

Dobránszky János*, Eichhardt Antal Géza**, Nagy Hinst Adrián***, Székely Richárd****

A volfrámelektróda jelentősége a plazmaívhegesztésben

A XII. Nemzetközi
Hegesztési Konferencián
elhangozott előadás

Auszténites acél vékony lemezekből hengerített hengerpalástok hosszvarratainak és körvarratainak hegesztése impulzusív plazmasugaras hegesztéssel történhet hegesztőanyag adagolásával vagy a nélkül. A technológiai jellemzőket értékeljük a varrathibák képződésének szemszögéből, különös tekintettel a volfrámelektródára.

Bevezetés

A vékony lemezek automatikus hegesztésének egyik jól ismert és elterjedt technológiája a plazmaívhegesztés. Az eljárás kifejezetten alkalmas az auszténites acélok tompavaratainak hegesztésére, ugyanis a jól fókuszált plazmaív, illetve plazmasugár koncentrált hőforrása kis hőbevitelt tesz lehetővé a hőhatásövezetbe, és ezért lecsökken a korrózióállóságot hátrányosan érintő kiválások képződésének lehetősége.

A hengerített palástok hosszvarratának hegesztésénél a plazmahegesztőpisztolyban az elektródatávolságot tizedmilliméteres pontossággal szokás előírni. Ennek beállítása és ellenőrzése lényeges részét képezi a technológiának. Ugyancsak fontos az anódolt optimális helyének hegesztés előtti ellenőrzése, pl. lézersugaras célzóberendezéssel. A hegesztőpisztolytávolság zavar jellegű megváltozása az elektródatávolságot is érinti. Az optimumtól való eltérés kihat a lemezzel érintkező plazma hőmérsékletére, és így befolyásolja a beolvadást meg az esetleges átlyukadást.

Előfordul, hogy nincs előírás a hegesztőpisztoly döntési szögére vonatkozóan, pedig érdemi hatást fejt ki a pisztolynak akár csak néhány fokra előre vagy hátra való döntése is, amelyet kísérleti úton célszerű optimalizálni. A hegesztési paraméterek közül gyakran nem megfelelő az előgázáramlási idő, amelyet legalább 2 s-ra célszerű választani: szerepe a fúvóka és az elektróda, valamint a hegesztendő anyag hatékony védelme.

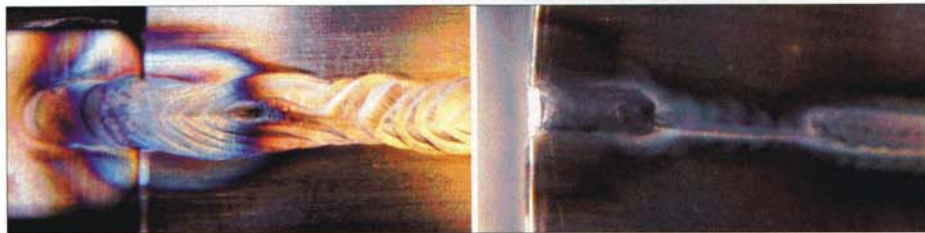
A cikkben 1 mm vastag, 904L típusú, superaaszténites acéllemezből hengerített palástok hossz- és körvarratainak hegesztésénél szerzett tapasztalatainkat mutatjuk be. A hosszvarratok hu-

zaladagolás nélkül, a körvarratok huzaladagolással készültek, impulzusos plazmasugár-hegesztéssel. A hosszvarratok végein sárgarézből készült alátétlemezek voltak elhelyezve, a lemez éleit a hegesztőkészülék végig leszorítva és összenyomva tartotta.

