

Ultrahang hegesztése alkalmazása alumínium lemeznél

Szilágyi Mihály¹ and Kovács Tünde¹

¹Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest,
Népszínház u. 8, Magyarország

Abstract. Az alacsony olvadáspontú fémlamezek hegesztése általában nehézségeket okoz a hőbevitel miatt. A hegesztési technológia során biztosítani kell az alapanyag mechanikai tulajdonságainak megtartását. Az ultrahangos hegesztési technológia nagyon jól alkalmazható a vékony lemezek összekapcsolására, legyen az acél vagy más fémötvözet.

Mi egy speciális munkadarabhoz (vékony alumínium lemez elektronikai alkatrészhez) különleges követelmények esetén. Ebben a munkában szeretnénk bemutatni a megfelelő paraméterekkel létrehozott technológiát, melyet kísérleti úton határoztunk meg.

Keywords: Ultrahang hegesztés, szonotróda, sajtoló hegesztés

1 Bevezetés

Az ipari gyakorlatban gyakran alkalmaznak az alumínium hegesztés. Az ömlesztő hegesztés során hő bevitelével történik a kötés létrehozása, melyet különböző módon kaphatunk az alkalmazott aljárástól függően. Bizonyos alkatrészeknél azonban követelmény, hogy sem hőhatás se elektromos potenciál különbség nem érheti az összekötendő munkadarabokat, illetve a környezetben nem engedhető meg nyílt láng használata. Ilyenkor jó megoldás lehet az ultrahang hegesztés. Rövidítése az angol, Ultrasonic Welding kifejezésből származik. Ez egy hidegsajtoló hegesztési eljárás, mely helyi, magas frekvenciájú rezgő energiából keltett súrlódással hoz létre kötést két, összeszorított munkadarab között. Az ultrahang hegesztés magába foglal egy komplex kapcsolatot a hegesztés során létrehozandó statikus nyomóerővel, az oszcilláló nyíró erővel és a közepes hőmérséklet emelkedéssel. Ezen feltételek közös hatása és természetesen a hegesztendő anyagok minőségének, felületének és vastagságának megfelelő összessége szükséges az ultrahanggal történő hegesztett kötés kialakításához [1-3].

Az ultrahangos hegesztési eljárást a 70-es években még csak az elektrotechnikában alkalmazták finom huzalok kötéseinek kialakításához, de pár évvel később már

műanyagok hegesztett kötéseit is ezzel az ajárással készítették. Manapság az eljárás használata a polimerek kötéstechnológiájában is igen elterjedt.

Az autóiparban is megjelent a réz huzalok/kábelek egymáshoz, valamint alumíniumhoz való hegesztése a gyújtásindító modulok esetében. Ezért alumínium vékony lemezek, filmek hegesztésére is kiterjedt az alkalmazása [4, 5, 6]. A műszaki gyakorlatban, - mint több elektronikai alkatrészeket gyártó cégnél is - előfordul olyan eset, hogy vörösrezt acéllal, vagy vörösrezt bronzsal, esetleg alumíniummal kapcsolnak össze ultrahanggal. Ezzel az eljárással összeköthető anyag párok nagymértékben variálhatók. Ömlesztő hegesztési eljárások esetében a hő okozza az alapanyagok és a hegesztőanyagok megolvadását melyek a hegesztés során keverednek. Az ultrahangos hegesztés esetén a nyírófeszültséget létrehozó nagyfrekvenciás rezgés által keltett sűrűlódás és a nyomás együttese idézi elő az kohéziós kötést. Az ultrahangos hegesztés jóval olvadási hőmérséklet alatt történő meleg sajtoló eljárásaként is értelmezhető. Így a hő csak a helyi rekrisztallizációt (újrakristályosodást) tudja kis mértékben befolyásolni [7,8].

