



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM



1.2379 hidegalakító szerszámacél javítóhegesztésének tervezése

Készítette: Szemán Ákos

2022.11.07.

Nyilatkozat az önálló munkáról

Alulírott, Szemán Ákos (DAGUU2), a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem hallgatója, büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem és sajátkezű aláírással igazolom, hogy ezt a dolgozatot meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, és dolgozatomban csak a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a hatályos előírásoknak megfelelően, a forrás megadásával megjelöltem

Budapest, 2022.11.07.

.....
hallgató

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	4
1.1.	Hidegalakító szerszámacélok	4
2.	A 1.2379 jelű szerszámacél tulajdonságai	5
2.1.	Ötvözői	5
2.2.	Ötvözők hatása az anyagtulajdonságokra	6
2.3.	Iparban széleskörűen elterjedt alkalmazási területek	6
2.4.	Kívánt keménység eléréséhez ajánlott hőkezelési módok	7
2.5.	Hegeszthetősége	8
2.5.1.	Javítóhegesztés	9
3.	Kísérleti terv - design of experiments (DOE).....	10
3.1.	A kísérlet leírása:	11
3.2.	Felhasznált eszközök	11
4.	Eredmények.....	11
4.1.	Mikroszkópos vizsgálat	11
4.1.1.	Észrevétel	15
4.2.	Keménységmérési eredmények	15
4.3.	Keménységtérképek.....	16
5.	Eredmények értékelése	23
6.	Összefoglalás	23
7.	Javaslat	24
8.	Források	25
9.	Mellékletek (PWPS).....	25

1. Bevezetés

A következő dokumentáció során, két különböző hozaganyag, illetve az előmelegítés hatását vizsgálom a hegesztett kötés keménységére, egy a FÉMALK Zrt. által újonnan bevezetett szerszámacél javítóhegesztésének megtervezésének keretein belül. A munkám során segítségemre volt Dr. Szalva Péter ipari kutató és Dr. Varbai Balázs Egyetemi adjunktus, akik az iránymutatást biztosították.

Az bevezetett anyag a 1.2379 jelű hidegalakító szerszámacél, amit egy úgynevezett *stancszerszám* alapanyagaként vezettek be. A stancolás a lemezalakítás során alkalmazott kontúr kivágást jelenti, a dolgozatba használt *stancszerszám* kifejezést a műhely zsargon miatt vettem át és alkalmazom ezt követően. A *stancszerszám* a nyomásos öntéssel gyártott termékről választja le a gyártás során létrejött anyagtöbbletet, ami a gyártáshoz elengedhetetlen szerkezeti elemekből áll, mint például beömlőrendszer (pogácsa, rávágás), salakzsák, kilevegőző csatorna. Ezeket el kell távolítani, hogy a végterméken ne legyen anyagfelesleg, azt újra tudják olvasztani és új darabot öntenek belőle, ezáltal is minimálisra csökkentve a hulladékot. A stancolószerszámnak akár 120000-es ciklusszámot is képesnek kell lennie lemunkálni megfelelő karbantartás mellett, amibe beletartozik az éleken létrejövő sérülések, kipattanások javítóhegesztése is, amit jelen esetben vizsgálunk. A kísérlet során ugyanazon hegesztési paraméterek beállítása mellett két különböző hozaganyaggal készítünk egy, illetve többsoros hernyóvarratot egy szobahőmérsékletű és egy előmelegített darabra. Továbbá, a szobahőmérsékletű mintán azt is vizsgáljuk milyen hatással van a nem fémtiszta felületen végzett hegesztés a varrat keménységére. Az elkészített kötések minőségét szemrevételezéssel és Vickers mikrokeménységmérő géppel ellenőriztem.

1.1. Hidegalakító szerszámacélok

A hidegalakító szerszámoknak szívós maggal és kemény felülettel kell rendelkezniük. Ezeket a tulajdonságokat martenzites alapszövetbe ágyazott kemény karbidokkal lehet biztosítani. A hidegalakító szerszámacélok kiválasztásánál a kopásállósági és szívóssági tulajdonságok szerint kell a szükséges anyagminőséget kiválasztani. Fő ötvözői: Mn, Cr, Mo, V, W, Ni, amik növelik az átedzhető szelvényátmérőt, ezenfelül javítják a szilárdságot, kopásállóságot és a keménységet. A hidegmegmunkáló szerszámokat hideg (szobahőmérsékletű) szerkezeti anyagok forgács nélküli alakításra, mint pl.: daraboló szerszámok, kivágó, lyukasztó szerszámok, húzószerszámok, hajlító szerszámok, hideghengerek stb. használják [1]. Amikor az alakítás hőmérséklete kisebb, mint a megmunkált fém újrakristályosodási hőmérséklete, akkor hidegalakításról beszélünk, így ezen szerszámok üzemi hőmérséklete a 200–300 °C-ot ritkán haladja meg. Jellemző igénybevétel: a fűrészeléshez és hasításhoz hasonló művelet forgácsleválasztás nélkül [5]. A szerszám folyamatosan érintkezik a darabbal, így a szerszámok anyaga erős koptató igénybevételnek van kitéve a szerszám és a darab között fellépő súrlódás következtében, így a vékony él kicsorbulási és a kitöredezési veszélye nagy. A súrlódás megfelelően megválasztott kenéssel csökkenthető. Sok esetben felléphet hajlító igénybevétel, továbbá nem hanyagolható el a dinamikus és az ismételt igénybevétel sem [6]. Az 1.2379 egy erősen ötvözött ledeburitos krómacél, amit általában hidegalakításhoz alkalmaznak. Nagyon nagy a koptató igénybevétel, melynek okán ezen acélok nagy szén- és krómtartalmúak, ezért kemény, kopásálló karbidokat

képeznek, de a szívósságuk kisebb, mint az ötvözött hidegalakító szerszámacéloknak [7]. A króm-vanádium ötvözésű hidegalakító szerszámacélok jó kopásállósággal, szívóssággal és megmunkálhatósággal rendelkeznek, emellett egyszerű a hőkezelésük [1]. A hidegalakító szerszámacélok tulajdonságainak összehasonlítását a többi szerszámacéllal az alábbi 1. ábra szemlélteti.

Csoport	HV	T _{üzemi}	KV
Kis forgácsolási sebességű acélok	XXX	XX	XX
Hidegalakító szerszámacélok	XXX	X	X
Melegalakító szerszámacélok	XX	XXX	XXX
Forgácsoló szerszámacélok	XXX	XXX	X

1. táblázat: Szerszámacélok tulajdonságainak összehasonlítása [1].

2. A 1.2379 jelű szerszámacél tulajdonságai

A 1.2379 a klasszikus 12% krómtartalmú ledeburitos acélok (1.2080-1.2601) továbbfejlesztése [8]. Az Oszták Böhler gyártmányú (K110) "majdnem" rozsdamentes, erősen ötvözött, csekély hőkezelési méretváltozású hidegalakító szerszámacél, amelyet gyakran használnak késkészítők főként az Amerikai Egyesült Államokban D2 néven. Elég nehéz megmunkálás jellemzi. 11,5 – 13% krómtartalommal rendelkezik, ami bár nagynak tűnik, de a mellé társuló szénttartalom mellett még nem elég a teljes korróziómentesség eléréséhez [7]. Jelentős rozsdafoltok azonban nem jellemzik, lyukkorrózió alakulhat ki rajta. Az igen nagy szénttartalomnak és egy kevés karbidképző ötvözőn miatt nagyon nagy kopásállóság jellemzi, ebből következően kiváló éltartó, az egyik legéltartóbb acél, viszont fenni, élezni nem egyszerű. A nagy szemcseméretének és ridegségének köszönhetően rosszul tolerálja a lapos, finom élszögeket. Nagyteljesítményű hidegalakító szerszámacél, vágási teljesítménye nitridálással fokozható, bevonatozható és jól szikraforgácsolható [9, 10, 11].

2.1. Ötvözői

Az 1.2379 hidegalakító szerszámacél ötvözőit az 1. táblázat szemlélteti:

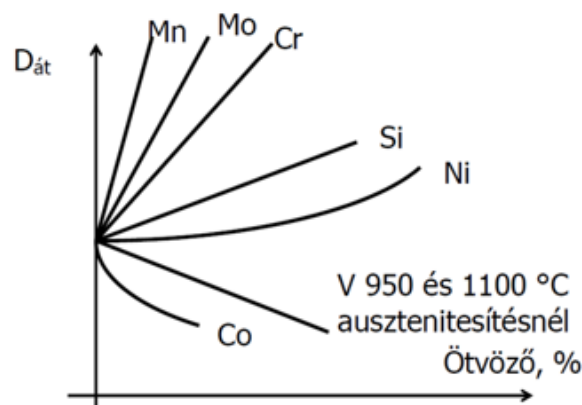
C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Mo (%)	V (%)
1,55	0,3	0,3	11,3	0,75	0,75

2. táblázat: Böhler gyártmányú K110 acél ötvözői [9].

Ötvözött acél: Az az acél, ami a gyártástechnológiában előírt, mindig megtalálható ötvözőkből többet, vagy szándékosan bevitt ötvözőket tartalmaz. Erősen ötvözött az acél, ha $\Sigma_{\text{ötvöző}} > 10\%$ [1].

2.2. Ötvözők hatása az anyagtulajdonságokra

- C: karbidképző, növeli a kopásállóságot, nyomószilárdságot, meghatározza az alpmátrix keménységét;
- Mo: javítják az alpmátrix melegkeménységét, megeresztésállóságát és melegsilárdságát, nagyon kemény különleges karbitokat képeznek;
- V: a legkeményebb különleges karbidokat képi, növeli az alpmátrix melegkopás-állóságát, megeresztésállóságát és melegkeménységét;
- Cr: biztosítja az átedzhetőséget, könnyen oldható karbidokat képez, ferrites korrózióálló acélok fő ötvözője, passziváló hatásért felel;
- V, Mo, Cr: nitridképző ötvözők, amikkel keményebb kéreg hozható létre;
- Cr, Si, P: jól tapadó oxidréteget hoznak létre, ami véd a korróziótól;
- Mn, Mo, Cr: nagymértékben növelik az átedzhető átmérőt, ahogy azt a 2. ábra mutatja.



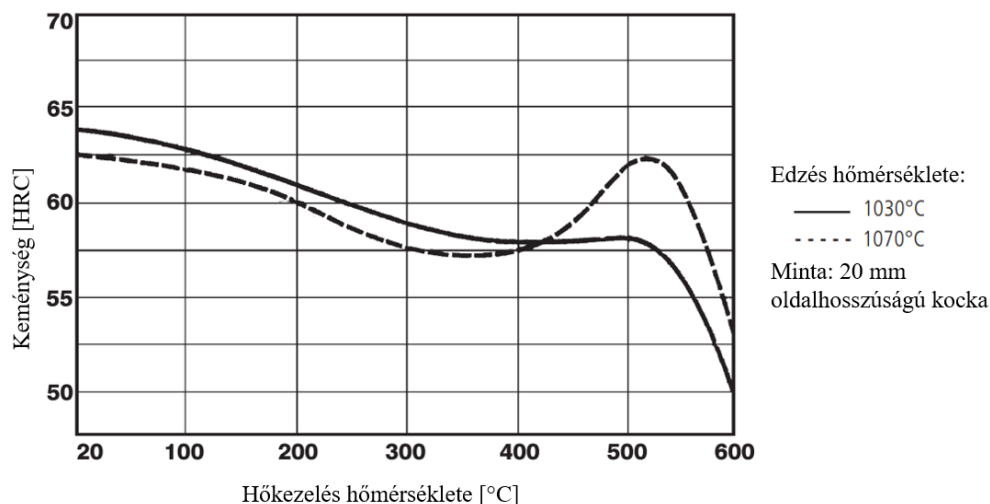
1. ábra: Az ötvözők hatása az átedzhető szelvényátmérőre [1].

2.3. Iparban széleskörűen elterjedt alkalmazási területek

- vágó- és kivágó szerszámok (vágólapok és bélyegek) kis/közepes szilárdságú alapanyagokhoz (3–4 mm lemezvastagságig), trafó- és dinamólemezekhez (1 mm-ig);
- olló- és körkések vékony lemezekhez (2–3 mm-ig), papír- és műanyagvágó kések;
- sorjázószerszámok, üregelőtüskék;
- menethengerlő görgők és pofák, peremes és egyengető hengerek;
- húzó-, mélyhúzó és hidegfolyató szerszámok;
- kerámia- és gyógyszeripari présszerszámok;
- erősen kopásálló műanyag-alakító formák;
- nyíró pengék, vágószerszámok egyéb nemfémes anyagokhoz (bőr, gumi, textília) [9].

2.4. Kívánt keménység eléréséhez ajánlott hőkezelési módok

- A hőkezelés hőmérséklete és a megeresztés hőmérséklete az ötvöztől függ. Az erősebben ötvözött acélokat többször eresztjük meg a karbidkiválás elősegítésére, ilyen esetben többszöri 500 – 550 °C-os megeresztéssel érhető el a legnagyobb keménység [1];
- Megfelelő megeresztés után biztonságosan bírja az 59 – 60 HRC-es keménységi értékeket, erre látunk ajánlást a 3. ábrán lévő grafikonon [9];



2. ábra: Edzés követő megeresztés hőmérséklet hatása az elérhető keménységre [9].

