

Vincze István

## Termikus vágás, darabolás – Lángvágás

  
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI  
ÉS FELNŐTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:  
**Hegesztő feladatok**

A követelménymodul száma: 0240-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-001-30

MUNKKANYAG

## TERMIKUS VÁGÁS, DARABOLÁS – LÁNGVÁGÁS

### ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Termikus vágóeljárás, akárcsak a hegesztés és rokon eljárásai, jellemzően gyártási eljárások. A hatékony, költségkímélő gyártás lényeges eleme a megfelelő eljárás kiválasztása és optimális alkalmazása. Az eljárás megválasztása összetett és rendkívül időigényes feladat.

A műszaki gyakorlatban előforduló anyagok vágására általában az alábbi eljárások terjedtek el:

- lángvágás,
- plazmavágás,
- lézervágás,
- vízsugárvágás,

A fenti eljárások használhatók alakos (kontúr), valamint egyenes vonalú vágásra.

Önnök 400 mm vastagságú ötvöztelen szerkezeti acéllemezt kell méretre darabolnia. Ehhez ki kell választania a megfelelő termikus vágást. Áttanulmányozva a "Szakmai információtartalmat" segítséget kaphat a döntéshez.

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A szerkezeti anyagok geometriáját, alakját vágással, az anyagfolytonosság megszüntetésével változtatják meg.

Az anyagrészecskék kapcsolódásának helyi megszakítása történhet alakító-, forgácsoló-, termikus- vagy eróziós vágással.

- **alakító vágás:** képlékeny alakváltozás, ill. repedésterjedés előidézésével választják szét az anyagdarabokat (nyírás, vágás, lyukasztás),
- **forgácsoló vágás:** anyagrészecskék mechanikus leválasztása (fűrészelés, gyorsdarabolás, leszúrás esztergályozással),
- **termikus vágás:** az anyagot hőhatás segítségével választják szét (lángvágás, plazmavágás, lézervágás),
- **eróziós vágás:** jellemzően nem szilárd, átáramló közegekkel valósul meg, mely vágóközeg tartalmaz(hat) kemény, apró szemcsés szilárd részecskéket.

Az alakító-és az eróziós vágás számottevő hőhatás nélkül, míg a forgácsoló- és a termikus vágás jelentős hőhatással megy végbe.

### TERMIKUS VÁGÁS

Termikus vágási eljárás minden olyan technológia, amelynek alkalmazása során az anyagot hőhatás segítségével választjuk szét.

A technológiát meghatározó hőfolyamat az anyagszétválasztás közvetlen környezetében, a szétválasztás vonala mentén anyagszerkezeti változást hoz létre.

1. A termikus vágás a lejátszódó fizikai jelenségek alapján lehet:

1. **Oxidáló (égető)vágás:** a vágási rést az anyag oxidációjával képezi, a vágási részben az anyag csaknem teljes vastagságában elég, és a keletkező égéstermék nagy sebességű oxigénsugár fújja ki. → **Lángvágás**

A lángvágás (1. ábra) éghető gáz/oxigén keverékével és vágóoxigénnel végzett termálvágó eljárás. A hevítő láng által kibocsátott hő és az égetés során keletkező égéshő együtt tartja fenn a vágóoxigénnel végzett folyamatos égetési folyamatot. A keletkező oxidokat és némi olvadt fémet a vágóoxigén sugár mozgási energiájával távolítjuk el, így keletkezik a vágási rés.

*Fő alkalmazási terület:*

- Ötvöztelen (C-Mn) és gyengén ötvözött acélok vágása.
- Vágható vastagság: normál körülmények között a lángvágó felszerelések 5 ... 300 mm-es vastagságtartományban használhatók.
- Vékonyabb lemezek vágása 3 mm-ig lehetséges, de jelentős vetemedéssel kell számolni. Vastagabb anyagok vágása célszerűen kialakított vágóégővel és gázellátó rendszerrel lehetséges akár 2 000 mm-ig. A 300 mm-nél vastagabb acél szelvények vágása egy speciális terület, amely a kohászatban talál alkalmazást, innen a „bugavágás” elnevezés.

*Fő jellemzők:*

- Kis beruházási költség, alacsony költségek;
- Az alap készülék alkalmas vágásra, faragásra és más műveletekre, mint a hegesztés és hevítés;
- Nem villamos rendszer;
- Hordozható, alkalmas helyszíni munkavégzésre (pl. szereléseken);
- Széles vastagság tartományban használható (általában 3– 300 mm);



1. ábra. Lángvágás

- Viszonylag nagy hőhatásövezetet eredményez;
- Viszonylag nagy a vágási rés;
- Nem használható saválló és erősen ötvözött acélok vágására.

**2. Ömlesztő vágás:** a vágási rést a benne lévő anyag megolvasztásával hozza létre, a vágási részben az anyag teljes vastagságában megolvad, és az ömledéket nagy hőmérsékletű és sebességű sugár fújja ki. → **Plazmavágás**

A plazmavágás (2. ábra) olyan termálvágó eljárás, amely beszűkített, nagy teljesítménysűrűségű ívvel működik. Többatomos gázok az ívben disszociálnak és részben ionizálódnak, az egyatomos gázok részben ionizálódnak. Az így létrehozott plazmasugár nagy hőmérsékletű és nagy a mozgási energiája. Megolvasztja, és részben elgőzölteti az anyagot, amit onnan ki is fúj. Így keletkezik a vágási rés.

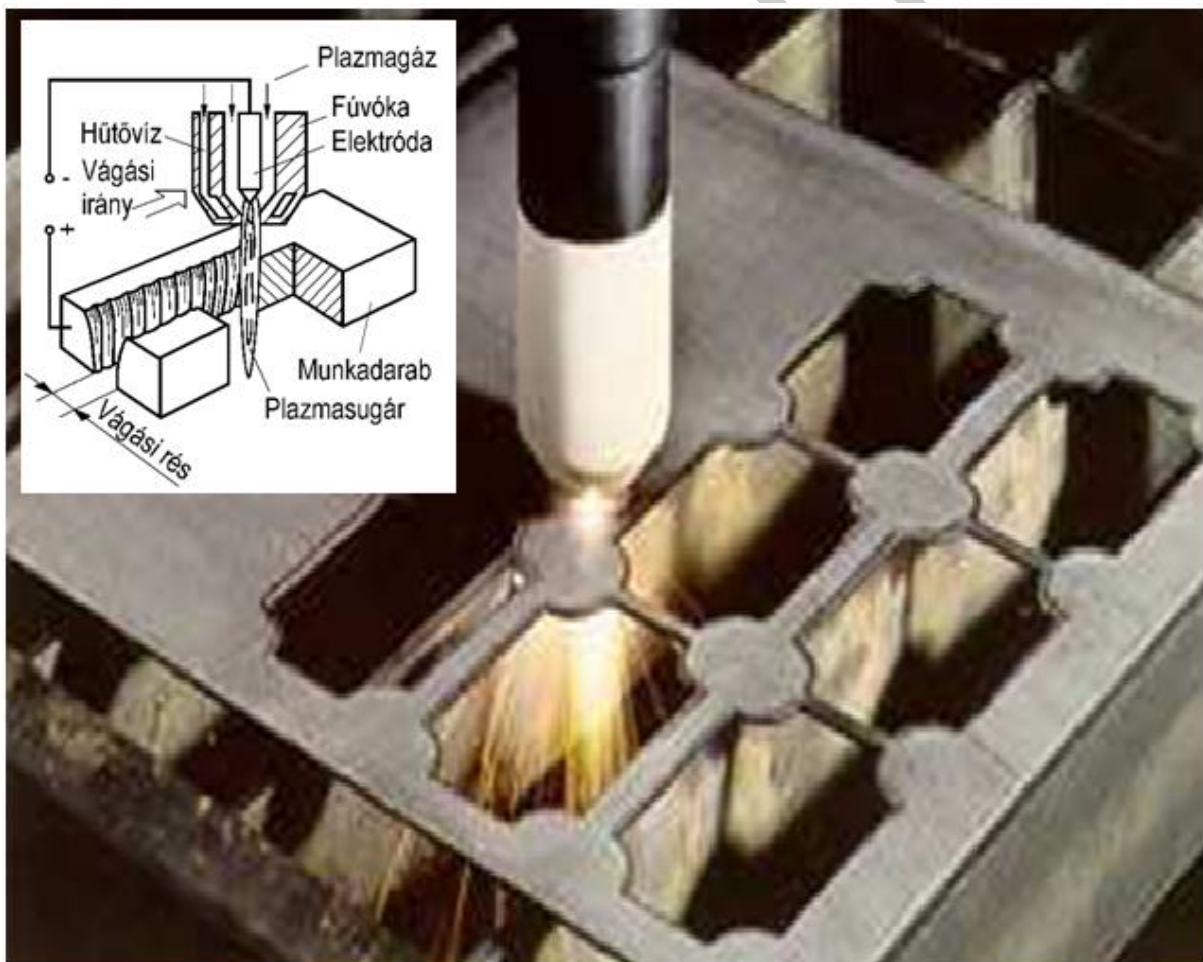
*Fő alkalmazási területek:*

- Szerkezeti és saválló acélok, valamint alumínium ötvözetek vágása, jellemzően a 6–75mm vastagság tartományban.

- Csaknem minden villamosan vezető, megolvasztható anyag, mint az ötvözetlen és gyengén, vagy erősen ötvözött acél, a nikkal alapú, réz-, titán-, alumínium ötvözetek és más fémek vágására alkalmas.