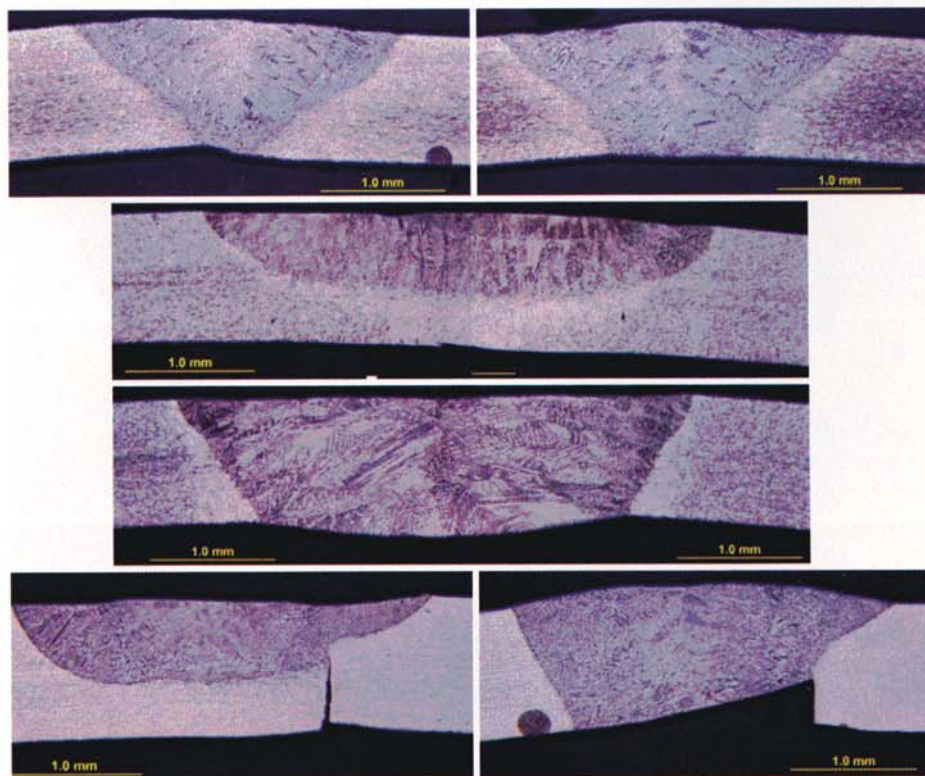
A hosszvarratok hegesztéstechnológiai sajátosságai

Vizsgálataink szerint a hosszvarratoknál előforduló lyukadások legnagyobb része a varrat befutási és kilépési szakaszán képződik. A lyukadást gyakran az idézi elő, hogy a hengerpalást a befutólemezeről

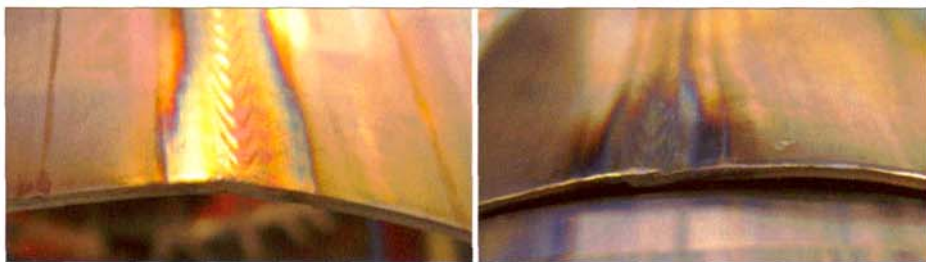
reá átlépő plazma hőlökését nem tudja elviselni, ha nem adhatja át az alatta lévő réz alátétnek, mivel jellemző hiba, hogy a hegesztendő élek így nem fekszenek fel rá pontosan. Ennek a fel nem fekvésnek az az oka, hogy a plazma belépési zónájában a hengerítés egyenetlenségeket hagy, és az erőteljes kalapálással végzett egyengetés deformálja a hosszvarrat végein az alátétcsíneket. Az olyan helyeken, ahol a palást nem fekszik fel az alátétre, a hegesztési varrat gyöke többnyire túlzott mértékben átolvad, a felfekvés helyeken viszont nem olvad át a gyök, és ez számos problémát vehet föl (1. ábra). A hosszvarratoknál gyakran előfordul, hogy a hegesztési varrat egyes



