **Aluline He70** (30% Ar és 70% He; I3 csoport) argon/hélium keverék felhasználásával sima, finompikkelyes hegesztési felületet sikerült elérni nagyon alacsony varratdomborulattal. A legújabb kutatási eredmények azt mutatják, hogy alumínium WIG hegesztésekor már az argonhoz adagolt legkisebb nitrogén-mennyiség is (0,015% N₂) jelentős előnyökkel jár:

- koncentráltabb, igen stabil ív,
- kisebb lerakódás a varrat mellett,
- nagyobb beolvadási mélység,
- kisebb porózusságra való hajlam,
- a hozaganyag jobban folyik,
- nagyobb hegesztési sebesség (30%-ig).

Az **Aluline N** (0,015% N₂ és Ar; I1 csoport) nevű keveréket az MSZ EN ISO 14175 különleges gázként kezeli és így osztályozza: Z-ArN-0,015

Érdekes szinergikus hatást mutató további változatok az **Aluline N He15**, az **Aluline N He 50** argon/hélium/nitrogén keverékek 0,015% N₂-vel és 15%, vagy 50% He-mal, a fennmaradó rész argon. Itt különösen figyelemre méltó, hogy a csekély nitrogén hányad segítségével kompenzálni lehet az ívnyugtatlanságot; lehetséges továbbá a hegesztési teljesítmény növelése és az előmelegítés idejének csökkentése.



Egy átvételi vizsgálatra kötelezett alumínium csöveket és nyomástartó edényeket gyártó hegesztő szaküzem számára döntő fontosságú volt a kifogástalan minőség. Az **Aluline N** védőgázzal itt nemcsak a beolvadást lehetett fokozni, hanem ezzel járt még a hegesztési sebesség észrevehető növekedése is.

Plazmaívhegesztés

A plazmaívhegesztés számos vonatkozásban hasonlít a WIG hegesztéshez, azzal a lényeges különbséggel, hogy a plazmapisztolyban a hegesztőfej különös konstrukciója következtében a villamos ívet beszűkítik. A hegesztéshez használt plazmasugarat argon, hidrogén, nitrogén, vagy ezek keverékéből állítják elő. A hegfürdőt a külső fúvókán odavezetett semleges vagy aktív gáz, vagy e gázokból álló gázkeverék védi. A gázok ionizált állapotban 10 000–40 000 °C hőmérsékletűek és a korlátozott keresztmetszet miatt a plazmaív a nagy áramsűrűségnek és a szűk fúvóka miatt nagy sebességre felgyorsult gázsugárnak köszönhetően hőforrásként kiválóan alkalmas hegesztésre.

A plazmaívhegesztés eljárástípusai

- **Hagyományos plazmahegesztés** 1-3 mm anyagvastagságokhoz. Hozaganyag nélkül, vagy kézi, illetve gépi hozaganyag adagolással alakítják ki a hegfürdőt.
- **Mikroplazma hegesztés**, kis árammal 0,01 mm-es vastagságú anyagoktól kb. 1 mm-es anyagvastagságig alkalmazzák hozaganyag nélküli hegesztésre.
- **Áthatoló ívű úgynevezett „kulcslyuk” plazmahegesztés** vastagabb anyagok (8 mm-ig) egy rétegben történő hegesztésére alkalmazzák. Az áramerősség ilyen esetekben meghaladja a 100 A-t.

Plazmaívhegesztéshez használatos gázok

- **Plazmagázok:** argon vagy argon alapú gázkeverékek, amelyek hidrogént vagy héliumot tartalmaznak.
- **Védőgázok:** argonhoz kevert hidrogén vagy héliumot tartalmazó keverékek.

Optimális gázellátás

A felhasználási mennyiségtől és céltól függően a Messer különböző ellátási megoldásokat kínál:

- **egyedi gázellátás:** a gáztárolóra (palackra, palackkötegre, palettankra) közvetlenül csatlakozik a nyomáscsökkentő (reduktor) vagy a fogyasztó,
- **központi (hálózati) gázellátó rendszer:** a gáztároló (palack, palackköteg, kriogén tartály) telepített gázlefejtő egységre/hálózatra csatlakozik, amely egy vagy több fogyasztót láthat el kiépített csővezetékén keresztül.

Kisebb gázigény esetén az egyedi sűrített gáz palackos ellátás javasolt. A palackok mérete úrtartalom szerint 10-től 50 literig terjed.

Gázellátó rendszerek kiépítése

Az optimális gázellátás szempontjából fontos annak a biztosítása, hogy ne kerülhessenek szennyezők a gázba mialatt a tároló egységből a felhasználási helyig eljut. Ennek feltétele a gázellátó hálózat és a szerelvények precíz, szakszerű installálása, a megfelelő szerelvénytípusok kiválasztása, az ellátási forma és gáztisztaság hozzáigazítása a felhasználási igényhez.





Gázellátás, tanácsadás, oktatás

Átfogó gázellátási program

Átfogó termékválasztékunk az alapgázoktól egészen a többkomponensű gázkeverékekig terjed. A standard gázkeverékeken túl az új alapanyagokhoz, eljárásokhoz kifejlesztjük az egyedi felhasználói igényekhez igazított speciális gázkeverékeket is.

Szaktanácsadás

Közvetlenül az alkalmazás helyén mutatjuk meg Önnek, hogyan lehet az egyes folyamatok optimalizálásával a hatékonyságot és a minőséget növelni. Egyaránt támogatást nyújtunk a problémás pontok, hibatényezők feltárásában, és az eljárás továbbfejlesztésében.

Költségelemzés

Készséggel elvégezzük a meglévő folyamatok elemzését, melyek alapján javaslatokat teszünk az optimalizálási lehetőségekre, részt veszünk a folyamatok átalakításában, majd elvégezzük a kiindulási helyzettel való összehasonlító elemzést.

Technikumok, innovációs központok

Új hegesztési és vágási technológiák fejlesztésére a Messer műszaki fejlesztő központokat működtet Németországban, Ausztriában, Svájcban, Magyarországon és Kínában, melyek kiváló helyszínt biztosítanak minősített hegesztési technológiák kidolgozásához, innovációs projektekhez, szakmai eseményekhez, képzésekhez.

Képzés, oktatás, vizsgafelkészítés: a legújabb ismeretek

A gázok hatékony felhasználása és helyes kezelése érdekében képzést tartunk a felhasználó munkatársainak az adott eljárásról, gázalkalmazásról. A képzés keretében megismertetjük a különféle hegesztési védőgázok és vágógázok alkalmazását, biztonságos kezelésüket. Az információs és oktatási anyagok szintén a képzés részét képezik. Igény szerint felkészítjük partnereink hegesztőit adott célfeladatra, vagy minősítő vizsgára.

Hasznos információk honlapunkon - www.messer.hu

- letölthető termékadatlapok
- gázellátó szerelvények műszaki adatlapjai
- gázok és gázkeverékek biztonsági adatlapjai
- alkalmazástechnikai prospektusok
- szakmai hírlevelek, szacikkek
- átváltási segédeszköz gázmenyiségek közti átszámításhoz

MESSER 
Gases for Life

Messer Hungarogáz Kft.
1044 Budapest, Váci út 117.
Tel: +36 (1) 435 1100
info@messer.hu
www.messer.hu