*Az eljárás jellemzői:*

- A lánggal nem vágható ötvözetek vágására vezették be;
- Nem kontakt eljárás;
- Minden, villamosan vezető ötvözet vágására használható;
- A lángvágásénál kisebb hőbevitel, ezáltal kisebb vágási rés és kisebb hő okozta vetemedések, feszültségek;
- A lángvágással összehasonlítva keskenyebb, de edzhető acélok esetén nagyobb keménységű hőhatásövezet képződik;
- Nagy zajszint (90–115dB) és füstképződés, hacsak nem víz alatti vágást alkalmaznak.
- A vágható lemezvastagság korlátozott, mivel plazmavágás során a megolvasztáshoz szükséges teljes hő forrása a plazma ív.



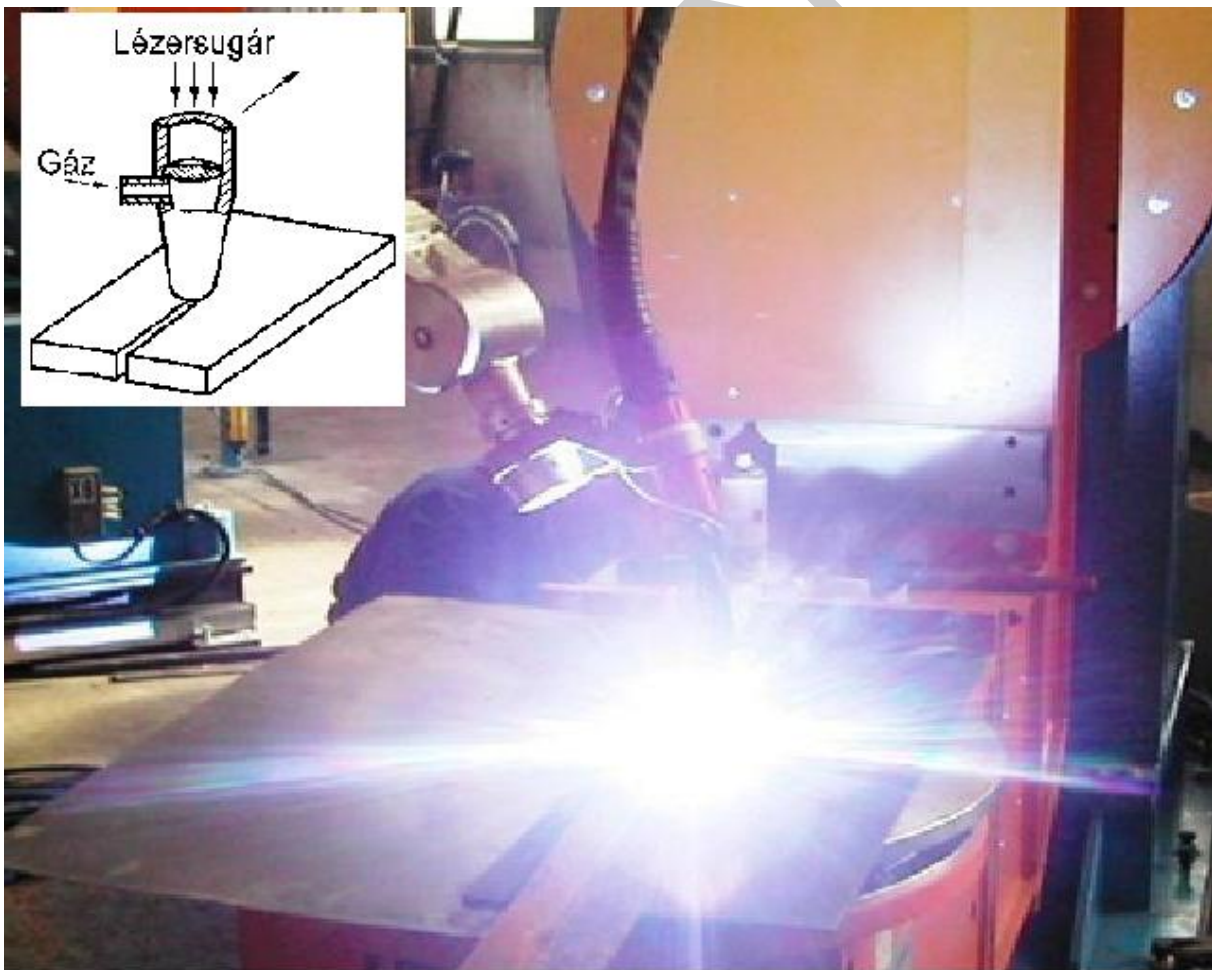
2. ábra. Plazmavágás

**3. Gőzölögtető vágás:** a vágási rést a benne lévő anyag elgőzölögtetésével hozza létre, a vágási résben az anyag elgőzölög, és a fémgőzt gázsugár fújja ki. → **Lézervágás**

A lézervágás (3. ábra)termikus vágóeljárás, amelyhez a fókuszált lézersugár szolgáltatja az energiát, amely hővé alakul. A vágási folyamatot egy gázsugár támogatja. Megkülönböztetünk lézer lángvágást, lézer ömlesztő és lézer gőzölögtető vágást.

*Az eljárás jellemzői:*

- Nem kontakt eljárás (nincs mechanikus erőhatás a vágás során, ami különösen finom lemezek vágásakor jelentős előny);
- Sokféle fémes és nemfémes anyag vágására alkalmas (vas- és nem-vas alapú ötvözetek, fa, kerámiák, kompozitok, szövetek, stb.);
- Kis vágási rés, ezáltal lehetséges éles sarkok és finom alkatrészek vágása;
- Edződésre hajlamos acéloknál a keskeny hőhatásövezet miatt nagy a felkeményedés veszélye;
- Nagy beruházási költség;



3. ábra. Lézervágás

### *Fő alkalmazási területek:*

- Fémes anyagok nagy pontosságú vágása kb. 20mm vastagságig (nagyobb vastagsághoz más eljárásokkal már nem versenyképes, még ha a lézerforrás teljesítménye ezt lehetővé teszi);
- Kis szelvényű kerámiák és nem-fémes anyagok, mint a fa vagy műanyag vágása;

## 2. Termikus vágási eljárások a felhasznált energiaforrás alapján

### 1. Termikus vágás oxigén + éghető gázzal

- **Lángvágás:** A vágandó anyag szétválasztása oxigén-éghető gázlánggal, gyulladási hőmérsékletre hevítéssel és az oxigénsugárban való elégetéssel.
- **Lángvágás fémpor adagolással:** A vágás helyére adagolt fémpor és az oxigén reakciójából származó többlet hő a vágási résből könnyen kifújható salakot ad.
- **Lángvágás ásványi por adagolással:** A vágóoxigén-sugárba bevezetett ásványi por mozgási energiájával hozzájárul a salak eltávolításához.
- **Lánggyalulás:** Hevítő-lánggal és vágóoxigén-sugárral végzett anyagleválasztás.

### 2. Termikus vágás villamos ívvel

- **Bevontelektrodás ív vágás:** A munkadarab és a bevont elektróda közötti ív ömlesztő hatásával végzett anyagszétválasztás. Az ömledéket az íverők és a gravitáció távolítja el.
- **Bevontelektrodás ív vágás oxigénnel:** A munkadarab és a bevont csőelektroda közötti ív ömlesztő, és az elektródán át a vágás helyére vezetett oxigén oxidáló hatásával végzett vágás. A keletkező termékeket a résből a vágóoxigén fújja ki.
- **Grafitelektrodás ívgyalulás:** Az alapanyag a grafitelektroda és a munkadarab közötti villamos ívvel való megömlesztése, majd az ömledék kifúvatása.
- **Plazmaív-vágás:** Anyagszétválasztás az alapanyag és a vágófej elektródája és a munkadarab közötti plazmaívvel való megömlesztésével és a vágási résből való kifúvatásával.
- **Plazmasugár-vágás:** A vágófejen belüli fúvóka és az elektróda közötti plazmaív hatására kialakuló plazmasugárral való megömlesztés és az ömledéknek a vágási résből való kifúvatása.

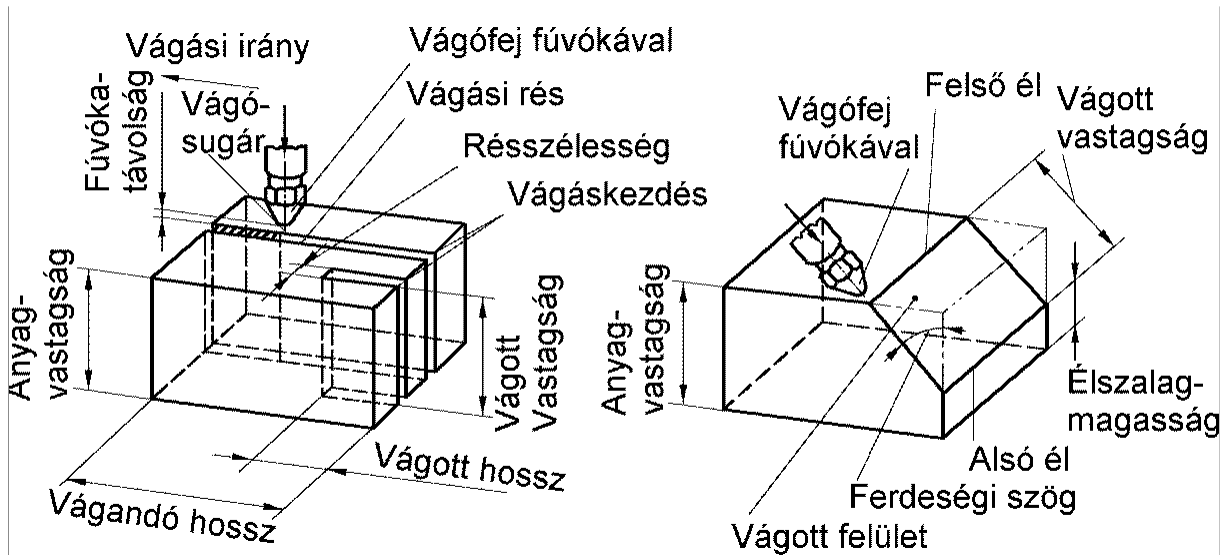
### 3. Termikus vágás egyéb energiaforrással

- **Oxidáló lézervágás:** Lángvágásra alkalmas alapanyag lézersugárral való felhevítése és oxigénsugárban való elégetése. A keletkező salakot az oxigénsugár a vágási résből kifújja.
- **Ömlesztő és gőzölgető lézervágás:** Anyagszétválasztás az alapanyag lézersugárral való megömlesztésével. A keletkezett ömledéket aktív vagy semleges gázsugár fújja ki, vagy az ömledék elgőzölög.