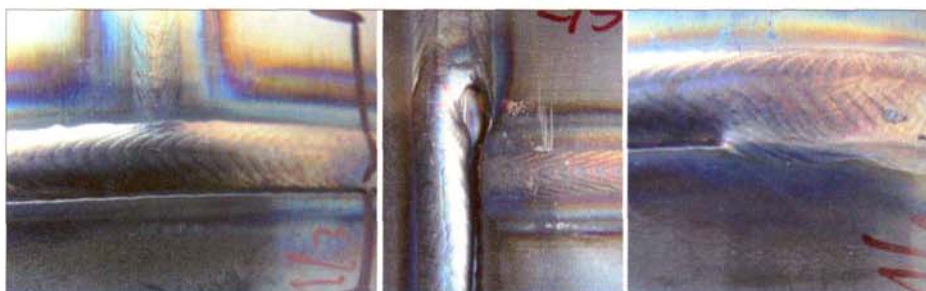
1. ábra. Plazmaívhegesztéssel készült hosszvarrat képe a koronaoldal és a gyökoldal felőli nézetben



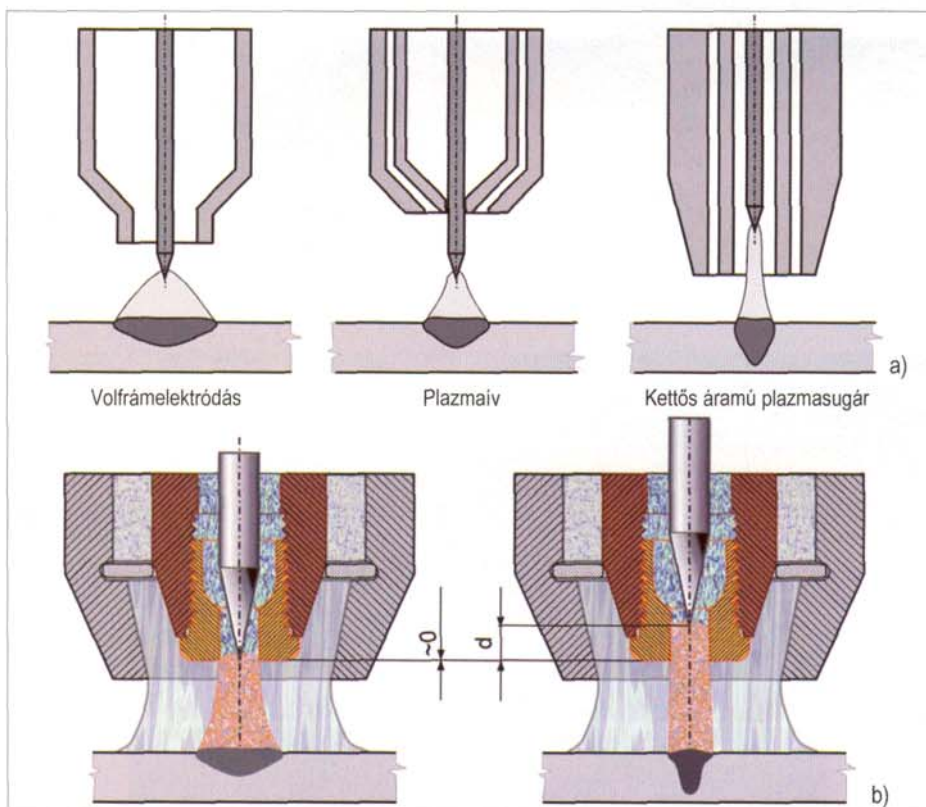
2. ábra. Hengerpalást-hosszvarratok jellegzetes keresztmetszeti képei



