

Féléves PhD beszámoló

2024/25 3. félév

Hallgató Neve:

Kuti János

Doktori téma címe: Nagyszilárdságú acélok termikus vágása során bekövetkező anyagszerkezeti változások

Témavezetők:

Dr. Fábrián Enikő Réka,

Dr. Gyura László

Bevezetés:

Félév során 2 db tárgyat vettem fel:

OATTUMI1ND Tudományos művek írása,

Dr. Kovács Tünde Anna 6kr

OATATVEM1ND Anyagtechnológiák végeselemes modellezése ,

Dr. Gonda Viktor 6kr

Irodalom kutatás eredménye:

A félév során a gázok különböző tulajdonságainak megismerésével töltöttem. Mivel az előző féléves kutatás során arra az eredményre jutottam, hogy gázok fűtőértéke és lángteljesítménye erősen meghatározza a vágás során bekövetkező szövetszerkezeti változásokat. Bizonyos esetekben ez lágyulást, más esetekben pedig felkeményedést, edződést okoz. Mind a két esetet érdemes elkerülni.

Éghető gázok, melyek számításba jöhetnek a különböző lángtechnikákban a következők:

- Propán
- Bután
- Acetilén
- Hidrogén

Gázok tulajdonságai a hazai szakirodalom szerint:

Jellemzők	hidrogén H ₂	propán C ₃ H ₈	bután C ₄ H ₁₀	acetilén C ₂ H ₂
Sűrűség 15 °C-on 0,1 MPa nyomáson [kg/m ³]	0,085	1,87	2,84	1,171
Sűrűség a levegőhöz viszonyítva (levegő = 1)	0,07	1,55	2,08	0,90
Gyulladási hőmérséklet levegőben [°C]	585	466	431	335
Gyulladási határ, térfogatszázalék - levegőben - oxigénben	4...75 4,5...95	2,1...9,5 2,0...48	1,6...8,5 1,6...8,5	3...82 3...93
Lángteljesítmény [W/mm ²]	139	104,5	107,1	448
Lánghőmérséklet, [°C] - levegőben - oxigénben	2280 2280	1920 2780	1985 2537	2100 3126
Fűtőérték, [kJ/m ³]	10 750	92 000	120 000	56 800
Láng égési sebesség m/s	9	3,4	-	11,8

Az irodalom kutatás során feldolgoztam a mai trendeknek felelően az AUQU gázokat, melyek LP és H2 gázok különböző arányú keveréke. A hidrogén gyors égése ezeknek az alkalmazhatóságát is kiterjeszti, jóval gyorsabb akár 2200 mm/perc vágási sebességet biztosítva.

Éghetőgázok vizsgálat S355 acélminőségen:

A félév során 30mm és 35 mm vastag S355 acélminőségen végeztem a MESSER Hungarogáz Kft. segítségével tesztek. Azért ezt az anyagminőséget választottam, mert ezt az acélminőséget lehet az első növelt szilárdságú acélként tekinteni. A kísérletek során propán, acetilén és hidrogén gázokat használtam. A vizsgálatok során termoelemes vizsgálatokat is végeztem, ehhez 1,1 mm átmérőjű K és N típusú termoelemeket használtam. Azért ezeket alkalmaztam, mert ezeknek kellően kicsi a tehetetlenségük, ugyanakkor kellően nagy hőmérséklettartományban tudnak mérni.

A termoelemes kísérletek:

A kísérleteket a MESSER Hungarogáz Kft. budapesti telephelyén tudtam elvégezni, a gázokat, fúvókákat a gázáramlásmérőket, a szekátort, segítő szakembereket szintén a MESSER biztosította. Az anyagot a Dunaferrel-től kaptam kísérleti célokra.



1. ábra Termoelemes mérések 1. elrendezés



2. ábra Termoelemes mérések 2. elrendezése

A mérések eredményének kiértékelése még folyamatban.

Termoelemes mérés 2. elrendezés vágás után:



3. ábra Termoelemes mérés hidrogén gáz alkalmazásával 2. elrendezés

Azzal hogy a vágás nem párhuzamos a próbadarba élével, elértük, hogy darab hossz tengely vonalán elhelyezett furatok, melyek ugyanúgy 20mm mélységűek minden esetben más távolságban legyenek a vágás síkjától. A darab keresztirányú tengelyén elhelyezett 3 mérési pont pedig ugyanolyan távolságban voltak a vágás síkjától de más mélységben voltak vágott felülettől.

Remélhetőleg ezek az eredményekkel megfelelően tudok majd végesem modellt építeni.

Különböző vágósebességek hatásának vizsgálata:

A vizsgálat során a MS932-es gépi vágópisztoly speciális hidrogéngázhoz kifejlesztett injektorral, és speciális vágófúvókával, „ Brennschneidüsen HYCUT® 9250/9251-H Brenngas Wasserstoff” amely nem azonos sem az acetilén, sem az LPG gázokhoz használatos fúvókákkal.

