

A PLAZMASUGÁRAS FÉMSZÓRÁS LEHETŐSÉGEIRŐL

A fémalkatrészek, így a repülőgép alkatrészek megóvásának, felújításának egyik lehetséges módja, adott felületen fémbevonatok készítése. A fémszórás, mint mechanikus fémbevonó eljárás alkalmazása e század elején kezdődött. Lényege, hogy huzal vagy por alakú, esetleg folyékony halmazállapotú fémet villamos áram vagy égő gáz hőenergiájával megolvastanak, a megömlött fémet sűrített levegővel porlasztják és a bevonandó felületre röpítik.

A fémszórás hosszú fejlődésen ment át, míg a mai, széles alkalmazási köre kialakult. Külföldön már igen sok feladat megoldására használják, hazánkban viszont igen lassan megy át a műszaki szakemberek tudatába ennek az eljárásnak a jelentősége. A repülőgép alkatrészek felújításában sem alkalmazzuk, igaz, jelenleg érvényben lévő üzemeltetési stratégiánk, valamint a katonai gépek gyári előírásai sem készítetnek erre senkit. Ugyanakkor a volt Szovjetunió hajtómű gyárai régóta újítják fel a magas hőmérsékleti körülmények között működő hajtómű alkatrészek felületét ezzel a módszerrel. Természetesen Nyugat-Európa számos országának cégei is kínálják a szakembereknek a plazmaszórás eszközeinek és technológiáinak széles körét.

A legismertebbek közül:

- az **ARCOS belga cég** plazma-hegesztő-vágó berendezéseket forgalmaz;
- a **svéd FFV Maintenance Division** a repülőgép-karbantartó és -javító eljárások, ezen belül a **thermospray** technológiáit és eszközeit kínálja;

- a holland **INTERLINE** karbantartó eljárásokkal foglalkozik;

- a **METCO INC.** cég az USA-ban és Németországban szóróberendezésekkel, repülőgép alkatrészekhez alkalmazható szóróanyagokkal, műszaki konzultációval, technológiákkal áll rendelkezésre;

- a **POETON Industrial Plating Ltd.** Angliában hasonló lehetőségekkel bír.

Említésre méltó még Svájcban a **PLASMA TECHNIK AG.** és a **SULZER Brothers Limited**, utóbbi főként vákumos plazma szórással és a hajtómű alkatrészek szórás-technológiáival vált ismerté.

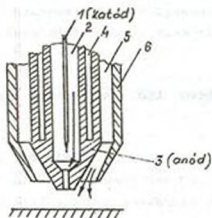
A szakirodalom a fémszórás fajtáit történeti fejlődésünk sorrendjében: **fémbevonatok készítése, magas hőmérsékletű fémszórás (thermospray), plazma hőmérsékletű felhordás (Plasmaspray)** sorrendben csoportosítja.

Vizsgáljuk meg részletesebben a számunkra jelentősebb plazmasugaras fémszórás lényegét, mely eljárás már a porkohászat és a porkerámia részterületeibe is beletartozik.

Az anyagok plazma állapotával foglalkozó fizikusok szerint: "a plazma az anyag negyedik állapota, amelyben az atomok vagy molekulák ionos állapotban vannak. A pozitív és a negatív töltéshordozók száma egyenlő, ezért a plazma kifelé elektromosan semleges. Elvileg minden anyag kerülhet igen magas hőmérsékleten plazma állapotba. A plazmaállapot leggyakrabban gázkisüléskor áll elő".

A repülés gyakorlatából is ismeretes, hogy hiperszónikus repüléskor az M-számtól függő hőmérsékleten a gép körüli levegő is plazma állapotba kerül.

