FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1999. március 19-20.

Alumínium és ötvözeteinek forrasztása korrozív hatás nélkül

Majoros Zoltán

Abstract

Now, the preferred aluminum brazing process for demanding automotive and industrial applications is being adopted, worldwide, for its superior performance in the production of heat exchangers and a variety of other products. NOCOLOK[□] flux brazing is ideally suited for the large scale joining of Aluminum heat-exchangers. The flux and its residue are non-corrosive and non-hygroscopic. NOCOLOK[□] flux is easily applied by sparying or dipping and the flux loading easily controlled. Brazed parts are ideally suited for painting or other surface treatments if enhanced corrosion resistance is desired. Compleat product designs, continous production, and a variety of alloy selections make the NOCOLOK[□] flux brazing process the preferred choice for automotive and other industrual applications.

A forrasztás az egyik legrégebbi kötési mód, bár mint kötéstechológiát még ma is gyakran alábecsülik. A forrasztás alapelve egyszerű: olvadt forraszanyagot használ, mely lehűlve kötést alakít ki a kötendő elemek között. Valójában a legelső keményforrasztott alumínium alkatrészeket "kloridos" folyasztószerrel forrasztották, mely nedvszívó és erősen korrozív maradékot hagy a felületen, ami utókezelést igényel. Körülbelül 15 évvel ezelőtt az Alcan International Ltd. kifejlesztette a NOCOLOK[®] folyasztószert, mely ezen hátrányokat teljesen megszünteti, és emiatt elsődleges szerepet kapott az alumínium hőcserélők - mint például radiátorok, olajhűtők, kondenzátorok, légkondicionáló rendszerek stb. - tömeggyártásánál.

A **NOCOLOK** folyasztószer egy finom fehér por, KF és AlF_3 eutektikus keveréke (általánosan $\text{K}_{1-3}\text{AlF}_{4-6}$), mely nem-korrozív, nem-nedvszívó, nem lép reakcióba az alumíniummal sem szoba, sem forrasztási hőmérsékleten, csak olvadt állapotban aktív. Az olvadt folyasztószer feloldja az alumínium felületén megtapadt oxidréteget, megakadályozza a további oxidációt a teljes forrasztási folyamat alatt és elősegíti a forraszanyag folyását. A KF- AlF_3 fázisdiagram egy kinagyított részén (1.ábra.) látható, hogy a KAlF_4 - K_3AlF_6 eutektikus vegyület olvadáspontja 562°C . Ha a folyasztószer eltér az eutektikus

vegyülettől, vagy más elemeket is tartalmaz, mint például SiO_2 , NaF és CaF_2 , az olvadáspont $\pm 5\text{-}10$ °C-al eltérhet. Az olvadáspont tartománya ennek megfelelően 562-575 °C [1][4].

A folyasztószer kémiai összetétele: K: 28-30%; F: 49-51%; Al: 16-18%; Ca: < 0,2%; Na: < 0,5%; Fe: < 0,03%; SiO_2 : < 0,5% [1].

1.ábra.

olyan oxidok képződhetnek, melyeket sokkal nehezebb eltávolítani. A cél egyszerűen a víz eltávolítása, hogy a komponensek teljesen mentesek legyenek az adszorbeált víztől, melynek elsősorban kemenceforrasztásnál van jelentősége. A forrasztási folyamat ezen lépései minden forrasztási eljárásnál megegyeznek, a különbség a továbbiakban a hevítés módjából, idejéből és az alkalmazott védőgázból adódik [5]. Az alumínium alkatrészek NOCOLOK-kal történő forrasztása kemence-, láng-, valamint indukciós eljárással is elvégezhető, mely folyamatok nagy termelékenységek, bár jelenleg a kemenceforrasztás terjedt el komplex gyártmányok (pl. hőcserélők) gyártására.

Kemenceforrasztásnál szakaszos és folyamatos (ez elterjedtebb, és termelékenyebb) kemencét alkalmaznak N_2 védőgázzal. A NOCOLOK forrasztási eljárás folyamatos kemencében történő megvalósítását a 2. ábra szemlélteti. A kemence szállítósebességét, a hőmérsékleti zónákat, és a N_2 áramlást a kemence gyártója határozza meg a termék súlyának, kialakításának és darabszámának függvényében. Az optimális folyamat eléréséhez a forrasztási feltételek a következők:

A forrasztási folyamat első lépéseként a forrasztásra előkészített alkatrészek egy tisztítási folyamaton mennek keresztül, ahol eltávolítjuk az alakításnál használt kenőanyagokat és maradék szennyeződések. A NOCOLOK folyasztószer vizes oldatát (koncentráció 5-25 %) permetezéssel vagy merítéssel vihetjük fel a munkadarabra, majd levegővel "lefűjjük" a minél egyenletesebb felület elérése céljából. A folyasztószer vizes oldatát maximum 200 °C hőmérsékletű levegővel szárítjuk meg. A magasabb hőmérsékletű szárítás hatására

(a) folyasztószer mennyisége a munkadarab felületén 5 gr/m²; (b) N₂ védőgáz; (c) harmatpont -40 ±5°C; (d) oxigén < 100 ppm; (e) forrasztási hőmérséklet 600 ± 5 °C; (f) hevítés min. 20 °C/ perc; (g) hűtés 30 °C/ perc [1][3].