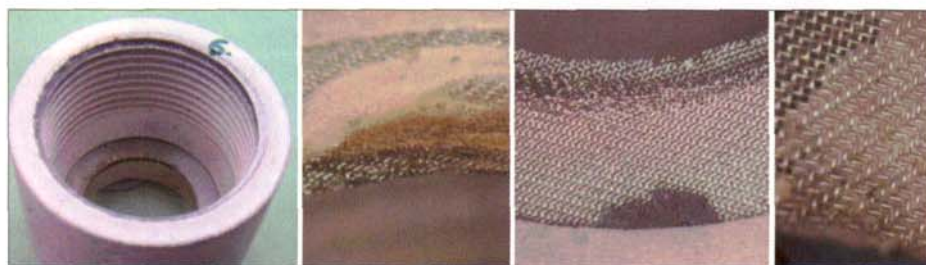
3. ábra. A hosszvarrat befutási oldala egyengetés előtt (balra) és egyengetés után (jobbra)



4. ábra. Hibátlan varratlálkozás (balra) és hibás jellegzetes körvarrathibák (középen és jobbra)



5. ábra. A volfrámelektroda helyzetének hatása a plazmasugár alakjára és a varratalakra



6. ábra. A plazma-hegesztőpisztoly kerámia gázterelője

szakaszai érintkeznek az alátétlemezzel; az ilyen helyeken hirtelen megnő a hőelvonás, és ez erősen lecsökkenti a beolvadási mélységet.

A varrat keresztmetszeti geometriája jelentősen befolyásolja a lemez esetleges átlukadását. A varratkeresztmetszetek vizsgálati eredményeinek értékelésekor azt lehet jelezni, hogy a széles varratok nagyon kedvezőtlenek az átlukadás ellen való védelem szempontjából. Nem ritka, hogy a varratok koronaoldali szélessége háromszor nagyobb, mint a lemezvastagság, és a gyökoldali varrat-szélesség is gyakran eléri a vastagság értékét (2. ábra). A varrat tehát nagyon széles, a gyökdudor magassága nagyobb, mint a koronamagasság, amely jellemzően 0,1 mm alatti érték.

Az átlukadásnak éppen az a közvetlen oka, hogy a nagyon széles gyökoldali ömledékszóna beroskad. Ha mégsem, akkor is a lapos és széles varrat a vastagsághoz képest igen nagy ömledéktérfogatot jelent, amely a mikroszerkezetet is hátrányosan befolyásolja mind a mechanikai, mind pedig a korrózióállósági jellemzők tekintetében.

A hosszvarratok végei kritikus helynek számítanak a továbbiakban, amikor a körvarratok hegesztése történik. A körvarratok egyik fő hibaképződési helye a hosszvarrattal való találkozás. Ennek egyik oka a hosszvarratok környezetében bekövetkező alaktorzulás és az ennek következtében fellépő síkeltérés, amelyen a hosszvarratok végeinek egyengetése sem mindig segít (3. ábra).

A körvarratok hegesztéstechnológiai sajátosságai

A hengerpalást pereme mentén készíthető körvarratnál az illesztési hézagra nézve az előírás: az alkatrészek „legyenek teljesen összepréselve”. A hézagmentesség mindazonáltal gyakran nem teljesül, és ilyenkor számolni kell a varrat kilyukadásával annak ellenére, hogy a peremvarrattal a palásthöz hegesztendő alkatrészek többnyire vastagok. Mivel a hosszvarrattal való találkozás környezetében a legnagyobb a palást koralakhibája, ezért itt a legjellemzőbb a kilyukadás. A lyukadás jellemzően a palástlemez kilyukadását jelenti, mivel az a körvarrat egyes szakaszain – főként a hosszvarratnál (4. ábra) – nem fekszik fel a kapcsolódó hengeres felületre. A rés miatt nem jó a hőelvezetés, és a hőtorlódás miatt túlhevülő palást kilyukadhat. Ha a tökéletes felfekvés nem igazán biztosítható, a hegesztési para-

