

Kovács-Coskun Tünde¹ – Völgyi Bálint² – Sikari-Nágl István³

PLATTÍROZOTT ALUMÍNIUM-ACÉL LEMEZ KORRÓZIÓS VISELKEDÉSÉNEK VIZSGÁLATA⁴

A kontaktkorrózió jelensége olyan esetekben figyelhető meg, amikor két egymástól eltérő potenciálú fém összeépítése történik, a közük kerülő elektrolit hatására elektronáramlás kezdődik meg, ami a kisebb potenciálú fém fogyását okozza. A kontaktkorróziós jelenség kialakulása többféle módon megakadályozható. A gyakorlatban számos problémát, jelentős anyagi károkat okoz a korrózióknak ez a megjelenési formája. Ebben a cikkben egy jól alkalmazható megoldást szeretnénk bemutatni a kontaktkorróziós jelenség elkerülésére. Kísérleteinkben alumínium –acél anyagpárosítást robbantásos plat-tírozással hoztunk létre. A plattírozással létrehozott anyagpárosítás esetén a különböző fémek közé nem kerülhet elektrolit, mert közöttük kohéziós kapcsolat jön létre, így kontaktkorróziós jelenség sem jöhet létre.

PREVENTION WAYS OF THE CONTACT CORROSION PHENOMENON

The contact corrosion phenomenon is observed in which two different potentials metal can be assembled in presence of electrolyte. This phenomenon can be prevented in several ways. In practice the manifestation of this corrosion is causes a number of problems and significant financial damage. In this article we would like to present a solution well suited to avoid contact corrosion phenomena. In our experiments, we made aluminium plated steel by explosion cladding. This technology got a composite material, what is absolutely different than many poor metals. Between the components it finds a cohesive joint what prevent this composite against the corrosion.

BEVEZETÉS

A kontaktkorrózió jelenségére igen jó példa az USS Independence nevű, LCS 2 típusú alumínium törz-sű hadihajó esete. A hajó acélból készült meghajtási rendszerében 2010. januárjában, fedezték fel a kontaktkorróziót. A hadihajók darabonként 680 millió USD-ba kerültek, az üzemeltetésük évi 36,6 millió USD a haditengerészet számára az eredeti költségvetés szerint. A tervezett élettartamuk 25 év⁵.

A hiba felfedezésekor le akarták állítani a gyártást, de végül a javítást választották a hajók száraz-dokkolásának, valamint a meghajtási rendszer kulcselemeinek szétszerelése árán.

A korróziós jelenségek áttekintése során a szakirodalomban egyértelműen megtalálható azon fémek listája melyeket nem ajánlott összeépíteni, mert közöttük korrózió léphet fel. A fémek elektrokémiai potenciálját ismerve kiszámítható azok potenciál különbsége, ebből pedig következtetni

¹ Óbudai Egyetem, főiskolai docens, kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu

² Óbudai Egyetem, egyetemi hallgató

³ Óbudai Egyetem, egyetemi hallgató

⁴ Lektorálta: Prof. dr Lukács László, egyetemi tanár, Nemzeti Közszerológiai Egyetem, lukacs.laszlo@uni-nke.hu

⁵ David LERMAN & Tony CAPACCIO: Navy Finds 'Aggressive' Corrosion on New Ship; Bloomberg, 2011.06.7.

<http://www.bloomberg.com/news/2011-06-17/navy-finds-aggressive-corrosion-on-austal-s-combat-ship-1-.html>; (2012.11.09.)

lehet a korróziós ellenállásukra vagy hajlamukra⁶.

A kontaktkorrózió elkerülhető megfelelő anyagpáros választásával, vagy olyan konstrukciós kialakítással, amely esetében a két különböző fém közé nem kerülhet elektrolit. Ilyen lehetőség a plattírozott lemezek alkalmazása, melyek egymással kohéziós kapcsolatban vannak, így közük nem kerülhet elektrolit. Természetesen az így kialakított lemezek, alkatrészek csupasz széleit védeni kell, de ez minimális felületet jelent.