2.ábra.

A **lángforrasztás** egyszerű és vegyes (Al-réz, Al-acél) kötések kialakítására alkalmas, mint például cső-cső, cső-szerelvény, átlapolt kötés stb. A forrasztandó alkatrészeket meg kell tisztítani a felületi szennyeződésektől, olajoktól, zsiroktól egyszerű acetonos vagy alkoholos lemosással. Az ajánlott résszélesség 0,1 - 0,15 mm, de természetesen ennél nagyobb résszélesség is forrasztható, aminek hatására csökken a kapillaris hatás és több forrasztanyagot igényel a kötés. Hevítéshez a legtöbb kereskedelemben kapható gáz felhasználható: propán-bután, propán, metán, természetes gáz oxigénnel vagy anélkül. Forrasztanyagként AA4047 (Aluminum Association szerint) eutektikus ötvözet alkalmazható, mely 12 % szilíciumot tartalmaz, elsősorban legalacsonyabb olvadáspontja és legjobb higfolyóssága miatt. A lángforrasztás könnyen automatizálható az egyszerű "oda-vissza járó" rendszerektől a folyamatos karusszelekig [1].

Indukciós forrasztásnál nagyfrekvenciás elektromos árammal hevítik a kötési területeket, melynél egy vízzel hűtött tekercs (primer oldal) segítségével elektromos áramot indukálnak a munkadarabban (szekunder oldal). A tekercs tervezhető nyitott vagy zárt kivitelre a kötés köré, ahol a terméket automatikusan mozgatják a forrasztási helyre. Nagyon fontos a forrasztandó kötetést a tekercs középpontjába állítani az egyenletes hevítés miatt. A hevítési ciklus 15-60 másodpercig tart a munkadarab méretétől függően. Egyes alkalmazásoknál N₂ védőgázt használnak a folyasztószer

menyiségének csökkentésére. Különleges felhasználási területe Al-acél kötések kialakítása (pl.: háztartási edény gyártása) [1][3].

A folyasztószer és a forrasztás utáni maradéka nem-nedvszívó, nem-korrozív, valamint a kialakult kötés fémes kötés. Technológiailag helyesen elvégzett kemenceforrasztásnál a folyasztószer maradéka szabad szemmel alig látható réteget képez, vastagsága 1-2 μm , összetétele $\text{K}_3\text{AlF}_6 + \text{KAlF}_4$, valamint ezen maradék növeli a forrasztott anyag korrózióállóságát és a forrasztási folyamat után azonnal felületkezelhető [5].

Forraszanyagként AA4343, AA4045, AA4047 (Aluminum Association szerint) alumíniumötvözeteket alkalmaznak. Kemenceforrasztásnál egy vagy két oldalról AA4343 vagy AA4045 ötvözetel bevont forrasztólemezzel forrasztanak. Ez a bevonatréteg rendszerint a teljes forrasztólemez vastagságának 5-10 %-a. Az előzőekben említett AA4047 ötvözet elsősorban lángforrasztáshoz ajánlott alacsony olvadáspontja miatt [5].

Alapanyagként hőcserélők gyártásánál az AA3003, AA3005, AA1100, AA1145, AA6063, AA6951 ötvözeteket alkalmazzák. A szilárdság és a megmunkálhatóság növelésére bizonyos ötvözetek magnéziumot tartalmazhatnak. Kemenceforrasztásnál 0,5 %-nál, lángforrasztásnál 1 %-nál magasabb magnéziumtartalom csökkenti a forrasztathatóságot a NOCOLOK eljárással a következők miatt: (1) A Mg és/vagy a MgO a folyasztószerrel MgF_2 -ot képez; (2) megváltoztatja a folyasztószer összetételét; (3) növeli a folyasztószer olvadáspontját; (4) Mg diffundál a felületre, amiből $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$ vagy MgO képződik, melynek oldhatósága alacsony a folyasztószerben [2].

Felhasznált Irodalom

1. Jhonny Lin: Nocolok Flux and Aluminum Brazing. SAE Inc.Detroit. 1996.pp. 1-4.
2. David J. Field; Nigel I.Steward. Mechanistic Aspects of the NOCOLOK Flux Brazing Process. SAE Technical Paper Series 870186.Detroit.1987. pp.1-4.
3. NOCOLOK[®] Flux Brazing Technology (Manual). Solvay Fluor Und Derivate GmbH. Hannover. 1997. pp.10-55.
4. NOCOLOK[®] Flux. Solvay Fluor Und Derivate GmbH.Hannover. 1997. pp. 1-4.
- 5.The NOCOLOK[®] Flux Brazing Process. Solvay Fluor Und Derivate GmbH. Hannover. 1995. pp1- 14

A NOCOLOK[®] az Alcan International Ltd. védjegye.

Majoros Zoltán okleveles gépészmérnök , doktorandusz

Miskolci Egyetem, H-3515 Miskolc - Egyetemváros

Tel: 36-30-9455-819, Fax: 36-46-346-843, E-mail: majoros@kugli.met.uni-miskolc.hu