

Ponthegesztő berendezés gyártása háztartási elektronikai hulladékból

Manufacture of spot-welding machine from household electronic waste

Bíró Tamás¹, Renkó József Bálint²

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Anyagtudomány és Technológia Tanszék
Budapest, Magyarország, biro.tamas@edu.bme.hu

² Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Anyagtudomány és Technológia Tanszék
Budapest, Magyarország, renko.jozsef@edu.bme.hu

Abstract

Nowadays, spot-welding technologies are being used on a very wide range of applications. Spot-welded joints can be found in many equipment, like in toasters, in computers, in telephone batteries, or even in various premanufactured car elements. Given the prevalence of the technology, there may be a legitimate need for a machine that can be used at home for simple spot-welding operations. Such devices could be produced more cost-effectively, than currently available on the market, while using household electronic waste. These could be produced for hobby purposes, thus creating an opportunity to recycle certain types of household electronic waste, improving sustainability in an engineering approach.

Keywords: *spot-welding, welding, battery, sustainability*

Összefoglalás

Napjainkban a ponthegeztési eljárás igen széles körű alkalmazásnak örvend. Ponthegeztett kötésekkel lehet találkozni a hétköznapi élet számos területén: a kenyérpírtón, a számítógép vagy a telefon akkumulátorán, de akár autóiipari karosszériaelemeken is. Tekintettel az eljárás elterjedtségére, jogosan merülhet fel az igény a hobbi barkácsműhelyben egy olyan ponthegeztő berendezés iránt, amely kis teljesítményű, de az egyszerű ponthegeztési műveletek elvégzésére alkalmas. Ilyen berendezések léteznek a piacon, ugyanakkor jelen cikk rávilágít arra, hogy költséghatékonyan, akár háztartási elektronikai hulladékok felhasználásával is előállítható a hobbi célokra jól használható ponthegeztő berendezés, lehetőséget teremtve ezzel bizonyos típusú háztartási elektronikai hulladékok újrahasznosítására, erősítve a fenntarthatóság érvényesülését is a mérnöki szemléletben.

Kulcsszavak: *ponthegeztés, hegeszt, akkumulátor, fenntarthatóság*

1. Bevezetés

A folyamatosan növekvő fogyasztói igény gazdaságos kielégítése komoly kihívást jelent az ipar számára. A rendelkezésre álló erőforrások korlátozottsága arra ösztönzi a mérnököket, hogy új, fenntartható folyamatokat hozzanak létre, illetve a meglévőket továbbfejlesszék a kor elvárásainak megfelelően. A hegesztés is

régi gyártási eljárásnak számít, ugyanakkor a 20. századtól kezdve folyamatos fejlődésen ment keresztül [1]–[3]. Napjainkra nemcsak ipari alkalmazásokban, hanem a legtöbb barkácsműhelyben is találkozhatunk ívhegesztő berendezésekkel. Ugyanakkor ez nem mondható el az ellenállás-hegesztés kapcsán, amelynek oka többek között e berendezések ára [4]. E cikk tárgyának, egy hobbi ponthegeztő berendezés elkészítésének ötletét egy gyakorlati

problémára keresett megoldás hívta életre. Egy fűrógép meghibásodott akkumulátorának javítását akartuk elvégezni, ami tipikusan ponthegeesztést igénylő művelet. Az alapötletet egy blogbejegyzés [5] adta, amelyben egy mikrohullámú sütő transzformátorát használták fel hasonló célokra. Munkánk során ezt a koncepciót akartuk továbbfejleszteni egy olyan ponthegeesztő tervezésével, gyártásával és gyakorlati tesztelésével, amely zömében újrahasznosított alkatrészekből épül fel, és később -egy termékfejlesztési folyamat részeként- egy hobbi célokra jól használható, piacképes termék születhet belőle.

2. Tervezés és gyártás

A konstrukció kialakításával kapcsolatos munka egy részletes követelményjegyzék felállításával kezdődött, amely már létező berendezések jellemzőit figyelembe véve készült, ahol pedig ilyen nem állt rendelkezésre, a tervezési szempontok önkényesen kerültek meghatározásra [6]-[8]. Ilyen követelmény például (a teljesség igénye nélkül) a berendezés 230 V-os hálózatról történő üzemeltethetősége, IP 33-as védettség, az egyszerű felépítés, a mobilitás és a környezetvédelmi szempontok érvényesülésének biztosítása, a hegesztési idő és a hegesztési áramerősség szabályozhatósága. Ezentúl megköveteltük a szerkezettől, hogy képes legyen 0,1-0,15 mm-es lemezek közötti átlapolt kötéseket kialakítására. A következőkben a fontosabb részegységek konstrukciós kialakítását és gyártását mutatjuk be.

