

AZ ELEKTRODINAMIKUS ALAKÍTÁS ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

POSSIBLE APPLICATIONS OF ELECTRODYNAMIC FORMING

Rác Pál

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag- és Gyártástudományi Intézet, Magyarország, 1083 Budapest, Népszínház utca, 8; Telefon: +36-1-6665430, racz.pal@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

Two types of electrodynamic forming have been evolved; the electromagnetic and the electrohydraulic forming. At electromagnetic process the electrical energy stored in the capacitor bank discharges through a coil, resulting in electrical interaction between the coil and the workpiece causing deformation of the workpiece. At electrohydraulic forming the energy stored in the capacitor bank discharges through a metal wire or a spark gap, creating shock waves in a transfer medium to change the shape of the workpiece. High deformation rates occur, and significant deformations can be created by these processes. The electromagnetic and electrohydraulic methods can be used in many areas of shaping metallic and non-metallic materials. This paper discusses these application areas, such as expansion or compression forming of tubular parts, flat sheets, joining, and assembly operations.

Keywords: electrodynamic forming, electromagnetic forming, electrohydraulic forming.

Összefoglalás

Az elektrodinamikus alakítás két típusa alakult ki; az elektromágneses alakítás, és az elektrohidraulikus alakítás. Az elektromágneses alakításnál a kondenzátortelepben tárolt energia egy tekercsen keresztül sül ki, a tekercs és az alakítandó munkadarab közötti villamos kölcsönhatás eredményezi a munkadarab alakváltozását. Az elektrohidraulikus alakításnál a kondenzátortelepben tárolt energiát szikraközön vagy fémhuzalon keresztül sül ki, a kisütési folyamat által egy átvadó közegben keltett lökéshullámok hatására alakváltozik a munkadarab. Nagy alakváltozási sebességek alakulnak ki, jelentős alakváltozások hozhatóak létre ezekkel az eljárásokkal. Az elektromágneses és az elektrohidraulikus alakítások számos területen alkalmazhatók fémes és nem fémes anyagok alakítására. A cikk bemutatja ezeket az alkalmazási területeket, mint például a cső alakú alkatrészek expanziós, vagy kompressziós alakítása, sík lemezek alakítása, kötési, szerelési műveletek elvégzése.

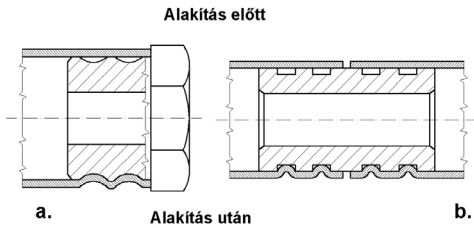
Kulcsszavak: elektrodinamikus alakítás, elektromágneses alakítás, elektrohidraulikus alakítás.

1. Elektromágneses alakítási példák

Az elektromágneses eljárás a kifejezetten alakítási műveletekhez képest nagyobb jelentőségű a képlékeny-alakítással létesített mechanikus kötések, vagyis a szerelés

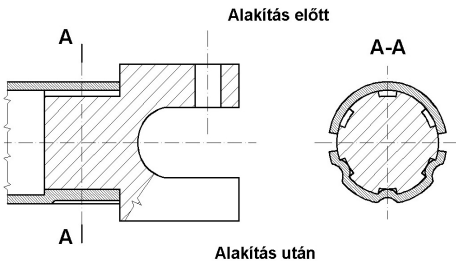
területén. A szerelési műveletek azonban nemcsak a hagyományos értelemben vett szerelések helyettesítésére szolgálnak, hanem bizonyos esetekben új, egyszerűbb, olcsóbb konstrukciós lehetőségeket is nyújtanak. A csatlakozó elemeken olyan hornyok, beszűrások, vállak kiképzése szüksé-

ges, amelyek az összeszerelt alkatrészek megfelelő mechanikus kötését biztosítják [1] (1. ábra).



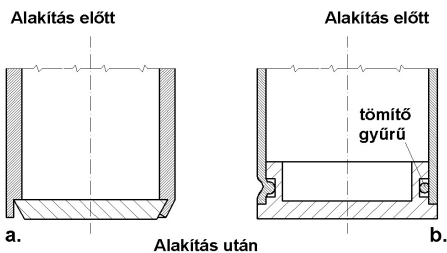
1. ábra. Alakzáró kötések

Torziós igénybevétel átvitelére (pl. tengelyknél) hosszanti bordázattal célszerű ellátni a csatlakozó darabot, és az alakított darabot a bordák közé sajtoljuk be [2] (2. ábra).



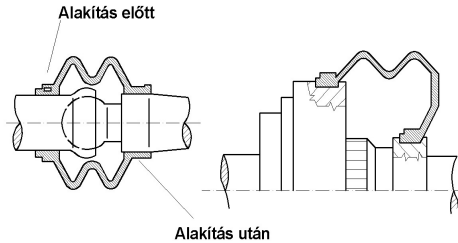
2. ábra. Tengelyvégződés hosszanti bordázattal

Különféle edények, hengerek, csőlezárások alakíthatók ki viszonylag egyszerű módon, megfelelően kiképzett végdarabokkal. A 3. ábrán tömítőanyag nélküli (a.), és O-gyűrű alkalmazásával kialakított (b.) csőlezárások láthatók.



