

XIV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2009. március 26-27.

FELÜLETEN BEVONT SZERSZÁMOK GYAKORLATI ALKALMAZÁSÁNAK EREDMÉNYEI A KÉPLÉKENYALAKÍTÁSBAN

Végvári Ferenc

Abstract

Using of surface coated tools get more and more importance in metal forming technologies in the last years. Nowadays different kind of single- and multi-component nanocomposites are used as surface coating materials to increase the service life of metalforming tools. Based on data from related literature – that are proved by our examinations too - we can state that the value of coefficient of friction of these coatings is high. We carried out experiments in order to find out how we can get use from this unfavourable high value in metal forming technologies.

Keywords:

tool, metal forming, PVD coating

Összefoglalás

Az utóbbi években egyre nagyobb teret kap a bevonatolt szerszámok alkalmazása a képlékenyalakításban. Ma már a legkülönbözőbb egy és több komponensből álló nanonkompozit bevonatokat alkalmaznak a képlékenyalakító szerszámok élettartamának növelésére. Irodalmi adatok és saját méréseink alapján is ezek a bevonatok jelentősen nagy súrlódási tényezővel rendelkeznek. Kísérleteket végeztünk arra, hogy a képlékenyalakításban nem igen kedvező nagy súrlódási tényezőt hogyan lehet kedvezően kihasználni.

Kulcsszavak:

szerszám, képlékenyalakítás, PVD bevonatolás

1. BEVEZETÉS

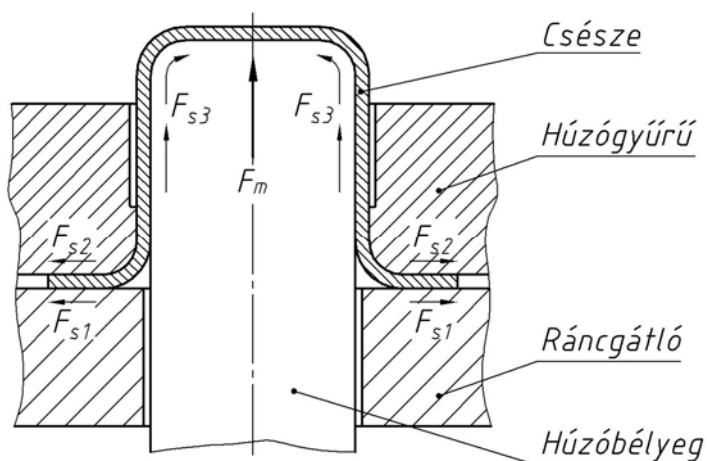
A képlékenyalakítás területén a bevonatolt szerszámok alkalmazásának részben gátat szab az a tény, hogy a bevonatok általában jelentősen megnövelik a súrlódási tényezőt. A súrlódási erő megnövekedése megköveteli a nagyobb alakító erőt, illetve sok esetben hozzájárul az egy műveletben elérhető alakváltozás mértékének csökkentéséhez. Napjainkban már megjelentek olyan bevonatok, amelyek kisebb súrlódási tényezővel rendelkeznek és így eredményesebben alkalmazhatók a képlékenyalakításban a szerszámok élettartamának növelésére [1].

Munkánk során kísérleteket végeztünk, hogy hogyan, milyen esetekben lehet kihasználni a bevonatokból eredő nagyobb súrlódási tényezőt a képlékenyalakítás hatékonyságának, gazdaságosságának növelésére.

2. A SÚRLÓDÁS SZEREPE A KÉPLÉKENY ALAKVÁLTOZÁSBAN

Képlékenyalakításnál nem minden esetben kell törekednünk a legkisebb súrlódási tényező biztosítására. Vannak olyan esetek, mikor a nagyobb súrlódási tényező kimondottan kedvező, ha az alakító szerszám egyes jól behatárolható helyein lép fel, mert hatására nagyobb alakváltozás érhető el, vagy jobb lesz az anyagkihozatal.