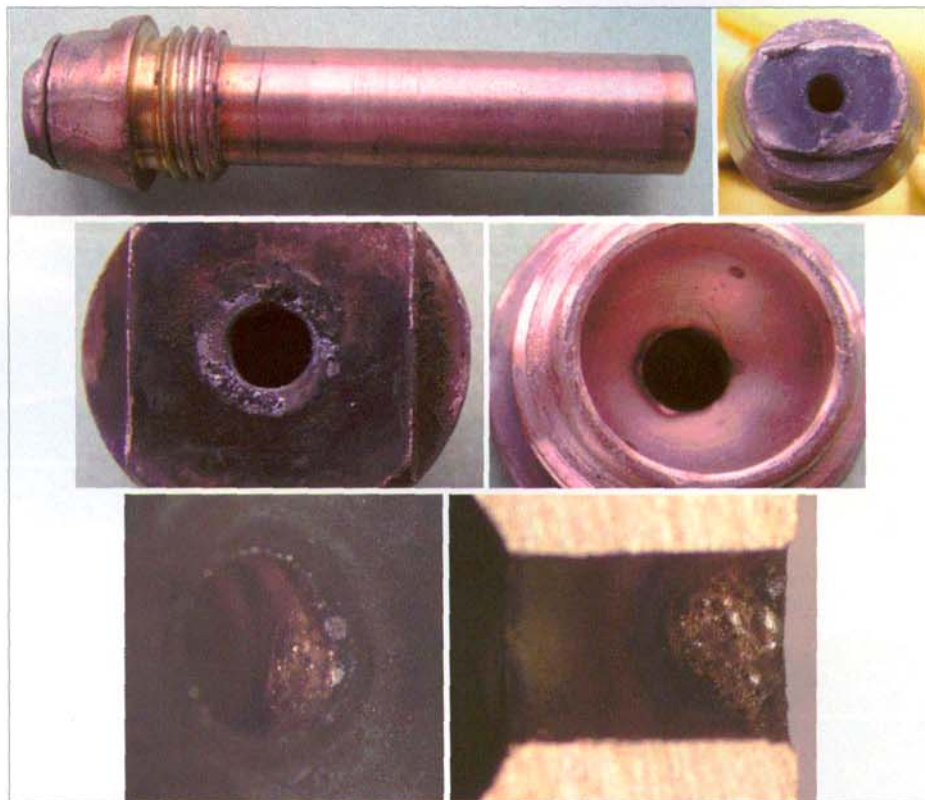
méreteket kell úgy meghatározni, hogy a varrat biztonságosan kivitelezhető legyen.

A volfrámelektroda szerepe a plazmaívhegesztés minőségére

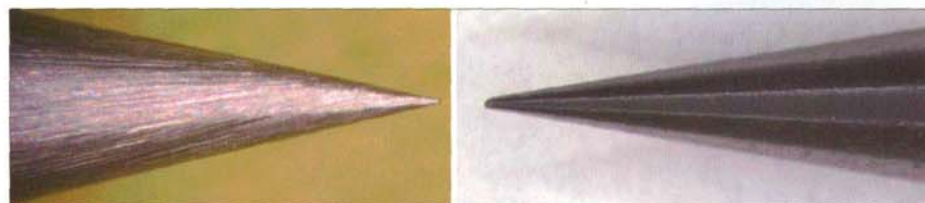
Mind a körvarratokat, mind a hosszvarratokat készítő hegesztőberendezés egyik legkényesebb alkatrésze a plazmahegesztőpisztoly. Ennek gondos beállítása és karbantartása kitüntetett jelentőségű. Ezzel általában tisztában vannak a gépkezelők is, de fontos, hogy egyfajta állapotfelügyeleti rendszerbe illeszkedjen a karbantartás. A pisztoly egy ún. kettős áramlású pisztoly, amely javítja a varratalak beolvadás irányba való eltolását a szélesedés ellenében (ezért különös igazán a bemutatott, nagyon lapos varratalak). Az 5a ábra vázolja a TIG és a plazmahegesztések varratalak-jellemzőit. A plazmahegesztőpisztolyban a volfrámelektroda és a fúvókacsúcs pereme közötti elektrodátávolságot kalibrálócsappal állítják be az elektrodacserék alkalmával. Ez az idomszer határozza meg, hogy milyen az elektrodátávolság; kopása, helytelen pozicionálása következtében az 1,0 mm-re előírt elektrodátávolság jelentősen megváltozhat. A volfrámelektroda elhelyezkedésének hatását az 5b ábra szemlélteti.

