FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2002. március 22-23.

FLEXIBILIS SZERSZÁMOK GYÁRTÁSA METALIZÁLÁSSAL

BAKI-HARI Zoltán-Gábor

Abstract

The present work is presenting the multiple possibilities to execute flexible tools (dies) starting from their RP models. These two possibilities are: the melted meta pulverizing, the so-called *metal spray* process, and the meta deposition through electrolytic processes.

These two methods are presenting a special interest, because they assure the execution of flexible tools in excellent quality conditions, into a very short time, but with minimum costs.

Bevezetés

Szerszámok esetében a flexibilitás a szerszámok azon tulajdonságára vonatkozik, hogy ezek könnyen cserélhetők s átalakíthatók (adaptálhatók), alacsony költséggel, termékcseré esetén, amely a piac igényei szerint történik. A flexibilis szerszámoknak, a gyártott termékkel szembeni kapcsolatán kívül, más jelentésük is van.

Egyes szerzők s szakértők szerint a flexibilis szerszámok a következő meghatározó tulajdonságokkal rendelkeznek:

- rendeltetésük kis gyártási sorozatra szól;
- kis vagy legalábbis elfogadható áron cserélhetőek, alakíthatóak át;
- kevésbé kemény anyagból készülnek, mint például a szilikongumi, epoxigyanta, Al vagy Zn ötvözetek, stb.;
- olyan szerszámok amelyeket új eljárásokkal állítanak elő, mint amilyen a szilikongumimatricák légüres térbeli öntése, metalizálás fémshórassal „metal spray” módszerrel vagy SLS (Selective Laser Sintering) gyors prototípusgyártás.

A fenti követelmények betartása céljából a készítenő munkadarab Rapid Prototyping (RP) modelljéből indulnak ki. Ezek viszont *gyors prototípusgyártási technológiák-kai* (Rapid Prototyping Technologies = RPT) gyárthatók le, amelyek az 1990-es években jelentek meg.

Flexibilis szerszámok metalizálással való gyártásának osztályozása

Ezen osztályozás két szempont szerint végezhető, éspedig:

1) Mennyire közvetlen a gyártás:

- a) közvetlen - egyenesen a szerszám készül;
- b) közvetett - először a másodrangú szerszám készül el, amellyel aztán legyártják a szerszámot (például szikraforgácsolószerszámok).

2) Metalizálási módszer:

- a) olvadt fém szórása;
- b) galvanoplasztikus módszerek.

Ezen dolgozat, helyszűke miatt, csak a közvetlen gyártási módszerekkel foglalkozik, ezek közül is csak a fémes szerszámok előállításával, éspedig az olvadt fém szórással és egy galvanoplasztikus módszerrel.

Olvadt fém szórása

Ezen eljárást még *metal spray-nak* is nevezik.

Az egyik legelterjedtebb flexibilis szerszámgyártási eljárás az RP modellek olvadt fémmel való szórása.

3.1. ábra

Ebben az esetben az RP modell pozitív ősmmodell. Az eljárást vázlatosan a 3.1-es ábra mutatja. Mint látható a *metal spray készülék* egy szórópisztoly, a festésnél használatoshoz hasonló. A használt nyersanyag fémdrót, amely be van vezetve a szórópisztolyba, ahol fényívvvel mag van olvasztva. A pisztolyba nagy nyomáson gáz van vezetve, amely a megolvadt fémet porlasztja és spray formájában a munkaasztalra ferdén helyezett RP modellre szórja. Az így felvitt fémréteg vastagsága kb. 2 mm.

Metalizálás előtt, a későbbi eltávolítás céljából, az RP modellt vékony polivinil-alkohol (PVA) réteggel kell bevonni. A fémréteg felvitele után az így metalizált RP modellt egy öntődobozba kell helyezni s ezt epoxigyantával kitölteni, amelybe fémpor is keverhető a leendő szerszám (matrica) hővezetőképességét növelendő. Ugyancsak most képezhető ki egy vízzel működő hűtő rendszer is, vékony csövekből vagy csatornákból. Az epoxigyanta megszilárdulása után el kell távolítani az öntődobozt, majd az így kapott felületeket lemarni a sík jelleg biztosítása végett. Végül pedig az RP modellt kell eltávolítani.