## LÁNGVÁGÁS

A lángvágás során a gyulladási hőmérsékletre helyileg felhevített acélt tiszta oxigénben folyamatosan elégetjük, és az égéstermékkel a keletkezett kiégetett résből kifúvatjuk. A vágott felület geometriai fogalmait a 4. ábra foglalja össze.



4. ábra. A vágott felület geometriájának fogalom-meghatározásai

A gyulladási hőmérséklet az a legkisebb hőmérséklet, amelyben az oxigénnel való egyesülés (az elégés) önmagától bekövetkezik. Az égési hőmérséklet a gyulladási hőmérsékletnél nagyobb, ezen a hőmérsékleten az elégéskor fejlődő hő által az oxidáció (égés) önmagától tovább folytatódik.

### 1. A lángvágás folyamata:

1. Hevítés éghető gáz-oxigén lánggal a fém gyulladási hő mérsékletére.
2. A felhevített fém elégetése oxigénsugárral.
3. A keletkezett égéstermékek (oxidok) kifúvatása oxigén sugárral, a már kivágott résen keresztül.

A láng csak a felületet hevíti, a mélyebben fekvő részeket pedig a fém égéshője, kismértékben a salak hője és a hevítőláng melegíti.

### 2. A lángvágás elvi alapja:

A vas a fehérizzás hőmérsékletén oxigénsugárban igen gyorsan oxidálódik, közben jelentős hőmennyiség szabadul fel.

A vasoxidok (FeO és Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) olvadáspontja a tiszta vas olvadáspontjánál kisebb. A lángvágáskor jelentkező salak tehát gyorsabban olvad meg, mint maga a tiszta vas

### 3. Lángvágás a következő feltételek teljesülése mellett tartható fenn:

- a vágandó anyag gyulladási hőmérséklete kisebb, mint olvadási hőmérséklete;
- az égéstermékek és a fénoxidok olvadási hőmérséklete kisebb, mint a vágott anyag olvadási hőmérséklete;
- az eljárás során annyi hő keletkezik, amennyi a vágás környezetében képes az anyagot gyulladási hőmérsékletére hevíteni;
- a hevítő láng hője és a vágási részben elégetett anyag égéshője együtt meghaladja a hőszugárzás és hővezetés útján elvont hőt;
- a vágáskor keletkező salak oly mértékig hígfolyós, hogy a vágóoxigén sugár képes a vágási résből kihajtani.

A felsorolt feltételek ötvözetlen és bizonyos, gyengén ötvözött acél esetén teljesülnek. A vágási folyamatot az ötvözők – a mangán kivételével – megnehezítik, így például a króm, a karbon, a molibdén és a szilícium. Ezért – többek között – az erősen ötvözött krómnikkel acélok vagy nagy szilícium tartalmú acélok különleges intézkedések nélkül nem vágható lánggal. Ezek az anyagok más eljárással, pl. vaspapor adagolású lángvágással vagy plazmavágással vághatóak.

A láng-, plazma- és lézervágás lehetőségeit szemlélteti a vágandó anyagminőség és anyagvastagság függvényében a 5. ábra.

#### *Fémek és oxidjaik olvadáspontja*

Megnevezés		Olvadáspont, oC	
Fém	Fénoxid	Fém	Fénoxid
Vas (Fe)	FeO	1536	1377
	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>		1597
Króm (Cr)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1903	2310
Mangán (Mn)	MnO	1244	1785
Szilícium (Si)	SiO <sub>2</sub>	1412	1723
Alumínium (Al)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	660	2030
Magnézium (Mg)	MgO	650	2825
Titán (Ti)	TiO	1660	1750

	TiO <sub>2</sub>		1870
	Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		1839
	Ti <sub>3</sub> O <sub>5</sub>		1774
Vanádium (V)	VO <sub>2</sub>	1917	1360
	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		670

Az acélok 0,25% C-tartalom felett edződésre hajlamosak. A vágás közvetlen környezetében bekövetkező edződés elkerülhető kellő hőmérsékletű előmelegítéssel. A szükséges előmelegítési hőmérsékletet a szénegyenérték és a lemezvastagság határozza meg.

$$C_E = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15} \%$$

*Nem lángvágható fémes anyagok:*

1. Öntöttvas, mert

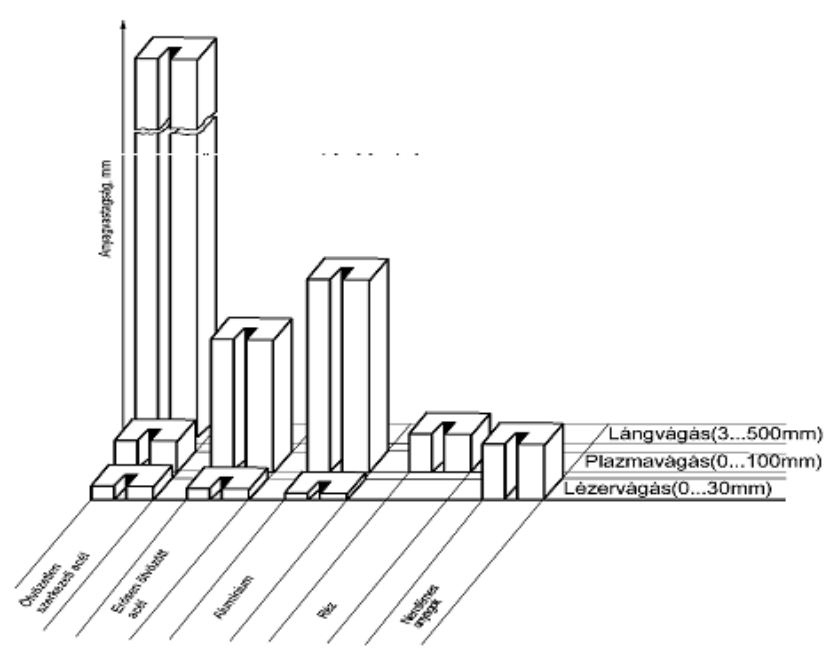
- a vágandó anyag gyulladáspontja nem alacsonyabb az olvadáspontjánál,
- a salak olvadáspontja nem kisebb a vágandó anyag olvadáspontjánál.

2. Réz és ötvözetek, mert

- a vágandó anyag hővezető képessége nem kicsi (nincs hőtorlódás az előmelegítés helyén),
- a salak olvadáspontja nem kisebb a vágandó anyag olvadáspontjánál,
- a salak nem híg folyós.

3. Alumínium és ötvözetek, mert

- a vágandó anyag gyulladáspontja nem alacsonyabb az olvadáspontjánál,
- a vágandó anyag hővezető képessége nem kicsi (nincs hőtorlódás az előmelegítés helyén),
- a salak olvadáspontja nem kisebb a vágandó anyag olvadáspontjánál.



5. ábra. Termikus daraboló eljárásokkal gazdaságosan vágható anyagminőség és anyagvastagság (Pangás nyomán)

Acélok előmelegítési hőmérséklete lángvágáshoz

Szénegyenérték, CE %	Lemezvastagság	
	kisebb, mint 50 mm	nagyobb, mint 50 mm
0,3 - 0,4	-	100 oC-ig
0,4 - 0,5	100 oC-ig	100 oC - 200 oC
0,5 - 0,6	100 oC - 200 oC	200 oC - 350 oC
0,6 től nagyobb	200 oC - 350 oC	350 oC - 500 oC

