



Termikus vágások

Lángvágás- Plazmavágás-Lézervágás

Lassan járd tovább érsz?

Miért is? Kiderülhet ez az előadás végére? Sajnos nem!
De dobogós helyezést viszont javasolhatunk.

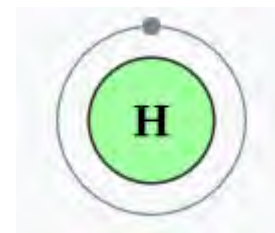
Lágvágás

- Mi szükséges a lágvágáshoz?
 - Oxigén
 - Éghetőgáz
- Vágáshoz megfelelő anyag
 - Megfelelő eszközök
- Kinek a nevéhez fűződik a lágvágás?
- **Thomas Fletcherhez** aki 1901.-ben szabadalmaztatta.

Gázok:

- **Oxigén** O₂ **Joseph Priestley** angol kémikus 1774 fedezte fel először, majd 1776-ban a francia tudós **Antoine Lavoisier** aki tovább kísérletekkel megértette az oxigén szerepét az égésben és a légzésben, az ő nevéhez fűződik oxigén kifejezés is. Koholt vádak alapján Giottoin általi halálra ítélik 1794-ben. Nevéhez fűződik még egy szomorú információ ez a 11 szám! Szempillantás...
- **Acetilén**. (C₂H₂) **Edmund Davy** 1785-1857 angol kémikus **1836-ban** véletlenül fedezte fel, később a francia **Marcellin Berthelod** 1860-ban állított elő tiszta állapotban. Lánghőmérséklete: 3160°C (oxigén)
- **Földgáz** ismert hogy ez a kifogyóban lévő energia forrás. Nagy mennyiségű tengeri egysejtűek és növények elpusztulásával jött létre több millió évvel ezelőtt, földkéreg rétegeiben található. Lánghőmérséklete: 2770 °C (oxigén)
- **PB gáz** propánt (C₃H₈) és a butánt (C₄H₁₀) keveréke palackos, sokoldalú felhasználású cseppfolyósított gáz. Földgázból, vagy a nyersolaj finomítása során nyerik. Lánghőmérséklete: 2896 °C (oxigén)
- **Propán** (C₃H₈) motorok, háztartások fűtőanyaga a fent említetthez hasonló módon. Lánghőmérséklet: 2828 °C (oxigén)
- **Propán Plusz** 25 kg-os propán töltet és speciális adalékanyag egy palackban :2982 °C (oxigén)
- **MAPP (gázkeverék)** (propadién szerves vegyület) forrasztásokhoz kiváló hőátadása miatt elterjedt az iparban Lánghőmérséklete: 2976 (oxigén)
- **Hidrogén** H₂ **Henry Cavendish (1731–1810)** Angol kémikus, ez gáz ugyan a végére került de a jelentősége ma már az első helyre lenne indokolt. Lánghőmérséklete: 2856 °C (oxigén)
- **Benzin (Gasolin)** Nem terjedt el, de Ázsia, Amerika szerte használják égőgáz helyet. Tíz évvel ezelőtt még Németországban is kapható volt, mára szinte eltűnt. Okok: Nem használható zárt térben, benzin gőz veszélye.

