

## Műanyagok ultrahangos hegesztése

*Tárgyszavak: műanyagok; ultrahangos hegesztés; hegesztőberendezések; hegesztőfej anyagai; gyakorlati példák.*

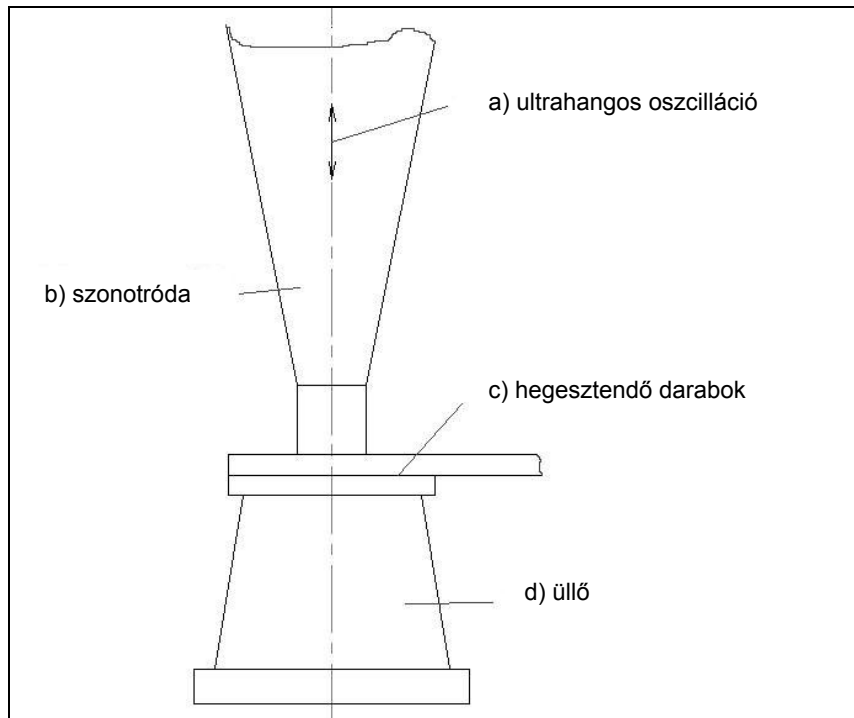
A műanyagok ultrahangos hegesztése (1. ábra) évek óta használatos korszerű technológia. A hőre lágyuló műanyagok hegesztése során a rezgési energia (a) elnyelése, illetve annak a másik darabtól való visszaverődése, valamint a fellépő súrlódási hő miatt a kötési hely környéke felmelegszik. A függőleges rezgések hatására az anyag helyileg megolvad, és igen rövid idő alatt létrejön az oldhatatlan kötés. Ennek előfeltétele, hogy a munkadarabok olvadási hőmérséklete közel azonos legyen. A heg minősége az állandó, jól szabályozható és a heg kis területére kiterjedő energiaátvitelnek köszönhetően igen egyenletes. Optimális eredmény elérése érdekében a darabok célfelületét (c) megfelelő módon elő kell készíteni az ultrahangos hegesztésre, továbbá az energiaátadó (b) és a befogó (d) egységek alakját a kívánt heg „negatívjaként” szükséges kialakítani.

Az ultrahangos hegesztőkészülék (2. ábra) fő egységei az

- ultrahang-generátor,
- ultrahangos hegesztő,
- ultrahangos átalakító rendszer.

### Ultrahang-generátor

Az ultrahang-generátor AC feszültséggel működik (220–110V), szinuszhullámú jelet generál 20–40 kHz frekvenciatartományban. A műanyaghegesztéséhez használatos generátorok nem különböznek az ultrahangos fémhegesztéshez használt generátoroktól. A fejlett ultrahang-generátorok tartalmaznak egy automata beállítórendszert az átalakító és a generátor kapcsolatának optimalizálására, még arra az esetre is, ha az elektromos és/vagy mechanikus tulajdonságok megváltoznak a hegesztési folyamat közben (pl. a szonotróda hozzátapad a munkadarabhoz, és ezáltal nagy erők lépnek fel; vagy az átalakító egység frekvenciája megváltozik a hosszú hegesztési idő, ill. a szonotróda nagy ciklusszám miatt fellépő felmelegedése miatt).