#### 4. A lángvágás berendezései és eszközei

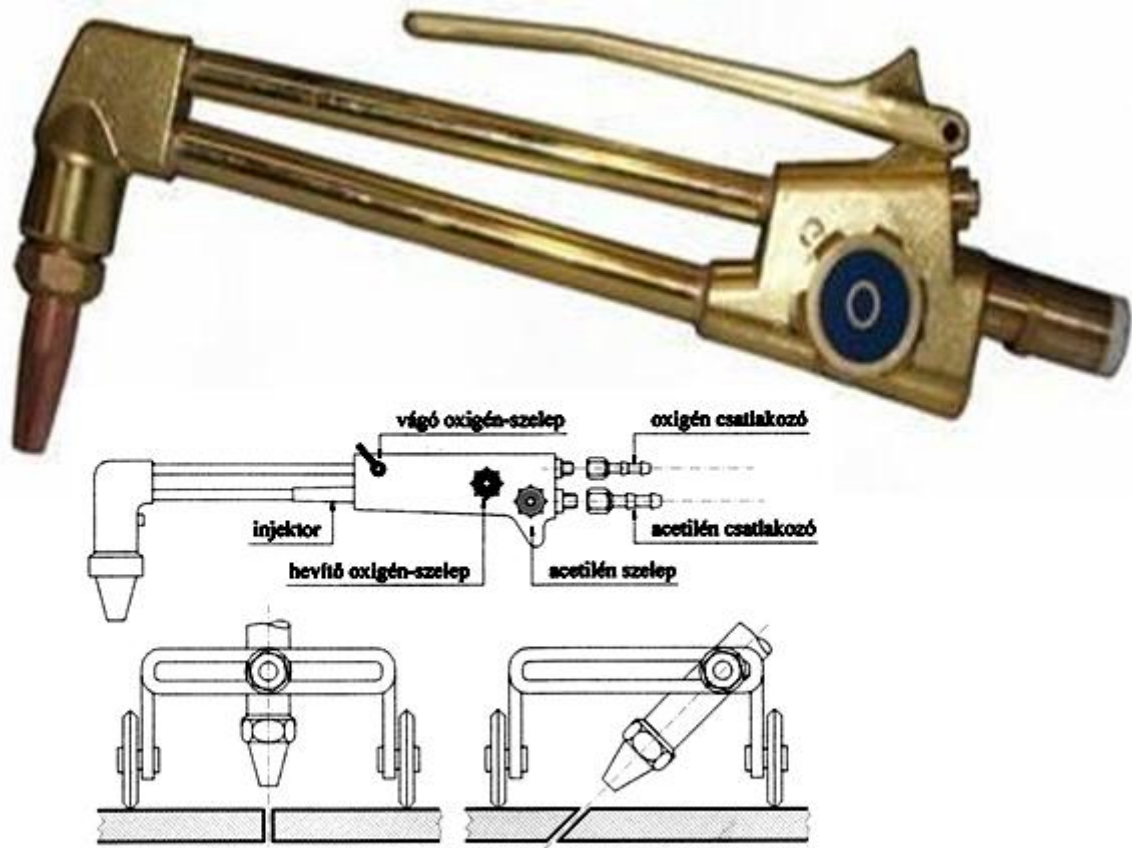
A lángvágás eszközeinek feladata:

- az égőgáz és oxigén keverése és az előmelegítő lánghoz való vezetése,
- a vágóoxigén hengeres sugarának kialakítása kis átmérőben, nagy sebességgel.

A lángvágás végezhető kézzel, gépi vagy automata lángvágó berendezéssel.

A kézi lángvágópisztoly kialakítása hasonlít a gázhegesztő pisztolyhoz (6. ábra).

A fejrészben van a külső és a belső fúvóka (7. ábra). A belső a vágóoxigén-sugár kialakítására, a külső a hevítőláng létrehozására szolgál.



6. ábra. Lángvágópisztoly



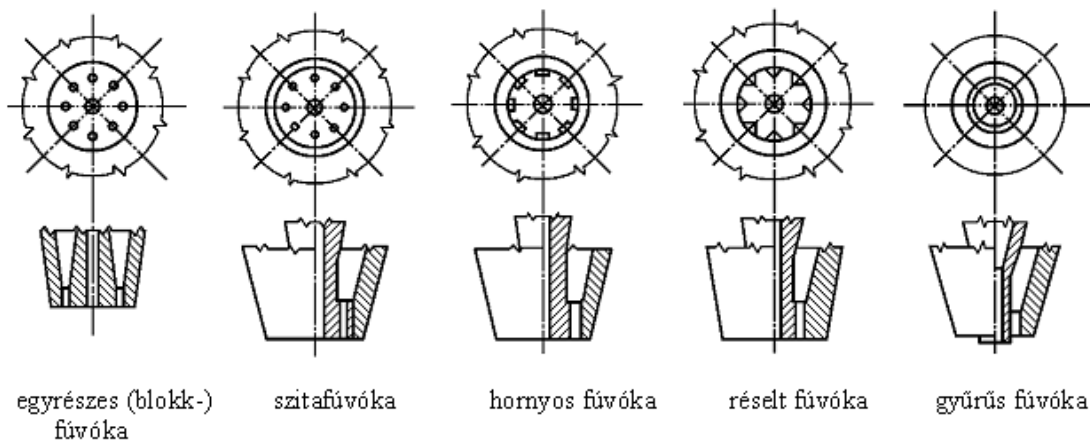
7. ábra. Külső és belső fúvóka

Az égőfej egyenletes vezetésére a vágandó felületen a vezetőkerék (8. ábra) szolgál. A pisztolyra van felszerelve a vágóoxigént nyitó-záró szelep, valamint a hevítőoxigént és az egőgázt beállító szelep. A többi pisztolyelem megegyezik a gázhegesztőpisztoly azonos elemeivel.



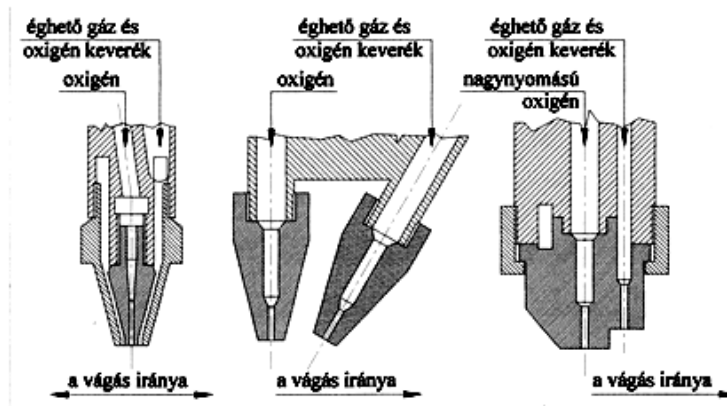
8. ábra. Vezetőkerékek

A lángvágópisztolyok azonos működési elvvel, különböző változatban készülnek. Eltérés a vágó- és a hevítőoxigén hozzávezetési módjában, valamint a fúvóka (9. ábra) elhelyezésében és kialakításában van.



9. ábra. Hevítő-vágó fúvókák

A hevítő- és a vágófúvókát (10. ábra) a lemezvastagságtól függően cserélni kell. A vágás pontossága megköveteli, hogy mind a hevítő, mind a vágófúvóka koncentrikus legyen, ellenkező esetben az élek nem olvadnak meg megfelelően.



10. ábra. Vágófejek

A vágópisztoly üzembe helyezése:

1. Az előmelegítő lángot meggyújtjuk, majd semlegesre állítjuk.
2. A vágás kezdőpontját gyulladási hőmérsékletre hevítve kinyitjuk a vágóoxigén csapját.
3. Ha nem a szélén kezdünk, akkor a vágási vonalra helyezve az anyagot fehéren izzóvá kell melegíteni, majd a vágóoxigén csapot kinyitva a felmelegedés helyén átfűjjük az anyagot.
4. A vágópisztolyt egyenletesen megfelelő sebességgel vezetjük a vágási vonal mentén. Ellenkező esetben durva, hibás vágási felület keletkezik.

## 5. A kézi lángvágás technológiája

1. Az anyag előkészítése:
  - fémtiszta felület a vágás vonala mentén,
  - előrajzolás.
2. A vágópisztoly beállítása a vágandó vastagság szerint:
  - fúvóka mérete, távolsága a felülettől,
  - gázok nyomása.
3. Előmelegítés:
  - vastagságtól és égőgáztól függően 10...30 s.
4. A vágás sebessége:
  - $t = 5...10 \text{ mm} \sim 0,4...0,5 \text{ m/perc}$ ,
  - $t = 200...300 \text{ mm} \sim 0,1...0,15 \text{ m/perc}$ .
5. A vágás iránya és sorrendje:
 

A vetemedés csökkentése érdekében a kivágandó anyag a lehető leghosszabb ideig maradjon hővezető kapcsolatban a nagyobb hőkapacitású anyaggal.

A különböző anyagvastagságokhoz a beállítási adatok:

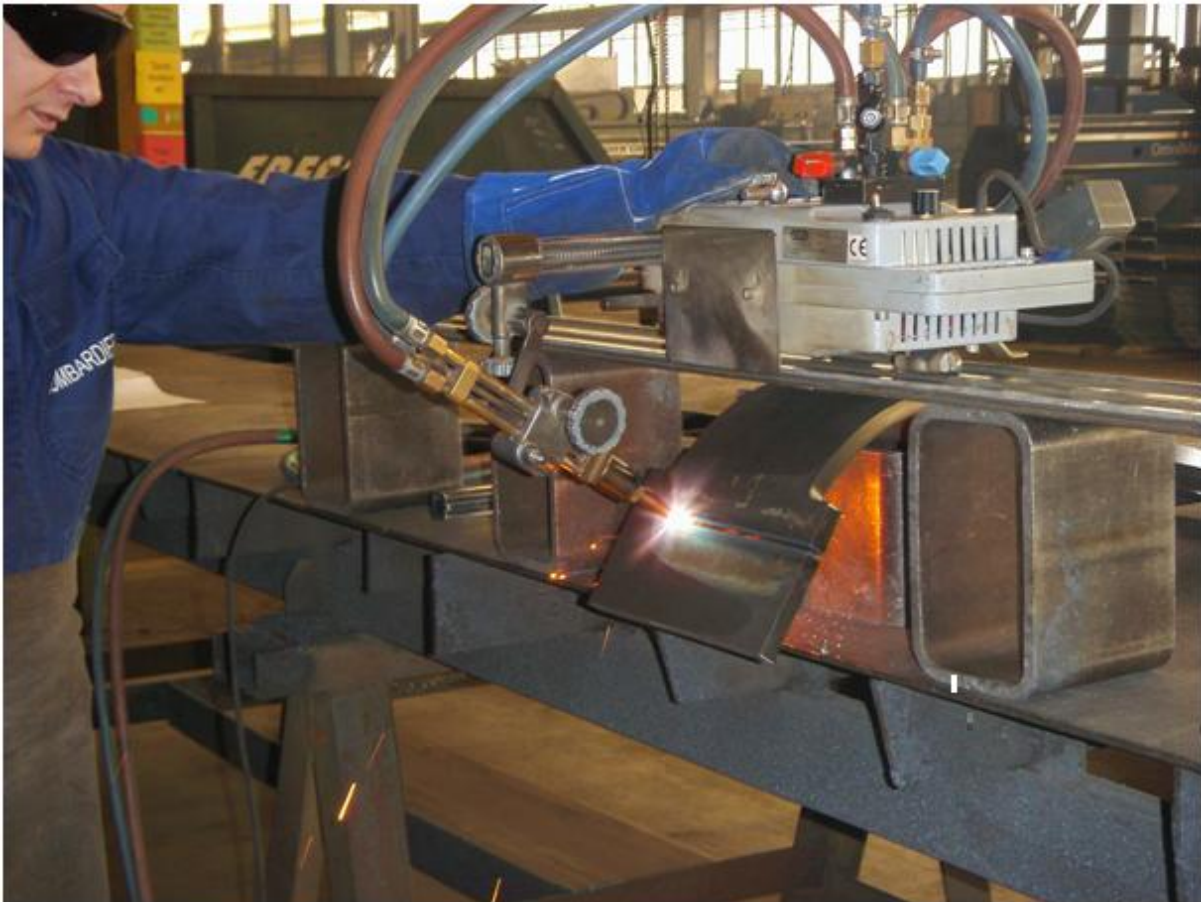
## TERMIKUS VÁGÁS, DARABOLÁS – LÁNGVÁGÁS

Anyag- vastagság, mm	Sebesség, mm/min	Távolság az anyagtól, mm	Oxigén- nyomás, bar	Oxigénfogyasztás		Acetilénfogyasztás	
				l/h	l/m	l/h	l/m
3	300...335	2...3	1,5	1000	60...55	125	7...6
5	260...315	2...3	2,0	1300	78...69	170	10...9
10	260...300	2...3	2,5	1700	100...95	260	17...14
15	240...280	2...4	2,9	2100	145...125	350	24...21
20	220...265	2...4	2,9	2500	190...157	400	30...25
25	210...250	2...4	3,5	3000	238...200	450	36...30
30	195...240	2...5	4,0	3500	300...243	500	43...35
40	175...215	2...5	4,5	4300	410...333	580	55...45
50	160...200	2...5	5,0	5400	560...450	650	68...54

Lángvágáskor forgácsoló megmunkálással közel egyenértékű felület csak akkor érhető el, ha a következő feltételek messzemenően teljesülnek.

- az égőt egyenletesen, egyenletes sebességgel vezetjük,
- az égőfej haladás közben kismértékben sem végez imbolygó mozgást,
- a vágóoxigén nyomása és a sugár hengeres alakja nem változik,
- a hevítőláng egyenletesen veszi körül a vágólángot, és pontosan tartjuk a fúvóka távolságát a munkadarabtól,
- a vágandó anyag tiszta felületű,
- a vágandó anyag belső hibákat csak minimális mértékben tartalmaz.





11. ábra. Vágómotor vagy szekátor

Nagyobb mennyiségű vágáskor leélezéskor a vágási teljesítmény növelésére az eljárást gépesítik, illetve automatizálják.

Legegyszerűbb **gépesített lángvágás** a hordozható lángvágógép a vágómotor vagy szekátor (11. ábra).

A lángvágó-berendezés 80 mm vastag acéllemezek vágására, a vágófej döntésével varratok leélezésére is alkalmas. Egyenes vonalú vágás esetén a vezetőgörgő és a pálya lehetővé teszi a pontosabb vágást. A lángvágómotorok hordozhatóak, vágósebességük egyenletes. A gép mozgását a lemezen kiképzett pályák (vezetősínek) vezetik, amelyekben a kerekek mozognak.



12. ábra. Lángvágógép

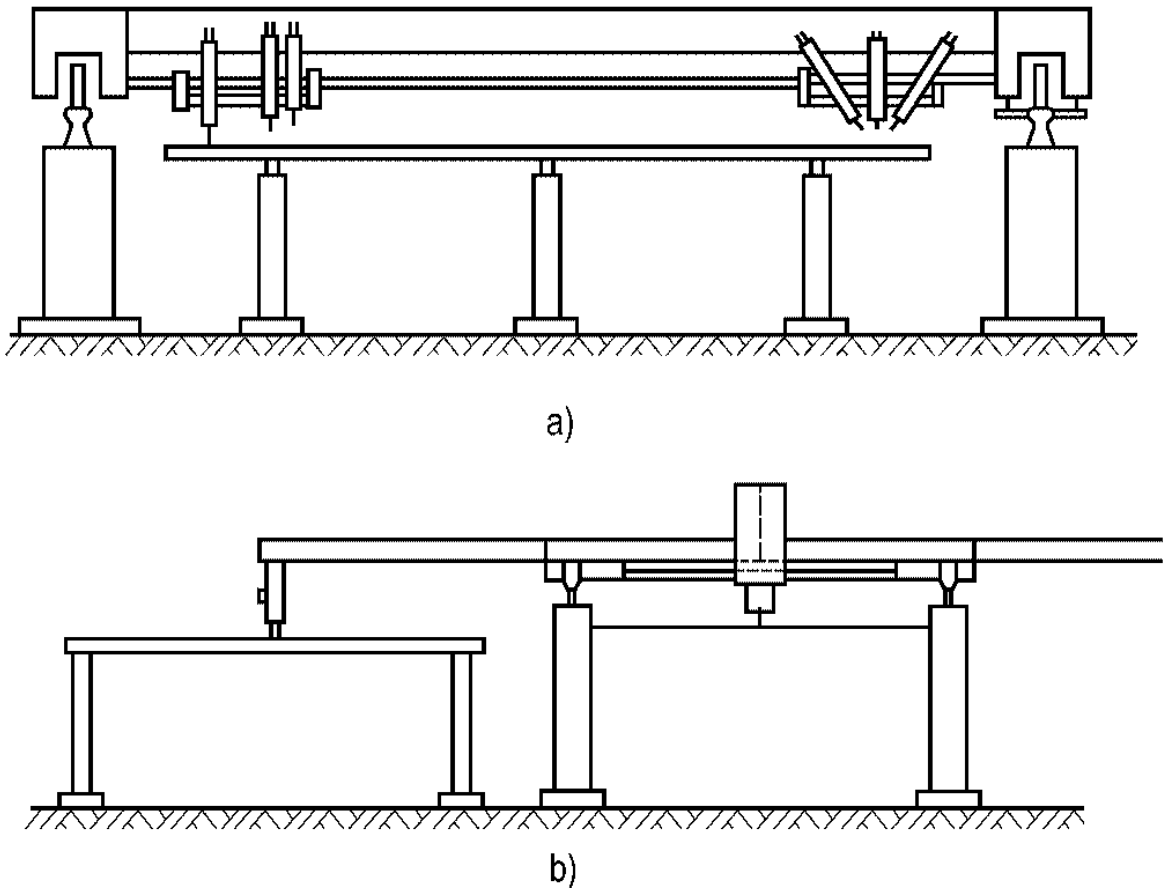
**A helyhez kötött lángvágógépek lehetnek:**

- portállángvágók (egy, két, ill. három portállal) (13. a. ábra),
- konzolos lángvágók (13. b. ábra).

A portállángvágó vezérlőegysége különálló egység, a konzolos vágóké pedig legtöbb esetben a berendezésen helyezkedik el. A lángvágógépek portáljai és konzoljai nagyon merevek, így 3...5 m széles, több vágófejes gépek is használhatók. A vágógők hossz- és keresztirányú vezetése igen pontos, és így a vágási pontosság 0,1 mm, vagy annál is kisebb lehet.

**A lángvágógépek vezérlése lehet:**

- mechanikus,
- fotoelektromos, fotocellás (15. ábra),
- számvezérlés (16. ábra).