Hidrogén a jövő gáza

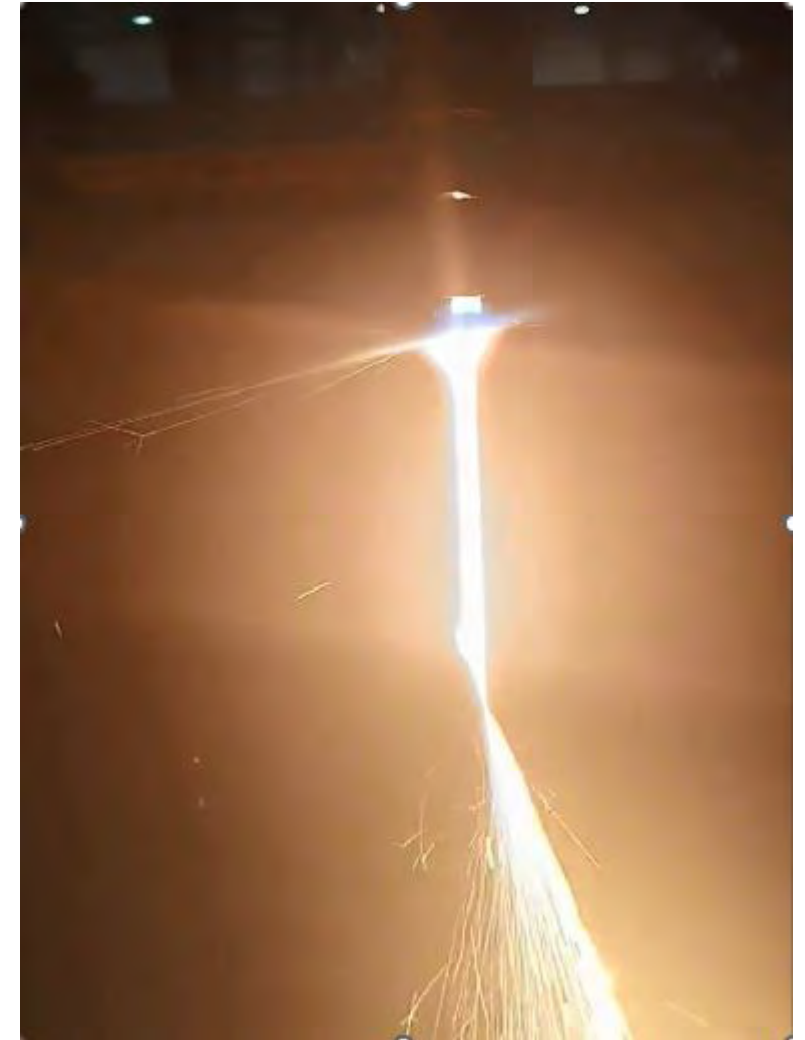


- 1 kg hidrogén előállításához 9 liter vízre van szükség.
- 1 kg hidrogén előállításához körülbelül 53 kilowattóra áramra van szükség (egy négytagú család havi fogyasztása 200 kWh)
- 1 kilogramm gáznemű hidrogén térfogata 11 köbméter
- Egy kilogramm hidrogénnel egy üzemanyagcellás autó körülbelül 100 km-t képes megtenni.
- Ennek ellenére a jövő gázáról van szó, az elektronizáció miatt jelentősége megnőtt /napelemparkok, szélenergia/ Zöld hidrogén/

Vágható anyagok

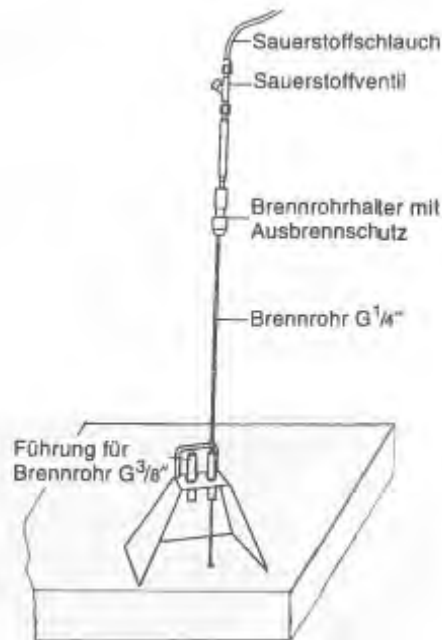
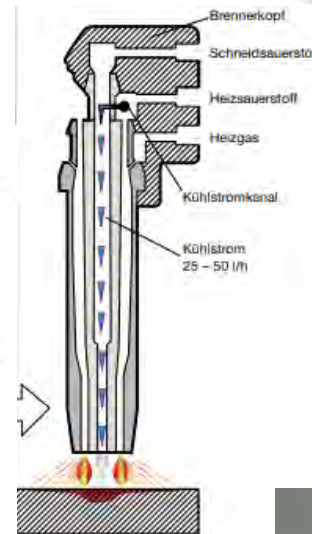
Milyen feltételeknek kell megfelelnie?

- anyag oxigénben elégethető legyen;
- anyag gyulladási hőmérséklete legyen kisebb mint az olvadáspontja
- anyag képződő oxidjának olvadáspontja is legyen kisebb, mint az olvadáspontja
- égéstermék legyen hígfolyós állapotba hozható és könnyen eltávolítható a keletkező vágási résből
- anyag égéshője (az oxidáció reakcióhője) legyen nagy
- hővezetési tényezője legyen kicsi, hogy a vágási rés gyorsan kialakuljon és keskeny maradjon.



Lángvágás eszközei

- Palack reduktorok (központi gázellátó rendszereknél elvételi nyomáscsökkentők)
- Visszacsapásgátlók (elvételi egység biztonsági eszközök)
- Hegesztőtömlők
- Vágópisztolyok, vágókiesz
- Vágók injektoros
- illetve fejkeveréses
- Oxigén lándzsa
- Benzin üzemanyag vágó



Lángvágó fúvókák kialakítása, és tisztítása

Kialakításuk nagymértékben befolyásolja a vágás sebességét, és a vágás minőségét.

Fúvóka a melegítőfej acetilén esetében szintben van, földgáz, propán esetén 0,5-2,5 mm-el beljebb helyezkedik, ok a az acetilén lángja koncentráltabb, ellentétben a földgáz és a propán itt tudja a megfelelő lángképet biztosítani. Fúvókák feliratozása ARS=acetilén PMY=propán, földgáz + tartomány a vastagságra pl.25-40 pl. ez a lemezvastagságra vonatkozó információt fedti le, 6 bar nyomás

Fúvókák tisztítása nagyon fontos, mivel az állapotukra nagy hatással van tudatos és gondos tisztítás.

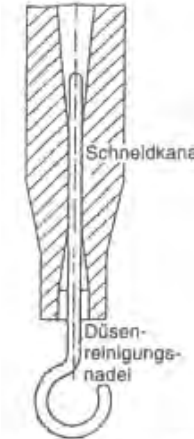
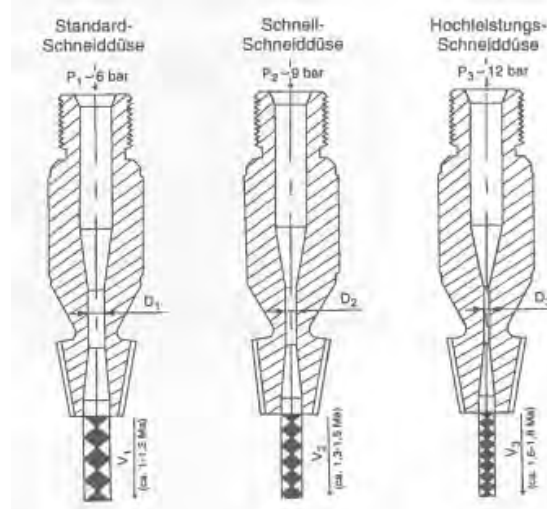


Bild 36. Reinigen des Schneidsauerstoffkanals



Bild 37. Reinigen der Düsenaustrittskante.