- Edzett állapotban jól polírozható. Speciális hőkezelés (magas hőmérsékletű edzés és nagy hőmérsékletű megeresztések) után nitridálható, bevonatolható (kémiai gázfázis párologtatás (chemical vapor deposition - CVD), fizikai gázfázis párologtatás (physical vapor deposition - PVD)). A legjobb korrózióállóság edzett és kis hőmérsékleten megeresztett állapotban, polírozott felülettel érhető el [7, 12];
- A következő táblázatokon ajánlásokat láthatunk hőkezelésre, de ennek alkalmazása jelentős költség- és munkaidő növekedéshez vezetne. Ezenkívül megfelelő számú szabad kemence sem biztosított, ezért esetünkben utólagos hőkezelés nélkül próbáljuk a lehető legnagyobb keménységet elérni.

Lágyítás °C		Lehűlés				Lágyítási keménység HB			
830 – 860		kemencében				max. 250			
Edzés °C		Közeg				Keménység edzés után HRc			
1000 – 1050		levegő, olaj vagy melegfürdő 500 – 550 °C				63			
Megeresztés	°C	100	200	300	400	500	525	550	600
háromszor	HRc	61	60	58	59	62	62	57	50

3. táblázat: Hőkezelési paraméterek ajánlása 1 [8].

Lágy izzítás	Hőfok (°C)	Hűtés
	800 – 850	kemence
Kovácsolás	Hőfok (°C)	Hűtés
	800 – 1050	kemence
Keményedés	Hőfok (°C)	Hűtés
	1000 – 1090	olaj, levegő vagy forró fürdő (150 – 540 °C)

4. táblázat: Hőkezelési paraméterek ajánlása 2 [10].

2.5. Hegeszthetősége

A hidegalakító szerszámacélacélok hegesztése esetén a fő probléma a kis alakváltozó képesség ezért az alábbi hőkezelések ajánlottak az új acélhoz:

- előmelegítés: 250–300 °C-ra (martenzit start hőmérséklet (MS) + 40–100 °C-ra) a hegesztési zsugorodásból származó keresztirányú repedések elkerülése érdekében;
- utólagos hőkezelés: ideális esetben feszültségmentesítés kemencében való hűtés formájában 650 °C-ról, ellenkező esetben lokálisan martenzites szövetszerkezet alakulhat ki, ami nagy mértékben ridegíti az anyagot (kis falvastagság esetén ez elhagyható).

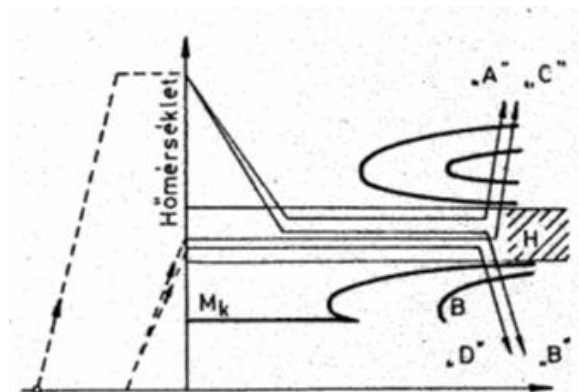
Célunk a felrakóhegesztés kialakítása, ezért a hegesztést saját (alapanyag azonos), vagy közel azonos összetételű anyaggal végezzük, így csökkenthető a kis alakváltozó képesség miatti repedés érzékenység. A hegesztést kis hőbevitellel végezzük, hogy a szemcsedurvulást elkerüljük, ehhez a 5. táblázatban látható gyártói katalógus ad ajánlást. Továbbá a gyártói jegyzék a következő hőkezelést javasolja: nagyon lassú hűtés, szükség esetén 4 órás temperálás 500 °C-on és kemencében hűtés. Megjegyzésként szerepel, hogy elegendő lehet a takaró réteget egy megfelelő keménységet biztosító elektródával létrehozni, a töltőrétegek készíthetőek különbözővel, valamint előnyös a rövidebb varratok használata a hőbevitel csökkentése céljából (50-60 mm) [12].

Megnevezés	Szabványos megnevezés	Szerszám állapota	Hegesztési módszer	Hegesztett keménység	Előmelegítési hőmérséklet	Hűtés
BÖHLER K110	1.2379 X153CrMoV12	hőkezelt (edzett és megeresztett)	kézi ívhegesztés	55-58 HRc	150 °C (gyors javítás), 450-500 °C	10-20 °C/h 2 óráig, utána 50 °C/h

5. táblázat: Gyártó által ajánlott utasítás hegesztéshez [12].

A 3. ábra alapján a legkedvezőbb az „A” jelű technológia, ugyanis itt az előmelegítés és a hegesztés az ausztenit lappangási hőmérséklet tartományában megy végbe, ez az alábbi lépésekkel érhető el [1]:

- ausztenitesítés;
- hűtés az ausztenit lappangási hőmérséklete tartományba ($400 - 600\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- hegesztés „sajátanyaggal”;
- hevítés azonnal a lágyítási hőmérsékletre;
- lágyítás;
- forgácsoló megmunkálás;
- edzés;
- kikeményítő megeresztés.



3. ábra: Erősen ötvözött szerszámacélok hegesztéséhez ajánlott technológiák [1].

2.5.1. Javítóhegesztés

„A szerszámacélok a kémiai összetételük miatt azon acélok közé tartoznak, amelyeknél a hegesztés csak kockázatvállalással valósítható meg, ezért hegesztésük csak indokolt esetben ajánlott. A hegesztési varrat lehűlése során fellépő hő és szövetszerkezeti átalakulásból adódó feszültségek repedésképződéshez vezethetnek, mikrorepedések jelenhetnek meg.” [8]

A javítóhegesztésnél a következő alapszabályokat kell figyelembe venni: [2, 8]

- felületeket alapos megtisztítása, a repedést U formában való kiköszörölése;
- megfelelő előmelegítés alkalmazása, amelynek a hőmérséklete meghaladja a martenzitképződés hőfokát, hogy a hegesztés során a szerkezeti átalakulás elkerülése céljából;
- az alapanyagnak megfelelő hozaganyag használata;
- a wolframíves hegesztőeljárással finomabb szövetszerkezeti struktúra hozható létre, ezzel szemben a bevonatos hegesztőeljárásnál a felmelegedés csekélyebb és nagyobb a lehűtési sebesség;
- a hegesztést követően a szerszámot az eredeti megeresztési hőmérséklet alatt hűtjük ($50 - 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal) és megeresztjük [15].
- Hegesztőanyag választás:
 - Kisméretű szerszámoknál nagyobb mértékben ötvözött szerszámacéllal kell felhegeszteni;
 - Nagyméretű szerszámoknál lehetséges sajátanyag alkalmazása és akár erősebb ötvöztetés is;

- Ha teljes keresztmetszetű előmelegítés nem lehetséges, párnarétegre van szükség. Ez 18/8-as 18/8/6-os, illetve lágyacél párnaréteg is lehet:
 - Az öntvények javítóhegesztésekor gyakran kerül sor párnaréteg hegesztésére, amely réteg az alapanyag és az igénybevételt üzem közben elviselő felrakott réteg között helyezkedik el. A párnaréteg hegesztésének célja öntvény hegesztéskor, hogy a fellépő feszültségeket / deformációkat az viselje el.
- A kísérlet során két különböző összetételű hozaganyagot vizsgáltunk, egy a szerszámok javításánál általánosan alkalmazott hozaganyagot (1.2343) és egy külön ehhez az acélhoz beszerzett új hozaganyagot, aminek összetétele közel azonos a hegesztendő alapanyagével (1.2606).
- Hozaganyagok vegyi összetétele [15, 16]:

	C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Mo (%)	V (%)	W (%)
1.2343	0,38	0,90	0,40	5,20	1,30	0,45	-
1.2606	0,37	1,10	0,40	5,20	1,40	0,35	1,30

6. táblázat: Hozaganyagok összetétele.

3. Kísérleti terv - design of experiments (DOE)

A kísérlet célja, hogy megvizsgáljuk milyen hatással van a hegesztett kötés keménységre a közel alapanyagazonos hozaganyag alkalmazása és az előmelegítés. A mérés során az 1.2343 és az 1.2606 hozaganyaggal készült egysoros és többsoros hernyóvarratok segítségével hasonlítottuk össze az elkészült kötések keménységét szobahőmérsékletű, illetve előmelegített alapanyag esetében. A jobb megértés céljából 3. táblázatban mutatom be az egyes varratok jelöléséhez kapcsolódó változókat.

minta sorszama	varrat típusa		huzaganyag típusa		felület minősége		munkadarab előmelegítés	
	egysoros	többsoros	1.2343	1.2606	tisztított	olajos	szobahőmérséklet	350 °C
1.	x		x		x		x	
2.	x			x	x		x	
3.		x	x		x		x	
4.		x		x	x		x	
5.	x			x		x	x	
6.		x		x		x	x	
7.	x		x		x			x
8.	x			x	x			x
9.		x	x		x			x
10.		x		x	x			x

7. táblázat: Varratjelölésekhez tartozó információk a hegesztés körülményeiről.

3.1. A kísérlet leírása:

A varratok elkészítése után a próbatestet a varratra merőlegesen szikraforgácsolással darabolták, majd gyantába ágyazva készül el a vizsgálandó minta. A beágyazás után több lépésben csiszoltam, majd políroztam a mintát. A polírozott darabot 2%-os Nitál marósszerrel marattam fél percen keresztül. Az így előkészített minta varratairól sztereomikroszkóppal felvételeket készítettem, majd keménységmérést végeztem egy Vickers mikrokeménység-mérő gép segítségével. A vizsgálat során minden varrat esetében függőlegesen 0,5 mm-enként vettem fel vizsgálati sorokat, amiken belül oldalirányban 2 mm-es távolságban vettem fel pontokat. Ha a két szomszédos keménységértéken ugrásszerű változást tapasztaltam akkor a távolságot 1 mm-re, majd 0,5 mm-re csökkentettem a vizsgálati távolságot, hogy kellő információt gyűjtssek a keménységtérkép elkészítéséhez.

3.2. Felhasznált eszközök

- hegesztő áramforrás;
- szikraforgácsoló;
- Presi Mecapol P230 csiszológép;
- Buehler 1105 keménység mérő;
- Olympus SZX16 sztereomikroszkóp.

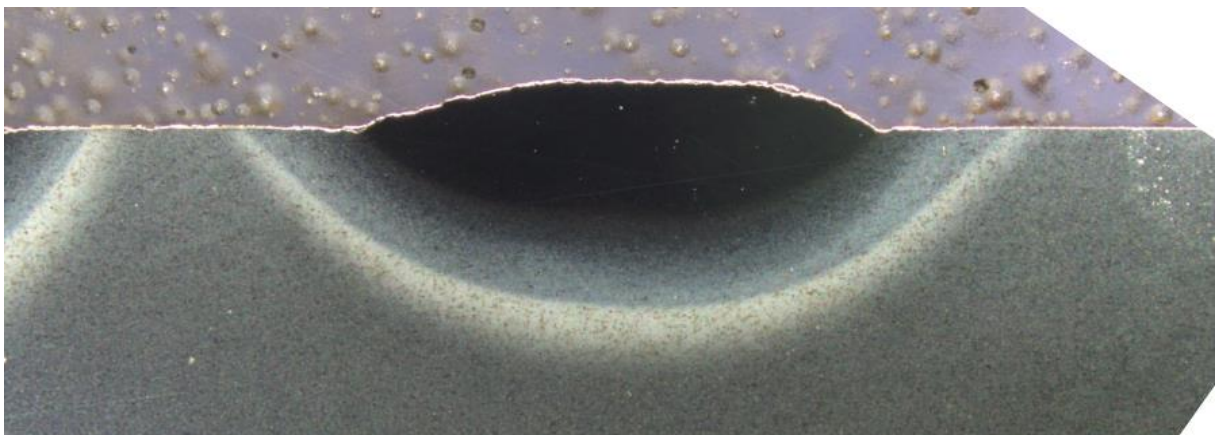
4. Eredmények

4.1. Mikroszkópos vizsgálat

Az alábbiakban a csiszolati mintáról sztereomikroszkóppal készített felvételek láthatóak:

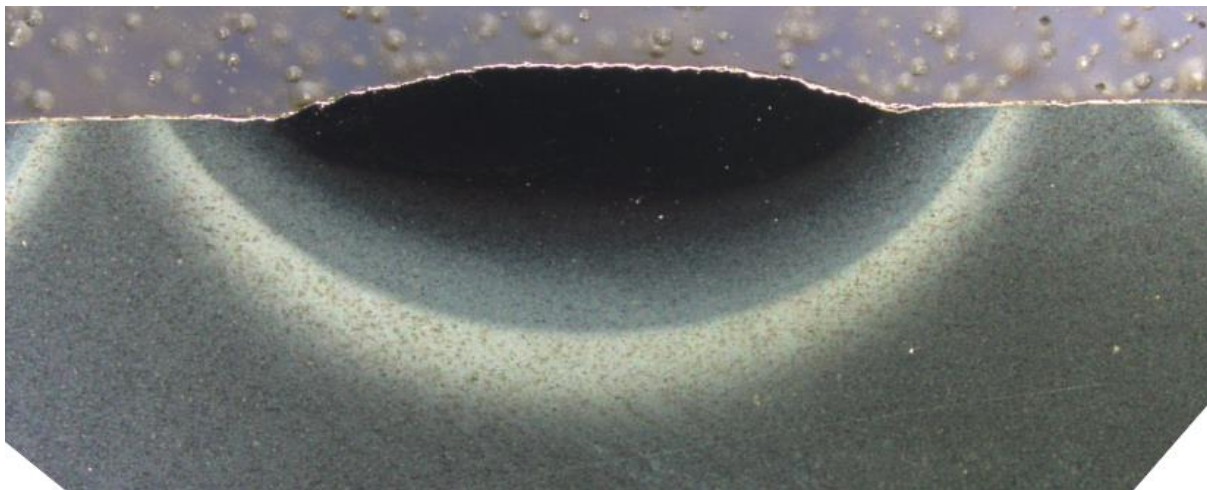
(A mikroszkópi felvételek darabolásának következtében az ábrák szélei szabálytalanul alakultak.)