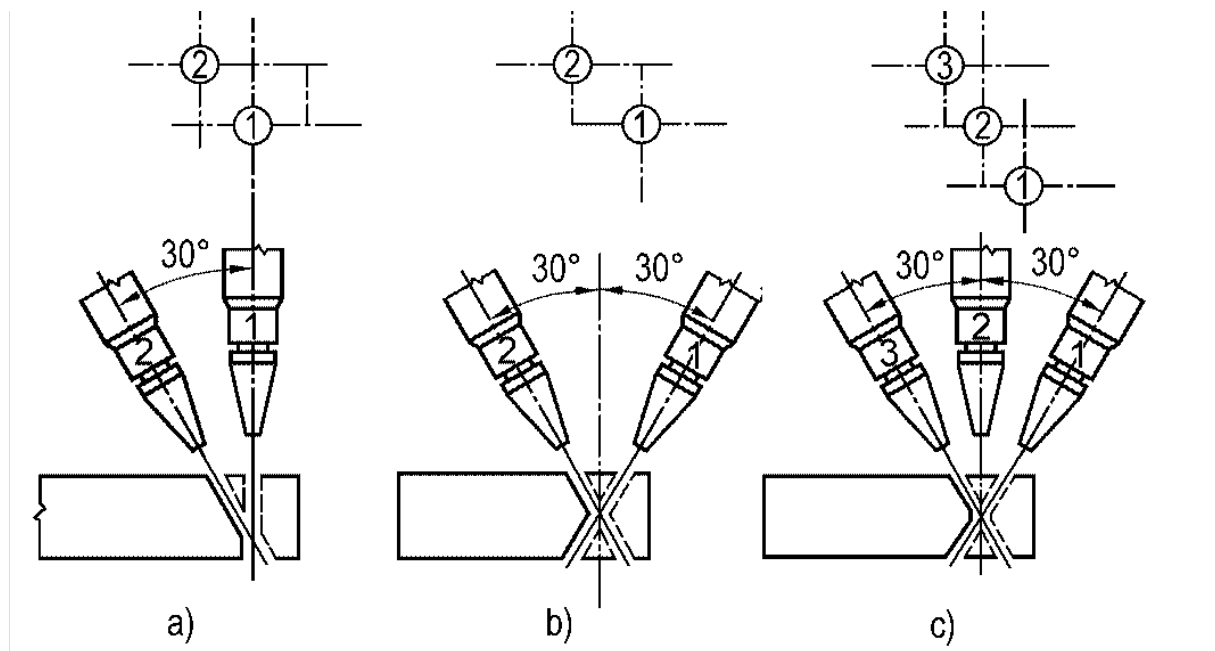


13. ábra. Helyhez kötött lángvágógépek

A mechanikus (vagy mágnesfejes) vezérlés esetében ötvöztelen szerkezeti acélból készült, 10...15 mm vastag mesterdarab (sablon) vezérli a lángvágóéget, illetve égőket egy mágnesfejen keresztül.

A fotoelektromos vezérlés egyik fajtája a szátkereszt mozgásával vezérelt vágás. A vágáshoz 1:1 léptékű vezérrajzot készítünk, így elmarad a költséges mesterdarab előállítása. A vágás során szátkeresztet végigvezetjük a vezérrajz kontúrján. A vágási pontosság függ a vágást végző személytől, felülmúlja azonban a sablon utáni vágás pontosságát. Nagyméretű alkatrészek ezzel a vezérléssel nem vághatók, egyrészt, mert szinte lehetetlen pontos vezérrajzot készíteni többméteres munkadarabból, másrészt pedig a vezérrajz ugyanolyan nagyságú alapterületet foglal el a műhelyből, mint a munkadarab.

A fotocellás vezérlésű vágás csak annyiban különbözik a szátkeresztes vezérléstől, hogy a szubjektív hibákat kiküszöböli a fotocella. A 2...3 mm vonalvastagságú rajz kontúrját letapogató fotocella vezérli a vágást végző égőfejeket.



14. ábra. Élőkészítés lángvágással (Böhme és Hermann nyomán)

a) Y varrat kétfejes előkészítése; b) X varrat előkészítése; c) kettős Y varrat háromfejes előkészítése.

A méretvonalak a vágófejek egymáshoz viszonyított helyzetét jelölik

A lángvágás jellegzetes alkalmazási területe a lemezélek hegesztéshez való előkészítése, leélezése (14. ábra). Ez esetben előnyösen használhatók a két-, ill. háromfejes hordozható lángvágógépek.

#### A lángvágógép kiszolgálása:

A gép egy olyan speciális tárgyasztallal rendelkezik, amelyre helyezve a vágandó lemezt, a lángvágási művelet úgy hajtható végre, hogy maga a tárgyasztal sérülése minimális.

A gép kiszolgálása a nyers lemez méretétől függően

- kisebb méretnél megfelelő teherbírású emelőmágnessel,
- nagyobb méretnél speciális lemezfogó függesztőkkel, daru emelésével történik.

A kész darabok levétele az asztról darabmérettől függően kézzel vagy emelőmágnes segítségével, daruemeléssel történik.

A hulladékdarabok eltávolítása az asztról a hulladék méretétől függően

- leesik az asztal alatt található hulladékgyűjtőbe,
- emelőmágnessel,
- lemezfogó függesztékekkel,
- daru segítségével.



15. ábra. Fotocellás vezérlésű lángvágógép

## A LÁNGVÁGÁSHOZ HASZNÁLT GÁZOK

A lángvágáshoz használt gázokat két csoportba soroljuk: – éghetőgáz és oxigén keverékéből álló előmelegítő láng, – az égést tápláló oxigén.

Az előmelegítő gázkeverékben éghetőgázként általában acetilént, hidrogént, földgázt és propán-bután gázt használunk. Előmelegítő láng céljára kézi lángvágáshoz az acetilén-oxigén gázkeverék a legalkalmasabb. Előnye, hogy nagy hőteljesítménye folytán az előmelegítési idő rövid. Az előmelegítő gáz mennyisége a vágási folyamat beindulása után mintegy felére csökkenthető, mert a folyamat fenntartásához szükséges hőmennyiség a vágórésben levő anyag elégekor szabadul fel. A hidrogén vastagabb, tagolt, üreges alkatrészek vágásához, ill. vizsgálati vágáshoz használható. A földgáz és a propán-bután gáz használata elsősorban gépi vágáshoz, sorozatgyártásban előnyös. A különböző éghetőgázokhoz azonban egymástól eltérő kialakítású éghetőgáz-oxigén fúvóka szükséges.

A vágóoxigén tisztasága meghatározza a vágott felület minőségét és a vágás teljesítményét, a szennyezők növekedésével csökken a vágósebesség.



16. ábra. CNC vezérlésű lángvágógép

## 6. A vágott felület minőségét meghatározó tényezők




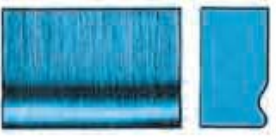

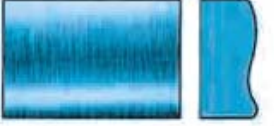
A vágott felület minőségének jellemzőit szemrevételezéssel és méréssel határozzuk meg.

A vágás minőségének megítélésekor figyelembe kell venni a vágott felület érdességét, méret- és alakpontosságát.

A vágott felület minősége függ:



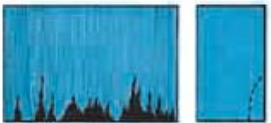

- a vágófúvóka méretétől,
- a vágófúvóka tisztaságától,
- a hevítőláng beállításától és a vágóoxigén nyomásától,
- az alkalmazott gázok nyomásától és mennyiségétől,
- a vágási sebességtől,
- a munkadarab felületi tisztaságától, a vágópisztoly előtolásának egyenletességétől,
- az alkalmazott gázok fajtájától.

## 7. A lángvágás leggyakoribb hibái és annak okai

Gyakori lángvágási hibák		Okai
	Vágási hézagszűkület	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lángvágó előtolása túl gyors,</li> <li>- fúvóka lemezfelülettől való távolsága túl nagy,</li> <li>- fúvóka szennyezett vagy sérült,</li> </ul>
	Vágási hézag bővülés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vágó oxigén nyomása túl magas,</li> <li>- lángvágó előtolása túl gyors,</li> <li>- fúvóka lemezfelülettől való távolsága túl nagy,</li> </ul>
	Homorú vágás a felső él alatt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vágó oxigén nyomása túl magas,</li> <li>- fúvóka szennyezett vagy sérült,</li> <li>- fúvóka lemezfelülettől való távolság túl nagy,</li> </ul>
	Fokozatosság az alsó szélen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lángvágó előtolása túl gyors,</li> <li>- fúvóka szennyezett vagy sérült,</li> </ul>
	Homorú szelvény	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lángvágó előtolása túl gyors,</li> <li>- fúvóka szennyezett vagy sérült, vagy túl kis méretű,</li> <li>- vágó oxigén nyomása túl alacsony,</li> </ul>
	Hullámos szelvény	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vágó oxigén nyomása túl alacsony,</li> <li>- fúvóka szennyezett vagy sérült,</li> <li>- lángvágó előtolása túl gyors,</li> </ul>

	<p>Élek megolvadása</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lángvágó előtolása túl lassú,</li> <li>- túl erős láng,</li> <li>- fúvóka lemezfelülettől való távolsága túl nagy / kicsi,</li> <li>- a fúvóka túl nagy az anyag vastagságához képest,</li> </ul>
	<p>„Olvadt gyöngysor”</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- túl erős láng,</li> <li>- fúvóka felülettől való távolsága túl kicsi,</li> <li>- a lemezfelület rozsdás vagy salakos,</li> </ul>
	<p>Bevágott felső él salaktoldalékkal</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vágó oxigén nyomása túl magas, túl erős láng,</li> <li>- fúvóka lemezfelülettől való távolsága túl nagy,</li> </ul>
	<p>Lekerekített alsó él</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vágó oxigén nyomása túl magas,</li> <li>- lángvágó előtolása túl gyors,</li> <li>- fúvóka szennyezett vagy sérült,</li> </ul>
	<p>Mértéken felüli metszési vájatmélység</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lángvágó előtolása túl gyors vagy egyenetlen,</li> <li>- fúvóka lemezfelülettől való távolsága túl kicsi,</li> <li>- túl erős láng,</li> </ul>
	<p>Egyenetlen metszési vájat</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lángvágó előtolása túl gyors vagy egyenetlen,</li> <li>- túl gyenge láng,</li> </ul>