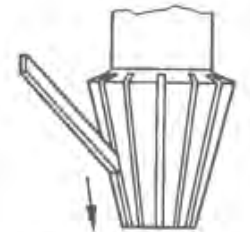
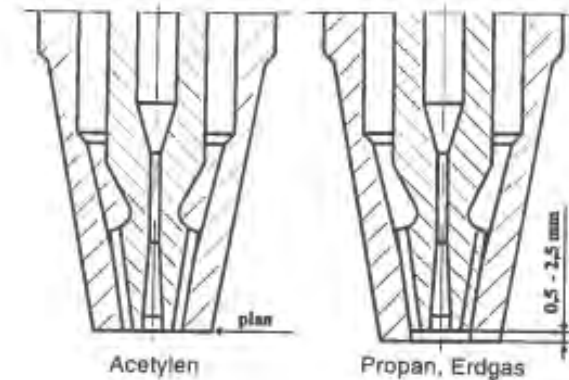


Bild 38. Reinigen der Heizschlitze.



Oxigénlándzsa

Az oxigénlándzsa (más néven termikus lándzsa) a fő összetevője egy olyan műszaki folyamatnak, amelyben a gáz halmazállapotú oxigén nagy nyomással áramlik át egy fémcsövön, és az égési folyamat végén reagál a csővel és benne lévő huzalokkal, amitől nagyon magas hőmérséklet keletkezik. Az oxigénlándzsával ellátott műszaki konstrukciókat különféle célokra használják. A láng felmelegítése és meggyújtása után a cső kimeneténél a cső anyaga oxigén alatt égni kezd egy erősen exoterm reakcióban, akár 5530 °C hőmérsékleten.

DVS: Merkblatt 2101 Német „Ismertető ajánló füzetben” található részletes leírással.



MAGYAR HEGESZTÉSI EGYESÜLET



Lándzsa	Oxigén munkanyomás:	Totál oxigénfogyasztás:
¼" = Ø6,35 mm = 49,84 mm ²	0,6-tól, 7 bar	30m ³ /óra
3/8" = Ø9,52 mm = 149 mm ²	0,6-tól, 7 bar	80m ³ /óra
½" = Ø12,70 mm = 199,39 mm ²	0,6-tól, 7 bar	120m ³ /óra

50 literes, 200 bar nyomású oxigénpalackban körülbelül 10 m³ oxigén van!

Gépi lángvágók.

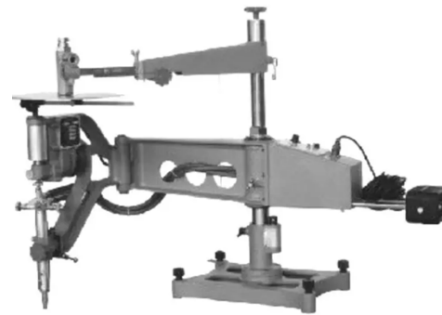
Egyszerű gépi lángvágóktól korszerű CNC vezérlésű berendezésekig.

Standard méretek a járatos táblalemezeknek megfelelően:

1500x3000; 1500x6000; 3000x12000; de vannak extrém méretek is 91000x9000 mm

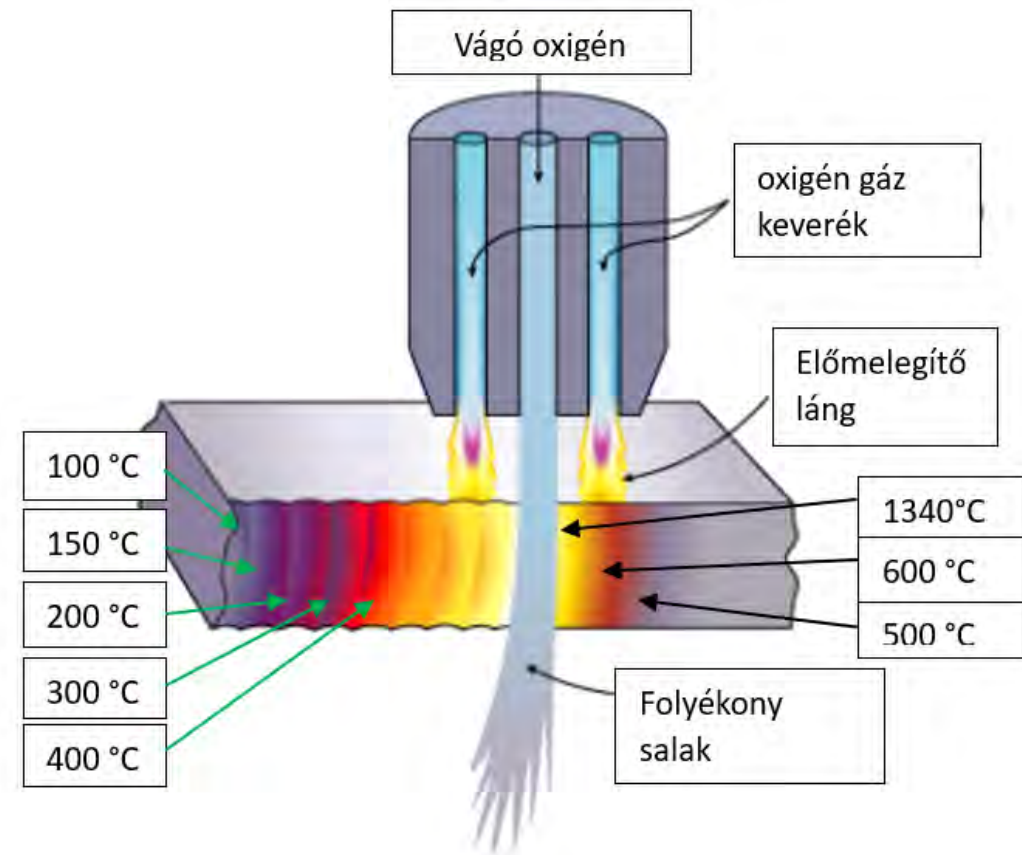
Vágófejek igény szerint, akár 1-24 db

MESSER RETROFT program !



Lángvágás hőmérséklet értékei:

- Alapanyag S355J2+N
- Lemezvastagság 20 mm
- Lemezhőmérséklet vágás előtt 19°C
- Lemez felülete szemcseszórt (GP25)
- Vágó fej MESSER MS250
- Hevítőköpeny GRICUT PMY 3-100
- Vágófúvóka GRICUT PMY 15-25
- Éghető gáz propán
- Oxigén vezetékes (cseppfolyós rendszerről)
- Műhelyhőmérséklet 22°C
- Vágó berendezés: MESSER OMNIMAT CNC
- A monitorozás 350 mm hosszon történt



Táblázat: nyomás; sebesség; oxigén; és gázfogyasztási adatokkal:



Operating data for GRICUT® 1230-/1280-PMYF machine cutting nozzles, fuel gas MAPP®

Work-piece thickness [mm]	Cutting nozzle size	Heating nozzle size	MAPP® pressure [bar]	Heating oxygen pressure [bar]	Cutting oxygen pressure [bar]	Cutting speed [mm/min]	Nozzle clearance [mm]	Cutting kerf width [mm]	MAPP® consumption [bar]	Heating oxygen consumption [m³/h]	Cutting oxygen consumption μ [m³/h]	Total oxygen consumption μ [m³/h]
3	1230-PMYF 3 - 10			0,5	1,0	820	2 - 4	0,9	0,14	0,50	0,6	1,10
4				1,0	1,5	780	2 - 4	0,9	0,21	0,76	0,8	1,56
5				1,0	2,0	750	2 - 4	1,0	0,21	0,76	1,0	1,76
6				1,5	2,5	740	2 - 4	1,1	0,26	0,93	1,2	2,13
8				1,5	3,5	735	4 - 5	1,3	0,26	0,93	1,6	2,53
10				1,5	5,0	680	4 - 5					
7	1230-PMYF 7 - 15			2,0	5,0	700	4 - 5					
8					5,5	680	4 - 5					
10					6,0	660	5 - 8					
12					6,5	620	5 - 8					
15	7,0	590	5 - 8									
15	1230-PMYF 10 - 25	1230-PMYF 3 - 100	0,2	2,0	6,0	590	5 - 8					
20					6,5	535	5 - 10					
25					7,0	480	5 - 10					
25	1230-PMYF 25 - 40			2,0	6,0	480						
30					7,0	460	5 - 10					
35					7,5	440						
40					7,5	420						
40	1230-PMYF 40 - 60			2,0	5,5	420						
50					6,5	380	5 - 10					
60					7,5	360						
60	1230-PMYF 60 - 100			2,0	6,0	360						
80					7,5	315	6 - 10					
100					8,5	280						
100	1280-PMYF 100 - 200			4,0	7,5	280						
150					8,5	240	8 - 12					
200					9,5	190						
200	1280-PMYF 200 - 250	1280-PMYF 100 - 300	0,3	4,5	6,5	190	12 - 15	4,0			17,5	19,45
250					8,5	135	4,5	0,55	1,95	22,0	23,95	
250	1280-PMYF 250 - 300			4,5	6,5	135	12 - 15	5,0			22,4	24,45
300					8,5	115	6,0	0,55	1,95	28,2	30,15	

Lemez- vastagság	Hevítő oxigén m3/h	Vágó oxigén m3/h	Összes oxigén m3/h
Lv 10 mm	1,1	2,2	3,13
Lv 100 mm	1,1	10,6	11,70
Lv 200 mm	1,95	22,4	19,45

The table indicates standard values based on the use of plain steel with a carbon content of up to 0,3 % and oxygen with a minimum purity of 99,5 %. Satisfactory cuts on clean and non-grimed plates and sheets can only be achieved with undamaged nozzles. With the given cutting speeds cut surfaces of the quality class I according to EN ISO 9013 are achieved provided that suitable flame cutting machines are used. The cutting speeds stated are to be reduced as follows: for sharp cutting radii by 10 % approx., for bevel cuts of 30° by 25 % approx., for bevel cuts of 45° by 45 % approx. Nozzle size and corresponding adjusting values are to be selected according to the real cutting thickness. For Y cuts (form of kerf Y as per DIN 8551) and K cuts (form of kerf DHY as per DIN 8551) the tables GRICUT® 1230-PMYF 8038 Y_{em} and/or GRICUT® 1230-1280-PMYF 8038 Y_k are valid. The pressures stated are excess pressures measured at the torch inlet. The consumption data indicated in m³/h apply to standard conditions as per DIN 1343.