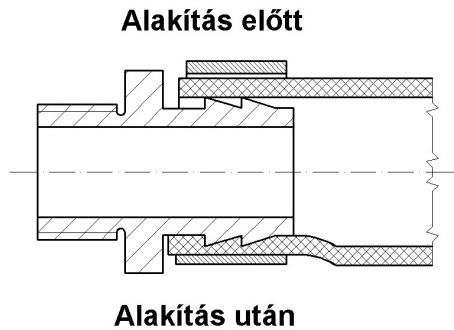
3. ábra. Különféle kialakítású csőlezárások

Számos olyan eset fordul elő, amikor a kívánt szerelési műveletet egy újabb elem felhasználásával lehet létrehozni. Ilyen esetekben általában gyűrű alakú darabot, egy rövid csődarabot használnak, mellyel körülveszik az összeszerelendő alkat-részeket és a gyűrű, alakítás után, mint bilincs rögzíti azokat. A gépjárműiparban használatos porvédő gumi harangok szerelésére is alkalmazható ez a megoldás (4. ábra).



4. ábra. Gumiharangok szerelése

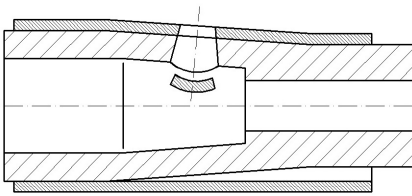
Hasonlóan az előző példához, gumitömítők, nagynyomású hidraulikus vezetékek csatlakozó elemei szerelhetők lemezbilincs helyett csőgyűrűkkel. A gyűrű a tömlőben fellépő nyomás szerint méretezhető, ilyen módon biztos kötést lehet létesíteni. Vizsgálati adatok szerint vászonbetétes, acélfonattal páncélozott, nagynyomású gumitömítők próbanyomásnál mindig előbb széthasadtak, semmint a csőgyűrűvel, elektromágneses alakítással rögzített végződés szivárgott volna (5. ábra).



5. ábra. Gumitömítő csatlakozó szerelése

Szerszámban való alakításkor a munkadarab alakját az alakító matrica vagy betét határozza meg oly módon, hogy az alakítandó profilt a szerszámba bemunkálják. Kisebb igénybevételek és kisebb darabszámok esetén a szerszám lehet műanyag, vagy esetleg fából is készülhet, nagyobb sorozatoknál és nagyobb igénybevételeknél általában fém, főleg acél szerszám használható. Edzett acél betétek alkalmazása lyukasztó és kivágó műveleteknél célszerű. Amennyiben a matrica felülete nem zárt, hanem azon kivágás vagy lyukasztás céljára kiképzett furat van, akkor ilyen jellegű műveleteket végezhetők jó vágási felületminőséggel. A **6. ábrán** látható egy csődarab szűkítő alakításával kombinált lyukasztás. A szűkítő alakítás a csődarabot kúpos átmenetűre képezi ki.

Alakítás után



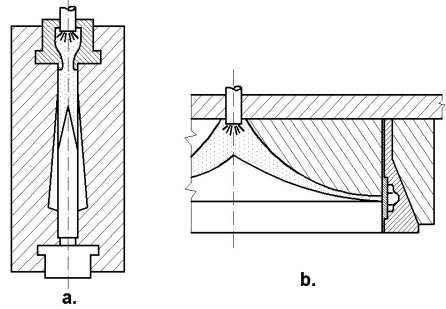
Alakítás előtt

6. ábra. Kúpos szűkítéssel kombinált lyukasztás

2. Elektrohidrolikus alakítási példák

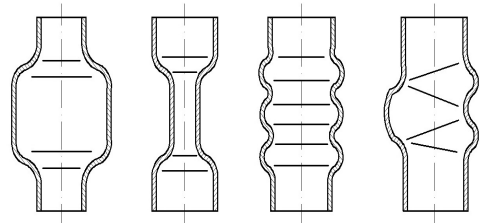
Az elektrohidrolikus alakítás jellegzetes műveletei: üreges darabok tágítása, kalibrálása, vágása, lyukasztása, továbbá mélyhúzás jellegű műveletek és esetenként különleges kötések, szerelések megvalósítása. A nyomásátadó közeg folyadék, legtöbbször víz, a folyadék tartály zárt. Ez azt eredményezi, hogy a nyomáshullám jól használható és megfelelően irányítható. Huzal előzőlögtetéses módszerrel a lökeshullám nyomásintenzitását is az alakítandó munkadarab alakja szerint lehet változtatni. A zárt folyadéktérben elhelyezett reflektor-

felületek extrém alakítási műveleteket is lehetővé tesznek [3]. A **7. ábra** bal oldalán olyan csődarab alakításának vázlatja látható, ahol a cső átmérőjének és hosszának viszonya 0,1-nél kisebb, az ábra jobb oldalán pedig 7 az arány. Mindkét esetben a reflektorbetét tereli a lökeshullámokat.