A pisztoly külső alkatrésze a kerámia gázterelő (6. ábra), amely a benne lévő gázlencsével a lamináris védőgázáramlást hivatott biztosítani. A gázlencse szitaszövege esetenként durván eltömődik, és ez erősen eltérítheti a kifújt plazmát is; ilyenkor a gyújtóív imbolyog, serceg. A gázlencsében olyan durva szennyeződések és eltömődések is előfordulhatnak, amelyek miatt indokolt a szennyező forrás megkeresése és lehetőség szerinti megszüntetése (a gázellátórendszer mellett a munkadarabról visszafröccsenő szennyeződések is szóba jöhetnek).

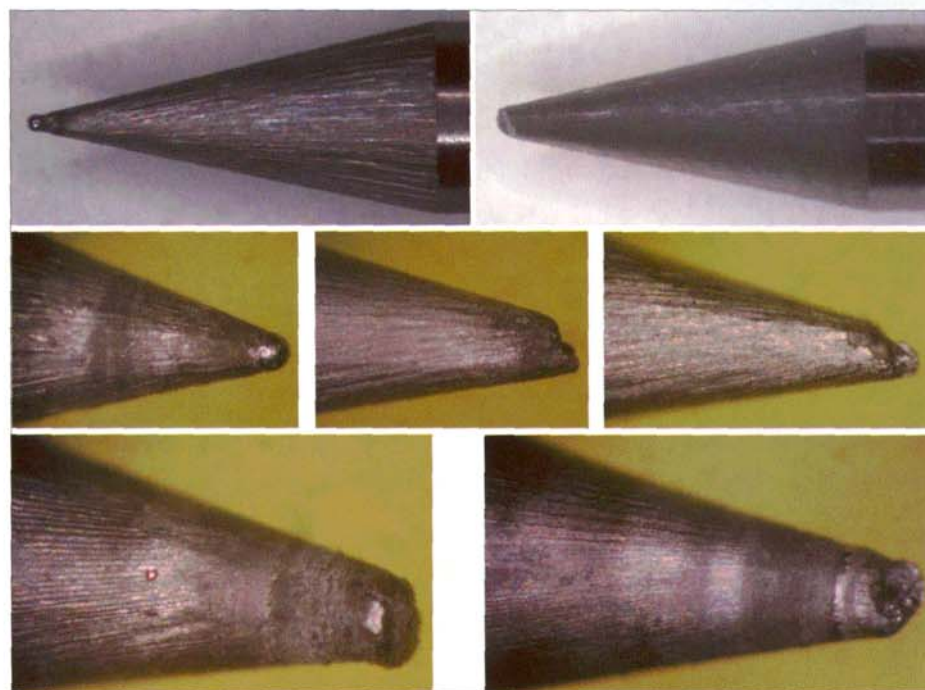
A kerámia gázterelőt levétele után esetenként visszaszerelik, ha nem találják cseréire szorulónak, de ennek során a szitaszövet deformálódhat, ami szintén gázáramlási zavarokat okoz. A kerámia gázterelőn belül helyezkedik el a rézötvözet anyagú fúvóka és a végébe becsavart fúvókacsúcs (7. ábra). Ez utóbbi a plazmapisztoly egyenletes működésének egyik legfontosabb eleme. A kicserélt fúvókákat megvizsgálva azt tapasztaltuk, hogy durva beégések, helyi olvadási göccok, volfrámfröcskölési nyomok és égéstermék-lerakódások szennyezik a fúvókát. Ennek az alkat-