A) Hagyományos mélyhúzás művelete



1. ábra. Mélyhúzásnál fellépő súrlódó erők

Mélyhúzásnál a teríték ráncgátló alatti részén, annak két oldalán hatnak a súrlódó erők F_{s1} , F_{s2} (1. ábra). A súrlódó erők nagyságát befolyásolja a teríték és a ráncgátló, valamint a teríték és a húzógyűrű közt fellépő súrlódási tényező nagysága. Ezek a súrlódó erők (F_{s1} , F_{s2}) kedvezőtlenül hatnak az egy műveletben elérhető húzási viszonyra, mert megnövelik a húzóerőt. Itt arra kell törekedni, hogy minél kisebb legyen a súrlódási tényező, hogy minél könnyebben kihúzható legyen a teríték a ráncgátló alól. A ráncgátlón és a húzógyűrűn olyan bevonatok alkalmazása előnyös a kopásállóság növelésére, amelyek csökkentik a fellépő súrlódó erőket. A húzóbélyeg felületén fellépő súrlódás viszont akadályozza a csésze elmozdulását a bélyegfelülethez képest. Ez a súrlódóerő (F_{s3}) csökkenti a lemez húzóigénybevételét, így elérhető, hogy a lemezanyag szakítószilárdságából számítható ún. fenékleszakító erőnél nagyobb erővel is elvégezhető a mélyhúzás, egyben az egy műveletben elérhető húzási viszony is nagyobb lehet.

Kísérleteket végeztünk a fentiek gyakorlatban való alkalmazhatóságára. A kísérleteket 0,8 mm vastag Al99,5 minőségű lemez mélyhúzásával végeztük. Összehasonlítottuk a hagyományos bélyeggel (bevonat nélküli) történő mélyhúzás viszonyait egy nagy súrlódási tényezőt biztosító TiAlN bevonatú bélyeggel végzett mélyhúzással. A választásunk azért esett erre a bevonatra, mert saját kísérleti eredményeink alapján erre a bevonatra 0,44 – 0,5 közötti súrlódási tényezőt kaptunk [2]. A bélyegek átmérője 33 mm, a húzórés 1 mm volt. A bélyegek és a húzógyűrűk lekerekítési sugara mindkét esetben 5 mm volt. A húzógyűrű oldalán minden esetben egy nagyon jó kenést biztosító fóliát alkalmaztunk. A mélyhúzás során a kiinduló teríték átmérőjét 2 milliméterenként növeltük. Az Ø68 mm-es tárcsaátmérőből még mindkét bélyeggel sikeres volt a mélyhúzás (2. ábra). A Ø70 mm-es tárcsaátmérőből a hagyományos bevonat nélküli bélyeggel nem volt lehetséges a sikeres mélyhúzás, míg a felületén TiAlN bevonatú bélyeggel végzett mélyhúzás minden esetben sikeres volt (3. ábra).



2. ábra. A Ø68mm-es tárcsaátmérőből mélyhúzott csészek baloldalt bevonat nélkül, jobboldalt TiAlN bevonatú bélyeggel mélyhúzva

Bevonatolt bélyeg alkalmazásával a húzási viszony közel három százalékkal megnőtt.



3. ábra. A Ø70 mm-es tárcsaátmérőből mélyhúzott csészek baloldalt bevonat nélkül, jobboldalt TiAlN bevonatú bélyeggel mélyhúzva

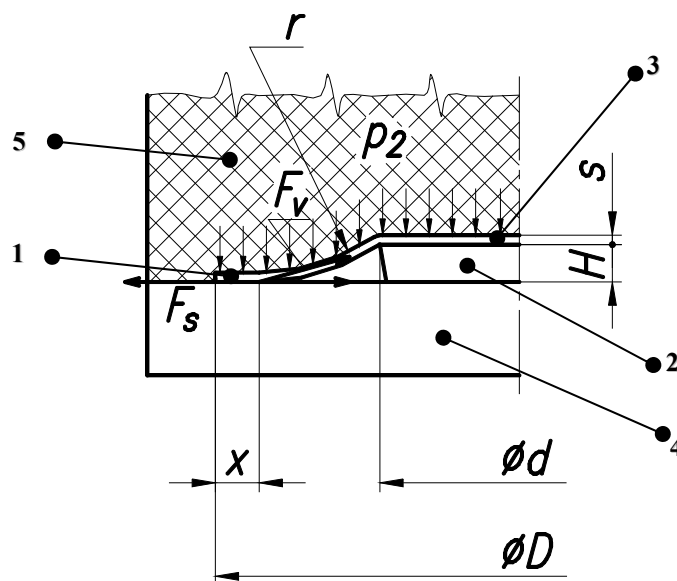
A különböző tárcsaátmérőkből való mélyhúzás húzási viszonyait és húzási fokozatait az 1. táblázatban foglaltuk össze. A kísérleteink igazolták, hogy a TiAlN bevonatú húzóbélyeggel végezve a mélyhúzást nagyobbra adódott a húzási fokozat, csökkent a húzási viszony.

1. táblázat.