2.1. A transzformátor kialakítása

A hegesztőgép legfontosabb és legköltségeesebb eleme a transzformátor, amely biztosítja a művelethez szükséges kis feszültséget és nagy áramerősséget. Ezt egy meghibásodott mikrohullámú sütőből nyertük ki, hiszen ezeknek a transzformátoroknak a jobb mágneses tulajdonságuk miatt nagyobb a teljesítménysűrűségük, mint a hagyományos, lemezes, szerelt társaiknak, így a hegesztéshez szükséges áram tömeg- és helytakarékos módon biztosított. A bontott transzformátorból az eredeti szekunder tekercsének eltávolítása után a lehető legnagyobb vezeték-keresztmetszettel dolgozva kétmenetes szekunder tekercset alakítottunk

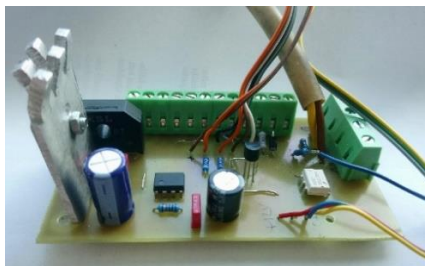
ki. Az új tekercseléssel ellátott transzformátor az **1. ábrán** látható.



1. ábra. Új szekunder tekercssel ellátott, egy mikrohullámú sütőből kiserelt transzformátor

2.2. Vezérlőegység

Mivel a berendezés elsősorban a hobbi igények kielégítésére, azon belül akkumulátorcellák csatlakozóinak ponthegeesztésére készült, igen fontos a megfelelő hegesztési munkarend pontos betartása. Ehhez a hegesztőáram és a hegesztési idő állíthatóságát is biztosítani kellett [9], [10]. Ennek megvalósítására egy vezérlőáramkört terveztünk, amely egyszerű teljesítményelektronikai elemek felhasználásával készült. A hegesztés során alkalmazott áramerősség beállítása a fázishasítás elvén működik [11], [12], a hegesztési idő változtatása pedig egy időzítő integrált áramkör [13] révén valósul meg. A **2. ábrán** látható vezérlőpanel az áramköri terv nyáklapra laminálásával, illetve vegyi maratással készült, az alkatrészeket pedig a nyáklemez fúrása után lágyforrasztással építettük be.



2. ábra. A hegesztőáram és a hegesztési idő állíthatóságát megvalósító vezérlőegység

2.3. Burkolati elemek és perifériák

A berendezés biztonságos és ergonomikus használatához szükség volt a megfelelő gépház és burkolati elemek mellett az elektród tartók és egy lábkapcsoló tervezésére is. A burkolathoz felhasznált lemezek szintén újrahasznosított elemei a gépnek, korábban egy hűtőszekrény borításaként funkcionáltak. A hegesztéshez szükséges elektródanyomás kézi erővel biztosított, és jelenleg csak egyoldali, kétpontos hegesztést tesz lehetővé, ugyanakkor megfelelő adapter tervezésével kétoldali ponthegesztésre is alkalmassá tehető. Az elkészült ponthegesztőgép a **3. ábrán** látható.



3. ábra. Az elkészült ponthegesztő a munkakábel-ekkel és elektródákkal, valamint a lábkapcsolóval

3. Gyakorlati tesztelés és minősítés

A termékfejlesztés igen fontos mozzanata volt a gyártás után a berendezés tesztelése. A célokban megfogalmazott követelmények teljesítését ugyanis ellenőrizni kellett. Ponthegesztett kötések vizsgálatára több eljárás is létezik [14], amelyek közül nyíró-szakító vizsgálatot végeztünk a varratok minősítésére. A próbatesteket 0,1 mm, 0,2 mm és 0,3 mm vastagságú, S235JR anyagminőségű lemezek átlapolott kötésével alakítottuk ki. A hegesztési idő rendre 0,5 s, 1 s és 3 s volt, áramerősségnek pedig a berendezés által biztosított maximális érték lett beállítva. Az így meghatározott lemezvastagság-hegesztési idő párokból a **4. ábrán** látható módon 10-10 próbahegesztést végeztünk. A pontvarratok elhelyezésénél figyelni kellett arra, hogy a nemkívánatos csavaró igénybevétel esetleges

megjelenését és annak hatását minimalizálni tudjuk [9].



4. ábra. Próbatestek készítése nyíró-szakító vizsgálat számára

A minősítés kvalitatív módon, a próbatestek szakadási helyének makroszkópos vizsgálatával történt. A szakítást 2 mm/min sebességgel végeztük. Ezek alapján a berendezés – a hibás próbatesteket leszámítva (ahol a varratlencse a lemezpár teljes keresztmetszetében megolvadt) – a 0,1 mm-es lemezeket 88 %-ban, a 0,2 mm-es lemezeket 77 %-ban, a 0,3 mm-es lemezeket 0 %-ban hegesztette össze sikeresen. A hegesztés megfelelőségének feltétele az volt, hogy a varratok a terhelés hatására az alapanyagból kiszakadjanak, vagyis az ún. kigombolódás jelensége legyen tapasztalható (**5. ábra**).