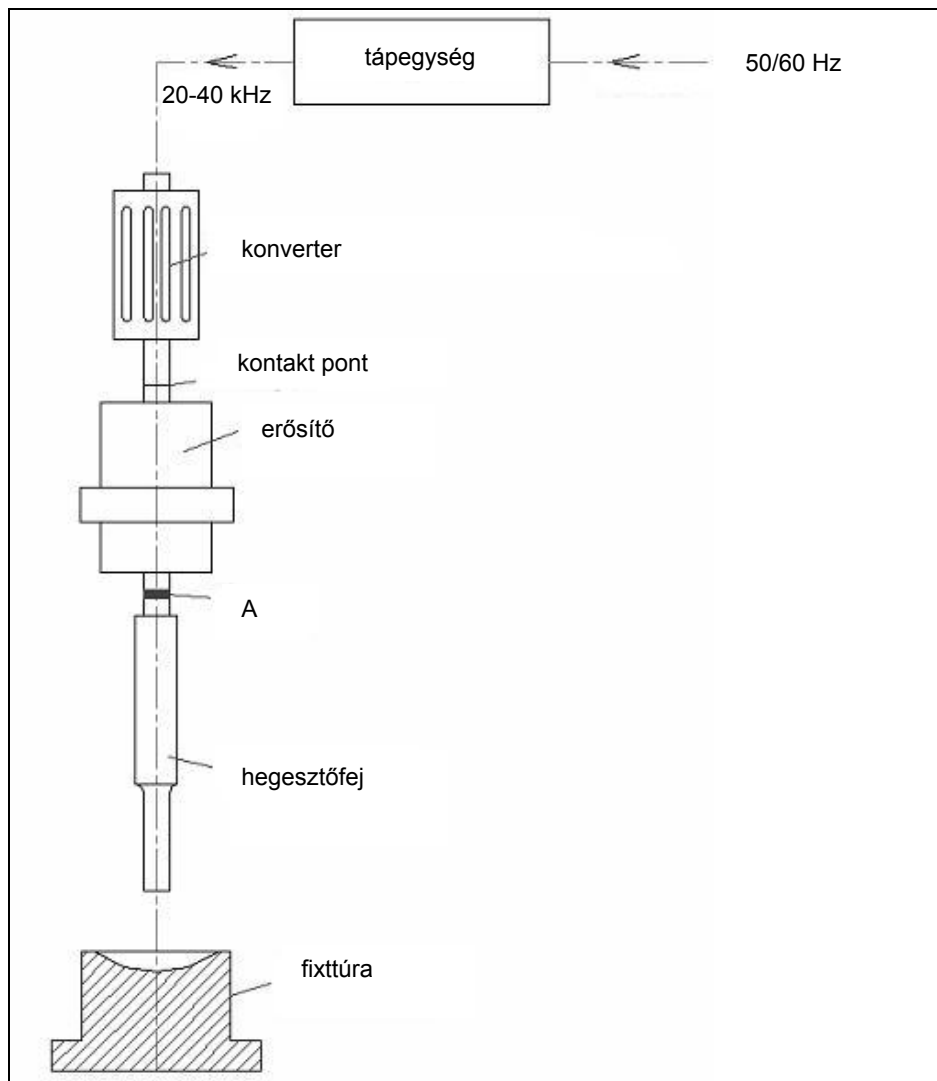
1. ábra Az ultrahangos műanyaghegesztés elve