Bevonat jellege	Nincs bevonat	TiAlN bevonat
Tárcsaátmérő (D)	Ø68	Ø70
Húzási viszony ($\beta=D/d$)	2,06	2,12
Húzási fokozat ($m=d/D$)	0,485	0,47

b) Rugalmas közeggel történő kivágás

Rugalmas közeggel történő kivágás a kissorozatú lemezalkatrész gyártásban alkalmazott technológia. A technológia alkalmazása során csak a szerszám egyik elemét – általában a vágólapot – kell elkészíteni szerszámacélból, a szerszám másik elemét rugalmas közeggel gumi, vagy poliuretán párnával helyettesítjük. Ily módon gyorsan elkészíthető olcsó szerszámot tudunk előállítani, amely jól alkalmazható acélok, alumínium, réz és ötvözetekből készült 1 – 2 mm vastag lemezek kivágására. A vágás általában nagyobb hulladékkal történik, de kis sorozat esetén a nagyobb mértékű hulladék költségeit ellensúlyozza az olcsóbb, gyorsan elkészíthető szerszám. A hulladék mértéke ebben az eljárásban elérheti az 50 – 60%-ot is, ezért érdemes törekedni a hulladék mennyiségének csökkentésére.



4. ábra. Kivágásnál fellépő erők.

1- hulladék, 2- vágólap, 3- kivágott munkadarab, 4- leszorító lap, 5-poliuretán párna

A nagyobb mennyiségű hulladék szükségességét az indokolja, hogy a vágási folyamat csak akkor tud elkezdődni, ha a hulladékot olyan erővel nyomjuk a leszorító laphoz, hogy az nem tud elmozdulni. A 4. ábrán látható, hogy ez a leszorító erő a p_2 párnanyomás következtében alakul ki az x szélességű gyűrű felületén, amelyből az F_s súrlódóerő keletkezik. Ha ez a súrlódó erő nagyobb, mint az „ r ” rádiusra ható p_2 nyomásból származó F_v vágóerő vízszintes komponense, akkor a lemez nyúlásával, a rádiusz csökkenésével elkezdődik az anyagszétválás folyamata. A folyamat során a súrlódóerő kedvezően növekszik, mivel a rádiusz csökkenésével az x gyűrűszélesség folyamatosan nő, ami közvetve egyre nagyobb súrlódóerőt eredményez. A poliuretán párna nyomásának növekedésével, a rádiusz csökkenésével a lemez annyira megnyúlik, hogy elszakad. Mint az látható, a művelet során fontos szerepet játszik a leszorító lap és a munkadarab felülete közt fellépő súrlódóerő nagysága. Ha tudjuk növelni a leszorító lapon fellépő súrlódóerőt, kisebb x szélességű gyűrűn kialakul a p_2 nyomás következtében a kellő mértékű súrlódó erő. A súrlódási tényező egyik lehetséges növelési módja a

felületi érdesség növelése. Korábban végeztünk ilyen irányú kísérleteket is. Ezek azt bizonyították, hogy a felületi érdesség növelésével 10 – 15%-kal javítható az anyagkihozatal [3].

A súrlódó erő növelhető úgy is, hogy a leszorító lap felületét bevonatoljuk nagy súrlódási tényezőt biztosító bevonattal. Kísérleteink során TiAlN bevonatot alkalmaztunk és így végeztük el a kivágási műveleteket.

Kísérleti paraméterek:

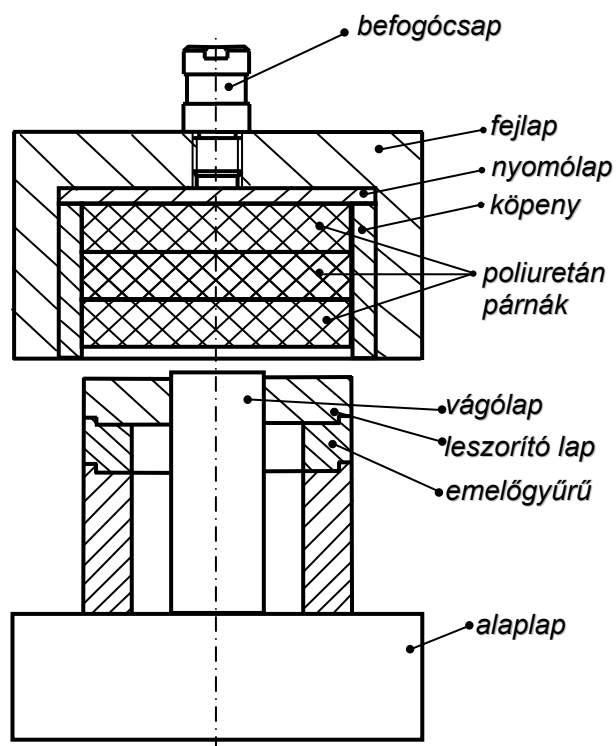
Vágólap átmérő: $\varnothing d=32\text{mm}$