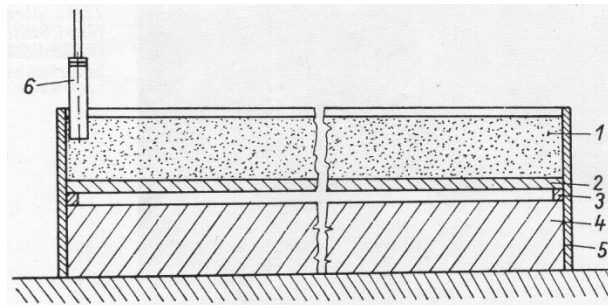
A robbantásos plattírozással olyan anyagpárosítások is létrehozhatóak, melyek már technológiával nem hozhatók létre. A kész plattírozott lemezt tovább lehet hengerelni, az így létrehozott kompozit anyag mechanikai tulajdonságai pedig eltérnek az azt felépítő fémek tulajdonságaitól^{7, 8}.

A robbantásos plattírozás vagy borítás technológiája a kötéstechológiai szempontból hegesztésnek tekinthető, mert a két összekapcsolt fém között kohéziós kapcsolat jön létre. A kialakuló kötés alakja és tulajdonságai jellegzetesek⁹.

A plattírozott lemezek minősítése roncsolásos és roncsolás mentes vizsgálatokkal is elvégezhető, jelenleg a gyakorlatban ultrahangos vizsgálatokkal minősítik¹⁰.

ROBBANTÁSOS PLATTÍROZÁS

A robbantásos plattírozásnál a burkolólemez (repülő lemez), az alaplemez és a robbanóanyag, gyutacs elvi elrendezését az 1. ábra mutatja be.



1. ábra Acél-alumínium plattírozás elvi elrendezése

1 robbanóanyag; 2 burkolólemez (acél); 3 távtartó; 4 alaplemez (alumínium); 5 prespán lemez keret;
6 villamos gyutacs⁵

A plattírozáshoz alkalmazott anyagpárból a borító acéllemez 2mm vastagságú (S235JR) ötvözetlen

⁶ Forrás: ORGOVÁN László szerk.: Felületvédelmi kézikönyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1989. pp.27-34.

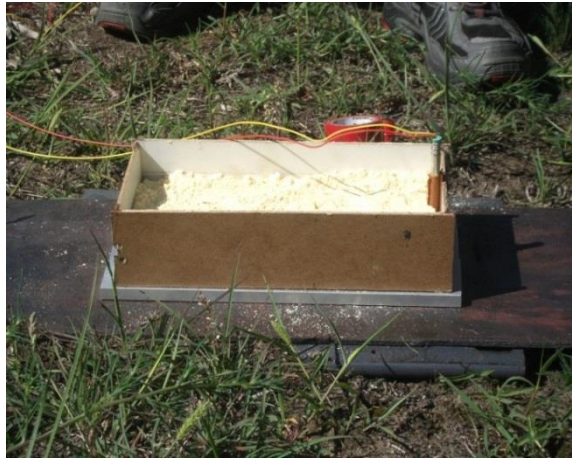
⁷ Forrás: SZALAY András – PUSKÁS József: Nemesfém-takarékos érintkezőanyagok előállítása robbantásos plattírozással; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982, pp. 172-177.

⁸ Forrás: BAGYINSZKI Gyula - BITAY Enikő: Hegesztéstechnika I., EME, Kolozsvár, 2010. pp.38.

⁹ Forrás: SZUNYOGH László szerk.: Hegesztés és rokon technológiák, Kézikönyv; GTE, Budapest, 2007

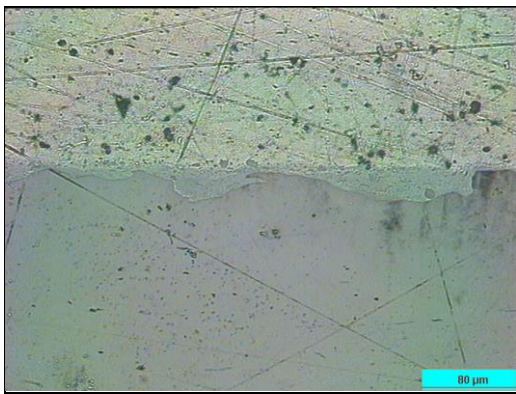
¹⁰ Forrás: Kovács-Coskun, T. Völgyi, B. Sikari-Nágl I. Robbantásos plattírozású fémlemezek szerkezetének vizsgálati lehetőségei, Műszaki Katonai Közlemény XXII. évf. különsz. 2012. pp.140-144.

szerkezeti acél, a borított alumínium lemez pedig 99,5% tisztaságú (1050A) 10mm vastagságú alap lemez volt.