Nagyon fontos, hogy a fémszórás ideje alatt az RP modell hőmérséklete a lehető legalacsonyabb maradjon, mivel az RP modell anyagának a hőellenállóképességét átlépése erősen negatívan

befolyásolja a készülő szerszám pontosságát. Minél magasabb a szórt fém olvadáspontja annál nehezebb az RP modell alacsony hőmérsékleten való tartása. Éppen ezért legtöbbször alacsony olvadáspontú ötvözeteket használnak, amilyenek például az ólomötvözetek. Ugyanezért nehézkes az Al és Zn ötvözetek használata. Viszont lehetséges az RP modellel fémszórása magas olvadáspontú fémekkel is, de ez különleges eljárást igényel, mint például az RP modell elektrolitikus úton való bevonása egy vékony fémréteggel, amely biztosítja a gyors hőelvezetést, vagy többlépcsős fémszórás, amikor először alacsony olvadáspontú ötvözetet visznek fel, majd az RP modell eltávolítása után a magasabb olvadáspontút. Azonban ezekkel a technikákkal nőnek a költségek, a kivitelezési idő, a minőség pedig csökkenhet egyes finom részletek elvesztésével.

Ezen eljárás esetén nehéz a belső feszültségek elkerülése. De ma már léteznek eljárások ennek csökkentésére, viszont ezek növelik a költségeket és a kivitelezési időt.

Ezen eljárást leginkább a nagyméretű komplex felületű modellek esetén használják. Viszont ha ezek szűk csatornákkal és/vagy kis keresztmetszetű lyukakkal rendelkeznek, akkor komoly nehézségek lépnek fel, mert ezekben nem lehet egyenletesen felvinni a fémréteget. Ezen esetekben bronzból elkészítik ezen részleteket és a modell-re/be helyezik és ezután viszik fel a szükséges fémréteget. Az RP modell eltávolítása után ezek a kapott fémhájban maradnak, sőt ennél sokkal keményebbek is.

Az így készített szerszámok és matricák több helyen is használhatók, mint például hidegsajtolás, műanyagok fröccsentése, nyomás alatti önt, stb. Így nagyon sokféle anyagból állíthatók elő darabok ezen szerszámokkal.

Az ezen eljárással gyártott szerszámokkal s matricákkal kb. 1000-5000 darab készíthető, az eljárás, anyag, a darab komplexitása s a részletek finomsága függvényében.

Elektrolitikus gyártás

Már régóta igyekeznek az elektrolitikus módszereket felhasználni szerszámok (matricák) gyártására, Így már számtalan kísérletet folytattak és többféle módszer alakult ki.

Ezen módszereknél a legalkalmazottabb fém a nikkel, mivel jó a hővezetőképessége, nagy a szilárdsága és nagyon jó a kopásállósága.

A következőkben egy ilyen eljárás, amelyik a legegyszerűbbnek és a legeredményesebbnek tűnik, kerül bemutatásra.

Először el kell készíteni a munkadarab ősdarabját (ősmodelljét). Ilyen munkadarab lehet például egy játékaútó, amelyet a 4.1. ábra mutat. Az ősmodellt, amelyet a 4.2 ábra mutat, a várható zsugorodás figyelembevétel kell elkészíteni.