Anyagminőség: *Al99,5 félkemény*

Lemezvastagság: $s=0,5\text{mm}$

Vágólap magasság: $H=3,1\text{mm}$

Munkadarab átmérője: $\varnothing D=60\dots 40\text{ mm-ig } 2\text{ mm-es lépcsőkben csökkentve}$



5. ábra. Poliuretán párnás kivágó szerszám

A kísérleti szerszám az 5. ábrán látható. A kísérleti eredményeink szerint bevonatolás nélküli köszörült leszorító lap ($R_a=0,08\ \mu\text{m}$) alkalmazása esetén $20 - 30\ \text{N/mm}^2$ párnanyomásnál $\varnothing 50\ \text{mm}$ -ig tudunk kivágni. Ezen átmérőnél kisebb teríték esetén a vágás nem sikerült. A TiAlN bevonatú leszorító lap alkalmazása esetén a kiinduló tárcsaátmérőt le tudtuk csökkenteni $\varnothing 44\ \text{mm}$ -ig. Az anyagkihozatal $\varnothing 50\ \text{mm}$ kiinduló terítékátmérő esetén 40,96%, és az $\varnothing 44\ \text{mm}$ kiinduló terítékátmérő esetén 52,89%, tehát a TiAlN bevonatú leszorító lap alkalmazásával az anyagkihozatal közel 11%-kal javult.

A kivágott darabok a 6. ábrán láthatók. Az ábrában a felső sor a bevonatolt leszorító lappal kivágott darabokat, az alsó sor a bevonatolás nélküli köszörült felületű lappal kivágott darabokat mutatja be.



6. ábra. Kivágott munkadarabok

3. Összefoglalás

A bevonatolt szerszámok élettartama, kopással szembeni ellenállása jelentősen megnő, de a legtöbb bevonat alkalmazása esetén nő a súrlódási tényező is. A bevonatolás okozta súrlódási erőnövekedés az egy alakító műveleten belül lehet hátrányos és előnyös is. Munkánkban olyan esetekre vonatkozóan mutattunk be kísérleteket, amelyek esetén a súrlódás hatása előnyösen kihasználható.

Lemezek mélyhúzásánál a húzóbélyeg felületén fellépő nagyobb súrlódást okozó bevonat hasznos. A bevonat által megnő az egy fokozatban elérhető húzási viszony, illetve a mélyhúzási folyamat stabilitása.

Rugalmas közeggel történő kivágásnál szintén előnyösen alkalmazható a leszorító lap bevonatolása, mert jelentősen csökkenti a hulladék mértékét, javítja az anyagkihozatalt.

Az utóbbi években léteznek már olyan bevonatok, amelyek súrlódási tényezője jelentősen kisebb. A szerszám tervezésénél célszerű a megfelelő bevonat alkalmazása. Eredményeink alapján kialakítható olyan szerszám is, amely különböző helyeken más és más mértékű súrlódási tényezőt biztosítva jelentősen megnöveli a szerszám élettartamát, és biztonságosabbá teszi az alakítási folyamatot [4].

Irodalom

- [1] Pannon PLATIT bevonat tájoló www.pannonplatit.com
- [2] Dr.-Ing. Ferenc VÉGVÁRI: *Die Messung der Reibwert von PVD-Schichten* CO-MAT-TECH.2006, 14th Internationale Scientific Conference p. 1412 – 1417. TRNAVA Szlovákia, 2006. okt. 19-20.
- [3] Fazekas Gábor – Végvári Ferenc: *Hulladék csökkentése alumíniumlemez poliuretán párnával történő kivágásánál* XII. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, Románia, Kolozsvár, 2007. március 16-17, p.65-68.
- [4] C. Muratore, A.A. Voevodin: *Molybdenum disulfide as a lubricant and catalyst in adaptive nanocomposite coatings*, Surface and Coatings Technology 201 (2006) p.4125-4130

SZERZŐ



Dr. **Végvári Ferenc** főiskolai tanár
Kecskeméti Főiskola GAMF Kar
Fém- és Műanyagfeldolgozó Technológiai Intézet,
Mechanikai Technológiai Szakcsoport
Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10
Tel: +36 76 516 373, Fax: +36 76 516 396
E-mail: vegvvari.ferenc@gamf.kefo.hu