

## **ROBBANTÁSOS PLATTÍROZÁSÚ FÉMLEMEZEK SZERKEZETÉNEK VIZSGÁLATI LEHETŐSÉGEI**

*ÖSSZEGZÉS: A robbantásos plattírozással számos fémkombináció hegeszthető össze. A kötés nagy mechanikai energiával, nagy képlékeny alakváltozás hatására jön létre. A különböző anyagpárok kötészonái általában eltérő szerkezetűek, jellegzetesen hullámos vagy legyezőszerű alakúak lehetnek, melyeket megfelelő nagyítást alkalmazva mikroszkóppal figyelhetünk meg. A mikroszerkezet elemzése, kötés minőségének ellenőrzése kiegészíthető mikrokeménység méréssel valamint elektronmikroszkópos vizsgálatokkal. A mechanikai tulajdonságokat szakító és hajlítóvizsgálatokkal ellenőrizhetjük.*

*Az ipari gyakorlat számára igen fontos, hogy a plattírozással létrehozott fémlemezek tulajdonságait megismerjük, a felhasználás során méretezési alapot biztosítsanak.*

*Kulcsszavak: robbantásos plattírozás, mikrokeménységmérés, mikroszerkezet*

### **BEVEZETÉS**

A technológiák fejlődése és a gazdasági kihívások szükségessé teszik, olyan új alapanyagok konstruálását. Ez egyrészt az alapanyagokkal szembeni egyre nagyobb elvárások (silárdság, szívósság, korrózióállóság, stb.) kielégítése miatt szükséges, emellett igen fontos, hogy a megfelelő mechanikai tulajdonságokkal rendelkező alapanyag olcsón előállítható legyen.

A kohászati eljárásoknak, szuperötvözetek létrehozásának gátat szabnak az egyes kémiai elemek tulajdonságai (pl. egymást egyáltalán nem oldó anyagok). Megoldást jelenthet tehát olyan átvözetek gyártása melyeket porkohászati technológiával állítanak elő vagy lemez anyagok esetén a plattírozás, melynek több eljárásváltozata is ismert. A hengerléses plattírozásnak az összehengerelendő anyagok alakváltozó képességének különbsége szab korlátot, míg a robbantásos plattírozás igen kis alakváltozó képesség esetén is elvégezhető, így létrehozva olyan két vagy több rétegű anyagokat melyek már az alapanyagoktól eltérő tulajdonságokat mutatnak.

Jelen publikációban a robbantásos plattírozással létrehozott anyagok minőség biztosítását célzó vizsgálatokat elemezzük.

### **ROBBANTÁSOS PLATTÍROZÁS**

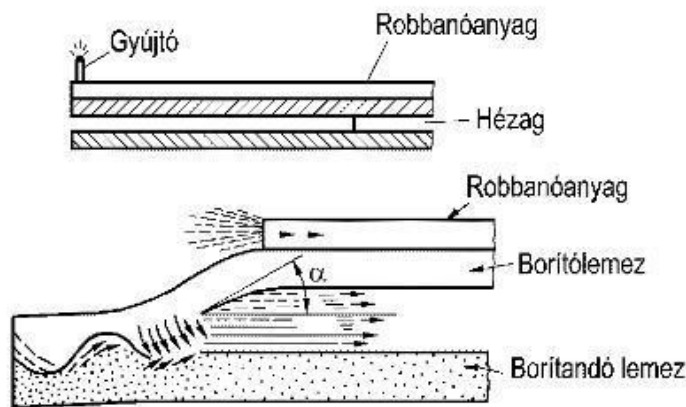
Ezt az eljárást robbantásos hegesztésnek is nevezhetjük, hiszen az általában nagy felületű egymással párhuzamosan vagy szög alatt elhelyezkedő lemezeket nagy mechanikai energiával, nagy sebességű lökéshullámmal, egymáshoz sajtolják, miközben képlékeny alakváltozás jön létre, ez okozza az összehegedést (1. ábra).