4.1. ábra

Ezen ősmoddell leggazdaságosabban valamely gyors prototípusgyártási technológiával állítható elő. Viszont készülhet hagyományos eljárásokkal fából is, bár e célra ez a legkevésbé alkalmas

4.2. ábra

anyag. Ha használata elkerülhetetlen, fényesre csiszolt felületét több rétegben színtelen nitrolakkal kell bevonni. Nagyon jól lehet viszont készíteni az ősmoddelt poliamidból vagy plexi-tömbből (metilmetakrilátból). Használhatók még e célra máshonnan származó fröccsentett munkadarabok is, mely esetben azzal kell számolni, hogy a készülő szerszámból a zsugorodás mértékével kisebb méretű darabok fognak kikerülni. Gyakran alkalmaznak még könnyen olvadó cinkötvözeteket is az ősmoddellhez. Ennek az az előnye, hogy elektromosan jó vezető, és ezért közvetlenül galvanizálható.

4.3. ábra

Bármiből is készült az ősmoddell, valamilyen módon, ragasztással vagy csavarozással olyan (2-3) mm vastag, kör vagy egyenes vonalakkal határolt kemény PVC lemezhez erősítik (lásd a 4.3. ábrát), amely a munkadarab külső méreténél csak valamivel nagyobb. Ezután az ősmoddelt és a PVC lemezt is vékonyan, de több rétegben nitrolakkal kell befűjni.

A következő feladat a matrica zsírtalanítása.

Hogy a galvanizálás lehetséges legyen, az ősmoddell felületére vékony rézréteget kell felvinni. Ez történhet fém-szórással a „metal spray” eljárással vagy galvanikus úton.

4.4. ábra

Ha a galvanikus eljárás van használva, akkor az ősmoddelt először elektromos vezetővé kell tenni. E célra legtöbbször ezüstöt szoktak a felületre felvinni (lásd a 4.4. ábrát) ami például katód-porlasztással vagy vegyi kicsapatással végezhető. Az előbbi igen szép egyenletes réteget ad, de az eljárás elég körülményes. Jó eredményt lehet elérni vegyi

kicsapatással is, ezt azonban érzékenyítésnek kell megelőznie. Érzékenyítésre: 1 l desztillált vízben 8 g sztanumklorid (SnCl_2) oldatot, vagy 2.5%-os pirogallol oldatot használnak. Ezt az oldatot vékonyán rá kell fűjni (porlasztani) a munkafelületre, majd megszáradni hagyni.

Érzékenyítés után bemártással vagy szórópisztollyal kell befűjni a munkadarabot a következő I és II oldatok 1:1 arányú keverékével:

I oldat: 1 l desztillált vízben 2.5 g cukor;

II oldat: 1 l desztillált vízben 7.5 g ezüstnitrát (AgNO_3) és 7.5 g káliumhidroxid (KOH).

A két oldatot külön kell tárolni és csak közvetlenül a bemártás vagy a szórás előtt szabad összekeverni.

Egy másik eljárás szerint az ezüstbevonáshoz a következő két oldatot kell elkészíteni:

I oldat: 1 l desztillált víz, 5 cm³ salétromsav (HNO₃) (fajsúly 1.22) és 200 cm³ alkohol;

II oldat: 1 l desztillált víz és 200 cm³ rézüstnitrát (AgNO₃).

Az *I* oldatból 10 cm³-t össze kell keverni a *II* oldat 200 cm³-ével. 10... 15 perc alatt kellő vastagságú ezüstréteg csapódik le az oldatba bemártott modellre. Ha az ezüstréteg hibátlan, öblítés után haladéktalanul el kell kezdeni a galvanizálást.

Először vékony vörösrézréteget szokás a modellre kicsapatni (lásd a 4.5. ábrát). A legjobban bevált galvánfürdő összetétele a következő (240-250) g rézszulfát (CuSO₄); (30-50) g kénsav (H₂SO₄) és 1000 cm³ desztillált víz. Előnyös a fürdőhöz (8-10) g alkoholt is hozzátenni.

4.5. ábra

Alkalmazandó feszültség (2-3) V, optimális áramsűrűség (4-6) A/dm², hőmérséklet (20-30) C°.