1.1 Hegesztési kísérletek

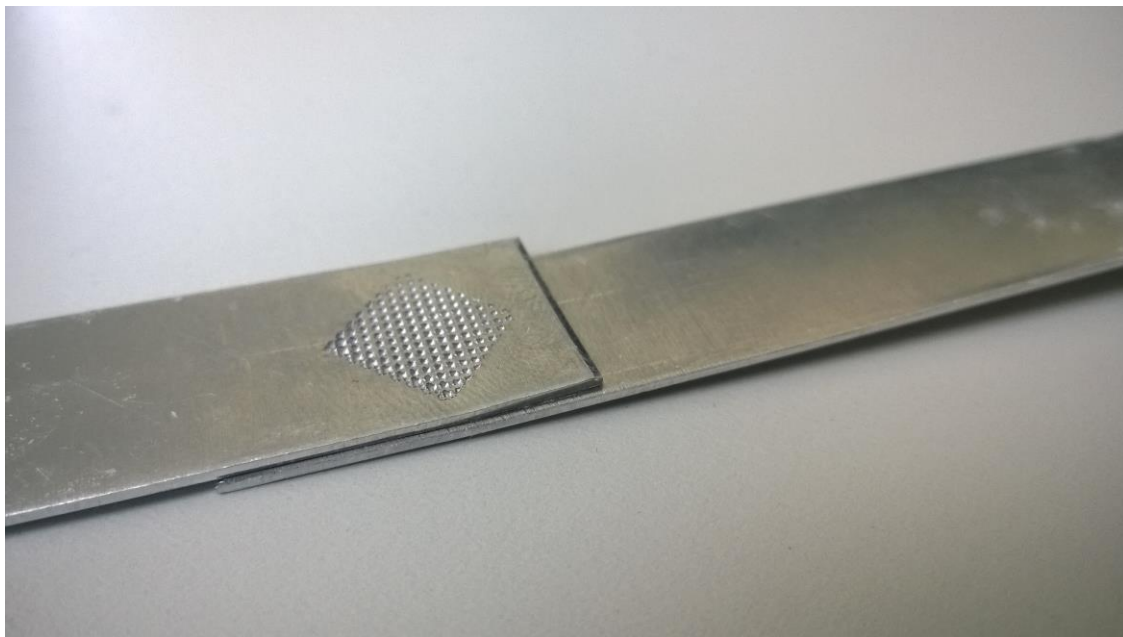
A hegesztési kísérlethez úgy készítettük el a próbatesteket, hogy azok a nyíró-szakító vizsgálat elvégzésére is alkalmasak legyenek.

A kísérletet egy TELESONIC ULTRASONICS M4000 típusú ultrahangos hegesztő berendezéssel végeztük.

A gép több paramétert párhuzamosan kezelve dolgozik. A 3 kW-os generátor a piezoelektromos átalakító egységen keresztül - egy állandónak tekinthető - 20 kHz ± 50 Hz-es rezgést hoz létre. Az ultrahang frekvenciája a gépen nem beállítható paraméter. A finomhangolást a gép automatikusan, egy beépített program alapján végzi. Különböző hegesztési módok állnak rendelkezésre. Ilyen például a Force Trigger mód a Distance Trigger mód vagy a Touch Trigger mód. A Force Trigger, egy olyan üzemmód, amely használata során a kezelőnek kell megadnia, hogy a maximálisan 5000 N-ig felfutó erő mely pontján kezdődjön el a hegesztési folyamat ultrahangos rezgetési része. Ebben az üzemmódban az erőt figyelni a rendszer. Amikor a beállított nyomóerő fellép a két munkadarab között, akkor a hegesztési funkció aktiválódik és a kezelő által meghatározott további paraméterek szerint végbemegy a hegesztés. Ebben az esetben a beállított erő fellépése váltja ki a hegesztés (rezgetés) kezdetét. Innen a *trigger* szó, a továbbiakban ezt az erőt „*Ft*”-vel jelöljük vagy „*Trigger Force*”-ként említjük. Jelen esetben ezt a módot használva változtattuk a hegesztési (rezgetési) időtartamot majd később a hegesztési nyomást.

A kísérlet célja: meghatározni azt a beállítás szettet, amely az elvárt kötésbiztonság mellett alaki és gazdasági igényeknek is megfelel.

A kísérlet menete: 3 darab varratot készítettünk az ismételhetőség megállapításának érdekében minden beállítással A darabokat feliratoztunk és dokumentáltunk. A kísérlet során a beállított adatok mellett a gép által mért adatokat is regisztráltuk.



1. ábra Szemrevételezéssel megfelelő képet mutató varrat

További kísérletek során a hegesztési nyomást változtattuk. Itt kiderült, hogy 5 bar alatt nem készült értékelhető varrat, így 5, 6, 7 és 8 bar-os nyomást realizáltunk az alumínium lemezek hegesztésekor.

Szemrevételezéses vizsgálat

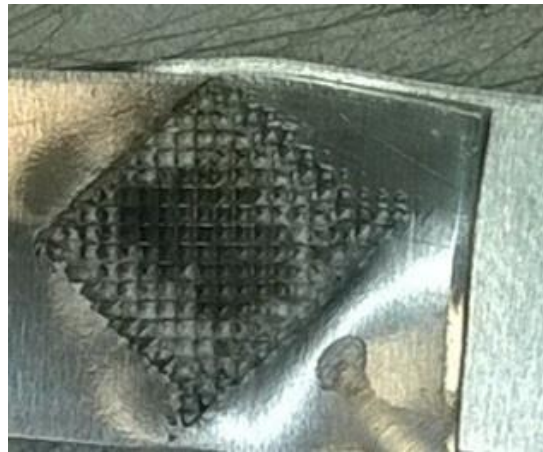
Itt három csoportba soroltuk a hegesztett próbákat.