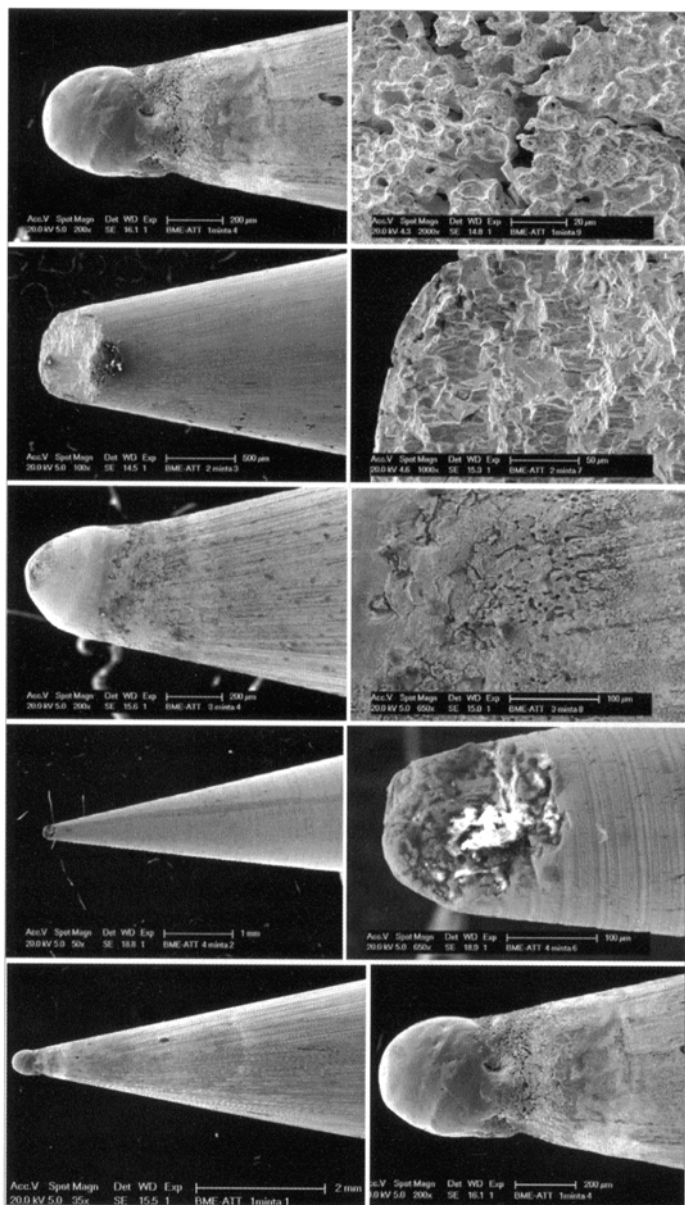
7. ábra. A plazma-hegesztőpisztoly kerámia gázterelője



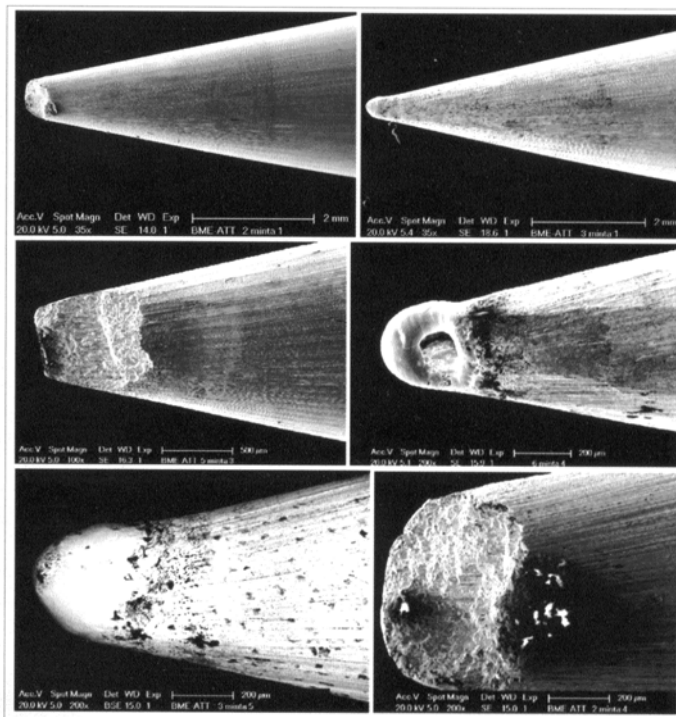
8. ábra. Volfrámelektrodák csúcsa hegesztés előtt