*Műanyagok hegesztésekor a kötés felengedésének elkerülése érdekében és a megfelelő szilárdság eléréséhez a darabokat hegesztés után együtt kell tartani egy ún. „utántartási” ideig. A fémek ultrahangos hegesztésénél ez általában nem szükséges, ennek ellenére tanácsos beállítani egy rövid (kb. 0,02 s) időt, hogy a munkadarab fellazuló részecskéi ne tapadjanak hozzá a szonotródához. Igen fontos, hogy a beállított amplitúdó ne változzék a hegesztés során.*

## A konverter

A tápegység által előállított magas frekvenciájú elektromos energiát a konverter alakítja át azonos frekvenciájú mechanikus rezgésekké. A konverter „lelke” az ólom–cirkon–titánium ötvözetű „piezoelektromos” elem, amely változó feszültség hatására periodikusan kitágul/összehúzódik. A konverter elején egy axiális irányú mechanikai rezgés érzékelhető. Az amplitúdója általában túl kicsi ahhoz, hogy használni lehessen, ezért erősítővel kell felszerelni. A piezoelektromos konverter hatásfoka igen magas. A kis veszteségek, amelyek a konverzió során keletkeznek, a konverter hőmérsékletének emelkedésében nyilvánulnak meg. *A konverter hőmérséklete nem emelkedhet 60 °C fölé (amelyet egy „kontaktponton” mérnek). A túlmelegedés a konverterben, az erősítő-*

ben, a fejben és a generátorban is kárt tehet, ezt többnyire automatikus visszacsatolással jelzi a berendezés.



2.ábra Az ultrahangos műanyaghegesztő berendezés felépítése

## Az erősítő

A hegesztőfejen jelentkező rezgésamplitúdó az egyik legfontosabb tényező az ultrahangos hegesztésnél. A fej geometriai formájának illeszkednie kell a hegesztendő tárgy formájához. A helyes amplitúdó megtalálása gyakran nehéz. Az erősítő a konverter amplitúdóját erősíti fel adott arányban. Az erősítési/csillapítási tényezőt a megfelelő arányban adják meg. Az arányt szímkóddal jelölik, és numerikus értékkel látják el (A). Erre példákat az 1. táblázat tartalmaz.

## Színkódok

Csökkentő/erősítő	Szín	Anyag	Erősítő	Szín	Anyag
1 : 0.5	kék	alumínium	1 : 1	zöld	alumínium
1 : 0.6	lila	alumínium	1 : 1.5	sárga	alumínium
Más arányok külön kérésre.			1 : 2	fehér	titánium
			1 : 2.5	fekete	titánium
			1 : 3	barna	titánium

## A hegesztőfej (szonotróda)

A szonotróda félhullám hosszúságú, rezonanciára képes fémdarab, amely a mechanikai erősítőtől érkező ultrahangos rezgéseket továbbítja a hegesztőfejhez. A szonotróda titánból készült, 40 kHz-en rezgő eszköz.

A hegesztőfej az az eszköz, amely a konverter által előállított ultrahang energiáját intenzív rezgés formájában átadja a hegesztendő tárgynak. Amíg a fej a műanyag hegesztésénél függőleges, a fémhegesztésnél jellemzően vízszintes utat tesz meg. Mivel a munkadarabok különböző formájúak lehetnek, a hegesztőfejnek is külön követelményeknek kell megfelelni. Költségtakarékos megoldás – színes termékskála vagy nagy sorozatok gyártásakor –, ha nem az egész hegesztőfejet cserélik, csupán a hegesztőcsúcsot.

*Fontos tudni, hogy a fej egy akusztikus test, amelyet a rezonáns frekvenciára hangoltak, ezért nem szabad megváltoztatni az alakját!* A fej geometriai alakjának olyan egyszerűnek kell lennie, amennyire csak lehet. Az alakján kívül más fontos tényezőket is figyelembe kell venni:

- a szonotródát 20 000 Hz-es ( $\pm 50$  Hz) rezonanciafrekvenciára kell felhangolni 20 °C-on. Működés közben +150Hz/–250Hz tűrés engedhető meg,
- ahhoz, hogy a fej helyesen rezegjen, úgy kell megtervezni, hogy az érintkező felületen mozogjon axiális irányban annyira, amennyire csak lehet. A cél az, hogy olyan lehető legnagyobb impulzusokat hozzanak létre a fej felületén, amelyek átadhatók a hegesztendő tárgynak,
- a fej amplitúdóját a tervezése határozza meg. A fejek tervezéséhez ismerni kell a különböző anyagok terhelési kapacitásait.