Szabástervező programok, vezérlőkről

OmniWin-GlobalControl-MESSER

Colombus-CutCloud-ESAB

SAPSprow-MGM-Saját fejlesztésű Vezérlő

Asper-Microstep- iMSNC

Ahol a lángvágó berendezés, élőkészítésre is alkalmas és a „(3D)” vágás is lehetséges ami ugye nem igaz, ott BEVEL=FERDE vágásként is megnevezik ez a helyesebb.

Mit tudnak ezek a szabástervezők és vezérlők, programok:

- CNC= Computer Numeric Control átfordítják a saját vezérlők által használt kódokra, amiket a szabás-tervező programok létesítenek.
- Ezek lehetnek szabványos ESSI, vagy az ISO kódok, amiket a számítógépről, a vezérlőre küldenek ezek ma már on-line, vagy wifin keresztül másodpercek alatt küldhetők , a vezérlők pedig parancs utasításokat feldolgozzák és végrehajtják.

1 Max 1,99

.1 8

Külső rajzok

Last *Last*

Kifesteni

Lyukakat vágni 0

Átmenet Irány Gát Híd Kifutás Közösvágás

Sorrend Darabol Maradék Stop/Nem vágni Feliratozás

NC program

Formátum: 512 Max.hossz: 0,5 Min.hossz: % Vezérlőjel: %

ESSI ISO

0,15 Körív hiba

CNC Kiterjesztés

Vágófejmagasság

2 1,2

Lyukakban

Küikontúrban

0 Méret

Előtt Után

Paritás: páros standard

Kezdet: % Vége: 99

ESSI köröket felosztani

Vágássebesség

Kompenzációt változtatni

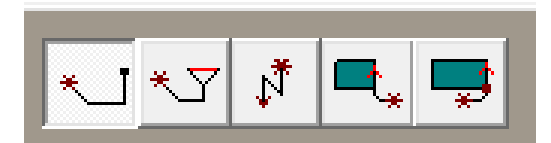
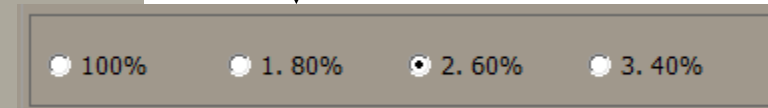
Vágásréscontrol

Lyukakat identifikálni

Kompenzáció értéke

Plazma kikapcsolása vágás vége előtt 74

Plazma kikapcsolása vágás vége előtt





```
MINTA 0,3kB
%
5
+711-677
6
39+250
29
7
+27-4
+28+25+3+25+
-133+133-133++
+133-133+-133+
-35+35
8
5
38
+1145-67
6
39+500
29
7
+31-1
+26+24+1+25+
-300+309-300+9+
+300-309+-300+
-34+36
8
38
5
+289+517
6
29
7
-55-44
+-1000
-2000+
++1000
+2000+
+45-22
8
38
0
99
```

41 db mondat,
parancs utasítás
207k

Lemzvastagság 250 mm, munkadarab átmérő:140 mm

Ennek a szabástervnek nem az anyag kihasználtság volt a célja, hanem a lángvágó berendezés kezelőnek a szaktudása, és az ismereteinek mesteri módon való kivitelezése. Vágásról készült videót a nagy kiterjedése miatt nem volt lehetőség bemutatni. A lángvágás bemutató jelleggel készült, köszönet Fodor András kollégának, és felkészültségének, ha valakinek ilyen vágásigénye van kérem jelezze.

Terv: \250- Dátum: 2025.02.10. (2025.02.10.)

Lemz méret:	170 x 500 x 250 mm	Mérték:	1 : 4
Minőség:	S355J2G3	Gép:	PROPAN
Adag / Az asztalon:	1/1 [db]	Lemez szám/ID/ateszt:	/0/
Kihasználás:	54.3 %	Prog.stoppok száma:	0 x
Égetés/légő :	1.570 m	Ráfutás/légő:	3 [db]
Gyorsjárat:	0.281 m	Különböző alk:	1 [db]
Tiszta kontúr:	1.32 m	Összdbszám (1 adagba	3 [db]
Vágásgyorsaság:	0.12 m/perc	Vágásrés:	6 mm