Az 1. jelű varratról készült felvétel:



4. ábra: Sztereomikroszkóppal készült felvétel az 1. jelű varratról.

Az 2. jelű varratról készült felvétel:



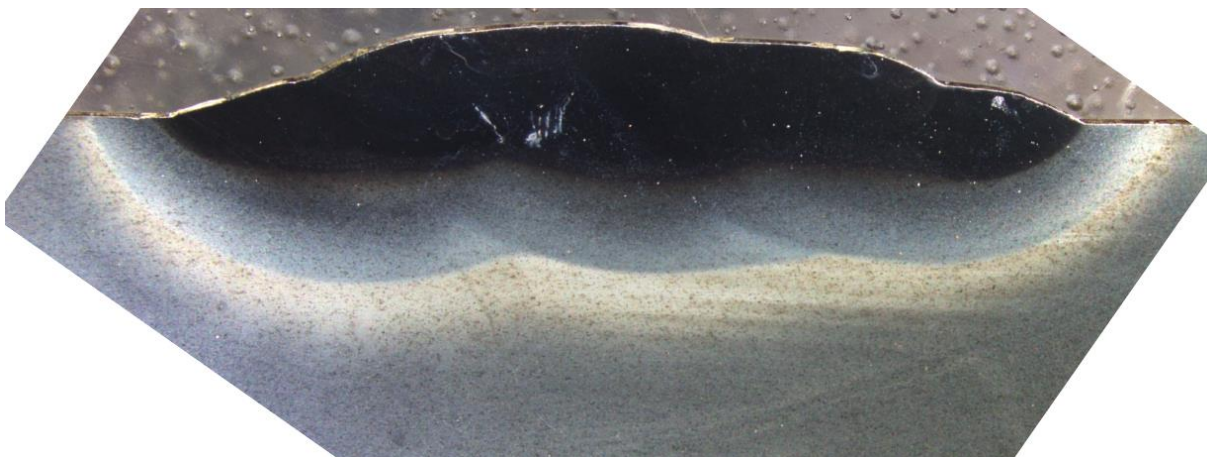
5. ábra: Sztereomikroszkóppal készült felvétel az 2. jelű varratról.

Az 3. jelű varratsorról készült felvétel:



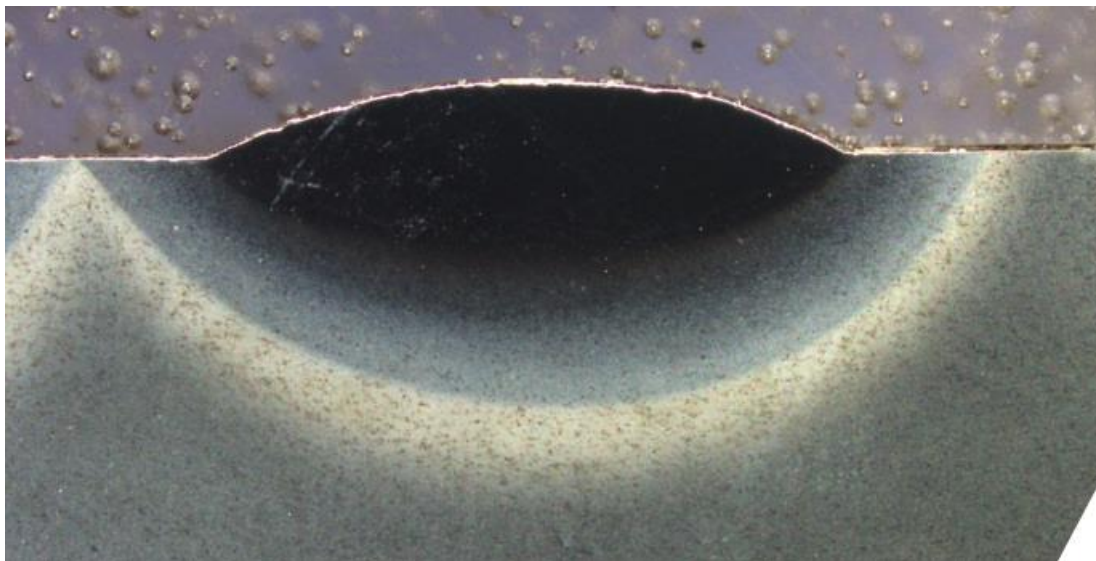
6. ábra: Sztereomikroszkóppal készült felvétel az 3. jelű varratsorról.

Az 4. jelű varratsorról készült felvétel:



7. ábra: Sztereomikroszkóppal készült felvétel az 4. jelű varratsorról.

Az 5. jelű varratról készült felvétel:



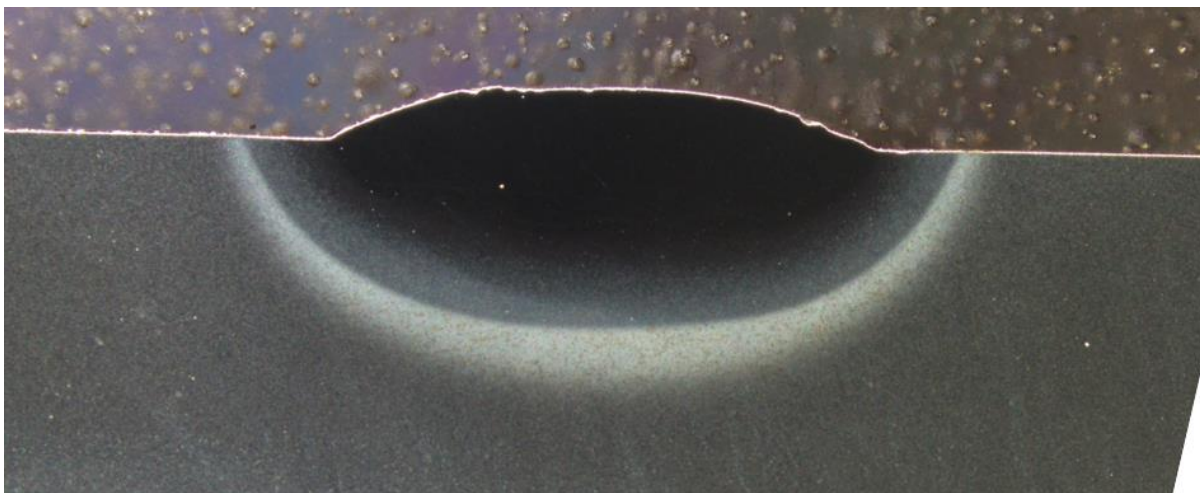
8. ábra: Sztereomikroszkóppal készült felvétel az 5. jelű varratról.

Az 6. jelű varratsorról készült felvétel:



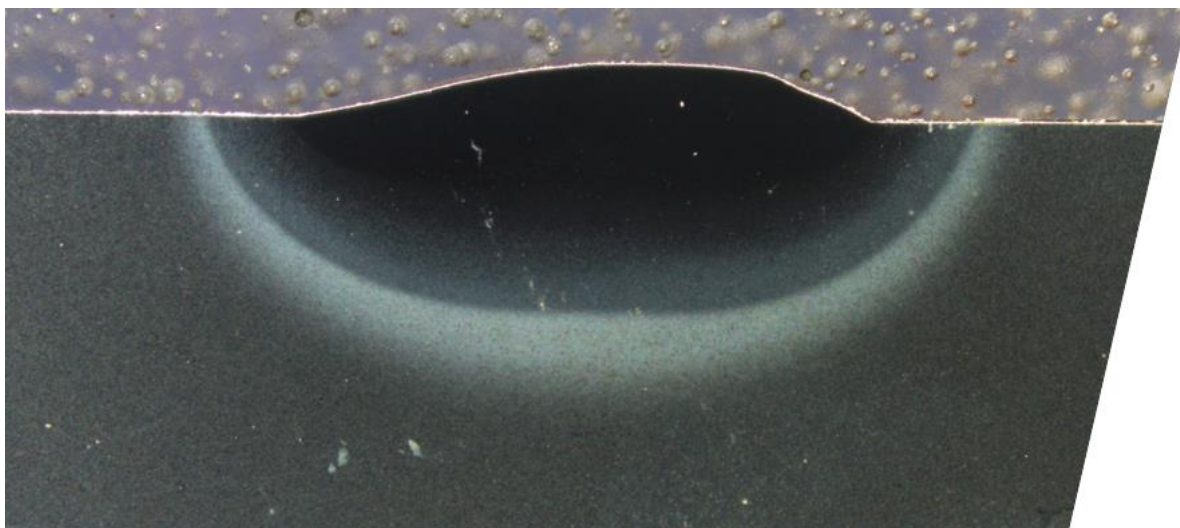
9. ábra: Sztereomikroszkóppal készült felvétel az 6. jelű varratsorról.

Az 7. jelű varratról készült felvétel:



10. ábra: Sztereomikroszkóppal készült felvétel az 7. jelű varratról.

Az 8. jelű varratról készült felvétel:



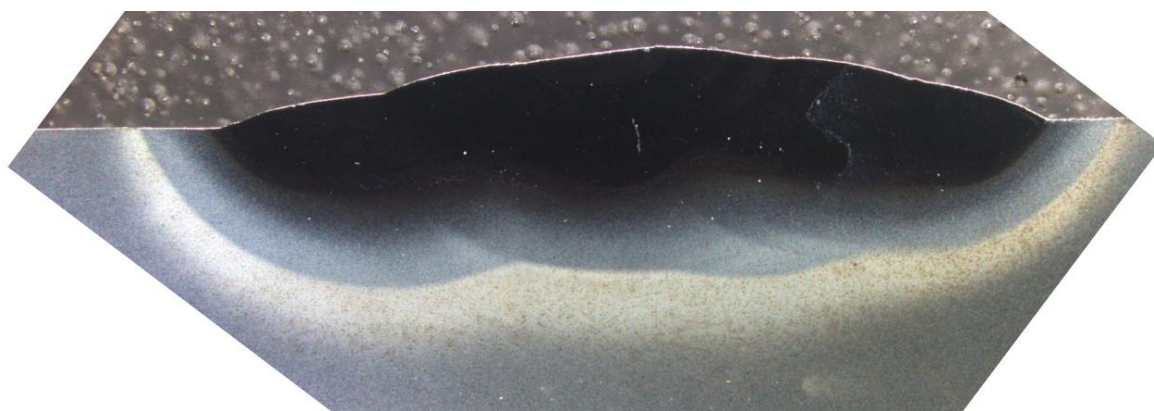
11. ábra: Sztereomikroszkóppal készült felvétel az 8. jelű varratról.

Az 9. jelű varratsorról készült felvétel:



12. ábra: Sztereomikroszkóppal készült felvétel az 9. jelű varratsorról.

Az 10. jelű varratsorról készült felvétel:



13. ábra: Sztereomikroszkóppal készült felvétel az 10. jelű varratsorról.

4.1.1. Észrevétel

A felvételeket megfigyelve, akár szabad szemmel is látni lehet, hogy a 9. és 10. minta esetében a varratfémeken belül melegrepedés keletkezett. A repedések a hegesztett kötésben nem megengedhetők, mert ridegtörés kiindulási helyei lehetnek.