	<p>Különálló kráteresedés</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lángvágó előtolása túl lassú,</li> <li>- a lemezfelület rozsdás vagy salakos vagy szennyezett ( pl. festék ),</li> <li>- fúvóka lemezfelülettől való távolsága túl kicsi,</li> <li>- túl gyenge láng,</li> <li>- lángvisszacsapás a rendszerben,</li> <li>- rossz minőségű lemez,</li> </ul>
	<p>Lekerekített alsó élek</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vágó oxigén nyomása túl magas,</li> <li>- lángvágó előtolása túl gyors,</li> <li>- fúvóka szennyezett vagy sérült,</li> </ul>
	<p>Kráterek az alsó metszeti részben</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lángvágó előtolása túl lassú,</li> <li>- fúvóka szennyezett vagy sérült,</li> </ul>
	<p>Rátapadt salakszakáll</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lángvágó előtolása túl gyors vagy túl lassú,</li> <li>- fúvóka lemezfelülettől való távolsága túl nagy,</li> <li>- vágó oxigén nyomása túl alacsony,</li> <li>- a fúvóka az anyag vastagságához képest túl kicsi,</li> </ul>

## 8. A lángvágás során előforduló üzemzavarok és kiküszöbölésük<sup>2</sup>

A hiba	Valószínű ok	A kiküszöbölés módja
A lángot nem lehet meggyújtani	Éghetőgáz hiány	A nyomáscsökkentőn és a kézifogantyún levő szelep beállítását, valamint a tömlők szállítóképességét vizsgáljuk meg
A hevítőláng rosszul ég	Az oxigén nyomása túl nagy	A nyomást csökkentjük
	Gázhiány, elpiszkolódott tömlők vagy sérült hevítőfúvókák	A vízzárban a helyes vízállást és a gázpalack tartalmát ellenőrizzük, a gáztömlőt sűrített levegővel vagy nitrogénnel fúvassuk ki, a hevítőfúvókát fapálcikával vagy tisztítóúvel óvatosan tisztítjuk meg, szükség esetén cseréljük ki
	Sérült vagy sorjával, ill. égési maradékkal eltömött hevítőfúvóka	A fúvóka furatát és kiömlőnyílását tisztítjuk ki
	Víz az éghető gáz tömlőjében, mert a vízzár nagyon fel van töltve	A vízzárban a vizet állítsuk helyes magasságra, a vízállás-ellenőrző csapon át eresszük le a felesleget
	Aceton az éghető gázban (csak palackos gáz esetén)	A gázelvétel az acetilén-gázpalackból túl nagy. Megengedett gázelvétel palackonként legfeljebb 1000 l/h; ha többre van szükség, azonos nyomású palackokat kapcsoljunk össze

<sup>2</sup> Gáti J. és társai: Hegesztési Zsebkönyv

<p>A láng ferdén ég</p>	<p>A hevítő fúvókákban a vágófúvóka-nyílás excentrikus</p>	<p>Vizsgáljuk meg, hogy a hevítő- és a vágófúvókák jól vannak-e rögzítve és központosan állnak-e. A tömítőfelületek állapotát ellenőrizzük. A fúvókákat tisztítsuk meg</p>
<p>A vágóégő a gázkeverék meggyújtásakor vagy a vágóoxigén-szelep nyitásakor durran (ropogó zaj is lehet)</p>	<p>Kicsi a hevítőoxigén nyomása, a nyomáscsökkentő befagyott, a nyomásmérő mutatója rezeg, a vágóberendezés burkoló-anyája laza</p>	<p>Nagyobb hevítőoxigén-nyomást állítsunk be, a nyomáscsökkentőt olvasszuk fel forró víz ráöntésével az oxigént melegítsük elő. A nyomáscsökkentő csatlakozótoldatát melegítsük villamos melegítővel, vagy nagyobb gázáramlású nyomáscsökkentőt használjunk. Az anyát csavarkulccsal húzzuk meg</p>
<p>A felső vágási élék nagyon leömlenek vagy lekerekednek, jelentős leégési anyagfelrakódás</p>	<p>A hevítőláng túl nagy, a hevítőfúvóka távolsága nagyon kicsi, a vágósebesség túl kicsi</p>	<p>A lángot állítsuk gyengébbre, vagy kisebb hevítőfúvókát használjunk. Növeljük a hevítőfúvóka távolságát, ill. a vágósebességet</p>
<p>A vágási felületek nagyon barázdáltak és kivájtak</p>	<p>A vágósebesség igen kicsi vagy egyenetlen, az oxigén nem elég tiszta</p>	<p>A vágósebességet növeljük. Egyenletesebb vágóégő-mozgatás. Lehetőleg csak 99%-nál tisztább oxigént használjunk</p>
	<p>A munkadarab felületen szennyezőanyagok (rozsd, reze, festék, fémbevonat) vannak</p>	<p>A felületeket tisztítsuk meg drótkefével vagy csiszolókoronggal</p>
	<p>A vágóoxigén kevés</p>	<p>Növeljük a vágóoxigén nyomását</p>
<p>Gázzzivárgás csatlakozásokban</p>	<p>Laza a csatlakozás az anya vagy egyéb alkatrészek meglazulása következtében</p>	<p>Határozzuk meg a szivárgási helyet; szappanos vízzel kenjük be a gázvonalak valamennyi csatlakozását.</p>

		Húzzuk meg a tömszelence anyáját, vagy cseréljük ki a nem megfelelő alkatrészt vagy tömítést
	Lazán illeszkedik az injektor a vágóégő testében	Húzzuk meg a keverő-kamra záró-anyáját
Kopogás a hajtószerkezet áttételében	A fogaskerék fogainak kopása vagy törése, a csapágyak kopása vagy törése	Szedjük szét a hajtóművet, vizsgáljuk meg a fogaskerekeket, cseréljük ki a kopott alkatrészeket, szereljük össze és töltjük fel friss olajjal a hajtóművet
A motor forog, de a gép nem mozog	Hiba a hajtóműben, levált a retesz vagy eltört a tengelykapcsoló	Szedjük szét a hajtóművet és cseréljük ki az eltört alkatrészt, mossuk át, szereljük össze és kenjük meg friss kenőanyaggal a hajtóművet
A gép változó sebességgel mozog	Hibás a motor, kopott a kefe, hiba az érintkezők vezetékének forrasztásában. Berágódás a hajtóműben vagy a motorban	Cseréljük ki a hibás egységet
	Jelentős feszültség-ingadozás a villamos hálózatban	Megengedett feszültség-ingadozás a hálózatban: +5 – 10 %
Hullámos lemezek vágásakor a gépakadozó mozgást végezz	A hajtókeréknek játéka van a tengelyen. Kopott a csiga vagy a csigakerék. A csigatengelynek tengelyirányú játéka van	Szüntessük meg a játékot vagy cseréljük ki a kopott alkatrészt
Nem működik a motor	Kiégett a biztosíték. Szakadt vagy rossz az érintkezés a vezetékben. Szakadás a reosztátban. Nincs érintkezés a potenciométer csúszóeleme és a tekercs között	Ellenőrizzük az egész villamos részt a gépben, szüntessük meg a szakadást vagy állítsuk helyre az érintkezést

Szikkasztás a motor kollektorán	Szennyezett a kollektor	Tiszta ronggyal tisztítsuk meg a kollektort (a rongyot előzőleg mártsuk benzinbe). A keféket nyomjuk a kollektorhoz
A vágási hely nem elég sima (tiszt) vagy a vágás ferde	Eltömődött a vágóoxigén csatornája	Rézhuzállal tisztítsuk ki a vágóoxigén csatornáját
Leszakad a láng a fúvókáról	Nagy az elémelegítő oxigén vagy az acetilén nyomása. Elszennyeződött a belső és külső fúvóka közötti gyűrű alakú csatorna	Csökkentsük a nyomást. Szereljük szét a fúvókát, tisztítsuk ki a csatornát
Csúszik a mágneses csap	Elkopott a recézés a mágneses csap haj tórészén. Valami akadályozza a gép sima járását	Cseréljük ki a mágneses csapot. Vizsgáljuk meg a hosszirányú mozgás kocsijának csapágyait és szüntessük meg a hibát
Az elektromágneses szelep nem kapcsolja be a gáz adagolását	Szakadás a villamos kábelben	Keressük meg a hibás helyet és javítsuk ki
	Szakadás a tekercs meneteiben	Keressük meg a hibás helyet és javítsuk ki
	Elszennyeződött a vasmag	Tisztítsuk meg a vasmagot
	Meggyengült a rugó	Cseréljük ki a rugót
Egyenes vonalú vágás esetén nem lesz egyenes a vágott vonal	Nem egyenletesek a sínek	A sínek egyenetlenségét egyengetéssel vagy alkatrész cserével szüntessük meg
A vágás nem merőleges a lemez síkjára	Nem vízszintes a hosszirányú mozgást vezető sín	Tegyünk acélalátéteket a sín-pálya lábai alá
	Nem függőleges a keresztirányú sín	Állítsuk be a sínek függőlegességét az összekötő csavarok és rugós alátétek segítségével, szabályozás után ellenőrizzük függőn. Ellenőrizzük a sínek beállítását

## PORADAGOLÁSOS LÁNGVÁGÁS

A lángvágással egyébként nem vágható anyagok darabolására, elsősorban ötvözött acélokhoz kifejlesztett eljárások.