A fenti elven alapulva működik a plazmaszóró-berendezés az úgynevezett plazmaégő, melynek lényeges részei a fűvóka



1-wolframelektrod, 2-csatorna a plazmagáz számára, 3-belső fűvóka (fém) 4-csatorna a hűtővíz számára, 6-külső fűvóka

1.sz. ábra: Plazmaégő

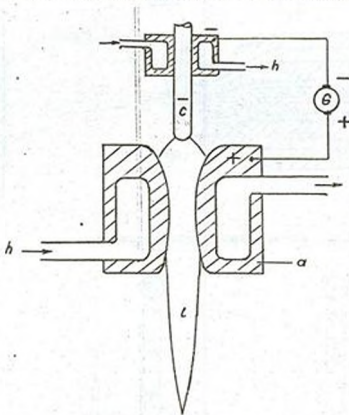
láng hőmérséklete a fűvóka nyílásánál 5000-40000 °C, a láng csúcsában 500-1500 °C. Az erős áramtérben és a nagy hőmérsékleten ionizált, tehát elektromosan vezetővé vált plazmagázban semleges és gerjesztett atomok, ionok, elektronok és fotonok vannak. Ezek között a legfontosabb energiahordozók, az elektronok erős mozgásban vannak, ennek eredményeképpen a plazma áramlási sebessége 300-900 m/sec értékre, bizonyos feltételek mellett a hangsebességet megközelítő értékre nő.

A plazmaszóró fűvókájában egy oldalfuraton keresztül vezetik be a lángtérbe a finom, por alakú szórandó anyagot,

alakú rézanód és az általában wolframból készült katód. Az elektródok között meghatározott üzemi feszültségen egyenárammal villamos ívet húznak és rajta keresztül semleges gázt vezetnek. (Például az argont vagy a héliumot 50-80 V, a nitrogént 80-100 V, a tiszta hidrogént 180-300 V feszültségű iven bocsájtják keresztül).

A plazmaív áramerőssége a hevülés következtében növekszik, és a kis térre koncentrált elektromos erőterben a semleges gáz ionizálódik. Az így képződő plazmasugár az anód fűvónyílásából 3-8 mm széles, erősen világító lángformában lép ki. A plazma-

ahol azonnal megolvad és a fűvókanyíláson keresztül a láng sodró ereje által nagy erővel a bevonandó munkadarab felületére kerül. A létrejövő kisülés



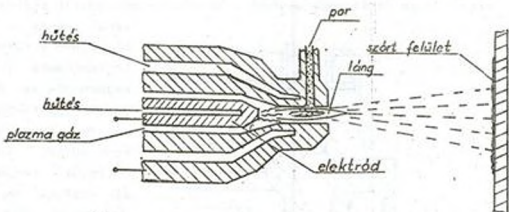
a-anód, c-katód, G-áramforrás,
h-hűtés, l-láng

2.sz. ábra: A plazmaív geometriai formája

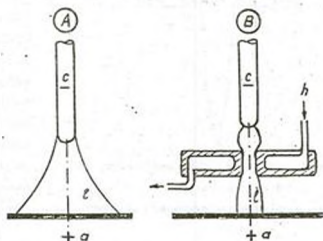
legfontosabb tulajdonsága az ív geometriai formája és termikus egyensúlyát befolyásoló tényezők közötti összefüggés. Ezért minden hidro- és termodinamikai külső hatás az ívet egy új termikus egyensúly beállítására kényszeríti. Lényeges tehát a hűtőrendszer értékeinek, a plazmagáz áramlási sebességének változtatása.

Az anód (fűvóka) hűtött keresztmetszetét változtatva egy szabadon keletkező "A" ívhez képest "B" ívformát nyerhetünk. Ezáltal az energiakoncentráció és ezzel a hőmérséklet tetszőleges beállítási lehetősége adódik. Ha az elektródák közötti távolságot változtatjuk, akkor az ívfény hossza változtatható (4. ábra).