A melegrepedés jellemzően a varrat középvonalában keletkezik. A repedés követi a szemcsehatárokat, tehát a repedési vonal jellegzetesen cikk-cakkos képet mutat, ahogy azt a képeken is láthatjuk. A repedés a varrat hűlése közben keletkezik, tehát ha kellően nagy, a hegesztő látja a repedést, az nem maradhat észrevétlen [17]. Az elmélet szerint akkor keletkezik melegrepedés, ha a hűlés során a fém zsugorodásából adódó alakváltozás nagyobb, mint amit a repedés nélkül el tud viselni. „Ezt a folyamatot erősíti, ha a kristályosodás során dúsulások jönnek létre, melyek a még olvadék fázis összetételét egy eutektikus összetétel felé tolják el, mert így az ötvözet olvadáspontja jelentősen lecsökken. Melegrepedés keletkezésekor ellenőrizni kell az anyagok tisztaságát, mert bizonyos szennyezők jelentősen növelik a melegrepedés veszélyét.” [14] Meg kell győződni a helyes hozaganyag választásról, bár esetünkben mindkét hozaganyagnál fellépett a jelenség, jól látható, hogy a 1.2606 hozaganyaggal hegesztett varraton kisebb méretű repedés keletkezett. Valószínűleg a hozaganyag Cr, Mo ötvözője okozta ezt az eltérést, ugyanis ezek az ötvözők kellő mennyiségben azonnali feszültségmentesítést idéznek elő a varratban. A technológiai paramétereket pedig úgy kell megváltoztatni, hogy a hőbevitel értéke csökkenjen, mert az csökkenti a melegrepedés esélyét. Valószínűleg erre az okra lehet visszavezetni a repedések keletkezését, ugyanis egysoros varrat esetén nem észlelhető semmilyen anyagihiányosság vagy repedés még mikroszkóppal sem. Többsoros varrat készítés esetén a varratokat egymás után hozzák létre, így lokálisan itt jelentősebb hőbevitel történik, mint egy egysoros varratsor létrehozásakor.

4.2. Keménységmérési eredmények

A keménységmérést egy Buehler 1105 mikrokeménység mérő gépen végeztem. A keménységértékeket Vickers keménységként 10 N terheléssel és 5 s mérési idővel mértem (HV10), aminek szabványos jelölése: HV/1.02/5 (Vickers-keménységérték/terhelőerő (kp)/mérési időtartam (s)). A továbbiakban reprezentatív ábrákon bemutatom az egyes keménységtérképeket. Az 1.2379 jelű szerszámacél keménységét több helyen megmértem az alapfémekben és számtani átlagot számoltam a kapott értékekből, ez 701 ± 17 HV-re adódott, a 8. táblázatban feltüntetett mérési eredmények alapján, a továbbiakban ez szolgált viszonyítási alapként.

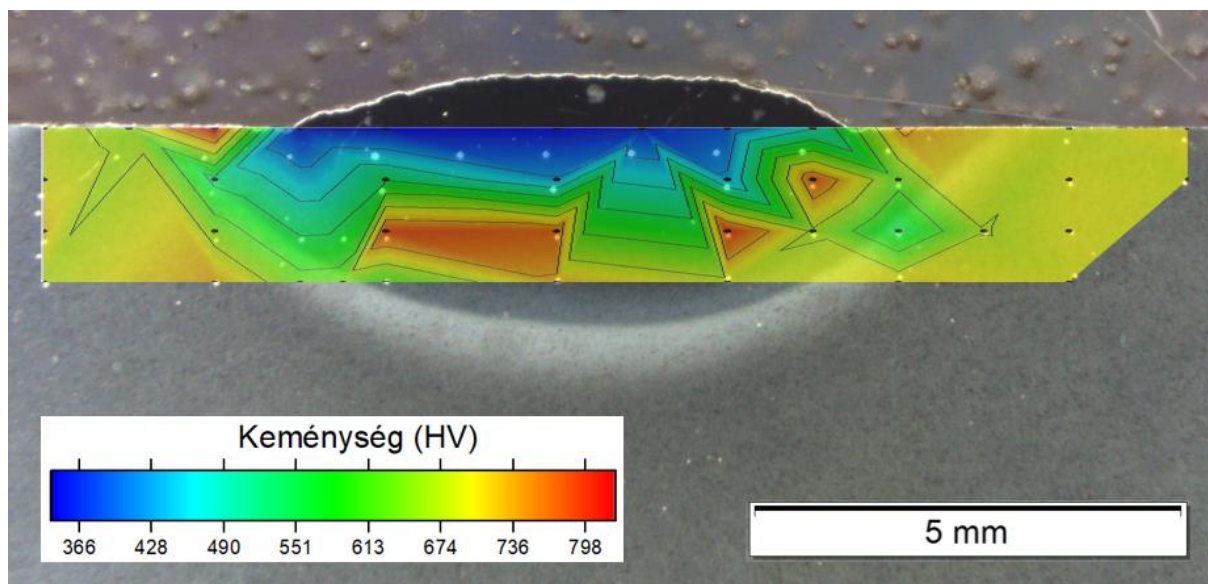
Mérési pontok sorszáma	Keménységérték (HV10)
1.	695
2.	723
3.	683
4.	724
5.	719
6.	685
7.	692
8.	694
9.	679
10.	712
<i>Átlag</i>	<i>701</i>
<i>Szórás</i>	<i>17</i>

8. táblázat: Alapfémekben mért keménység.

4.3. Keménységtérképek

A következőkben az egyes varratok keménységtérképe látható, amit a mért adatok alapján az OriginPro program segítségével állítottam össze, valamint a varratban mért keménységértékek főbb jellemzőit táblázatba foglalva.

Az 1. jelű minta keménységtérképe és adatai:

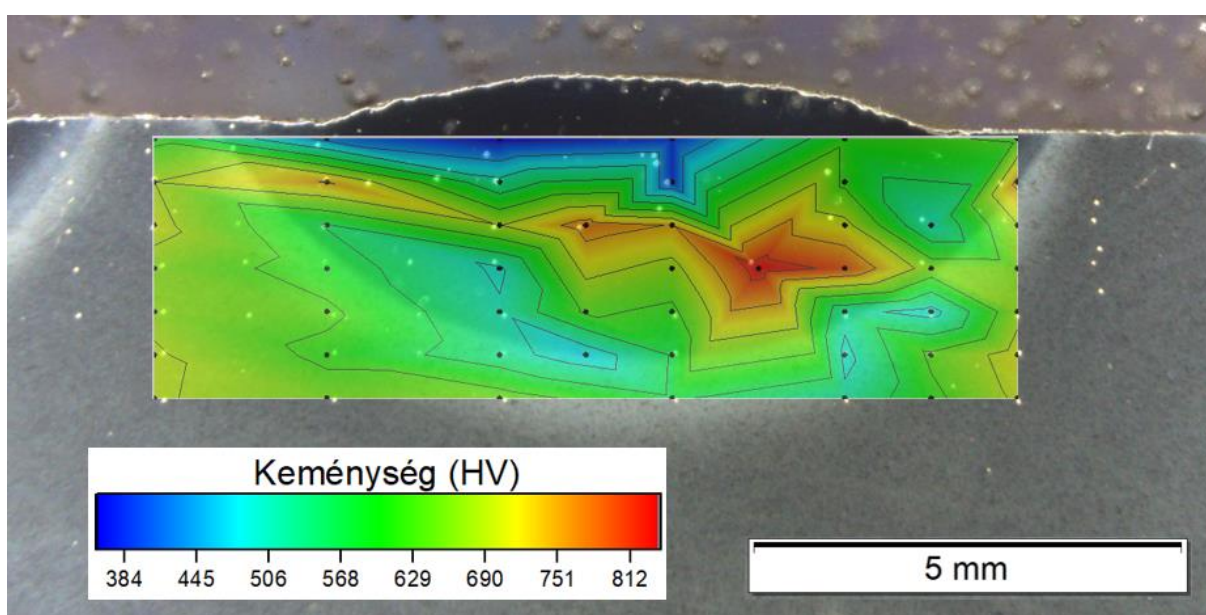


14. ábra: 1. jelű minta keménységtérképe.

Mért pontok száma	39
Minimum	345
Maximum	822
Átlag	628
Szórás	137
Medián	680

9. táblázat: 1. jelű minta keménységére jellemző számértékek

Az 2. jelű minta keménységtérképe és adatai:

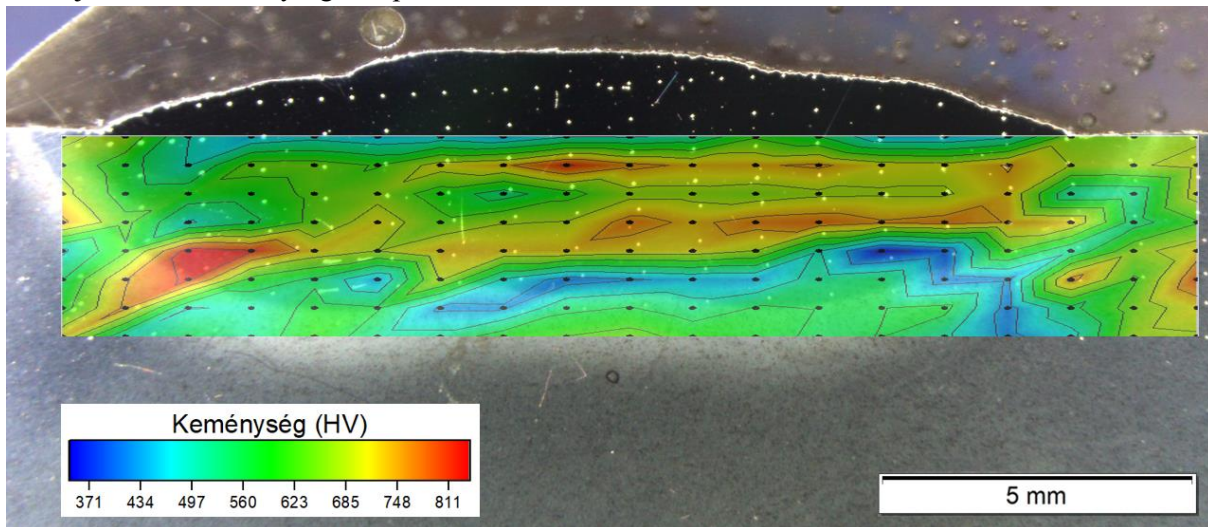


15. ábra: 2. jelű minta keménységtérképe.

Mért pontok száma	51
Minimum	362
Maximum	836
Átlag	617
Szórás	108
Medián	638

10. táblázat: 2. jelű minta keménységére jellemző számértékek.

Az 3. jelű minta keménységtérképe és adatai:

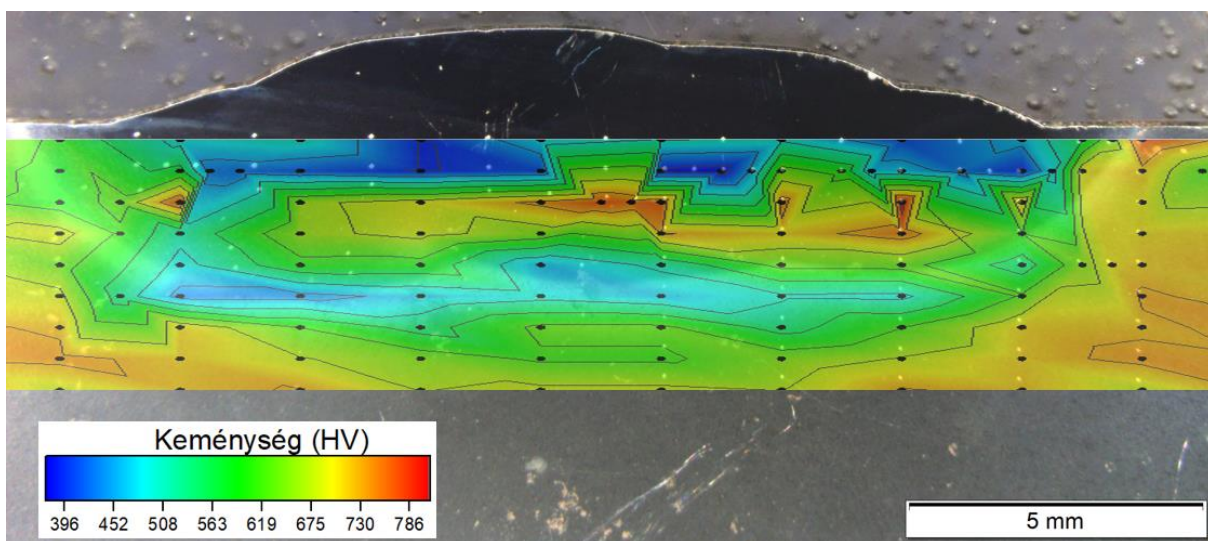


16. ábra: 3. jelű minta keménységtérképe.

Mért pontok száma	152
Minimum	349
Maximum	836
Átlag	610
Szórás	113
Medián	615

11. táblázat: 3. jelű minta keménységére jellemző számértékek.