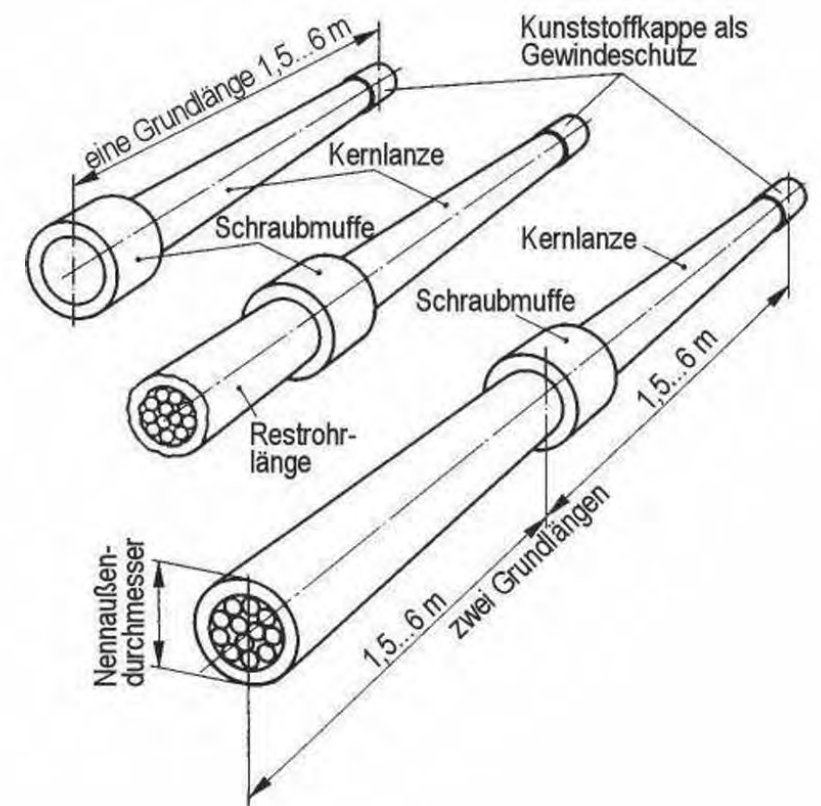
Rajzszám / Fájlnév	Megj	X mm	Y mm	Db db/A	Felül m2/1	Súly kg/1	GySúly kg/1	Égő db
1. 140	TARCSA	140	140	3	0.015	30.211	55.605	1

ÉGŐFEJ BEÁLLÍTÁSOK: #(0:0 mm)

	#1.	2.
1. 1x	X	-

TECHNOLÓG.IDŐK / A	óra	perc	sek	SÚLYOK / 1	kg	Fájl
Vágási idő	0	13	5	Égész lemez	166.81	
Gyorsjárat ideje	0	0	3	Alkatrészek	90.63	
Átégetések összideje	0	0	30	Hulladék	57.69	
Égőfej tisztítása	0	0	45	Elégetett fém	18.49	
Következő lemez	0	0	0	Maradék	0.00	
ÖSSZIDŐ	0	14	24	Felhasznált anyag	166.81	





PLAZMAVÁGÁS (Eljárás MSZ EN ISO4063 szerint 83-as) (831 oxidáló gázos plazmavágás, 832 nem oxidáló gázos plazmavágás, 833 sűrített levegős plazmavágás, 834 nagy pontosságú plazmavágás)

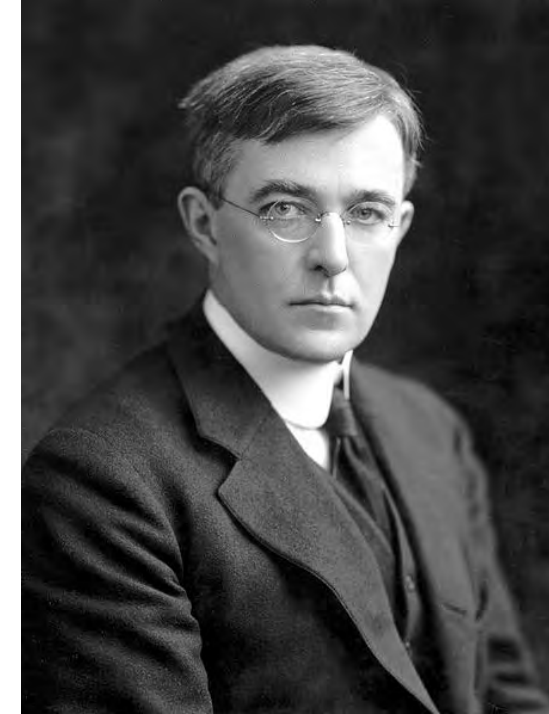
Bevezetés a plazmatechnológiába. A plazma rövid története.

A plazma fizikai kifejezést 1932-ben vezette be Irving Langmuir a gázok speciális állapotára.

Ma már többször az anyag negyedik halmazállapotának is nevezik. A plazmavágást az 1950-es években fejlesztették ki. Már az ipari felhasználás első éveiben plazmát használtak a színesfémek és ötvözött acélok vágására. Ehhez azonban drága plazma berendezés kellett, tiszta gázok (nitrogén, hidrogén, argon vagy hélium), erős áramforrások (500A és még nagyobbak) és nagy mennyiségű víz hűtött fúvókák miatt.

Mára a technológia és az anyagtulajdonságok javulásával a plazmavágás nagy a térhódítása, jelentősen nőtt a lángvágás vágás rovására.

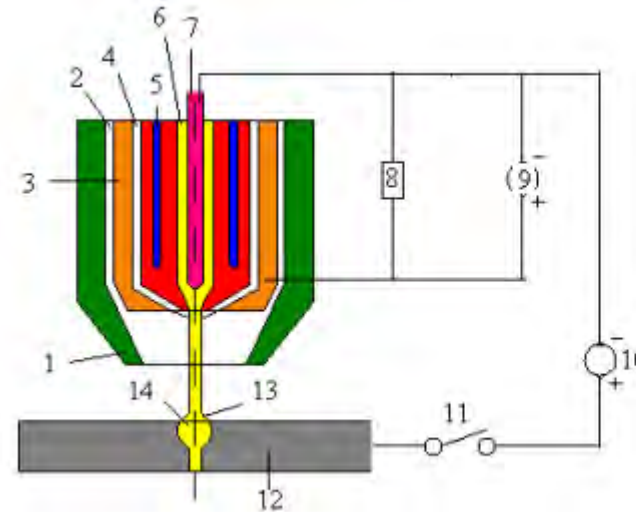
Ezt elsősorban a nagy vágási sebességnek és a színesfémek vágására való képességnek köszönhető, és alacsony hőhatás övezetnek a vágott éleknél



Irving Langmuir amerikai kémikus és fizikus. (1881 - 1957) 1932-ben felületkémi kutatásaiért kémiai Nobel-díjban részesült.