2. ábra plattírozás elrendezés¹¹

A robbantáshoz PERMON 10T ammóniumnitrát alapú, TNT bázisú, kezelés biztos robbanóport alkalmaztunk. A 2. ábra mutatja a robbantásos plattírozás elrendezését, a repülő és alaplemezek távolságát kerettel biztosítottuk, mely a robbanóport is megfelelő helyzetben tartotta. A kapott plattírozott lemez kötési zónáját a 3. ábra mikroszkópos felvétele mutatja. Jól látható, hogy kohéziós kapcsolat jött létre a két fém között. A plattírozott kötésekre jellemző hullám alaktól eltér a kötészóna alakja.



3. Ábra A hosszirányú metszet egy 100x-os nagyítása¹²



4. ábra A kész plattírozott lemez

A mikroszkópos felvételen azonban jól látható, hogy a két fém között egy átmeneti réteg jött létre,

¹¹ Forrás: KOVÁCS-COSKUN Tünde - VÖLGYI Bálint – SIKARI-NÁGL István: Robbantásos plattírozású fémlemez szerkezetének vizsgálati lehetőségei; A „Fúrás-robbantástechnika 2012” c. konferencia előadásai, Balatonkenese, pp. 2012, 149-152.

¹² Forrás: VÖLGYI, B. SIKARI-NÁGL I. I. Robbantással plattírozott acél/alumínium lemezpár keménységvizsgálata, Műszaki Katonai Közlöny XXII. évf. 3. szám 2012. pp. 119-143

melyben a két fém keveredik.

Természetesen ebben a zónában az alumínium felületén létrejött oxidrétegből, melyet a robbantásos plattírozás előtt nem sikerült teljesen eltávolítani, intermetallikus vegyületek is találhatóak. A 4. Ábra mutatja az elkészült plattírozott lemezt, melyen látható, hogy a robbantás hatására az alaplemez megfolyt.

PLATTÍROZOTT LEMEZEK VIZSGÁLATAI

Keménységmérés

Elvégeztük a plattírozott lemezek keménységmérését valamint kémiai elemzését is. A vizsgálatokból kiderült, hogy a plattírozás során a robbantásból adódó alakváltozás következtében, mind az acél, mind az alumínium keménysége növekedett, a kötészóna egyes területein, feltételezhetően az intermetallikus szigetekben pedig a keménység értéke meghaladta mindkét fém keménységét. A keménységet 1,2kg terheléssel Vickers elvű mikrokeménységméréssel határoztuk meg.

Keménységmérés helye	Mikrokeménység (HV _{1,2})
Borító lemez (acél)	161,8
Kötészóna	228,1
Alaplemez (alumínium)	91,3

1.táblázat A robbantás utáni keménységek átlaga a plattírozott lemez rétegeiben

A plattírozás előtti keménység az acél lemez esetén 120HV volt, míg az alumínium lemezénél 30HV. A keménység növekedése tehát jelentős mértékűnek tekinthető.

Korróziós kísérletek

A korróziós vizsgálatokat vizes sóoldattal (36% NaCl, 40 °C) végeztük. A próbatesteket a sóoldatban 30 napon keresztül bemeztve tartottuk. A kísérlethez mind a plattírozott lemezből, mind pedig az alumínium és az acél lemezekből kivágott próbatesteket használtuk.

Az acél (S235) 2 mm vastagságú lemezből 3x5 mm darabokat munkáltunk ki. a 10 mm vastag alumínium lemezből azonos méretű 3x5 mm nagyságú próbatesteket vágunk ki. A plattírozott lemezből a többi próbatesttel egyező méretű 3x5 mm darabot vettünk ki.

A kísérletek során számítottunk arra, hogy korrózió során anyagvesztéget tapasztalunk ezért a próbatesteket megmértük a vizsgálat kezdetekor és a végén. A tömeg mérésére Kern 0,1 mg pontosságú analitikai mérleget használtunk. A tömegvesztéget csak az acél próbatestek esetén tapasztaltunk, ez magyarázható azzal, hogy a kísérletben részvevő két fém közül a vasalapú korróziója indul el a tengervíz elektrolitban. Az ötvözetlen alumínium normál hidrogénelektrodra vonat-

kozott potenciálkülönbsége mesterséges tengervíz elektrolitban $-0,667\text{ V}$, míg a szénacél potenciálkülönbsége $-0,307\text{ V}$ ¹³.

$$-0,667\text{ V} - (-0,307\text{ V}) = -0,36\text{ V}$$

Az irodalom szerint összeépíthető, ha potenciálkülönbségük abszolút értéke kisebb, mint $0,25\text{ V}$. Az alumínium és a vasötvözet (acél) esetében az összeépítés nem javasolt, mivel a potenciálkülönbség abszolútértéke $0,36\text{ V}$. A mért tömegvesztésekből számított átlagos százalékos korróziós veszteség $0,0615\%$. Ez 1 t acélszerkezet esetében már $61,5\text{ dkg}$ tengervíz elektrolit esetében 30 nap alatt. Acél és alumínium ötvözetek összeépítése nem javasolt.