Alkalmazott porok:

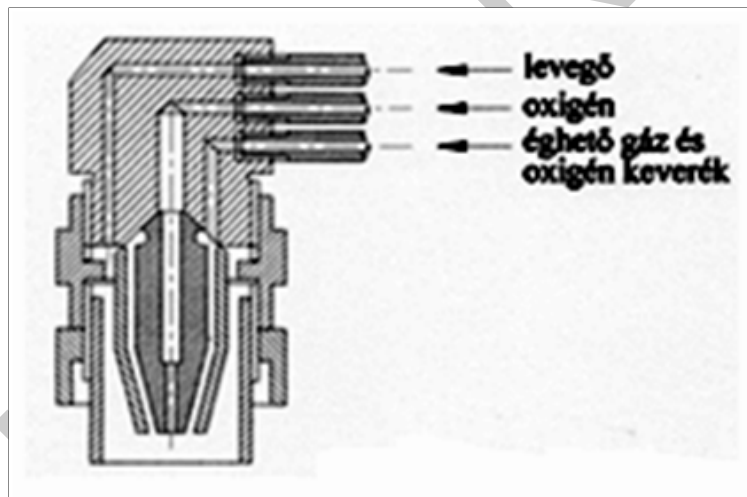
- Kvarchomok ( $d = \sim 0,3 \text{ mm}$ ) kinetikai energiája a sűrű salakot is ki tudja fújni.
- Nátrium-karbonát por folyósítószerként hat, leszállítja a salak olvadáspontját.
- Lágyvas por ( $d = 0,05 \dots 0,1 \text{ mm}$ ) a vágás helyén hígítja az ötvözetet, égéshője segíti a vágást.

## VÍZ ALATTI LÁNGVÁGÁS

Alkalmazási terület: darabolás, lyukvágás elsüllyedt roncsok kiemelésekor.

A gáznyomás hidrosztatikai nyomással növelt. A láng körül sűrített levegő van.

Az acetilén csak 15 m vízmélységig használható, a hidrogén 60 m-ig.



17. ábra. Vágófej víz alatti vágásra

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Szerezzen megfelelő információt a „Szakmai információtartalom” áttanulmányozásával!

Miután a Szakmai információt áttanulmányozta válaszolja meg az alábbi kérdéseket:

1. Mik a lángvágathóság feltételei?
2. Mi a feladata a vágópisztolynak?
3. Hogyan kell előkészíteni a lemezeket a lángvágáshoz?
4. Hogyan kell beállítani a hevítőlángot?

5. Mitől függ és mi jellemzi a vágás minőségét?
6. Milyen hibák fordulnak elő lángvágás során?
7. Melyek a lángvágáskor előforduló leggyakoribb üzemzavarok?

Gyakorolja a vágóberendezés össze- és szétszerelését! Ismerje meg a berendezés egyes részeit.

Válasszon technológiai adatokat különböző vastagságú ötvözetlen szerkezeti acélból készült lemezek vágásához!

Végezzen vágási műveletet egyenes vonal mentén, kör alakú vonal mentén, különböző idomok vonalai mentén!

Minősítse a vágott felületet, ha hibát talál, keresse meg annak okát! A hiba elhárítását követően végezze el újra a vágást!

Ha a vágási művelet során üzemzavar lép fel, akkor keresse meg annak okát és elhárításának módját! Szüntesse meg az üzemzavart!

Oldja meg az ÖNELLENŐRZÉSI FELADATOKAT!

A lap kitöltése után a MEGOLDÁSOK lapon ellenőrizze, hogy jól válaszolt-e a kérdésekre!

Amelyik válasza hibás, azt a témakört újra tanulmányozza a tájékoztató lapon!

Ha a teljesítménye hibátlan, áttérhet a következő tananyagelem leírásra.

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

Mely technológiákat nevezzük termikus vágási eljárásnak?

---

---

---

---

---

### 2. feladat

Az egyik leggyakrabban alkalmazott termikus darabolás a lángvágás. Határozza meg, hogy mi történik lángvágáskor!

---

---

---

---

---

### 3. feladat

A lángvágás elvi alapja, hogy a vas a fehérizzás hőmérsékletén oxigénsugárban igen gyorsan oxidálódik, közben jelentős hőmennyiség szabadul fel. Sorolja fel, hogy a lángvágás milyen feltételek teljesülése mellett tartható fenn!

---

---

---

---

---

---



**4. feladat**

Önnek lángvágással forgácsoló megmunkálással közel egyenértékű felületet kell elérnie. Azt, hogy ez teljes milyen feltételeknek kell messzemenően teljesülniük?



MUNKANYAG

**5. feladat**

A vágott felület minőségének jellemzőit szemrevételezéssel és méréssel határozza meg. A vágás minőségének megítélésakor figyelembe kell vennie a vágott felület érdességét, méret- és alakpontosságát. Sorolja fel, hogy mitől függ a vágott felület minősége!



MUNKANYAG

**6. feladat**

Lángvágáskor gyakran fordul elő vágási hiba. Sorolja fel a leggyakoribb hibákat!

MUNKANYAG

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**7. feladat**

Lángvágás során milyen üzemzavarokkal találkozhat?

MUNKANYAG

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



A large rectangular box with a yellow border, containing 15 horizontal lines for writing. The lines are evenly spaced and extend across the width of the box.

MUNKANYAG

## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat

Termikus vágási eljárás minden olyan technológia, amelynek alkalmazása során az anyagot hőhatás segítségével választjuk szét.

### 2. feladat

A lángvágás során a gyulladási hőmérsékletre helyileg felhevített acélt tiszta oxigénben folyamatosan elégetjük, és az égésterméket a keletkezett kiégetett részből kifúvatjuk.

### 3. feladat

- a vágandó anyag gyulladási hőmérséklete kisebb, mint olvadási hőmérséklete;
- az égéstermékek és a fénoxidok olvadási hőmérséklete kisebb, mint a vágott anyag olvadási hőmérséklete;
- az eljárás során annyi hő keletkezik, amennyi a vágás környezetében képes az anyagot gyulladási hőmérsékletére hevíteni;
- a hevítő láng hője és a vágási résben elégetett anyag égéshője együtt meghaladja a hőszugárzás és hővezetés útján elvont hőt;
- a vágáskor keletkező salak oly mértékig híg folyós, hogy a vágóoxigén sugár képes a vágási résből kihajtani.

### 4. feladat

- az égőt egyenletesen, egyenletes sebességgel vezetjük,
- az égőfej haladás közben kismértékben sem végez imbolygó mozgást,
- a vágóoxigén nyomása és a sugár hengeres alakja nem változik,
- a hevítő láng egyenletesen veszi körül a vágólángot, és pontosan tartjuk a fúvóka távolságát a munkadarabtól,
- a vágandó anyag tiszta felületű,
- a vágandó anyag belső hibákat csak minimális mértékben tartalmaz.

### 5. feladat

- a vágófúvóka méretétől,
- a vágófúvóka tisztaságától,
- a hevítő láng beállításától és a vágóoxigén nyomásától,
- az alkalmazott gázok nyomásától és mennyiségétől,
- a vágási sebességtől,
- a munkadarab felületi tisztaságától, a vágópisztoly előtolásának egyenletességétől,
- az alkalmazott gázok fajtájától.

**6. feladat**

- Vágási hézagszűkület
- Vágási hézag bővülés
- Homorú vágás a felső él alatt
- Fokozatosság az alsó szélen
- Homorú szelvény
- Hullámos szelvény
- Élek megolvadása
- „Olvadt gyöngysor”
- Bevágott felső él salaktoldalékkal
- Lekerekített alsó él
- Mértéken felüli metszési vájatomélység
- Egyenetlen metszési vájat mélység
- Különálló kráteresedés
- Lekerekített alsó élek
- Kráterek az alsó metszeti részben
- Rátapadt salakszakáll

**7. feladat**

- A lángot nem lehet meggyújtani
- A hevítőláng rosszul ég
- A láng ferdén ég
- A vágóégő a gázkeverék meggyújtásakor vagy a vágóoxigén-szelep nyitásakor durran (ropogó zaj is lehet)
- A felső vágási élek nagyon leömlenek vagy lekerekednek, jelentős leégési anyagfelrakódás
- A vágási felületek nagyon barázdáltak és kivájtak
- Gázszivárgás a csatlakozásokban
- Kopogás a hajtószerkezet áttételében
- A motor forog, de a gép nem mozog
- A gép változó sebességgel mozog
- Hullámos lemezek vágásakor a gépakadozó mozgást végez
- Nem működik a motor
- Szikrázás a motor kollektorán
- A vágási hely nem elég sima (tisztá) vagy a vágás ferde
- Leszakad a láng a fúvókáról
- Csúszik a mágneses csap
- Az elektromágneses szelep nem kapcsolja be a gáz adagolását
- Egyenes vonalú vágás esetén nem lesz egyenes a vágott vonal
- A vágás nem merőleges a lemez síkjára

## IRODALOMJEGYZÉK

### FELHASZNÁLT IRODALOM

Plósz Antal–Vincze István: **GÁZHEGESZTÉS**, Tankönyvmester 2000.

Benus Ferenc – Dr. Márton Tibor: **GÁZHEGESZTÉS**, Szkandi–Wald Kiadó, 1999.

Mikló István: **HEGESZTŐ SZAKISMERET 1.**, Műszaki Könyvkiadó 1986.

Gáti J. és társai: **Hegesztési Zsebkönyv**, COKOM Kft., Miskolc, 2004.

### AJÁNLOTT IRODALOM

-

MUNKANYAG

A(z) 0240-06 modul 001-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:  
18 óra

MUNKANYELV

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