A robbantásos eljárás a plattírozás korlátait feloldja: egyrészt igen eltérő képlékenységgű, olvadáspontú és hőtágulási együtthatójú fémek egyesítésére alkalmas, másrészt a kötendő lemezek vastagságának aránya is széles határok között változtatható. [2]

---

<sup>1</sup> Docens, Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Kar

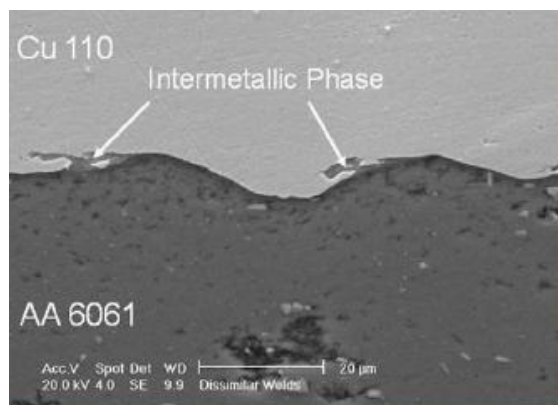
<sup>2</sup> BSc hallgatók, Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Kar



1. ábra Hézagtartó robbantásos hegesztés elve [1]

A robbantásos hegesztésnek számos változata ismert, mi azonban ebben a munkában csak a robbantásos plattírozással létrehozott kötések vizsgálatára szorítkozunk.

A különböző irodalmakban különböző anyagpárosításokat ajánlanak, de a gyakorlatban leginkább elterjedt az acél titánnal, alumíniummal valamint rézzel, illetve ezek ötvözeteivel történő párosítása. [3] A kialakuló hegesztett kötés lehet hullám vagy legyezőszerű. [1]



a) Hullámos alakú varrat, réz acél kapcsolat [6]

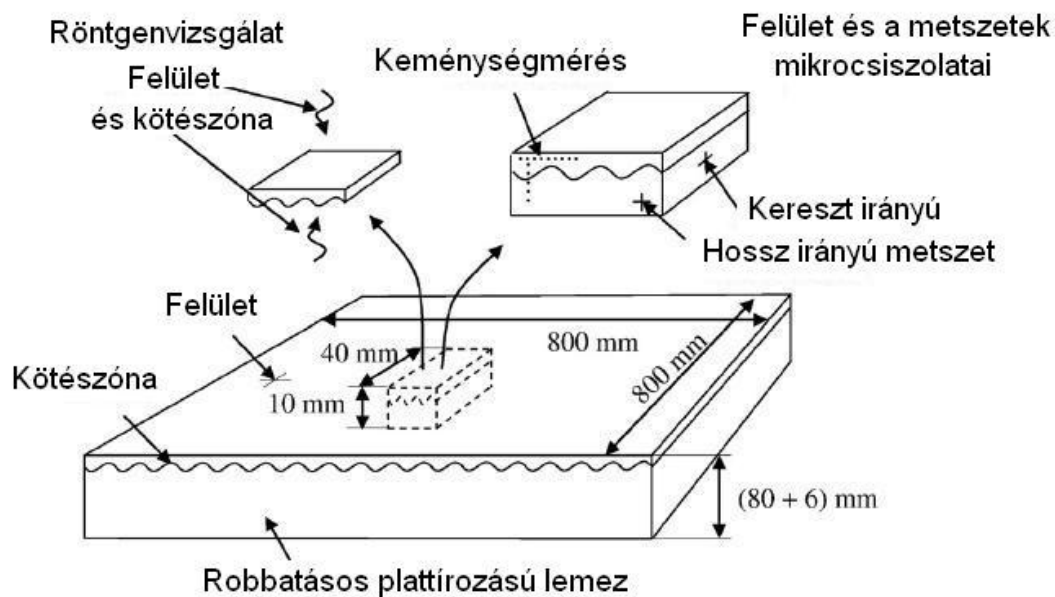


b) Legyezőszerű varrat [1]