Reduktorok beállítása:

- nyomásértékek melegítőoxigén 2 bar; vágóoxigén 1 bar; hidrogén nyomás 0,8 bar.
- Vágófúvóka mérete: 25-40 mm
- Vágásra előkészített 20 mm vastag S355J2+N sörétezett lemez
- Vágási sebesség 440 - 520 mm / min (digitális kijelzőn látható érték)
- Begyújtás tűzköves MESSER
- Lángkép kialakítása és beállítása semleges zónára a 2.ábrán látható

A vágás a lemezszélétől indult, és a teljes vágási hosszban 300 mm vágásra került. A vágott darab nem volt megfelelően értékelhető, és nehezen lehetett leválasztani, csak erőteljes kalapácsütésre. Felső vágott élen nagyon erőteljes „gyöngy” képződés látható (5.ábra), a vágott felületen egyenletesen oszlik el, és a felület a SECATOR rezgéseinek megfelelően egyenetlen.



4. ábra Hidrogén láng



5. ábra Vágott felület

A következő vizsgálatban az első vágás szerinti lemezvastagság lett alkalmazva, a paraméterek a MESSER CUTING táblázatának megfelelően lett beállítva:

Alapanyag vastagság:	Vágó fúvóka:	Melegítőfej:	Melegítő hidrogén:	Melegítő oxigén:	Vágoxigén nyomás:	Vágási sebesség:	Fúvóka-táv alapanyag táv:	Vágási rés:	Hidrogén fogyasztás:	Melegítő oxigén fogyasztás:	Vágó oxigén fogy:	Összes oxigén fogyasztás
15-25	9250-R 15-25	Hycut 5-150	0,5 bar	1 bar	5,3-6,5 bar	600 mm/min	6-7 mm	1,5 mm	1,2m3/h	0,5 m3/h	3,5 m3/h	4 m3/h

Vágások történtek az alábbi vágási sebességekkel:

A vizsgálatok során a „red-y” akkumulátoros átfolyásmérő, A red-y compact 2 sorozat tömegárammérőit használtam. Ezekre az eszközökre az erőteljes technológia, intelligens funkciók és innovatív kialakítás jellemző. Az áramlásmérők új generációja nagyfokú rugalmasságot kínál a felhasználónak a használat során: kompakt kialakítás, akkumulátoros működés és érintők kijelző háttérvilágítással. Az eszköz rögzíti a vágás pillanatában mérhető fogyasztást, és az adatok halmozására is képes.



6. ábra Áramlásmérés

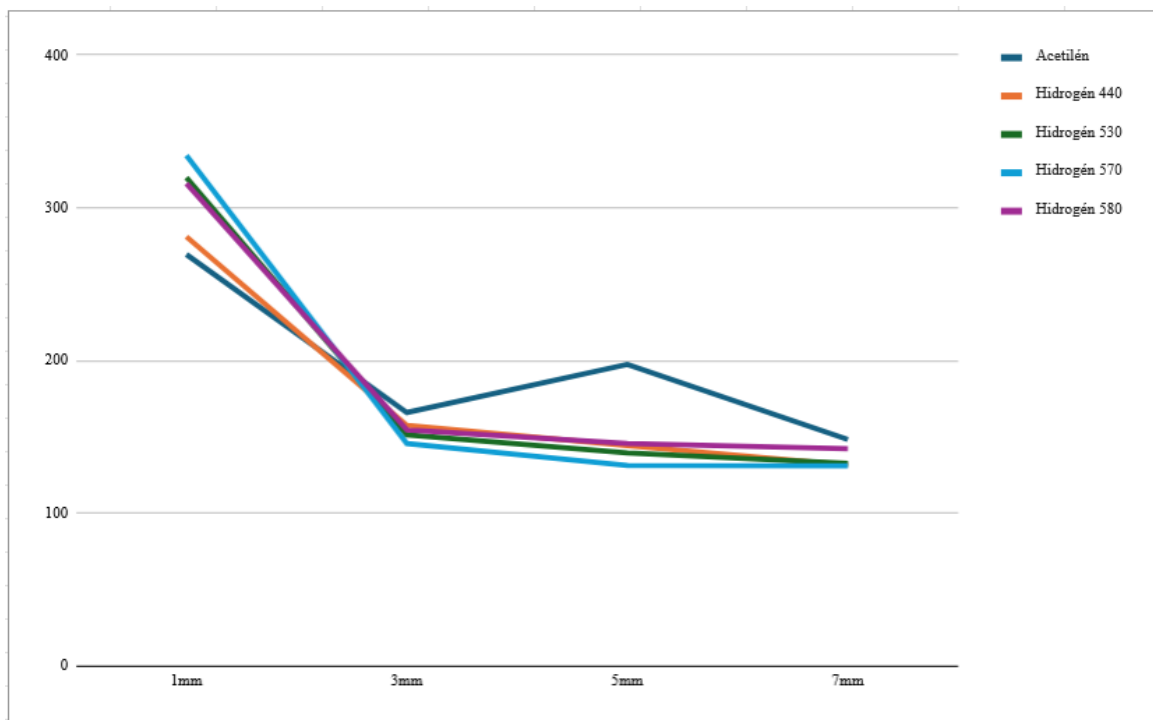
A vágási sebességek acetilén 440mm/perc, hidrogén 440,530,570, 580 mm/perc.