Plazmavágási elv

Minden termikus anyagleválasztási módszer koncentrált hőenergiát használ a vágás helyén. A plazmavágás hőforrása egy szűkített stabilizált elektromos ív. A plazmavágás az anyag olvadáspont feletti helyi felhevítéséből áll, és az olvadt anyagot távolítja el magas hőmérsékletű ionizált gáz segítségével. A plazmahegesztéstől abban különbözik, hogy nagyobb a kimeneti sebessége, ahol nagyobb plazmaáramot és nagyobb mennyiségű gázt juttatunk a vágófejbe. A plazmavágás elve tehát az ionizáción alapul gáz elektromos íven áthaladva. Kéttomos gázokhoz (nitrogén, hidrogén és oxigén) először gázdisszociáción kell keresztül mennie, ami lebontja a molekulákat gáz atomokká. Az ionizáció mértéke hőmérsékletfüggő, a teljes ionizációt a következő helyen érjük el vágófejben ez akár 30.000°C körüli hőmérséklet.



1- fúvóka védőgáz betáplálásához, 2- védőgáz, 3- vágó fúvóka, 4- fókuszáló gáz, 5- vízűtés, 6- plazmagáz, 7- volfrám-hafnium elektróda, 8- nagyfrekvenciás és nagyfeszültségű ionizátor, 9- forrás segédív, ún. független csatlakozás, 10-es fő áramforrás ív, 11- kapcsoló, 12- vágandó anyag, 13- plazmasugár, 14- olvadt fém.

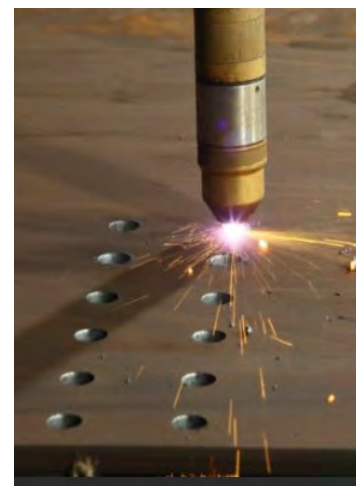
Jobb oldali képen a vágási sugár.

Plazmavágás

A plazmavágás a plazmasugár magas hőmérsékletét és kimeneti sebességét használja fel a vágáshoz.

A plazmagáz áramlási sebesség és nyomás növelése növeli a dinamikus hatást, a vágásnál és az olvadt fémet kifújja a vágórésből. A plazma kilépési sebessége nagy, és körülbelül 1500-2300 m/s értékeket ér el. A plazmasugár hőmérséklete lehetővé teszi az összes fémes vezetőképes anyag vágását. Vágási sebesség függ a forrás teljesítményétől, a vágandó anyag vastagságától és típusától, valamint fizikai tulajdonságaitól. A vágható maximális anyagvastagság kb. 250 mm. A gyakorlatban azonban általában 30 mm-es vastagságig vágunk. A vágási áramforrásnak magas a nyitott áramköri feszültsége, elérheti 250-350 V, vágás közben a feszültség értéke 110-V 150V.

A vágás kezdetén az úgynevezett "elektródát" HF (nagyfrekvenciával) (ionizátorral) meggyújtják ez a gyújtóív, amely ég az elektróda és a fém fúvóka között 6-10 másodpercig, ez biztosítja az elektróda és a vágandó anyag közötti tér ionizálását, megteremtve ezzel a vágási feltételeket. A vékony lemezek vágási sebessége elérhet 9 m/percet.

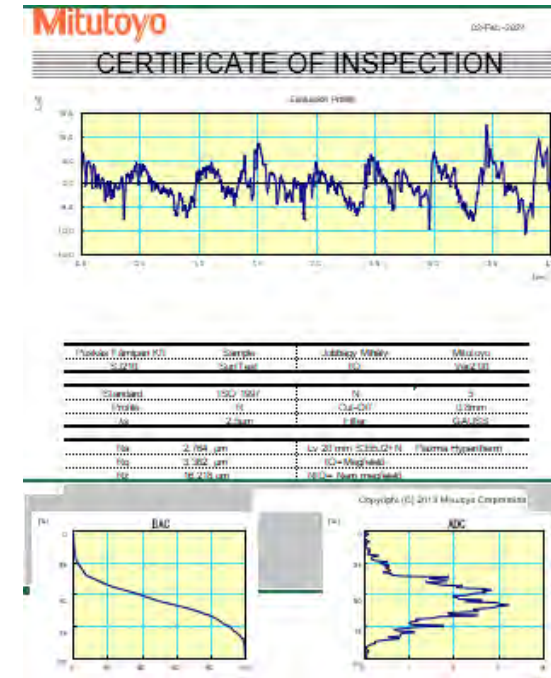


Megfelelőség értékelése a termikusan vágott darabokra, az alábbi szabványok vonatkoznak:


A termikusan vágott felületek osztályba sorolása. Termékek geometriai követelményei és minőségi tűrések (ISO 9013:2017) és az EN ISO 1090-2:2018 6.4.3. *Termikus vágás fejezete*

6. Mellékletek.

- Vágástechnológia vizsgálati jegyzőkönyv (CPQR – cutting procedure qualification record)
- Termikus vágás a CPS alkalmazásával.
- Előzetes vágástechnológiai pCPR
- mérési jkv. Geometria
- felületi érdesség jkv.
- keménységmérési jkv. HV 10 (Lv30)
- Lángvágott alkatrészek képei
- Egyenesség mérése
- Műbizonylatok a vágott lemezekről
- Vizsgálati eszközök kalibrálási bizonyítványai.