## A hegesztőfej anyagai

A fejek kizárólag specifikusan nagy szilárdságú anyagokból készülnek, nevezetesen nagy szilárdságú alumíniumból, titánból és acélötvözetekből. Az

anyagválasztás legfőképpen a szándékolt felhasználástól függ. Az anyagválasztást különböző tényezők befolyásolják:

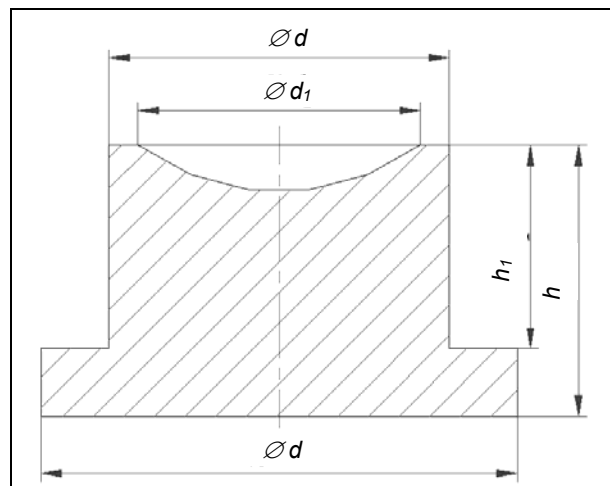
- a fejananyag szilárdsága, az elérendő amplitúdót figyelembe véve,
- az anyag felületi minősége és a felületkezelési karakterisztikák,
- az ultrahangvezető képesség,
- a fejananyag hővezető tulajdonságai.

Az említetteken kívül figyelembe kell venni, hogy a fej jelentős mechanikai terhelésnek van kitéve. Ezért nagyon fontos, hogy a fejet úgy tervezzék meg, hogy a műanyag munkadarabot optimális körülmények között lehessen összehegeszteni. A fej felületén olyan bevonat is lehet, amely a koptató hatású műanyagok ellen véd, és hosszabbítja a fej élettartamát. A szükséges elméleti és gyakorlati tudás nélkül legyártott szonotródákkal elégtelen és rossz hegesztési eredményeket lehet csak elérni, ezért a termékek minősége is gyenge marad.

## Befogás

A befogó (fixtúra, 3. ábra) többféle célt szolgál:

- a munkadarabot ugyanabban a helyzetben tartja a hegesztési művelet alatt,
- egyszerűsíti az összeállítási eljárást (több alkatrész összeépítése),
- pozitív hatása van az ultrahanghegesztés akusztikus műveletére,
- megakadályozza a hegesztendő tárgy felületének sérülését.



3. ábra A fixtúra

## Gyakorlati alkalmazások

A műanyagok ultrahangos hegesztésével készült gyártmányokkal számtalan területen lehet találkozni. Ilyen az autóipar (kábelkorbácsok hegesztése,

a biztonsági öv rögzítő csatjának és a fényszóró védőburkának hegesztése), a gyermekjátékok, a biztonsági eszközök, pl. a bukósisak, az élelmiszeripari csomagolóanyagok hegesztése (dobozok, üdítős poharak, bevásárló szatyrok).

Az ultrahangos műanyaghegesztő gépeknek ismertebb gyártói a Rinco **Ultrasonics**, a **Branson**, az **Amtech**, a **Stapla** cég.

**Kári-Horváth Attila**

Dave Prouse, D.; Kispeti, Z.: Az ultrahangos hegesztés gyakorlati alkalmazása. = Előadás, Esztergom, 2002. május 6.