Az 4. jelű minta keménységtérképe és adatai:

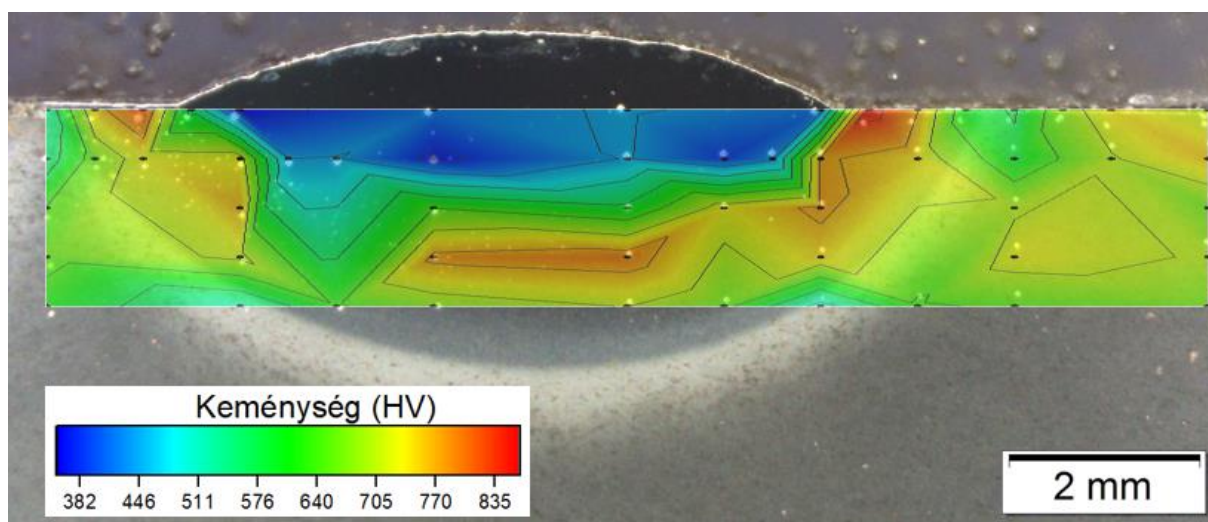


17. ábra: 4. jelű minta keménységtérképe

Mért pontok száma	127
Minimum	376
Maximum	808
Átlag	606
Szórás	114
Medián	633

12. táblázat: 4. jelű minta keménységére jellemző számértékek.

Az 5. jelű minta keménységtérképe és adatai:

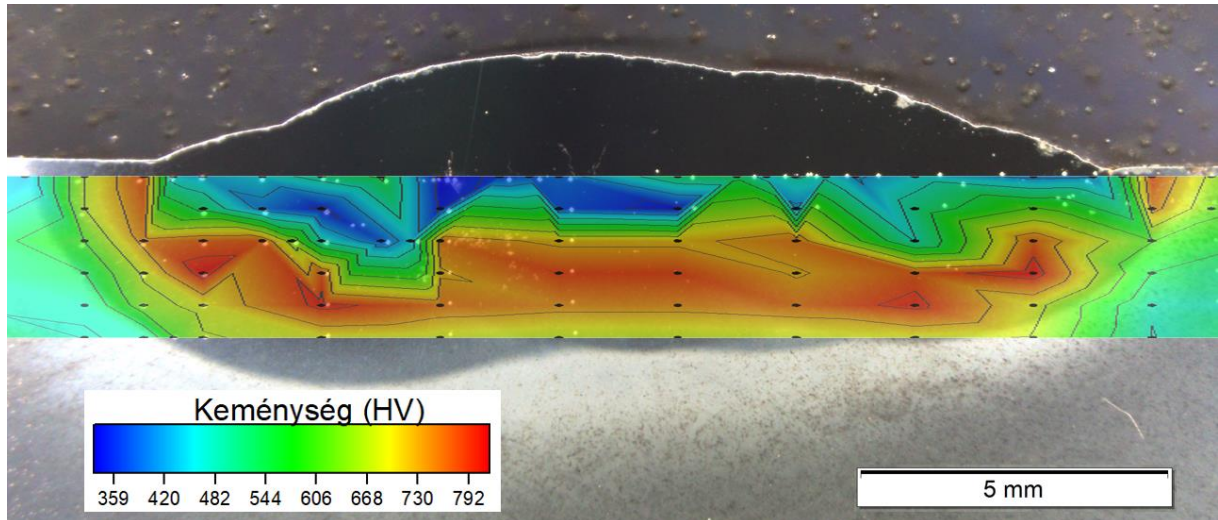


18. ábra: 5. jelű minta keménységtérképe.

Mért pontok száma	55
Minimum	359
Maximum	860
Átlag	634
Szórás	129
Medián	658

13. táblázat: 5. jelű minta keménységére jellemző számértékek.

Az 6. jelű minta keménységtérképe és adatai:

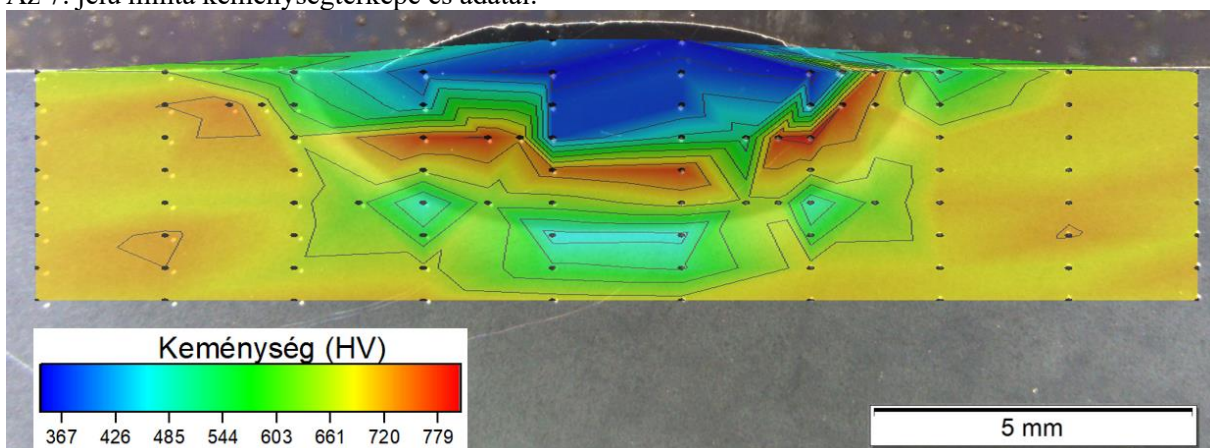


19. ábra: 6. jelű minta keménységtérképe.

Mért pontok száma	97
Minimum	336
Maximum	816
Átlag	585
Szórás	148
Medián	579

14. táblázat: 6. jelű minta keménységére jellemző számértékek.

Az 7. jelű minta keménységtérképe és adatai:

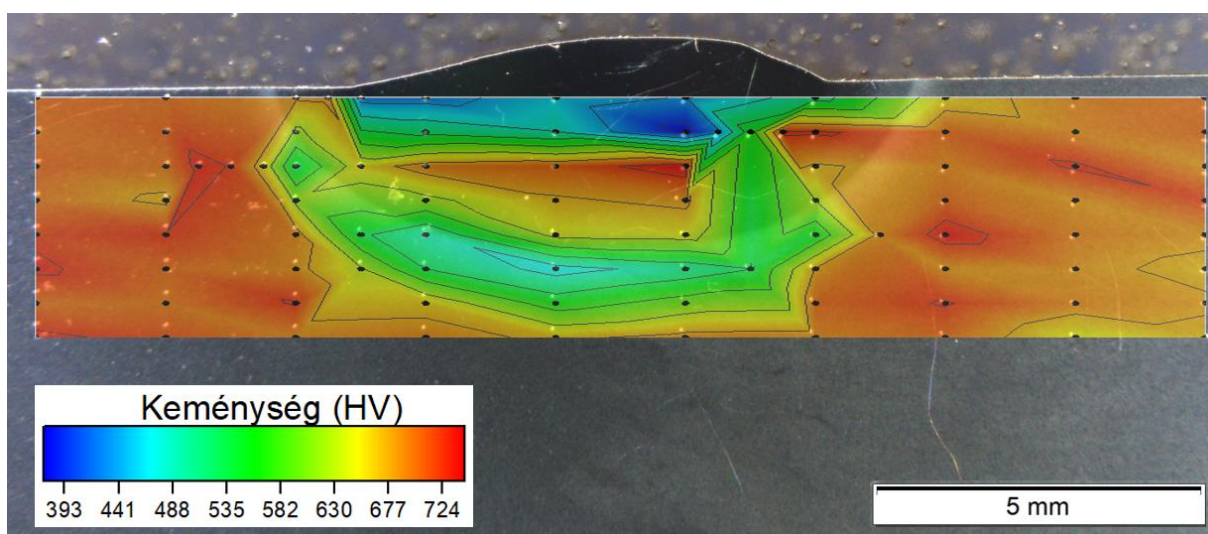


20. ábra: 7. jelű minta keménységtérképe.

Mért pontok száma	98
Minimum	346
Maximum	802
Átlag	636
Szórás	117
Medián	688

15. táblázat: 7. jelű minta keménységére jellemző számértékek.

Az 8. jelű minta keménységtérképe és adatai:

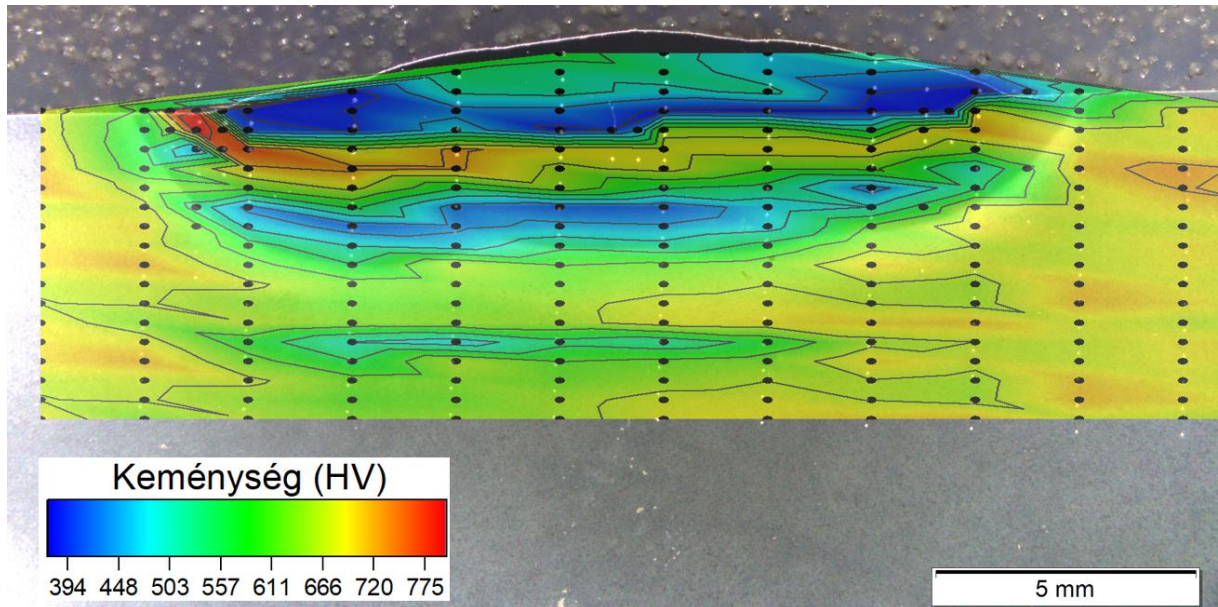


21. ábra: 8. jelű minta keménységtérképe.

Mért pontok száma	93
Minimum	376
Maximum	743
Átlag	649
Szórás	87
Medián	686

16. táblázat: 8. jelű minta keménységére jellemző számértékek.

Az 9. jelű minta keménységtérképe és adatai:

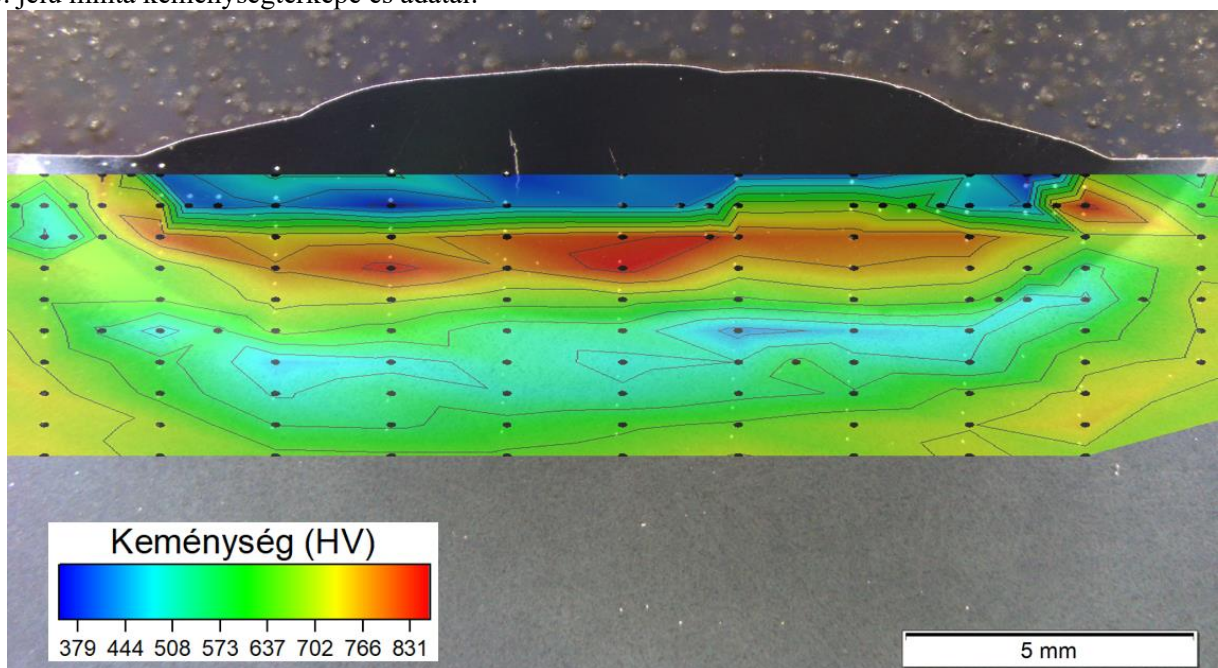


22. ábra: 9. jelű minta keménységtérképe.