Egyszerűbb esetekben elégséges a (2-3) mm vastag rézréteg, de célszerűbb vékony rézréteg fölé nikkel-kobalt réteget leválasztani. Ez esetben a rézfürdőben elég 2....4 percig galvanizálni, utána (2-3) A/dm² áramsűrűség, (10-15) cm anód-katód-távolságú, 2 nikkel, 1 kobalt anódos, 70 C° hőmérsékletű fürdőben (0.1-0.2) mm vastag rézréteget kell lecsapatni.

A fürdő összetétele: (100-200) g kobaltszulfát, 50 g nátriumszulfát, 5 g vegytiszta ecetsav, 1000 cm³ desztillált víz.

A magasabb kobalt tartalmú fürdőkből keményebb réteg keletkezik, de az eljárás költségesebb.

Ezt követően - rövid öblítés után - (10-12) A/dm² áramsűrűséggel, (30-40) C°-on (3-4) mm vastag nikkel réteget kell lecsapatni (lásd a 4.6. ábrát). A fürdő összetétele: (200-240) g nikkelszulfát, (40-50) g bórsav.

4.6. ábra

A galvanizálás befejezte után a szerszámhéjat finom

homokkal le kell fúvatni, majd egy öntődobozba kell helyezni és valamilyen fémötvözzel vagy epoxigyantával körülönteni a szerszámtest kialakítása végett (lásd a 4.7. ábrát). Epoxigyanta használata esetén ebbe fémport kell keverni a hővezetőképesség növelése céljából.

4.7. ábra

Végül az ősmódellet el kell távolítani a szerszámüregből. Cinkötvözetből készült ősmódell esetén ez kioldással lehetséges, feltéve, hogy a szerszám nem epoxigyantával van feltöltve. Az ősmódell eltávolítása után a szerszámüreg és a bontási sík megtisztítandó és keménykrómmal bevonandó.

Az ismertetett módszer az ősmódell hű másolatát biztosítja, viszont alkalmazhatósága csökkentett olyan munkadarabok esetén amelyek keskeny csatornákkal rendelkeznek, mivel elektrolitikusan több anyag rakódik le a külső sarkokon mint a belsőkn. Így egy szűk csatorna hamarabb feltöltődik a nyílásnál minthogy az alján is lerakodjon a szükséges anyagmennyiség. Ez a hátrány az áramsűrűség csökkentésével küszöbölhető ki, de viszont így nagyon megnő a lecsapódási idő.

Az ismertetett eljárás különösen nyitott, öblös, nem túl mély munkadarabok készítéséhez alkalmas. Kellő gonddal kezelt galvanoplasztikus úton készült szerszámmal néhány ezer munkadarab gyártható le.

A krómozás elhagyása és a nikkelréteg aktív rétegekénti használata végett, első lépésben az ősmódell a negatív gyors legyártására használják szilikongumiból. A következőkben ezen a negatívon alakítják ki a fémes szerszámot a fentebb leírt módszerrel. Ennek az előnye, hogy a negatív nagyon könnyen távolítható el a szerszámüregből, mivel flexibilis, szilikongumiból lévén.

Irodalom

- [1] BAKI-HARI, Z. G., *Actualitati si perspective in fabricatia de matrite pentru mase plastice*, Doktorátusi közlemény, Kolozsvári Műszaki Egyetem, 1999.
- [2] BAKI-HARI, Z. G., *Cercetări experimentale privind realizarea de matrite pentru produse de unicat și de serii foarte mici*, Doktorátusi közlemény, Kolozsvári Műszaki Egyetem, 2001.
- [3] BERCE, P., és mások, *Fabricarea rapidă a prototipurilor*, Editura Tehnică, București, 2000, ISBN 973-31-1503-7.
- [4] SORS, L., *Műanyagok megalakító szerszámai*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963.

BAKI-HARI Zoltán-Gábor, okleveles gépészmérnök, doktorandus

S.C. CAVAL S.A., 3400 K-vár, Scortărilor utca 12 szám

Tel: (0040)-64-415240 -s belső

Fax: (0040)-64-415233; 430929

Mobil: (0040)-93-206415

E-mail: bakihari@yahoo.com; bhzg@myx.net