5. ábra Korróziós kísérlet mesterséges tengervízben¹⁴

KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgálatok elvégzése után megállapítottuk, hogy a korróziós folyamat megindult az elektrolitban. Az acél próbatestek anyagvesztése tömegméréssel kimutatható. A plattírozott próbatestek esetében megfigyeltük, hogy az elektrolit nem tudott bejutni a két fém közé ezért korróziós jelenséget nem tapasztaltunk. Mérési eredmények alapján levonhatjuk azt a következtetést, hogy ha az összeépítendő alumínium és acél anyagpárt plattírozással kötjük, akkor nem kerülhet elektrolit a két fém közé, ezáltal elkerülhető kontaktkorróziós jelenség. További vizsgálatokat szükséges végezni azonban annak megállapítására, hogy mi történik akkor, ha a különálló, illetve plattírozott elektrolitba merülő lemezekre feszültséget kapcsolunk, ugyanis ez felgyorsíthatja a korróziós jelenséget.

¹³ ORGOVÁN László szerk.: Felületvédelmi kézikönyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1989. pp.27-34.

¹⁴ KOVÁCS-COSKUN, T. VÖLGYI, B. SIKARI-NÁGL I. Kontaktkorróziós jelenség tanulmányozása acél alumínium párosításánál, Műszaki Tudományos Füzetek FMTU 2013. Kolozsvár pp.201-204.



KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A SZERZŐK KÖSZÖNETET MONDANAK HARASZTI FERENCNEK (ÓBUDAI EGYETEM) A KORRÓZIÓS VIZSGÁLATOK SORÁN NYÚJTOTT SEGÍTSÉGÉÉRT VALAMINT SZALAY ANDRÁSNAK (S-METALLTECH 98 ANYAGTECHNOLÓGIAI KUTATÓ-FEJLESZTŐ KFT.) ÉS LUKÁCS LÁSZLÓNAK A ROBBANTÁSOS PLATTÍROZÁS KÖRÜLMÉNYEINEK BIZTOSÍTÁSÁÉRT.

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 realized through the assistance of the European Union, with the co-financing of the European Social Fund (TÁMOP-4.2.1. B -11/2/KMR-2011-0001).

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] David LERMAN & Tony CAPACCIO: Navy Finds ‘Aggressive’ Corrosion on New Ship; Bloomberg, 2011. 06 7. <http://www.bloomberg.com/news/2011-06-17/navy-finds-aggressive-corrosion-on-austal-s-combat-ship-1-.html>; (2012.11.09.)
- [2] ORGOVÁN László szerk.: Felületvédelmi kézikönyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1989. pp.27-34.
- [3] SZALAY András – PUSKÁS József: Nemesfém-takarékos érintkező anyagok előállítás a robbantásos plattírozással; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982, pp. 172-177.
- [4] BAGYINSZKI Gyula - BITAY Enikő: Hegesztéstechnika I., EME, Kolozsvár, 2010. pp.38.
- [5] SZUNYOGH László szerk.: Hegesztés és rokon technológiák, Kézikönyv; GTE, Budapest, 2007.
- [6] KOVÁCS-COSKUN, T. VÖLGYI, B. SIKARI-NÁGL I. Robbantásos plattírozású fémlamezek szerkezetének vizsgálati lehetőségei, Műszaki Katonai Közlöny XXII. évf. különszám 2012. pp.140-144.
- [7] VÖLGYI, B. SIKARI-NÁGL I I. Robbantással plattírozott acél/alumínium lemezpár keménységvizsgálata, Műszaki Katonai Közlöny XXII. évf. 3. szám 2012. pp. 119-143.
- [8] KOVÁCS-COSKUN, T. VÖLGYI, B. SIKARI-NÁGL I. Kontaktkorróziós jelenség tanulmányozása acél alumínium párosításánál, Műszaki Tudományos Füzetek FMTU 2013. Kolozsvár pp. 201-204.