Mért pontok száma	258
Minimum	374
Maximum	795
Átlag	602
Szórás	104
Medián	638

17. táblázat: 9. jelű minta keménységére jellemző számértékek.

Az 10. jelű minta keménységtérképe és adatai:



23. ábra: 10. jelű minta keménységtérképe.

Mért pontok száma	161
Minimum	356
Maximum	856
Átlag	618
Szórás	122
Medián	648

18. táblázat: 10. jelű minta keménységére jellemző számértékek.

5. Eredmények értékelése

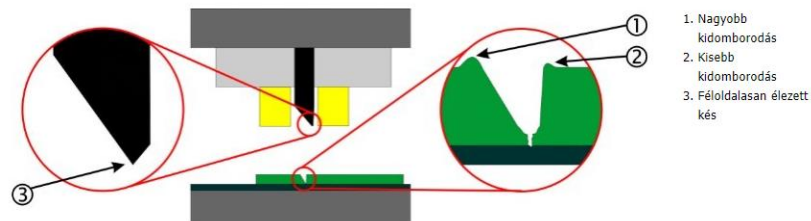
A mért értékeket összevetve látható, hogy a közel alapanyagazonos 1.2606 hozaganyag alkalmazásával kedvezőbb eredmények érhetők el, ugyanis legtöbb esetben nő a minimális keménység, ezáltal a csökken az esélye a repedéskeletkezésnek és anyagkárosodásnak a legkisebb keménységű helyen, emellett a maximális keménység több esetben megnő és csökken az értékek szórása. Az is látható, hogy a hegesztés előtti felülettisztítás hiánya csökkenti a minimum keménységet és növeli a szórások értékét.

6. Összefoglalás

Ebben a dolgozatban az stancolószerszámok javítóhegesztésének különböző körülményeit vizsgáltam. A szakirodalmi áttekintés során megismertem a hidegalakító szerszámacélok tulajdonságait, ennek és a bevezetett új szerszámacél tulajdonságainak ismeretében hegesztési kísérleteket terveztem. A kísérleti eredmények azt igazolták, hogy az előmelegítés, hozaganyag típusa és a felület tisztasága jelentős hatással van a javítóhegesztésre, ami megegyezik a szakirodalomban olvasottakkal. A 1.2606 hozaganyag alkalmazásával a következőket tapasztaltam: a minimum keménység értéke +2%-kal, szórásának nagysága -3%-kal változik, ezért a két vizsgált hozaganyag közül mindenképp az anyagazonos hozaganyag használata előnyösebb, ahogy azt az eredmények is alátámasztották. A kísérlet során vizsgált előmelegítési hőmérsékletet alkalmazása egyáltalán nem ajánlatos, a repedéskeletkezés miatt, viszont ennek további vizsgálatát javaslom, mert alkalmazásával homogénebb keménységeloszlás jönne létre, ami a mostani vizsgálat során is igazolódott, esetünkben -6,8%-kal csökkent a keménység szórása. Összességében a kísérletsorozat eredményesnek mondható, ugyanis kaptunk egy alapvető képet az acél hegeszthetőségéről és annak viselkedéséről, ami jó alapot adhat további fejlesztésekhez, kutatásokhoz. Bár sok összehasonlítás történt, nem volt teljes körű a vizsgálat. Az előmelegített munkadarabon tapasztalt repedést és a körülötte lévő szövetszerkezetet érdemes lenne tovább vizsgálni, valamint további kísérletet végezni kisebb előmelegítési hőmérséklettel, ahogyan azt a szakirodalom is ajánlja, valamint érdemes lenne az utólagos hőkezeléseket kipróbálni és megvizsgálni az azzal elért eredményeket.

7. Javaslat

Az irodalomkutatásban a *stancszerszámok* vizsgálata során arra jutottam, hogy a szerszám élettartalmán javíthat, ha a 28. ábra alapján aszimmetrikus, féloldalra élezett késeket terveznének, ugyanis így csak a termék felületén van pontos megmunkálás, a leválasztott anyag vágási felülete és minősége rosszabb, de nekünk ennek minősége közömbös [18]. Emellett külső cég által végzett külön erre a célra kifejlesztett plazma-diffúziós eljárással felvitt keménybevonat létrehozásával minimálisra csökkenthető a kopás és a karbantartási idő akár 65%-os csökkenését is eredményezheti [19].



24. ábra: Féloldalra élezett vágószerszám vázlata [18].

8. Források

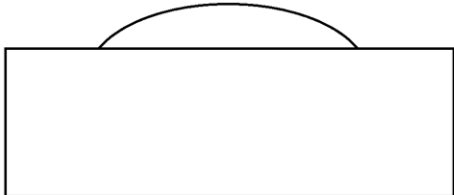
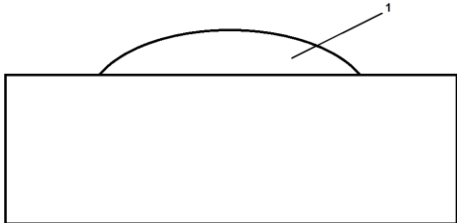
- [1] BME Anyagtudomány és Technológia Tanszék gépészmérnöki képzés során kiadott oktatási segédletei
- [2] Dr. Szunyogh László: Hegesztés és rokon technológiák Kézikönyv, Gépipari Tudományos Egyesület Budapest, 2007
- [3] Uzonyi Sándor: Additiv gyártás alkalmazása a robotos kovácsszerszám-javításban, Szakmérnöki dolgozat, BME
- [4] Mozsáry Dániel: Böhler W350 ISOBLOC típusú, nyomásos öntési célra használt szerszámacél javítóhegesztése, Diplomamunka, BME GPK Anyagtudomány és Technológia Tanszék
- [5] Dr. Dogossy Gábor: Mérnöki anyagok, Szerszámacélok
http://www.sze.hu/~hargitai/Anyagvizsgalat%202012/7_hegeszthetoseg_2012.pdf
- [6] Csizmazia Ferencné dr.: SZERSZÁMANYAGOK ÉS KEZELÉSÜK AJ38_GE Kézirat
- [7] <https://kesalapanyag.hu/d2-1-2379-k110-kesacelok>
- [8] ThyssenKrupp Ferroglobus: Hidegalakító szerszámacélok
- [9] <https://www.boehler.hu/hu/products/k110/> (2022.12.15.)
- [10] <https://hu.emilymetal.com/1-2379-d2-cold-work-tool-steel.html>
- [11] https://www.fushunspecialsteel.com/1-2379-cold-work-mould-steel-bars-with-ansi-d2-steel-grade/?gclid=Cj0KCQjwlK-WBhDjARIsAO2sErQ6LelOHbXm-nZnOJs-XioqnMGgSuyOKfd1Qi-8yUF0qZ8-sg_GtoaAp03EALw_wcB
- [12] Böhler: Welding in tool making
https://www.voestalpine.com/highperformancemetals/australia/app/uploads/sites/72/2018/05/BW140_E_Welding_in_tool_making.pdf
- [13] [https://www.haea.gov.hu/web/v3/oahportal.nsf/ACA1C323EB58E62DC1257BE9002CD900/\\$File/A3.30v1_v%C3%A9gleges.pdf](https://www.haea.gov.hu/web/v3/oahportal.nsf/ACA1C323EB58E62DC1257BE9002CD900/$File/A3.30v1_v%C3%A9gleges.pdf)
- [14] <https://adoc.pub/queue/hegesztes-1-bevezetes-hegesztes-elmeleti-alapjai.html>
- [15] <https://www.boehler.hu/hu/products/w300isobloc/>
- [16] <https://dratec.de/wp-content/uploads/2022/08/DRATEC-Handbuch.pdf>
- [17] Meiszterics Zoltán: Hegeszthetőség, fontosabb hegesztési szabványok,
https://witch.mik.pte.hu/oktatas/Tanszeki_anyagok/Gepeszmernok_Tanszek/Meiszterics_Zoltan/Hegeszt%E9s/El%E5ad%E1s%20anyagok/Hegeszt%E9s%2001%20Hegeszthet%E5s%E9g.pdf
- [18] <https://www.paperfox.hu/stancolas---tippek,-truekkoek,-tudnivalok.html>
- [19] Oerlikon Balzers: BALINIT és BALITHERM bevontatok katalógus
- [20] Voestalpine: Welding in toolmaking industry

9. Mellékletek (PWPS)

A következő oldalakon csatolva megtalálható az összes próbatest Előzetes Gyártói Hegesztési Utasítása (PWPS).

Előzetes Gyártói Hegesztési Munkarend (PWPS)

(MSZ EN ISO 15609-1:2005 szerint)

Gyártó: Szemán Ákos A kötés és varrat típusa: hernyóvarrat Az élellőkészítés részletei: Szikraforgácsolást követő fémtiszta felület	Az élellőkészítés módja: tisztítás Az alapanyag típusa: 1.2379 Anyagvastagság: 14,9 mm Hegesztési helyzet: PA
A kötés kialakítása	Varratfelépítés
	

Hegesztéstechnológiai adatok:

Varratsor sorszáma	Hegesztési eljárás sz. jele	A hozag- anyag mérete	Áramerősség (A)	Feszültség (V)	Áramnem és polaritás	Huzalelőtolási sebesség (m/min)	Hegesztési sebesség (cm/min)	Hőbevitel (kJ/mm)
1	141	1,2	100	20	DC-	-	18	0,4

A hozaganyag megnevezése és szabványos jele: 1.2343

Száritás: Nincs előírva

Védőgáz megnevezése: 4.6 Ar

Átáramló gázmennyiség hegfürdővédelem: 15 l/min

Átáramló gázmennyiség gyökvédelem: -

Fedőpor megnevezése: Nincs előírva

Hegfürdővédelem: Nincs előírva

Gyökvédelem: Nincs előírva

A volfrámelektroda típusa és átmérője: WC20; Ø 2,4 mm

A gyökfaragás/hegfürdő-megtámasztás részletei: Nincs előírva

Előmelegítési hőmérséklet: Nincs előírva

A hegesztés előtti hőntartási idő: Nincs előírva

Közbenső hőmérséklet: Nincs előírva

Hegesztés utáni hevítés: Nincs előírva

Hegesztés utáni hőkezelés és/vagy öregítés: Nincs

(Idő, hőmérséklet, módszer: Szobahőmérséklet (~26 °C))

Felmelegítési és lehűtési sebesség *): Nincs előírva

Egyéb információk

Az impulzushegesztés adatai: -

Anyagátvitel módja: -

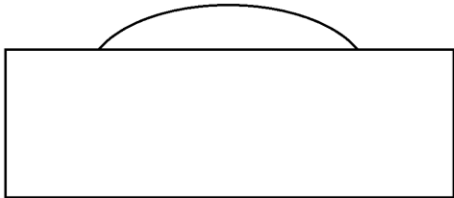
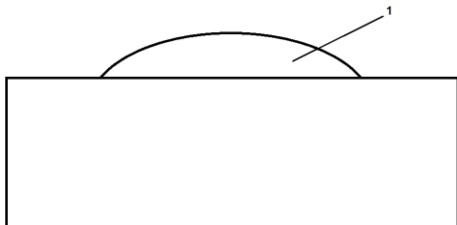
Áramátadó-munkadarab távolság: -

Szemán Ákos, 2022.07.20.

