



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

CSŐ-RÚD KÖTÉSEK KÉSZÍTÉSE ELEKTROMÁGNESES ALAKÍTÁSSAL

LŐRINCZ Katalin, PORKOLÁB Péter, RÁCZ Pál

Abstract

To produce light weight metal structures is an important and increasing need. Automotive industry, production of car chassis and space-frame structures based on new concepts requires novel technologies to apply for joining dissimilar materials. Electrodynamics, especially electromagnetic forming is one among the suitable methods. In this article experimental investigation of tubular joints made by electromagnetic forming is presented. A new type of tubular joints has being introduced withstanding tension and torsion loading. Axial and radial grooves are applied in these joints having resistance against tensile and tension loads. It has been proved by experimental investigations and tests of joints that they are suitable for those purposes.

Key words:

axial-torque resistant joints, electromagnetic forming, forming without mechanical and hydraulic connection.

Összefoglalás

Napjainkban a kis tömegű fémszerkezetek gyártása egy fontos és növekvő igény. Az autóipar, autókarosszéria és térbeli fémszerkezetek gyártása új elgondolásokon alapulnak, ami szükségessé teszi új technológiák alkalmazását különböző anyagminőségű fémek kötéséhez. Az elektrodinamikus, különösen az elektromágneses alakítás egyike az alkalmazható eljárásoknak. A cikk elektromágneses alakítással létrehozott csökötések kísérleti vizsgálatát ismerteti. Egy új, húzásnak és csavarásnak ellenálló csökötetést mutat be. A kötések tengely- és sugárirányú hornyok alkalmazásával állnak ellent a húzó és csavaró igénybevételnek. A kísérletek igazolták, hogy a kötések megfelelnek erre a célra.

Kulcsszavak:

húzásnak és csavarásnak ellenálló kötés, elektromágneses alakítás, mechanikus és hidraulikus kapcsolat nélküli képlékenyalakítás.

1. Az elektromágneses alakításról röviden

Az elektromágneses alakítás képlékeny hidegalakító eljárás, a nagy energiasebességű technológiának jó villamos vezetőképességű és alacsony folyáshatárú lemez- vagy csörszerű munkadarabokra kidolgozott változata, mely az elektrodinamikus alakító eljárások csoportjába tartozik. A nagyenergiájú alakító eljárások közös jellemzője a hagyományos alakító eljárásokhoz képest, hogy a munkadarab nagy alakváltozási sebességét ($>10^2 \text{ s}^{-1}$) koncentrált, impulzusszerű energia felszabadítással hozzák létre. A nagyenergiájú alakító eljárásokat akkor alkalmazzák, ha nem gazdaságos hagyományos sajtológépeken végezni az alakítást a munkadarab anyaga, mérete, a gyártandó kis darabszám (felszerszámozási költség) következtében [1], [2].

Elektromágneses alakítással mechanikus és hidraulikus kapcsolat nélkül nagy energiasűrűségű elektromágneses impulzussal alakítanak. Az elektromágneses alakító berendezés két fő részből:

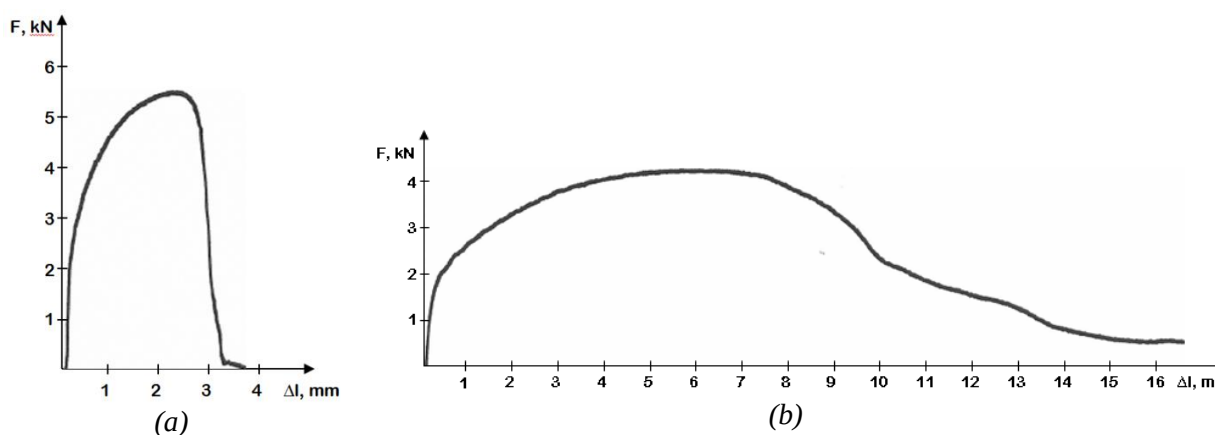
nagyáramú impulzusgenerátorból és alakító szerszámból áll. Az elektromágneses alakításhoz szükséges energiát a kondenzátortelep feltöltéséből nyerik; a töltőfeszültség tartománya 3-15 kV.