2. ábra Jellegetes kötészónák robbantásos hegesztésnél

## VIZSGÁLATOK

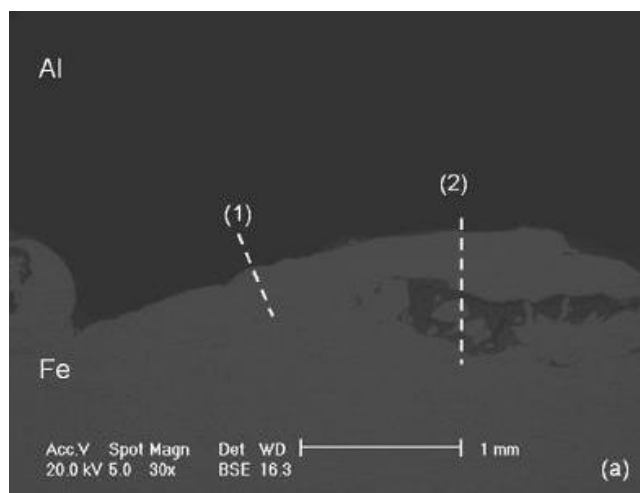
Az elkészített alapanyagot anyagvizsgálati módszerekkel minősíthetjük. A hegesztett kötések vizsgálata során roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálatokat kell végezni. A robbantásos plattírozással létrehozott varratok vizsgálatánál azonban bizonyos vizsgálatok kevésbé használhatóak tekintettel a kialakuló varratalakra. Így tehát az ultrahangos vizsgálatok nem javasolhatóak. A legtöbb információt a plattírozott lemezből kiemelt próbatestek mikrosziszolatainak vizsgálatai valamint a kötészóna és kötészóna környék keménység, esetleg mikrokeménység mérése célszerű. A hagyományos értelemben vett hegesztett varrat hőhatásövezet kifejezést is fenntartással kell kezelni, hiszen ennél a technológiánál képlékeny alakváltozással jön létre a varrat. Amennyiben a két fém kapcsolatánál valamelyik (esetleg mindektő) lemez megolvad a kötészónában heg képződik, mely lehet a két anyag keveredéséből, illetve létrejöhetnek intermetallikus zónák, melyek a kötés minősége szempontjából károsak (2. a) ábra).



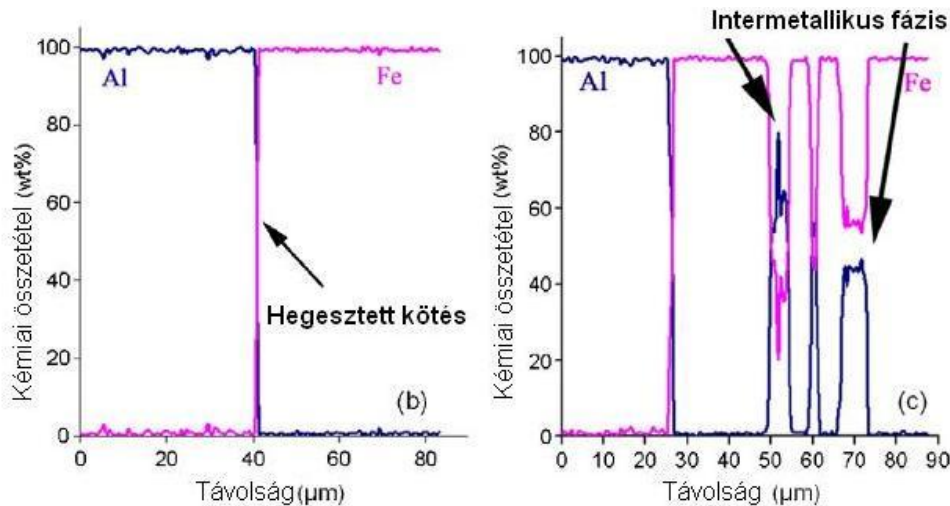
3. ábra A vizsgálatokhoz célszerűen kiemelt próbatestek [4]