(név, aláírás, dátum)

Előzetes Gyártói Hegesztési Munkarend (PWPS)

(MSZ EN ISO 15609-1:2005 szerint)

Gyártó: Szemán Ákos A kötő és varrat típusa: hernyóvarrat Az élellőkészítés részletei: Szikraforgácsolást követő fémtiszta felület	Az élellőkészítés módja: tisztítás Az alapanyag típusa: 1.2379 Anyagvastagság: 14,9 mm Hegesztési helyzet: PA
A kötés kialakítása	Varratfelépítés
	

Hegesztéstechnológiai adatok:

Varratsor sorszáma	Hegesztési eljárás sz. jele	A hozag- anyag mérete	Áramerősség (A)	Feszültség (V)	Áramnem és polaritás	Huzalelőtolási sebesség (m/min)	Hegesztési sebesség (cm/min)	Hőbevitel (kJ/mm)
1	141	2	100	20	DC-	-	18	0,4

A hozaganyag megnevezése és szabványos jele: 1.2606

Száritás: Nincs előírva

Védőgáz megnevezése: 4.6 Ar

Átáramló gázmennyiség hegfürdővédelem: 15 l/min

Átáramló gázmennyiség gyökvédelem: -

Fedőpor megnevezése: Nincs előírva

Hegfűrdővédelem: Nincs előírva

Gyökvédelem: Nincs előírva

A volfrámelektroda típusa és átmérője: WC20; Ø 2,4 mm

A gyökfaragás/hegfűrdő-megtámasztás részletei: Nincs előírva

Előmelegítési hőmérséklet: Nincs előírva

A hegesztés előtti hőntartási idő: Nincs előírva

Közberső hőmérséklet: Nincs előírva

Hegesztés utáni hevítés: Nincs előírva

Hegesztés utáni hőkezelés és/vagy öregítés: Nincs

(Idő, hőmérséklet, módszer: Szobahőmérséklet (~26 °C))

Felmelegítési és lehűtési sebesség *): Nincs előírva

Egyéb információk

Az impulzushegesztés adatai: -

Anyagátvitel módja: -

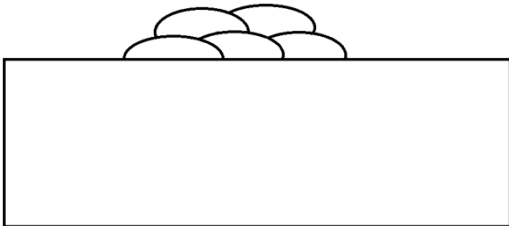
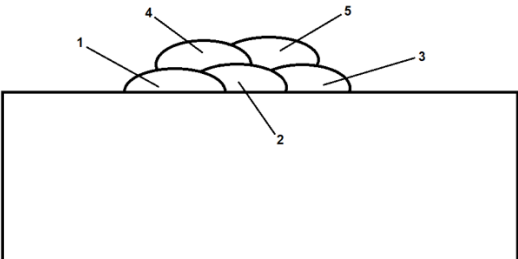
Áramátadó-munkadarab távolság: -

Szemán Ákos, 2022.07.20.

(név, aláírás, dátum)

Előzetes Gyártói Hegesztési Munkarend (PWPS)

(MSZ EN ISO 15609-1:2005 szerint)

Gyártó: Szemán Ákos A kötés és varrat típusa: hernyóvarrat Az élellőkészítés részletei: Szikraforgácsolást követő fémtiszta felület	Az élellőkészítés módja: tisztítás Az alapanyag típusa: 1.2379 Anyagvastagság: 14,9 mm Hegesztési helyzet: PA
A kötés kialakítása	Varratfelépítés
	

Hegesztéstechnológiai adatok:

Varratsor sorszáma	Hegesztési eljárás sz. jele	A hozag- anyag mérete	Áramerősség (A)	Feszültség (V)	Áramnem és polaritás	Huzalelőtolási sebesség (m/min)	Hegesztési sebesség (cm/min)	Hőbevitel (kJ/mm)
1	141	1,2	100	20	DC-	-	18	0,4
2	141	1,2	100	20	DC-	-	18	0,4
3	141	1,2	100	20	DC-	-	18	0,4
4	141	1,2	100	20	DC-	-	18	0,4
5	141	1,2	100	20	DC-	-	18	0,4

A hozaganyag megnevezése és szabványos jele: 1.2343

Száritás: Nincs előírva

Védőgáz megnevezése: 4.6 Ar

Átáramló gázmennyiség hegfürdővédelem: 15 l/min

Átáramló gázmennyiség gyökvédelem: -

Fedőpor megnevezése: Nincs előírva

Hegfűrdővédelem: Nincs előírva

Gyökvédelem: Nincs előírva

A volfrámelektroda típusa és átmérője: WC20; Ø 2,4 mm

A gyökfaragás/hegfűrdő-megtámasztás részletei: Nincs előírva

Előmelegítési hőmérséklet: Nincs előírva

A hegesztés előtti hőntartási idő: Nincs előírva

Közbenő hőmérséklet: Nincs előírva

Hegesztés utáni hevítés: Nincs előírva

Hegesztés utáni hőkezelés és/vagy öregítés: Nincs

(Idő, hőmérséklet, módszer: Szobahőmérséklet (~26 °C))

Felmelegítési és lehűtési sebesség *): Nincs előírva

Egyéb információk

Az impulzushegesztés adatai: -

Anyagátvitel módja: -

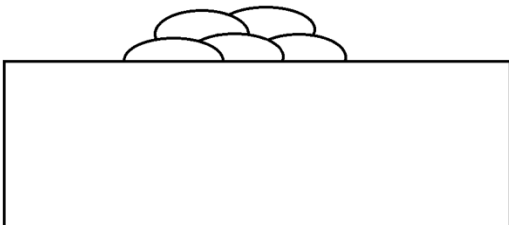
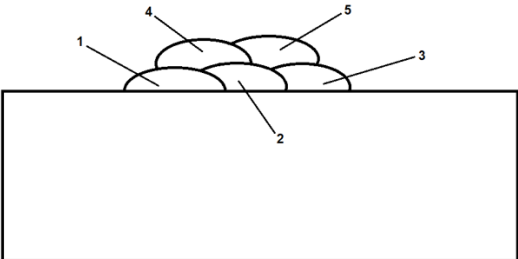
Áramátadó-munkadarab távolság: -

Szemán Ákos, 2022.07.20.

(név, aláírás, dátum)

Előzetes Gyártói Hegesztési Munkarend (PWPS)

(MSZ EN ISO 15609-1:2005 szerint)

Gyártó: Szemán Ákos A kötés és varrat típusa: hernyóvarrat Az élellőkészítés részletei: Szikraforgácsolást követő fémtiszta felület	Az élellőkészítés módja: tisztítás Az alapanyag típusa: 1.2379 Anyagvastagság: 14,9 mm Hegesztési helyzet: PA
A kötés kialakítása	Varratfelépítés
	

Hegesztéstechnológiai adatok:

Varratsor sorszáma	Hegesztési eljárás sz. jele	A hozag- anyag mérete	Áramerősség (A)	Feszültség (V)	Áramnem és polaritás	Huzalelőtolási sebesség (m/min)	Hegesztési sebesség (cm/min)	Hőbevitel (kJ/mm)
1	141	2	100	20	DC-	-	18	0,4
2	141	2	100	20	DC-	-	18	0,4
3	141	2	100	20	DC-	-	18	0,4
4	141	2	100	20	DC-	-	18	0,4
5	141	2	100	20	DC-	-	18	0,4

A hozaganyag megnevezése és szabványos jele: 1.2606

Száritás: Nincs előírva

Védőgáz megnevezése: 4.6 Ar

Átáramló gázmennyiség hegfürdővédelem: 15 l/min

Átáramló gázmennyiség gyökvédelem: -

Fedőpor megnevezése: Nincs előírva

Hegfürdővédelem: Nincs előírva

Gyökvédelem: Nincs előírva

A volfrámelektroda típusa és átmérője: WC20; Ø 2,4 mm

A gyökfaragás/hegfürdő-megtámasztás részletei: Nincs előírva

Előmelegítési hőmérséklet: Nincs előírva

A hegesztés előtti hőntartási idő: Nincs előírva

Közbenső hőmérséklet: Nincs előírva

Hegesztés utáni hevítés: Nincs előírva

Hegesztés utáni hőkezelés és/vagy öregítés: Nincs

(Idő, hőmérséklet, módszer: Szobahőmérséklet (~26 °C))

Felmelegítési és lehűtési sebesség *): Nincs előírva

Egyéb információk

Az impulzushegesztés adatai: -

Anyagátvitel módja: -

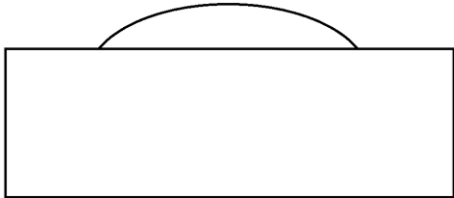
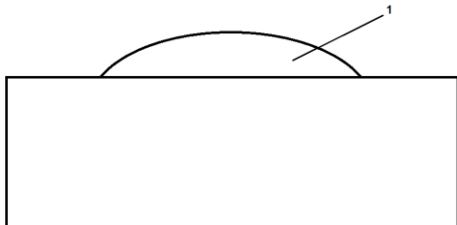
Áramátadó-munkadarab távolság: -

Szemán Ákos, 2022.07.20.

(név, aláírás, dátum)

Előzetes Gyártói Hegesztési Munkarend (PWPS)

(MSZ EN ISO 15609-1:2005 szerint)

Gyártó: Szemán Ákos A kötés és varrat típusa: hernyóvarrat Az élellőkészítés részletei: Nincs előírva	Az élellőkészítés módja: Nincs előírva Az alapanyag típusa: 1.2379 Anyagvastagság: 14,9 mm Hegesztési helyzet: PA
A kötés kialakítása	Varratfelépítés
	

Hegesztéstechnológiai adatok:

Varratsor sorszáma	Hegesztési eljárás sz. jele	A hozag-anyag mérete	Áramerősség (A)	Feszültség (V)	Áramnem és polaritás	Huzalelőtolási sebesség (m/min)	Hegesztési sebesség (cm/min)	Hőbevitel (kJ/mm)
1	141	2	100	20	DC-	-	18	0,4

A hozaganyag megnevezése és szabványos jele: 1.2606

Száritás: Nincs előírva

Védőgáz megnevezése: 4.6 Ar

Átáramló gázmennyiség hegfürdővédelem: 15 l/min

Átáramló gázmennyiség gyökvédelem: -

Fedőpor megnevezése: Nincs előírva

Hegfürdővédelem: Nincs előírva

Gyökvédelem: Nincs előírva

A volfrámelektroda típusa és átmérője: WC20; Ø 2,4 mm

A gyökfaragás/hegfürdő-megtámasztás részletei: Nincs előírva

Előmelegítési hőmérséklet: Nincs előírva

A hegesztés előtti hőtartási idő: Nincs előírva

Közbenső hőmérséklet: Nincs előírva

Hegesztés utáni hevítés: Nincs előírva

Hegesztés utáni hőkezelés és/vagy öregítés: Nincs

(Idő, hőmérséklet, módszer: Szobahőmérséklet (~26 °C))

Felmelegítési és lehűtési sebesség *): Nincs előírva

Egyéb információk

Az impulzushegesztés adatai: -

Anyagátvitel módja: -

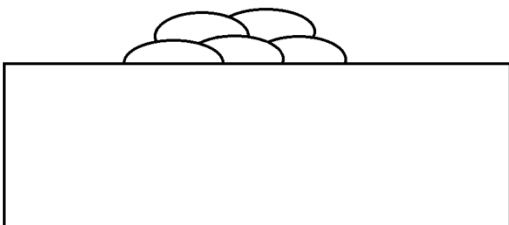
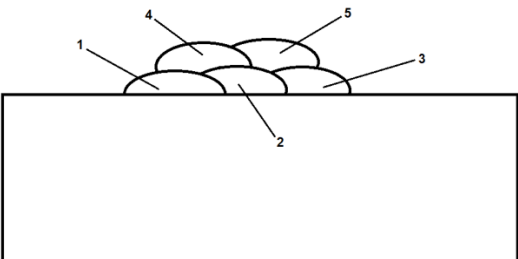
Áramátadó-munkadarab távolság: -

Szemán Ákos, 2022.07.20.