9. ábra. Volfrámelektrodák csúcsa hegesztés után



10. ábra. Volfrámelektrodák csúcsának kopása



11. ábra. Volfrámelektrodák csúcsának kopása

résznek a csereperiódusait, optimális ciklusidejét különösen fontos kísérleti úton meghatározni.

A W-elektroda csúcskialakítása a plazmaívhegesztésnél és a plazma-sugárhegesztésnél – talán nem méltánytalan ezt mondani – a VSG (volfrámelektrodás semleges gázos) hegesztéshez képest még nagyobb jelentőséggel bír: a W-elektroda állapota erősen kihat a plazmasugár és a varrat minőségére.

A W-elektroda csúcsát az esetek döntő többségében hegyesre köszörülik. A volfrámelektroda-köszörű használata a plazmaívhegesztést alkalmazó üzemekben általános, de a köszörűtárcsa szemcsefinomságának mérlegelése már ritkaságszámba megy. Talán még ennél is kevésbé jellemző az elektrodacsúcs tompítása, pedig a hegyes csúcs a legsérülékenyebb része az elektrodának, és amint a 9. ábra. mutatja, itt a legerőteljesebb a kopás. A kopott elektrodából kilépő plazmasugár instabil, a hőbevitel ingadozhat, és emiatt a varrat átrokadásának veszélye fokozottabb. A 10–11. ábra elektronmikroszkópos képei ugyancsak jellegzetes kopásokat mutatnak.

Összegzés

A volfrámelektroda szerepe a plazmaívhegesztésnél kettős: egyrészt a varrat geometriai jellemzőire gyakorol jelentős hatást azzal, hogy a plazma-hegesztőpisztolyban hogyan pozicionálják, másrészt pedig a csúcsának kialakításától függően befolyásolja a plazmaív vagy plazmasugár stabilitását. Az elektrodacsúcs tompítása feltétlenül szükséges, mértéke 0,5 mm, az érdesség, $R_a < 1 \mu\text{m}$ legyen.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást támogatta az Országos Tudományos Kutatási Alap az NKTH-OTKA K61922 projekt keretében.

Irodalomjegyzék

- [1] Böhme D: Plasmaverbindungsschweissen. DVS-Berichte Band 128, Düsseldorf 1989
- [2] Jensen B, Ussing S: Plasmasvejsning af aluminium. <http://www.sasak.dk/pdf/3%20%20Svejsning%2018-01-02/RAP-SV-0035-00%20Plasmasvejsning.pdf> (2008. március 31.)
- [3] Giebler S, Indraczek R, Stempfer F, Bergmann U: Plazma ívponthegesztés - a technológia és az alkalmazási lehetőségek. Hegesztéstechnika, 15 (2004:3) 49-52.
- [4] Gáti J: Láng-, plazma-, lézer-, vagy vízsugár vágás? A vágási eljárások elemzése. Hegesztéstechnika, 14 (2003:2) 13-15
- [5] Matthes KJ, Kusch M: Plazma-AFI hegesztés - egy gazdaságos eljárás. Gép 51 (2000:6) 97-98

Dobránszky János*, Eichhardt Antal Géza**
MTA–BME Fémtechnológiai Kutatócsoport
BME Gépészmérnöki Kar
Nagy Hinst Adrián***, Székely Richárd****
BME Gépészmérnöki Kar BME Gépészmérnöki Kar