A mikroszkópikus vizsgálatokhoz a kivett próbatestek felületét polírozott finomságúra kell elkészíteni, ezután lehet látni a kötészónát (2. ábra). A kötészónában megváltozhat az összekapcsolt lemezek anyagszerkezete, egyrészt mivel képlékeny alakváltozás történik, másrészt mivel keletkezhetnek összeolvadt zónák illetve kiválások (4. ábra). Célszerű tehát ha ezt a vizsgálatot keménységméréssel kiegészítjük. Ebből sok információt kaphatunk a kötészóna és környékének anyagszerkezetéről és tulajdonságairól. Természetesen a keménységváltozás függ az anyagpár megválasztásától. Réz titán kapcsolat esetben a kötészónától távolodva inkább a fém keménysége csökkent [6], tehát a plattírozás során a kötészónában mindkét anyag szerkezeti változáson ment keresztül.

További fontos információkat kaphatunk a kötészónában található megolvadt zónák és az esetleges kiválások elemzésével (elemzővel rendelkező pásztázó elektronmikroszkóppal SEM). [7]



4. ábra Alumíniummal plattírozott acél lemez a) Elektronmikroszkópi kép a kötészónáról,



b) A kötészóna kémiai összetétel elemzése (1) jelű helyen, c) A kötészóna kémiai összetétel elemzése (2) jelű helyen, ahol intermetallikus fázis található [7]

## ÖSSZEFOGLALÁS

Megállapítható tehát, hogy a robbantásos plattírozással elkészített lemezek minőségének ellenőrzése során mindenképpen célszerű a kész darabból kivett próbatestek mind kereszt mind hosszirányú metszeteinek mikroszkópos vizsgálata a robbantással létrehozott kötészóna vizsgálatára. Ezt természetesen ki kell egészíteni keménységméréssel, valamint a kötészónában a kémiai összetétel elemzése az esetlegesen létrejövő kiválások, intermetallikus vegyületek lokalizálására. Jelenleg a hegesztési szabványokban nem találhatók a robbantásos plattírozással létrehozott kötésekkel szembeni követelmények, ezért a vizsgálatokkal a felhasználás során elvárt mechanikai tulajdonságok ellenőrzését kell elvégezni.

## IRODALOM

1. SZUNYOGH, L szerk. Hegesztés és rokon technológiák. Gépipari tudományos egyesület, Budapest, 2007, pp. 320-324. ISBN 978-963-420-910-2
2. LUKÁCS, L. SZALAY, A. ZÁDOR, I. A repülőgépek gyártásánál alkalmazható háromrétegű fémanyagok előállítása robbantásos plattírozással, Repüléstudományi közlemények, XXIV. Évf. 2012.2. szám, pp. 447-459.
3. www.emsclad.com, Clad metal from Engineered Materials Solutions
4. ETTAQI, S. LANGLOIS, L. BIGOT, R. Cobalt-based superalloy layers deposited on X38CrMoV5 steel base metal by explosion cladding process, Surface and Coatings Technology 2008. Vol. 202. pp. 3306-3315.
5. GINSZTLER J.,-HIDAS B.,- DÉVÉNYI L., Alkalmazott anyagtudomány, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2000.
6. FINDIK, F. Recent developments in explosive welding, Materials and Design 2011. Vol. 32. pp. 1081-1093
7. ZHANG, Y. SURESH BABU, S. PROTHER, C. BLAKELY, M. Application of high velocity impact welding at varied different length scales, Journal of Material Processing Technology 2011. Vol. 211 pp. 944-952.

A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások című projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

The project was realised through the assistance of the European Union, with the co-financing of the European Social Fund.