(név, aláírás, dátum)

Előzetes Gyártói Hegesztési Munkarend (PWPS)

(MSZ EN ISO 15609-1:2005 szerint)

Gyártó: Szemán Ákos A kötés és varrat típusa: hernyóvarrat Az élellőkészítés részletei: Nincs előírva	Az élellőkészítés módja: Nincs előírva Az alapanyag típusa: 1.2379 Anyagvastagság: 14,9 mm Hegesztési helyzet: PA
A kötés kialakítása	Varratfelépítés
	

Hegesztéstechnológiai adatok:

Varratsor sorszáma	Hegesztési eljárás sz. jele	A hozag- anyag mérete	Áramerősség (A)	Feszültség (V)	Áramnem és polaritás	Huzalelőtolási sebesség (m/min)	Hegesztési sebesség (cm/min)	Hőbevitel (kJ/mm)
1	141	2	100	20	DC-	-	18	0,4
2	141	2	100	20	DC-	-	18	0,4
3	141	2	100	20	DC-	-	18	0,4
4	141	2	100	20	DC-	-	18	0,4
5	141	2	100	20	DC-	-	18	0,4

A hozaganyag megnevezése és szabványos jele: 1.2606

Száritás: Nincs előírva

Védőgáz megnevezése: 4.6 Ar

Átáramló gázmennyiség hegfürdővédelem: 15 l/min

Átáramló gázmennyiség gyökvédelem: -

Fedőpor megnevezése: Nincs előírva

Hegfürdővédelem: Nincs előírva

Gyökvédelem: Nincs előírva

A volfrámelektroda típusa és átmérője: WC20; Ø 2,4 mm

A gyökfaragás/hegfürdő-megtámasztás részletei: Nincs előírva

Előmelegítési hőmérséklet: Nincs előírva

A hegesztés előtti hőtartási idő: Nincs előírva

Közberső hőmérséklet: Nincs előírva

Hegesztés utáni hevítés: Nincs előírva

Hegesztés utáni hőkezelés és/vagy öregítés: Nincs

(Idő, hőmérséklet, módszer: Szobahőmérséklet (~26 °C))

Felmelegítési és lehűtési sebesség *): Nincs előírva

Egyéb információk

Az impulzushegesztés adatai: -

Anyagátvitel módja: -

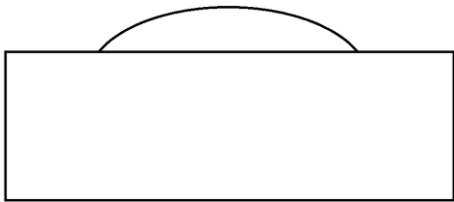
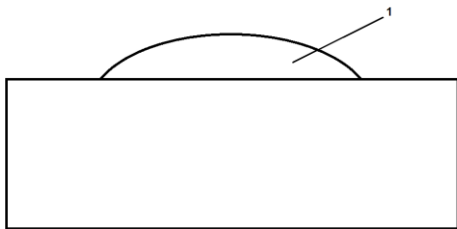
Áramátadó-munkadarab távolság: -

Szemán Ákos. 2022.07.20.

(név, aláírás, dátum)

Előzetes Gyártói Hegesztési Munkarend (PWPS)

(MSZ EN ISO 15609-1:2005 szerint)

Gyártó: Szemán Ákos A kötés és varrat típusa: hernyóvarrat Az élellőkészítés részletei: Szikraforgácsolást követő fémtiszta felület	Az élellőkészítés módja: tisztítás Az alapanyag típusa: 1.2379 Anyagvastagság: 14,9 mm Hegesztési helyzet: PA
A kötés kialakítása	Varratfelépítés
	

Hegesztéstechnológiai adatok:

Varratsor sorszáma	Hegesztési eljárás sz. jele	A hozag-anyag mérete	Áramerősség (A)	Feszültség (V)	Áramnem és polaritás	Huzalelőtolási sebesség (m/min)	Hegesztési sebesség (cm/min)	Hőbevitel (kJ/mm)
1	141	1,2	120	20	DC-	-	18	0,48

A hozaganyag megnevezése és szabványos jele: 1.2343

Száritás: Nincs előírva

Védőgáz megnevezése: 4.6 Ar

Átáramló gázmennyiség hegfürdővédelem: 15 l/min

Átáramló gázmennyiség gyökvédelem: -

Fedőpor megnevezése: Nincs előírva

Hegfürdővédelem: Nincs előírva

Gyökvédelem: Nincs előírva

A volfrámelektroda típusa és átmérője: WC20; Ø 2,4 mm

A gyökfaragás/hegfürdő-megtámasztás részletei: Nincs előírva

Előmelegítési hőmérséklet: 350 °C

A hegesztés előtti hőntartási idő: 2 óra

Közbenső hőmérséklet: Nincs előírva

Hegesztés utáni hevítés: Nincs előírva

Hegesztés utáni hőkezelés és/vagy öregítés: Nincs

(Idő, hőmérséklet, módszer: Szobahőmérséklet (~26 °C))

Felmelegítési és lehűtési sebesség *): Nincs előírva

Egyéb információk

Az impulzushegesztés adatai: -

Anyagátvitel módja: -

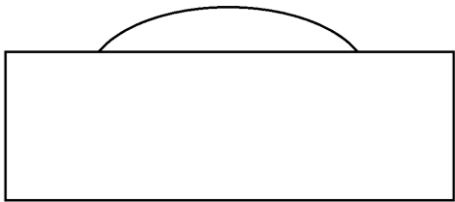
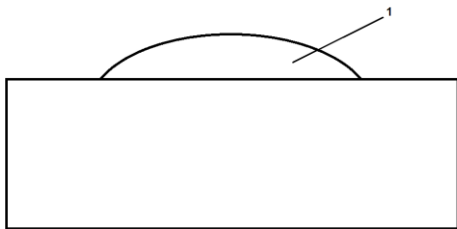
Áramátadó-munkadarab távolság: -

Szemán Ákos, 2022.07.20.

(név, aláírás, dátum)

Előzetes Gyártói Hegesztési Munkarend (PWPS)

(MSZ EN ISO 15609-1:2005 szerint)

Gyártó: Szemán Ákos A kötés és varrat típusa: hernyóvarrat Az élellőkészítés részletei: Szikraforgácsolást követő fémtiszta felület	Az élellőkészítés módja: tisztítás Az alapanyag típusa: 1.2379 Anyagvastagság: 14,9 mm Hegesztési helyzet: PA
A kötés kialakítása	Varratfelépítés
	

Hegesztéstechnológiai adatok:

Varratsor sorszáma	Hegesztési eljárás sz. jele	A hozag-anyag mérete	Áramerősség (A)	Feszültség (V)	Áramnem és polaritás	Huzalelőtolási sebesség (m/min)	Hegesztési sebesség (cm/min)	Hőbevitel (kJ/mm)
1	141	2	120	20	DC-	-	18	0,48

A hozaganyag megnevezése és szabványos jele: 1.2606

Száritás: Nincs előírva

Védőgáz megnevezése: 4.6 Ar

Átáramló gázmennyiség hegfürdővédelem: 15 l/min

Átáramló gázmennyiség gyökvédelem: -

Fedőpor megnevezése: Nincs előírva

Hegfürdővédelem: Nincs előírva

Gyökvédelem: Nincs előírva

A volfrámelektroda típusa és átmérője: WC20; Ø 2,4 mm

A gyökfaragás/hegfürdő-megtámasztás részletei: Nincs előírva

Előmelegítési hőmérséklet: 350 °C

A hegesztés előtti hőtartási idő: 2 óra

Közbenső hőmérséklet: Nincs előírva

Hegesztés utáni hevítés: Nincs előírva

Hegesztés utáni hőkezelés és/vagy öregítés: Nincs

(Idő, hőmérséklet, módszer: Szobahőmérséklet (~26 °C))

Felmelegítési és lehűtési sebesség *): Nincs előírva

Egyéb információk

Az impulzushegesztés adatai: -

Anyagátvitel módja: -

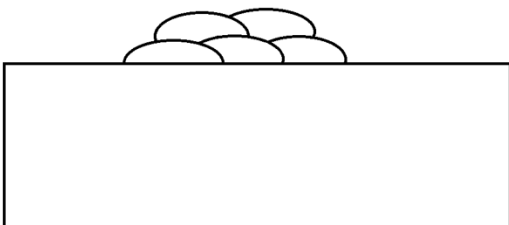
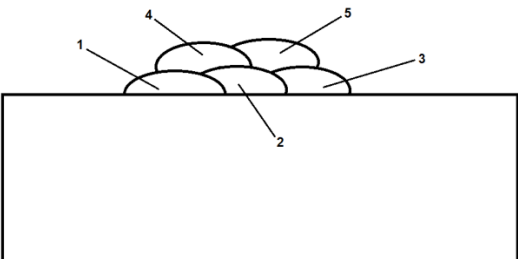
Áramátadó-munkadarab távolság: -

Szemán Ákos, 2022.07.20.

(név, aláírás, dátum)

Előzetes Gyártói Hegesztési Munkarend (PWPS)

(MSZ EN ISO 15609-1:2005 szerint)

Gyártó: Szemán Ákos A kötés és varrat típusa: hernyóvarrat Az élellőkészítés részletei: Szikraforgácsolást követő fémtiszta felület	Az élellőkészítés módja: tisztítás Az alapanyag típusa: 1.2379 Anyagvastagság: 14,9 mm Hegesztési helyzet: PA
A kötés kialakítása	Varratfelépítés
	

Hegesztéstechnológiai adatok:

Varratsor sorszáma	Hegesztési eljárás sz. jele	A hozag- anyag mérete	Áramerősség (A)	Feszültség (V)	Áramnem és polaritás	Huzalelőtolási sebesség (m/min)	Hegesztési sebesség (cm/min)	Hőbevitel (kJ/mm)
1	141	1,2	120	20	DC-	-	18	0,48
2	141	1,2	120	20	DC-	-	18	0,48
3	141	1,2	120	20	DC-	-	18	0,48
4	141	1,2	120	20	DC-	-	18	0,48
5	141	1,2	120	20	DC-	-	18	0,48

A hozaganyag megnevezése és szabványos jele: 1.2343

Száritás: Nincs előírva

Védőgáz megnevezése: 4.6 Ar

Átáramló gázmennyiség hegfürdővédelem: 15 l/min

Átáramló gázmennyiség gyökvédelem: -

Fedőpor megnevezése: Nincs előírva

Hegfürdővédelem: Nincs előírva

Gyökvédelem: Nincs előírva

A volfrámelektroda típusa és átmérője: WC20; Ø 2,4 mm

A gyökfaragás/hegfürdő-megtámasztás részletei: Nincs előírva

Előmelegítési hőmérséklet: 350 °C

A hegesztés előtti hőntartási idő: 2 óra

Közberső hőmérséklet: Nincs előírva

Hegesztés utáni hevítés: Nincs előírva

Hegesztés utáni hőkezelés és/vagy öregítés: Nincs

(Idő, hőmérséklet, módszer: Szobahőmérséklet (~26 °C))

Felmelegítési és lehűtési sebesség *): Nincs előírva

Egyéb információk

Az impulzushegesztés adatai: -

Anyagátvitel módja: -

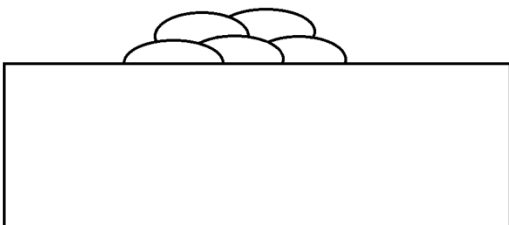
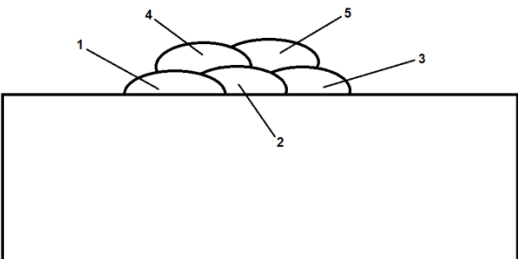
Áramátadó-munkadarab távolság: -

Szemán Ákos, 2022.07.20.

(név, aláírás, dátum)

Előzetes Gyártói Hegesztési Munkarend (PWPS)

(MSZ EN ISO 15609-1:2005 szerint)

Gyártó: Szemán Ákos A kötés és varrat típusa: hernyóvarrat Az élellőkészítés részletei: Szikraforgácsolást követő fémtiszta felület	Az élellőkészítés módja: tisztítás Az alapanyag típusa: 1.2379 Anyagvastagság: 14,9 mm Hegesztési helyzet: PA
A kötés kialakítása	Varratfelépítés
	

Hegesztéstechnológiai adatok:

Varratsor sorszáma	Hegesztési eljárás sz. jele	A hozag- anyag mérete	Áramerősség (A)	Feszültség (V)	Áramnem és polaritás	Huzalelőtolási sebesség (m/min)	Hegesztési sebesség (cm/min)	Hőbevitel (kJ/mm)
1	141	2	120	20	DC-	-	18	0,48
2	141	2	120	20	DC-	-	18	0,48
3	141	2	120	20	DC-	-	18	0,48
4	141	2	120	20	DC-	-	18	0,48
5	141	2	120	20	DC-	-	18	0,48

A hozaganyag megnevezése és szabványos jele: 1.2606

Szárítás: Nincs előírva

Védőgáz megnevezése: 4.6 Ar

Átáramló gázmennyiség hegfürdővédelem: 15 l/min

Átáramló gázmennyiség gyökvédelem: -

Fedőpor megnevezése: Nincs előírva

Hegfürdővédelem: Nincs előírva

Gyökvédelem: Nincs előírva

A volfrámelektroda típusa és átmérője: WC20; Ø 2,4 mm

A gyökfaragás/hegfürdő-megtámasztás részletei: Nincs előírva

Előmelegítési hőmérséklet: 350 °C

A hegesztés előtti hőntartási idő: 2 óra

Közberső hőmérséklet: Nincs előírva

Hegesztés utáni hevítés: Nincs előírva

Hegesztés utáni hőkezelés és/vagy öregítés: Nincs

(Idő, hőmérséklet, módszer: Szobahőmérséklet (~26 °C))

Felmelegítési és lehűtési sebesség *): Nincs előírva

Egyéb információk

Az impulzushegesztés adatai: -

Anyagátvitel módja: -

Áramátadó-munkadarab távolság: -

Szemán Ákos, 2022.07.20.

(név, aláírás, dátum)