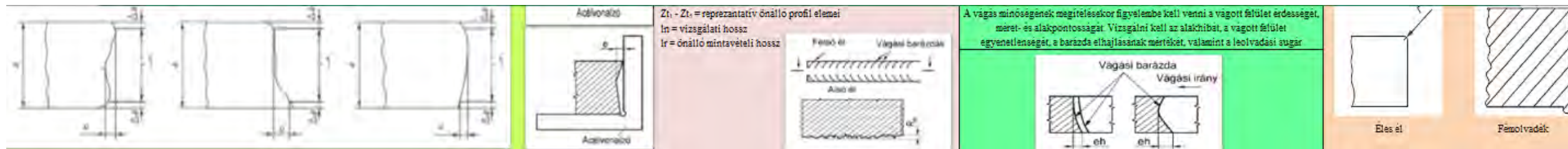


H-05 Vágás elő- irányított	Alkalmazás: aluminív	Lemez- vastagság	Keménységmérések (HV10)					
			Vágás előtti felület (vágóélethez közeli felület)		Vágott felület közepén		Vágás utáni felület (vágóélethez távolabbi felület)	
			1. mérési pont	4. mérési pont	2. mérési pont	5. mérési pont	3. mérési pont	6. mérési pont
1		12 mm	404	405	396	398	398	380
2		12 mm	402	400	401	402	393	401
3		12 mm	400	401	398	402	396	394
4		12 mm	405	405	398	398	399	396



Keménységmérés HPO 250 Keménységmérő készülékkel.
Mérést végezte: Jobbágy Mihály

Kaposvár 2021.02.04





Marad egy nyitott mondat!

Állítás vagy egyenlet, amely egy vagy több ismeretlen mennyiséget, azaz változót tartalmaz. Ezek a változók különböző értékeket vehetnek fel egy meghatározott alaphalmazból, és attól függően, hogy milyen értéket rendelünk hozzájuk, az állítás igaz vagy hamis lehet.

A végső döntés meghozatala előtt erősen ajánlott jövedelmezőségi elemzések segítségével alaposan ellenőrizni a követelményeket.



Következtetés: Lézer-Plazma ? Sok ügyfél drága lézerrendszereket használ, bár az ő alkalmazása és a követelmény teljes mértékben kielégíthető lehetne plazmával! A plazmavágás egy modern és jövőbiztos technológia, amely képes a fémfeldolgozó ipar szerves részévé válni. A legmodernebb plazmarendszerek hatékonyak, fenntarthatóak, nagy teljesítményűek és rugalmasak. Anyagtípustól, lemezzvastagságtól, geometriától, mennyiségtől, és vágási minőségtől, néha a plazma hatékonyabb, néha pedig lézer. **Mindkét technológiánál számítani kell a nagy sebesség miatt a vágott felületek felkeményedésével több esetben nem teljesülnek pl. MSZ EN 1090-2 6.4 szakaszában előírt(S355..HV10 380, S460 esetén HV10 450) követelményeknek, ezenkívül a nitrogén jelenléte a vágott felületeken, amit hegesztéskor ajánlott lemunkálni, minimum 0,3,- 0,5 mm mélységben.** Ez veszély a lángvágás esetében nem jelentkezik, „lasú vágás” de ezen technológia okozhat meglepetést ha az előírt technológiát nem tartják be, ez nem más mint EN 1011-2 szabvány, vágást csak +5°C feletti hőmérsékleten lehetséges a vágás.-5°C és+5°C között pedig +30°C–ra kell előmelegíteni, plazmavágásra, lézervágásra, és hegesztésre is ez a szabály vonatkozik.



Köszönöm a megtisztelő figyelmet

Még egy dolog, ez nem más mint az...

Ipar 4.0

Az Ipar 4.0 koncepcióját **2011-ben** vezették be Németországban a Hannoveri Vásáron.

Az Ipar 4.0 a **digitalizációról, az automatizációról, az IoT-ről (Internet of Things), a mesterséges intelligenciáról (AI), a big data elemzésről és a felhőalapú rendszerekről** szól.

Fő célja az intelligens gyárak létrehozása, ahol a gépek egymással és a gyártási folyamatokkal valós időben kommunikálnak.

Ipar 5.0

Az Ipar 5.0 fogalma **2020 körül kezdett elterjedni**, és az Európai Bizottság 2021-ben hivatalosan is megfogalmazta annak céljait.

Az Ipar 5.0 az **ember és gép együttműködésére, a fenntarthatóságra, a testreszabott gyártásra és az emberközpontúságra** fókuszál.

Célja, hogy a technológia ne csupán az automatizálást segítse, hanem támogassa az embereket, javítsa a munkakörnyezetet, és fenntarthatóbb ipari megoldásokat kínáljon.