Az elvi lehetőségeket felhasználva a plazmaszóró pisztoly (3. ábra) gyakorlati kivitelezésével különféle porított



3.sz. ábra: Plazmaszóró pisztoly

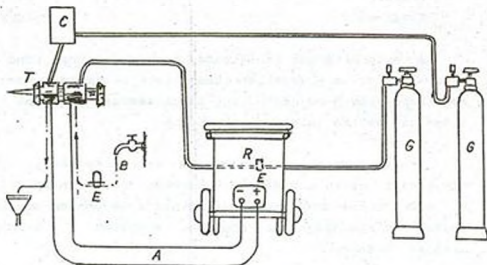


4.sz. ábra: A plazmaiv geometriai formájának változása

szóróanyagok felhordása lehetséges. A szórási művelet végrehajtása viszonylag egyszerű berendezés (5. ábra) segítségével lehetséges, melynek legfontosabb részei:

G - gáspalackok a plazma és kísérőgázhoz;

- R - egyenirányító berendezés;
 A - erősáramú vezetékek;
 B - vízhtés;
 C - portartály a szórásra kerülő anyag tárolására,
 benne egy vibrációs szerkezet;
 T - plazmaszóró pisztoly;
 E - biztonsági szelepek.



5.sz. ábra: Plazmaszóró berendezés

Néhány láng-ívfény-plazma hőmérséklet

Városi gáz + levegő	1550 °C
Acetilén + oxigén	2960 °C
Ívfény; levegőben magas intenzitással	10000 °K
Ívfény; argon gázban	15000-20000 °K
Hidrogén plazmaláng	4000-8000 °K
Argon plazmaláng	15000 °K

**A plazmaszóróshoz általában használt anyagok
és olvadáspontjuk**

Alumínium-oxid	2095 °C
Króm	1905 °C
Kobalt	1513 °C
Nikkel	1472 °C
Titán-oxid	1858 °C

A felsoroltakból is látható, hogy a magasnak tűnő olvadáspont-érték az előzőekben ismertetett plazmaláng hőmérséklet tized vagy ötöd része, így az olvasztási folyamat termodinamikai bázisa valóban biztosított.

Nyilvánvaló, hogy a különféle szóróberendezést gyártó cégek saját eszközeik és por-keverékeik felhasználását kötik ki. Ezért a szóróanyagok kiválasztása a bevonandó szerkezeti részek tulajdonságaitól függően, előzetes tanulmányozás alapján történhet.

Alkalmazáshoz célszerű tehát:

- a megfelelő plazmaszóró berendezés kiválasztása;
- hazailag beszerezhető plazmagáz megválasztása;
- a leggyakrabban használt szóróanyagok ismerete és biztosítása.

Ismerni kell a bevonandó felület előkészítési technológiáját, a felhordott réteg tulajdonságait (porozitás, kötésszilárdság, belső feszültség, rétegvastagság, keménység, alakíthatóság, hővezetés, elektromos vezetési tulajdonságok), s a szórótechnikát. Ezen kívül számolni kell a berendezés telepítésének biztonsági követelményeivel és az energiaigénnyel.

Ismeretes, hogy a plazmaszórás nem speciálisan a repülés területére kifejlesztett eljárás. Elsőként a rakétatechnikában alkalmazták, vagyis olyan területen tehát, ahol magas hőmérséklet, koptató hatás és elasztikus szerkezet a követelmény. Például a rakéta-hajtómű toldórő szabályozójának grafit felületére a hőállóság növelés céljából 3 mm-es vastagságban tungsten-karbidot szórnak.

A bevezetőben említett cégek a gázturbinás sugárhajtóműveknél többszáz olyan szerkezeti egységet tartanak számon, melyeket részben a gyártás során, részben felújításkor látnak el bevonattal.

Mindezek alapján nyitott a kérdés, hazai repülőtechnika karbantartó rendszerünk, valamint gazdasági viszonyaink horrozzák-e annak lehetőségét, hogy ez az eljárás a hazai repülés alkatrész-javításában részletes kidolgozást nyerjen?

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Dr. Csokán - Dr. Nádasi: Felületnemesítés fémbevonatokkal Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1979.
2. Dr. Nádasi Endre: A fémszórás korszerű módszerei Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1971.
3. Dr. Steiger István: A plazmasugaras felhordás elméleti megalapozásának lehetőségei a hazai polgári repülésben (Alkalmazási tanulmány) Budapest, 1987.
4. Vesely V. J.: Plasmaspritzen von hochschmelzenden Materialien (G. V. Akimov Institut kiadványa, Prága) 1971.
5. Dr. Tóth Lajos: Szerkezeti anyagok technológiája II. Tankönyvkiadó, Budapest 1979.