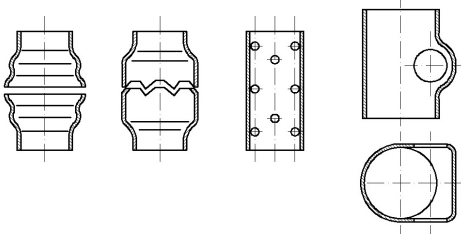
7. ábra. Reflektoros alakítású szerszámok

Az elektrohidrolikus alakítás sokoldalú alkalmazási lehetőségeinek jellemzésére a következő ábrák olyan jellegzetes alkatrész típusokat mutatnak be, melyek alapján megítélhető, milyen geometriai alakzatok alakíthatók. A **8. ábrán** különböző tágítási műveletek szerepelnek.



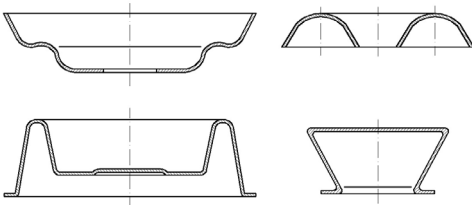
8. ábra. Tágítással alakított alkatrészek

A **9. ábrán** ugyancsak tágítási műveletek láthatók vágással és lyukasztással kombinálva. A vágást vagy szétválasztást azon a szakaszon célszerű végezni, ahol az alakítási művelet folyamán a munkadarab anyaga a lökeshullám hatására nagy alakítási sebességet ér el.



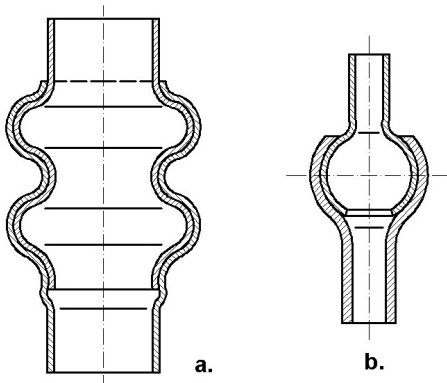
9. ábra. Tágítással alakított és lyukasztással, vágással, kombinált alkatrészek

Sík lemeztárcsából mélyhúzás jelleggel alakított alkatrészek láthatók a 10. ábrán.



10. ábra. Sík lemeztárcsából készült alkatrészek

Bizonyos esetekben speciális szerelési műveletek is végezhetők elektrohidraulikus alakítással. A 11. ábrán két alkatrész össze-szerelése látható szilárd (a.) és mozgó (b.) kötéssel.



11. ábra. Szerelés szilárd és mozgó kötéssel

Az elektrohidraulikus alakításra bemutatott eddigi példák főleg nagyobb alakítási mértékkel formált darabokra vonatkoznak.

Sok esetben célszerű az eljárás alkalmazása akkor is, ha viszonylag kis alakítási mértékkel kell speciális formákat kialakítani vagy kalibrálni. Üreges darabok, például dísztárgyak palástjának mintázása is jó eredménnyel végezhető, erre különösen olyan esetekben van lehetőség, amikor a kiinduló darab olyan alakú, hogy az elektromágneses alakító tekerces kontúrjával nem követhető. Serlegek és más hasonló, felületükön cizellalással díszített alkatrészek mintázását lehet kézi megmunkálás helyett gépesíteni. Ilyen esetekben a mintázatot a matricába kell bemunkálni.

3. Következtetések

Az előzőekben bemutatott ábrákból is kitűnik, hogy az elektrodinamikus alakító eljárások alkalmazása az alábbi felhasználási területeken indokolt:

- csőalakú előgyártmány expanziós vagy kompressziós alakítása, lyukasztása, kivágása, peremézése;
- lemezalakú előgyártmányok viszonylag kis alakítási mélységű alakítása;
- csőalakú előgyártmánnyal expanziós vagy kompressziós jellegű szerelési műveletek elvégzése.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Rác, P., Göbl, N., Horváth, D.: *Rúd-cső kötések készítése elektromágneses alakítással*. XIV. Képlékenyalakító Konferencia, Miskolci Egyetem, Miskolc, 2012, 75-81.
- [2] Rác, P.: *Csavaró igénybevételnek ellenálló elektromágneses kötések*. Műszaki Tudományos Füzetek, EME kiadó, Kolozsvár, 2014, 331-344.
- [3] Rác, P., Göbl, N., Horváth, D., Mamalis, A. G.: *Electrodynamic Forming Processes*. Materials Science Forum, Vol. 767. Trans Tech Publication Ltd. Switzerland, 2014, 126-131.