A kondenzátor kisülésének eredményeként időben csillapodó, szinusz alakú áram jön létre, aminek frekvenciája kb. 10 kHz, első csúcserőértékének nagyságrendje 10^5 A. Az alakító tekercsben folyó áram a munkadarabban ellenkező irányú áramot hoz létre (Lenz-törvény). Az áramok taszító kölcsönhatása eredményeként közöttük nagy erő ébred (Lorenz erő). A mágneses nyomás értéke eléri a munkadarab anyagára jellemző folyáshatárt, a munkadarabot alakváltozásra kényszeríti, amely megfelelő sebességre felgyorsulva (50-300 m/s) felütközik az ellendarabra [3], [4].

2. Alumínium cső-mag közötti kötések létrehozása elektromágneses alakítással

Két sorozat próbatestet készítettünk alumínium magokkal, amelyek anyagminősége: EN AW 2007 T351, a lágyított alumínium csövek anyagminősége: EN AW 3103 H111. Az első mérési sorozatnál az alumínium cső falvastagsága 1,5 mm volt. Az alakítási szempontból meghatározó térformáló és alakítandó alumínium cső közötti rés mérete 1,05 mm-re adódott, 45 mm hosszú belső aktív felülettel rendelkező térformálót használtunk, a töltési energiát 10 kJ-ra állítottuk be, amely 5,3 kV töltőfeszültséget igényelt.

A második mérési sorozatnál az alumínium cső falvastagsága 1 mm volt. Az alakítási szempontból meghatározó térformáló és alakítandó alumínium cső közötti rés mérete 1,55 mm-re adódott. Új, 60 mm hosszú belső aktív felülettel rendelkező térformálót használtunk, a töltési energiát 12 kJ-ra állítottuk be, amely 5,8 kV töltőfeszültséget igényelt. Az új, hosszabb belső aktív felülettel rendelkező térformálónak köszönhetően egyetlen lövéssel hoztuk létre az alakzáró kötések. Az alumínium cső-mag kötések szakítóvizsgálatait TT100 golyósorsós szakítógépen végeztük 8 mm/min szakítósebességgel.



1. ábra. Kettő (a) és egy beszúrással (b) rendelkező kötés szakítódigramja

Az első mérési sorozat kötéseinek csavaróvizsgálatát BETA 599DGT/10X digitális kijelzőjű nyomatékkulccsal végeztük, saját tervezésű, csak csavaró igénybevételt megvalósító csavarókészülék segítségével. A csavarókészülékben átmenő csavarokkal rögzítettük a próbatestet elfordulás ellen. A

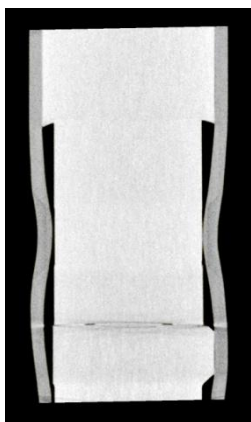
csavarókészüléket satuba fogtuk, a nyomatékkulcsan 100 Nm maximális nyomatékot állítottunk be csúcsérték-kijelző üzemmódban, így a szakadásnál, elfordulásnál fellépő legnagyobb nyomatékot a vizsgálat végén leolvashattuk.

3. Elektromágneses alakítással létrehozott cső-mag kötések vizsgálata és kiértékelése

A röntgen tomográf felvételei alapján kijelenthető, túl kicsi alakító energiát alkalmaztunk, az alakváltozás mértéke nem a legmegfelelőbb. A cső belső felülete egyetlen esetben sem érte el a beszúrás és/vagy a horony fenekét (2.a ábra), ami kiemelten fontos a kötés erőssége szempontjából.

A szakítóvizsgálat eredményei ezt alátámasztják, hiszen csak a két beszúrásos kötések szakadtak el, a többi szétcsúszott. Az alumínium cső-mag kötések szakítóvizsgálata során kiderült, az első sorozat nagyobb falvastagságú csővel bíró kötése a második sorozat vékonyabb falvastagságú csővel bíró kötéseivel képest nagyobb egytengelyű húzó igénybevételnek állnak ellent, de szétcsúszásra érzékenyebbek. Ez utóbbinak valószínűsíthető oka a kisebb alakváltozás: a cső belső felülete egyetlen esetben sem érte el a beszúrás és/vagy a horony fenekét.