## **MŰANYAG ÉS GUMI**

a Gépipari Tudományos Egyesület,  
a Magyar Kémikusok Egyesülete  
és a magyar műanyag- és gumiipari vállalatok  
havi műszaki folyóirata

### **A 2005. februári tartalmából:**

K 2004: jövőkép – innováció – üzlet IV. Műanyagok –  
a győztesek is ezt választják

Új műanyagipari segédberendezések a K 2004  
kiállításon

Polimerek a jobb életminőségért: tetőtől talpig jó  
közérzetre hangolva

Szerkesztőség: 1371 Budapest, Pf. 433.  
Telefon: (36-1) 201-7819, 201-2011/1451  
Telefax: (36-1) 202-0252

## Röviden...

### Többrétegű, kis áteresztőképességű üzemanyagtartály

A „zéró kibocsátású” gépkocsira vonatkozó szigorú kaliforniai rendelet, a PZEV (partial zero emission vehicle) betartásához a **Atofina** műanyaggyártó (Párizs) és a **TI Automotive** (Warren, MI, USA, kutatórészlege Rastatt, Németország) benzinkeverékeket előállító cég 2003-ban közösen fejlesztett ki egy többrétegű üzemanyagtartályt. A hat réteg a következő anyagokból épül fel: *Finathene PE-HD*/visszanyert hulladék/*Orevac* poliolefin-maleinsavanhidrid kapcsolóanyag/*Soarnol EVAI*/*Orevac*/*Orgalloy* PA-PO ötvözet. Ennek a szerkezetnek nagyon kicsi a gázáteresztő képessége, amelyet a két zárórétegnek: az EVAI magnak és a PA/PO belső felületnek köszönhet. Az *Orgalloy* folytonos akadályt képez még a hegesztési helyeken is, ott ahol az egyszeres zárórétegben a folytonosság megszakad. A TI Automotive *Permblok AS6* néven szabadalmaztatta ezt a tartályt, az elsőt, amely kielégíti a PZEV előírását. Előreláthatólag már 2004-ben lesz olyan gépkocsi, amelybe ezt építik be.

(*Modern Plastics International*, 34. k. 9. sz. 2004. p. 16.)

### Vérszállító hűtődoboz

Az emberi vér szállításakor 24 °C-os környezetben sem emelkedhet a folyadék hőmérséklete 4–8 °C fölé. Ennek a követelménynek a kielégítésére ajánlja a **BASF Neopor** márkanévű *habosított polisztirolját*, illetve az ebből a **Storopack** cégnél készített hűtőládát. Az apró fekete *Neopor* gyöngyöket ezüstszínű habtömbökbe foglalják. Az alapanyagba kevert infravörös abszorber és visszaverő anyag csökkenti a hab hővezetését.

A *MonoTripleBox* nevű hűtőládát a **Storopack** és az orvosi termékeket gyártó **deltaT** (Giessen) cég közösen fejlesztette ki. A két félből álló, 65–80 mm vastag habból készített dobozba 1–3 db szabályozott hőmérsékletű rekesz helyezhető be, és ezek közé teszik a vért vagy a vérplazmát tartalmazó zacskókat. A rekeszek különleges szénhidrogén hűtőközeget tartalmaznak, ennek segítségével a szállítás alatt állandó hőmérsékleten tartható a vér. Ilyen csomagolásban 25 °C-os külső hőmérséklet mellett 24 óra alatt sem emelkedik a készítmény hőmérséklete 2–8 °C fölé.

Az emberi vér és szervek szállítása egyre fontosabb szerepet játszik az egészségügyben. Németországban jelenleg kb. 11 500 ember várakozik szervátültetésre. Évenként 4 millió egység vérkészítmény szükséges a transfúziókhoz és operációkhoz. (*További információk: [www.basf-ag.de](http://www.basf-ag.de)*)

(*Plastics Engineering EUROPE*, 2. k. 2. sz. 2004. jún. p. 5.)