HV10								
	A			1. mérés	2.mérés	3.mérés	Átlag	
1mm	0,274	0,28	0,239	246,95	236,48	324,574	269,334	
3mm	0,332	0,345	0,327	168,203	155,766	173,386	165,785	
5mm	0,254	0,355	0,343	287,371	147,114	157,587	197,357	
7mm	0,361	0,355	0,346	142,264	147,114	154,867	148,081	
	H11 - 440mm/perc							
1mm	0,27	0,253	0,249	254,321	289,647	299,027	280,998	
3mm	0,342	0,342	0,346	158,51	158,51	154,867	157,296	
5mm	0,376	0,355	0,347	131,14	147,114	153,975	144,076	
7mm	0,375	0,376	0,376	131,84	131,14	131,14	131,373	
	12 H - 530							
1mm	0,229	0,251	0,244	353,54	294,281	311,408	319,743	
3mm	0,323	0,365	0,368	177,707	139,163	136,903	151,258	
5mm	0,352	0,37	0,373	149,632	135,427	133,258	139,439	
7mm	0,374	0,372	0,376	132,546	133,975	131,14	132,554	
	H15 570 mm /perc							
1mm	0,221	0,248	0,24	379,599	301,444	321,875	334,306	
3mm	0,352	0,361	0,358	149,632	142,264	144,658	145,518	

5mm	0,379	0,377	0,372	129,072	130,445	133,975	131,164
7mm	0,376	0,376	0,377	131,14	131,14	130,445	130,908
H16 580 mm /perc							
1mm	0,239	0,243	0,245	324,574	313,977	308,871	315,807
3mm	0,318	0,361	0,367	183,339	142,264	137,65	154,418
5mm	0,336	0,374	0,364	164,222	132,546	139,929	145,566
7mm	0,339	0,375	0,373	161,328	131,84	133,258	142,142

Keménység értékek diagramban:

A kísérlet során bebizonyítottuk, hogy minél gyorsabb a vágás sebesége, annál kisebb az anyagba bevitt fajlagos energia (hő) így annál kevésbé hevül át az anyag. Tehát minél nagyobb a vágási sebeség, annál kisebb a hővezeti zóna, annál nagyobb a keménység csúcsértéke, mivel erőteljesebb a hőelvonó képessége a z anyagnak. Termoelemesméréseknél ezért vágunk a próbadarab éleihez képest szögben, mert így 4 különböző hőelvonó képességet is modelleztünk.



7. ábra Keménységértékek a vágási sebesség függvényében

Ebben a félévben további vágásokat végeztem Hardox-450, Toolox, Dillidur-450 anyagminőségeken. A vizsgálatokkal a Xar-400 anyagminőség eredményeit szeretném kiegészíteni, ellenőrizni. A Xar, Hardox, Dillidur és Toolox anyagminőségek keménységre optimalizáltak, tehát a keménységük garantált, de ugyan úgy nagyszilárdságú acélok. A Xar 400 eredményeim alapján ezek jóval érzékenyebbek a hőbevitelre mint mondjuk egy S690 vagy S960 anyagminőségű folyáshatárú garantált acél. Továbbá összehasonlítás végett lézervágásokat is végeztem az S355 anyagminőségen.



8. ábra Egyéb próbakísérleti anyagok

Következő féléves terv:

A fentebb bemutatott méréseket tervezem befejezni. Tervem szerint meghatározom a thermoelemes mérésekkel a hőciklusokat, ezek alapján véges elemes modellt építek a hőterjedésre. A hőciklusok összehasonlítását elvégezem, az egyes anyagminőségek C görbéivel. Ezek alapján ajánlást teszek az előmelegítési hőmérsékletekre, adott lemezvastagság és adott gázminőség páros alkalmazása esetén.

Továbbá meghatározni tervezem a keménység eloszlásokat az egyes előkészített darabokon. Ezek alapján és a metallográfiai vizsgálatok alapján összehasonlítani a vágáshoz használt éghető gázokat.

Az MVM OVIT Gödi telephelyén S355 és S690 anyagminőségeken további hidrogénes kísérletek elvégzése 5 től – 60 -ig mm es lemez vastagságokon.

További lézer sugaras vágások elvégzése S355 és S690 anyagminőségeken.

Kémiai összetétel vizsgálata a vágás során képződött oxidoknak. Meggyőződésem, hogy az egyes gázok használatával eltérő

, vasoxid összetétel jön létre, ez nagyban befolyásolja az oxidok folyékony állapotában a viszkozitást. A viszkozitás - vágó oxigén nyomás érték párok nem megfelelő beállítása nem megfelelő minőségű vágási felületet eredményez.