Az axiális hornyok egytengelyű húzó igénybevétellel szemben kismértékben erősítették – néhány esetben nem befolyásolták – a kötés erősségét. Tehát az axiális hornyokkal megnövelt felületen létrejövő súrlódás nem ad számottevő erőt a kötésnek egytengelyű húzó igénybevétellel szemben, de nem is rontja annak tulajdonságait.



(a)



(b)

2. ábra. Röntgen tomográf felvétel (a), csavaró vizsgálatnak alávetett kötések (b)

A kötések csavaró igénybevétellel szembeni teherbírása nem mutatott jelentős szórást. A cső falvastagsága közel sem olyan mértékben befolyásolta a kötés erősségét csavaró igénybevétellel szemben, mint egytengelyű húzó igénybevétellel szemben. A csavaró igénybevétellel szembeni ellenállásnál az axiális hornyok mellett fontos szerepet játszanak a beszúrások is. Minél több beszúrás volt a magokon, a csavarással szemben annál ellenállóbb kötéseket kaptunk. Így legnagyobb csavarónyomatékot a két beszúrásos, axiális hornyokkal ellátott kötések eredményezték.

A kötések többsége elnyíródás helyett szétcsavarodott, de ezt megelőzően a csövek jelentős - gyakorlatban már nem megengedett – képlékeny alakváltozást szenvedtek (2.b ábra). Mivel használható kötések sikerült létrehozni, kijelenthetjük, az eredményeink kedvezőek. Ennek ellenére további munkánk során nagyobb alakítási energiát kell alkalmazni, hogy a beszúrások, hornyok fenekét a cső belső felületével elérve a kötések legnagyobb ellenállását vizsgálhassuk.

4. Következtetések

Az elektromágneses alakítással készített újszerű, csavarással szemben is ellenálló kötést fejlesztettünk ki, vizsgáltuk a kötések geometriai jellemzőit, szakítóerővel és csavaró nyomatékkal szembeni teherbírásukat. Vizsgálataink bizonyították a kötések jó minőségét. A jövőben célszerű lesz az alkalmazott alakítási energia növelése, a rúdon kialakított hornyok mind teljesebb kitöltése érdekében, különösen a húzással szembeni teherbírás növelése érdekében.

Köszönetnyilvánítás

A cikk a **TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások** című projekt keretében készült, amely az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. Köszönettel tartozunk az S-Metalltech 98 Kft. munkatársainak: Szalay Andrásnak, Dr. Göbl Nándornak, Horváth Dánielnek, akik tapasztalataikkal segítették munkánkat.

Irodalom

- [1] Czeglédi Istvánné, Göbl Nándor: *Nagysebességű lemezalakító eljárások*. Gépgyártástechnológia, 12. (1972) 7-8. pp. 329-335.
- [2] Göbl N., Horváth D., Balogh I.: *Elektromágneses fémalakítás*. Villamos gépek, hajtások, villamosenergia-szolgáltatás, villamosipari és épületvillamossági berendezések, Műszaki Kiadványok, pp. 14-15, Budapest 2011.
- [3] V. Psyk, D. Risch, B.L. Kinsey, A.E. Tekkaya, M. Kleiner: *Electromagnetic forming-A review*. Journal of Materials Processing Technology 211 (2011) pp. 787-829, Elsevier
- [4] Rácz P., Göbl N., Horváth D.: *Rúd-cső kötések készítése elektromágneses alakítással*, XIV. Képlékenyalakító Konferencia, Miskolc, 2012. 02. 16-17., Miskolci Egyetem, 2012, pp. 75-81. ISBN 978-963-661-985-5
- [5] Porkoláb P.: *Elektromágneses alakítással létrehozott kötés kialakítása és vizsgálata* (OTDK dolgozat), Budapest, ÓE-BGK, 2012.

Lőrincz Katalin főiskolai docens

E-mail: lorincz.katalin@bgk.uni-obuda.hu

Dr. Rácz Pál PhD, egyetemi docens

E-mail: racz.pal@bgk.uni-obuda.hu

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Cím: 1081 Budapest Népszínház u. 8.

Telefon/Fax: +36-1-6665430

Porkoláb Péter BSc hallgató

E-mail: pp.porkolab@gmail.com