FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

CSAVARÓ IGÉNYBEVÉTELNEK ELLENÁLLÓ ELEKTROMÁGNESES KÖTÉSEK

JOINTS MADE BY ELECTROMAGNETIC FORMING FOR TORSION LOADING

RÁCZ Pál

*Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 1081 Budapest
Népszínház u. 8. ;Telefon / Fax: +36-1-6665430, racz.pal@bgk.uni-obuda.hu*

Abstract

The electromagnetic forming, among the other possible applications is a suitable processes to produce interference-fit and form-fit joints of construction elements made of dissimilar materials. This paper introduces various versions of joint structures made by electromagnetic forming between tube and rod like elements. A new type of tubular joints is presented withstanding torsion loading, as well as further the results of experimental investigations of these joints are showed. Axial and radial grooves are applied in these joints having resistance against tensile and torsion loads. It has been proved by experimental investigations and tests of joints that they are suitable for those purposes by their mechanical properties.

Keywords: torsion resistant tube-rod joint, electromagnetic forming.

Összefoglalás

Az elektromágneses alakítás, többek között jól alkalmazható különböző anyagminőségű szerkezeti elemek közötti erőzáró, valamint alakzáró kötések kialakítására. A cikk elektromágneses alakítással létrehozott cső-rúd kötések szerkezeti kialakításának különféle változatait mutatja be. Ismertet egy új csavaró igénybevételnek is ellenálló kötést, és az elkészített kötések kísérleti vizsgálatának eredményeit. A kötés tengely- és sugárirányú hornyok alkalmazásával áll ellent a húzó és csavaró igénybevételnek. A kísérletek igazolták, hogy a kötések mechanikai tulajdonságaik alapján megfelelnek a kitűzött célnak.

Kulcsszavak: csavarásnak ellenálló cső-rúd kötés, elektromágneses alakítás.

1. Az elektromágneses alakítás jellemzői

Az adott gyártmányhoz a legmegfelelőbb gyártás technológiai folyamat a kiválasztását műszaki és gazdasági szempontok határozzák meg. A hagyományos képlékenyalakítási eljárások kiválasztását és gyakorlati megvalósítását sok évtizednyi műszaki és gazdasági tapasztalat könnyíti meg. A nagysebességű képlékenyalakítások területén nem ez a helyzet, mert ipari alkalmazásuk még csak néhány évtizedes múltra tekint vissza.

Az elektromágneses eljárásnál a megfelelően kialakított tekercsel ellátott szerszám végzi az energiaátalakítást és a munkadarab alakítását. [1]. A megmunkálandó előgyártmány egy meghatározott felületére jelentős mértékű energiakoncentráció érhető el különböző kialakítású térformáló elemek alkalmazásával.

A hengeres kivitelű, kompressziós tekercseléssel ellátott, szerszámba helyezhető térformálót mutat be az 1. ábra. Ezen kialakítás segítségével, egy alaptekercssel a térformáló elemek belső geometriájának változtatásával, több egymástól eltérő méretű munkadarab kompressziós alakítása válik lehetővé. [2].

1. ábra. Térformálóval ellátott kompressziós tekercsek

2. Cső-mag közötti kötések készítése elektromágneses alakítással

A kifejezetten alakítási műveletekhez képest nagyobb jelentőségű az elektromágneses eljárás a képlékenyalakítással létesített mechanikus kötések, vagyis a szerelés területén. A szerelési műveletek azonban nemcsak a hagyományos értelemben vett szerelések helyettesítésére szolgálnak, hanem bizonyos esetekben új, egyszerűbb, olcsóbb konstrukciós lehetőségeket is nyújtanak. Az alakzárás nélküli kötéseknel az elektromágneses alakítással a rúdra rásajtolt cső, valamint a rúd együttes rugalmas alakváltozásból származó nyomás és a nyomásból eredő súrlódó erő határozza meg a kötés teherbírását.

Alakzáró kötések készítésénél a csatlakozó elemeken olyan hornyok, beszúrások, vállak kiképzése szükséges, amelyek az összeszerelt alkatrészek megfelelő mechanikus kötését biztosítják (2.a ábra). Torziós igénybevétel átvitelére (például tengelyeknél), hosszanti bordázattal célszerű ellátni a csatlakozó darabot (2.b ábra), és az alakított darabot a bordák közé sajtoljuk be.