1. csoport: korona és gyökoldal megfelelő benyomódást mutat, a varraton nincsenek égésre, túlzott deformációra utaló jelek (1. ábra).
2. csoport: valamilyen eltúlzott deformáció látható, amely a felhasználást nem teszi lehetővé, viszont a hegesztett kötés szilárdsága megfelelő (2. ábra).
3. csoport: a szélsőséges paraméter beállítás miatti túlzott deformáció, síkból kiemelkedő profil és /vagy égési foltok észlelhetők (3. ábra).

Ezen csoportok felvételével már eldönthető volt, hogy mely mintadarabokkal érdemes tovább dolgozni, a paraméter beállítások határai leszűkültek.



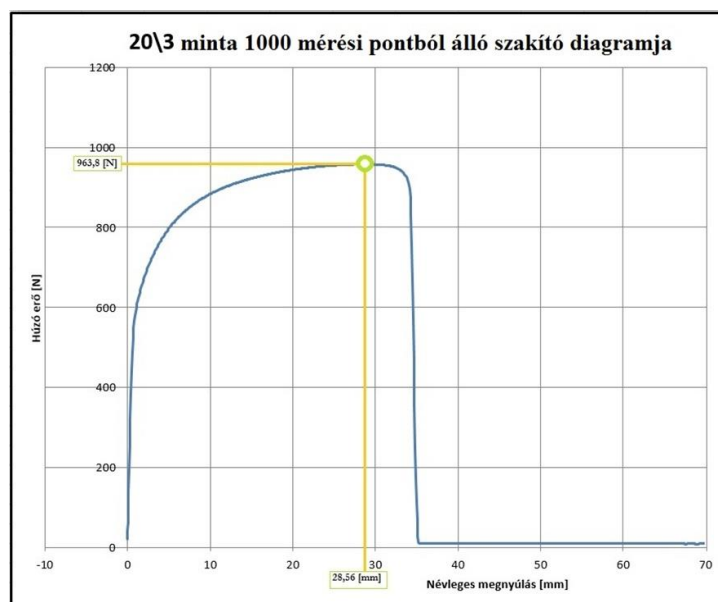
2. ábra Túlzott deformáció



3. ábra Égségi foltok a varraton

A nyíró-szakító vizsgálat:

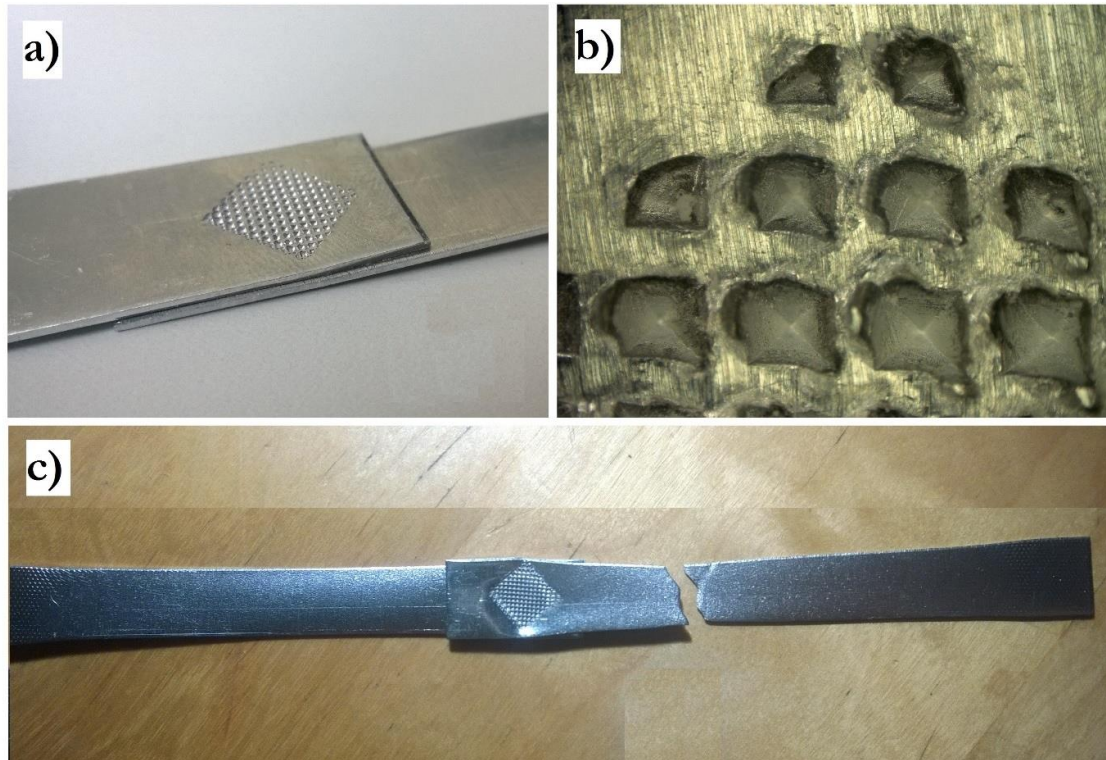
A nyíró-szakító vizsgálatokat számítógépes vezérlésű ZWICK/ROELL Z020 típusú nyíró-szakító gépen végeztük. A kísérletnek célja volt, hogy meghatározzuk azt a maximális erőt, melynél a darab elszakad. A ponthegesztett kötések minősítéséhez hasonlóan ez a szakadáskor mérhető maximális erő ad információkat a technológiai tervezéshez.