5. ábra. A kigombolódás jelensége egy 0,2 mm vastagságú lemezről készült próbatest esetén

A berendezés tesztelésének következő állomása az ipari gyakorlatban is felmerülő feladatok megoldása volt. A legtöbb, akkumulátorral üzemelő barkácsgépből, laptopba ún. akkupakkok formájában építik be az akkumulátorcellákat, ezeket 99,97 %-os tisztaságú nikkel-szállaggal kötik össze. Az elkészített ponthegesztő berendezéssel sikeresen hoztunk létre NiCd és Li-ion cellákból álló akkupakkokat a cellák meghibásodása [15] nélkül, sikeresen megoldva ezzel az alapötletet adó problémát (**6. ábra**). Így lehetőség nyílt megjavítani azokat a berendezéseket, amelyeknél a gyári akkumulátor tönkremegy.



6. ábra. Az elkészített ponthegeesztő berendezéssel létrehozott Ni-Cd akkupakk

4. Következtetések

Számos lehetőség van a háztartásokban keletkező, sokszor veszélyes elektronikai hulladékok újrahasznosítására, azok megfelelő összegyűjtése és ártalmatlanítása után. Az itt bemutatott ponthegeesztő gép erre egy lehetséges példa. Hangsúlyozandó ugyanakkor, hogy a megfelelő szakmai előismeretek és eszközök nélkül a megépítése körülményes, akár veszélyes is lehet. A létrehozott berendezés alkalmas akkumulátorcellák összekötésére, valamint maximum 0,2 mm vastag acéllemezek közötti átlapoló kötések kialakítására. Bár az újrahasznosított alkatrészeknek köszönhetően a gép előállítási költsége minimális egy kereskedelemben kapható hasonló berendezéshez képest, de ipari keretek között, kereskedelmi célra folytatott gyártás során egyéb költségek is felmerülhetnek. Kiemelendő ugyanakkor, hogy a konstrukció kialakítás során a fenntarthatóságot igyekeztünk korszerű módon biztosítani.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció az Emberi Erőforrások Minisztériuma NTP-SZKOLL-20-0067 kódszámú Nemzeti Tehetség Program pályázatának támogatásával valósult meg.

Szakirodalmi hivatkozások

[1] Schuler V., Twrdek J.: Praxiswissen Schweißtechnik. 6. Auflage. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2019. 98-129.
[2] Artinger I., Kator L., Romvári P.: Fémek technológiája. 3. kiadás. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1975. 306-393.

[3] Mr. Niranjan Kumar Singh et al, 2012, "Application of Taguchi method for optimization of resistance spot welding of austenitic stainless steel AISI 301L", Innovative Systems Design and Engineering, Vol 3, No 10
[4] Hegesztéscentrum, Ponthegeesztő gépek. 2019. <https://hegesztescentrum.hu/ponthegeeszto-gepek.html> (letöltve: 2019.10.12.).
[5] Instructables workshop, MOT Spot Welder. 2013. <https://www.instructables.com/id/MOT-Spot-Welder-1/> (letöltve: 2019.06.14.).
[6] G.R. Payen et al, 2013, "Design of an in situ mechanical test for spotwelded joints", Engineering Fracture Mechanics, pp 528-538
[7] L. Han, M. Thornton, D. Boomer, M. Shergold, 2011, "A correlation study of mechanical strength of resistance spot welding of AA5754 aluminium alloy", Journal of Materials Processing Technology, pp 513-521
[8] M. Jou, "Experimental Investigation of Resistance Spot Welding for Sheet Metals Used in Automotive Industry", JSME I.J. Series C Mechanical Systems Machine Elements and Manufacturing, 2(2001), pp. 544-552.
[9] Baránszky-J. I.: Hegesztési kézikönyv. 1. kiadás. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1985. 474-515.
[10] Habib, Lebbal, Ahmed, Reffas S., Habib, Berrekia and Guagliano, Mario. "Experimental Study of Spot Weld Parameters in Resistance Spot Welding Process" Mechanics and Mechanical Engineering, vol.22, no.1, 2020, pp.179-186. <https://doi.org/10.2478/mme-2018-0016>
[11] Békei F., Stefanik P.: A rádiótechnika évkönyve 2004. 1. kiadás. Rádióvilág Kft., Budapest, 2004. 179-196.
[12] Békei F., Stefanik P.: A rádiótechnika évkönyve 2005. 1. kiadás. Rádióvilág Kft., Budapest, 2005. 196-207.
[13] Hainzmann J.: Elektronikus áramkörök. 3. kiadás. Tankönyvkiadó, Budapest, 2000. 450-453.
[14] MSZ EN ISO 14273:2002: Ellenállás-ponthegeztéssel, -vonalhegeztéssel és zömítő ellenállás-dudorhegeztéssel készített varratok nyíróvizsgálata és a próbatest méretei, 2002.
[15] M. Brand, P. Keil, S. Grubwinkler, A. Jossen, M. Lienkamp; „Entwicklung und Diskussion einer 12V-Pufferbatterie aus LiFePo₄-Akkumulatoren”, 19. DESIGN&ELEKTRONIK-Entwicklerforum Batterien & Ladekonzepte, 2012, <http://mediatum.ub.tum.de/114207>