2. ábra. Elektromágneses alakítással készített kötések

Kísérleti vizsgálataink során először csak körkörös hornyokkal rendelkező alumínium rudak (EN AW 6060 T6) és 1 mm-es falvastagságú alumínium cső (EN AW 3103 H111) közötti, axiális terhelésnek ellenálló kötéseket készítettünk. A 60 mm hosszú belső aktív felülettel rendelkező térformáló és alakítandó alumínium cső közötti rész mérete 1,55 mm-re adódott, az EMA M30 típusú elektromágneses alakító berendezésen a töltési energiát 12 kW-sra állítottuk be. A kötések szakítóvizsgálatait TT100 golyósorsós szakítógépen végeztük 8 mm/min szakítósebességgel. A kéthornyos kötés (2.a ábra szerinti elrendezés) szakítódiagramja és az elszakított darab fényképe a 3. ábrán látható. A mért 5,5 kN-os szakítóerő megfelel az alumínium cső szakítószilárdságából számítható szakítóerőnek. Jelentős a szakadást megelőző alakváltozás, amely kiterjed a magok összeillesztéseinél található, az elektromágneses alakítás során nem deformálódott zónára is [3].

3. ábra. Két beszúrással készített kötés szakítódiagramja (a), az elszakított darab (b)

3. Csavaró igénybevételnek ellenálló kötések

A körkörös hornyokkal készített kötések csavaró (torziós) igénybevételnek csak, mint alakzárás nélküli kötések állnak ellen. Figyelembe véve a gyakorlatban előforduló igénybevételeket, olyan alakzáró kötés kialakítást terveztünk meg, amely mind húzó, mind csavaró igénybevételnek ellenáll, ezért a kötések magjait egy körkörös és három hosszirányú horonnyal készítettük el (4. ábra). A kötések az előzőekben leírtak szerint, de megnövelt, 17,3 kW-s töltési energiával hoztuk létre. A csavaró vizsgálattal, a kötés elemeinek egymáson való elfordulásakor, a kötés tönkremenetelekor fellépő legnagyobb nyomaték értékeként 34-37 Nm mértünk BETA 599DGT/10X digitális kijelzőjű nyomatékkulccsal.

4. ábra. Körkörös és hosszirányú hornyokkal készülő kötés (alakítás előtt)

Az 5. ábrán látható, hogy a kötések szétszavarodtak, de ezt megelőzően a csövek jelentős, gyakorlatban már nem megengedett képlékeny alakváltozást szenvedtek. A mért nyomaték, a cső, csavarással szembeni teherbírásával egyezik meg. A kötések csavaró igénybevétellel szembeni teherbírása nem mutatott jelentős szórást, illetve az axiális hornyok, lényegében nem befolyásolták a kötés szakítási erősségét.

5. ábra. Elcsavarodott kötések

4. Következtetések / Összefoglaló

A kísérletek során alumínium cső és magok között, kompressziós tekerccsel, alakzáró cső-rúd kötéseket hoztunk létre. Méréseink szerint a kifejlesztett körkörös és hosszanti hornyokat egyaránt alkalmazó alakzáró kötések képesek mind a húzó, mind a csavaró igénybevételnek ellenállni. Az alumínium cső és rúd párokkal, elegendően nagy töltési energia mellett (17,3 kW) elkészített egy radiális és három axiális horonnyal rendelkező kötések szakító és csavaró szilárdsága elérte a cső anyagának megfelelő szilárdságot.

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.

Irodalom

- [1] [Rácz P., Göbl N., Horváth D.: *Elektrodinamikus megmunkálások*, Repüléstudományi Közlemények (online folyóirat), XXIV. évf. 2. szám, 2012, pp. 119-141. ISSN 1789-770X.
- [2] P. Rácz, N. Göbl, D. Horváth, A. G. Mamalis: *Electrodynamic Forming Processes*, Materials Science Forum Vol. 767, Explosion, Shock Wave and High-Energy Reaction Phenomena II. TransTech Publication Ltd. Switzerland, 2014. 126-131 pp. ISSN 0255-5476.
- [3] P. Rácz, N. Göbl, D. Horváth, A. G. Mamalis: *Joining of tubular parts by electromagnetic forming; experimental investigations*, The Eighth Japanese-Mediterranean Workshop on Applied Electromagnetic Engineering for Magnetic, Superconducting, Multifunctional and Nano Materials (JAPMED'8), 2013. 06. 23-26. Athens.