4. ábra Nyíró-szakító diagram

A kísérlet menete: a gép számítógéppel összekötve elektronikus úton kapja a jelet a szakítás elvégzésére. A gép élöben rajzolja ki a képernyőre a terhelő erőt a megnyúlás függvényében (4. ábra).

Eredmény: nyíró-szakító vizsgálat során azokat a kötéseket tekintettük megfelelőnek, melyek esetében nem a varratban vagy a hőhatásövezetben történt a szakadás hanem az alapanyagban.



5. ábra A követelményeknek megfelelő kötés

Eredmények

A követendő eredményeket mutató beállítások adatait az alábbi 1. táblázatban gyűjtöttük össze. Ekkor a mintadarabok már túl voltak a szakítás előtti fénymikroszkópos vizsgálaton, a nyíró-szakító próbán és az azt követő fénymikroszkópos vizsgálaton.

1. táblázat: Alkalmazott hegesztési paraméterek

Ft [N]	400
Max Erő [N]	3210
Hegesztési Idő [ms]	330
Hegesztési Nyomás [bar]	5
Hegesztés Max. Teljesítménye [W]	1977
Szakítóerő [N]	963,8

Összefoglalás

A hegesztési technológia paramétereinek kísérleti optimalása során egy nagy darabszámú beállítás sorozatot kellett ellenőriznünk. A szemrevételezés után a megfelelő darabokon szakító vizsgálatot végeztünk. Minden esetben fény mikroszkópos vizsgálatot is végrehajtottunk. A megfelelő kötés kiválasztásához több lépcsős táblázatszűrésre volt szükség. Ennek legfőbb feltétele az volt, hogy a szakítóvizsgálattal mért szakítási erő 915N feletti legyen, szakítás előtt a hegesztés hatására létrejött síkbeli vetemedés ne haladja meg az előírt mértéket és ne haladja meg a 2050 W energia felvételt.

A technológiai utasítás elkészítéséhez ez a paraméter sor volt szükséges. Kísérleteink eredményeként kijelenthetjük, hogy egy 0,8 mm vastagságú EN AW-1050A minőségű alumínium lemezt a kapott beállítással (1. táblázat) kell hegeszteni, a TELESONIC ULTRASONICS M4000-es piezoelektromos átalakítóval szerelt ultrahang hegesztőgépen.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők ezúton szeretnék megköszönni a kísérletek során nyújtott magas szintű támogatást Dr. Csányi Judit és Szilágyi Sándor részére.

Felhasznált irodalom

- [4] Schunk Group: Ultrasonic Welding video file kép; Youtube, 2013. aug. 20.
<https://www.youtube.com/watch?v=m4Pj5fd-AK4> 2016.06.13.
- [1] Telsonic Ultrasonics: Metal Welding weboldal; 2016.
<http://www.telsonic.com/en/metal-welding/metal-welding-technologies/> 2016.06.13.
- [2] Genesis-Ultrabond: A considered history of Ultrasound weboldal; 2008-2010
<http://www.genesis-ultrasound.com/history-of-ultrasound.html> 2016.06.13.
- [3] Leonard P. Connor, R. L. O'Brien, America Welding Society: Welding Handbook 8. kiadás, könyv; 1995.07.05. 25-dik fejezet
- [5] Dr. Bagyinszki Gyula, Dr. Balogh András, Dr. Gáti József, Losonci Pál, Dr. Palotás Béla és társaik: Hegesztés és Rokon technológiák, könyv; Budapest, 2007, p. 299 – 303.
- [6] Dave Dickinson: 2-2 Ultrasonic Welding PowerPoint előadás; 2001.05.03.
- [7] S. Berliner: Ultrasonics; Probe-type Ultrasonic Processing Equipment; Horn Types, weblap; 2002. 10.10.
<http://berliner-ultrasonics.org/uson-4a.html> 2016.06.13.
- [8] Dale Ensminger, Leonard J. Bond: Ultrasonics könyv; 2012 p. 527-533