

## Rapid Tooling – Szerszámkészítés még gyorsabban !

A komplex geometriájú alakítószerszámok és formák gyártásának technológiája állandó fejlődés alatt áll. Az elmúlt évtized végére elsősorban a termelékenység javítása, átfutási idők csökkentése arra készítette a szerszámgyártókat, hogy új eljárásokat, gépeket, CAD-CAM szoftver-modulokat alkalmazzanak, valamint meglévő erőforrásaikat, gépeiket jobban hasznosítsák, gyártási szokásaikat átgondolják.

Ezen irányzat gyűjtőneve a Rapid Tooling, mely „alkalmazása” a bonyolult fém- és műanyag szerszámok gyártását jelentősen gyorsítja. A cikk szándéka a fenti technológiák, lehetőségek közül néhány szemléletes bemutatása.

### Konvencionális szerszámkészítés

A közelmúlt, illetve napjaink technológiája természetesen egy fejlődési folyamat eredménye. A 80-as évekig a bonyolult alakadó résszel rendelkező alakítószerszámok (nyomós öntő-, fröccsöntő-, gumi-vulkanizáló-, lemezalakító) gyártásánál a mintakészítésnek volt fontos szerepe, ahol is a legyártandó termék általában fából készült modelljét a szerszámkészítésnél felhasználták. A modellt és a munkadarabot egy másolómarógépre –pantográf-felfogva a minta geometriáját a szerszámra rámarták.

A 2,5-3D NC technológia elterjedése ellenére a 80-as évek CNC-szerszámgyártásával a munka felépítésük, vezérlésük, a marószerszámok anyaga, és a CAM-rendszerek kezdetleges volta miatt még nehézkes, illetve időigényes volt. A forma nehezen marható részeinek megmunkálására általában a tömbszikraforgácsolást használták. Az optimálisabb marási feltételek elérése érdekében akadtak próbálkozások ( felfogókészülékek, orsóba befogható gyorsító áttételek ...) de ezek nem jelentettek minőségi áttörést.

### Rapid Prototyping és Rapid Tooling

A 90-es években beindult fejlesztések, illetve a költségkényszer hatására az ipari termékfejlesztés (autó-, háztartási gépipar ...) egyik fázisára, a prototípus gyors előállítására irányuló új, egymást kiegészítő technológiák jelentek meg (Rapid Prototyping). Ez kihatott a termékfejlesztés / gyártás egy fontos állomására, a szerszámkészítésre is. Egyes eljárások odáig fejlődtek, mint például a fém alapú lézeres szinterezés, hogy bizonyos szerszám-alkatrészek ezen új módszerekkel közvetlenül gyárthatók. Hasonlóan alkalmazható kisebb termék-szériák előállítására a vákumos öntési eljárás, ahol viasz, műanyag, vagy plasztikus anyagok gyárthatók szilikon-formák segítségével. A forma ez esetben az ösminta szilikonon való körbeöntése, majd a szilikon megszilárdulása után a minta eltávolításával keletkezik. A kapott darabok mechanikai tulajdonsága alatta marad a

szériatermékénél, de beépítési kísérletre, és bizonyos tesztekre alkalmazhatóak.

Mint a fenti példa mutatja az alakítószerszám, a forma fogalomköre tehát kitágult.

Ugyanakkor a hagyományos NC marás is új tartalmat kapott a modern felépítésű és vezérlésű megmunkálóközpontok megjelenésével, a már eddig is ismert lehetőségek, mint például a 4-5 tengelyes marás elterjedésével. A modern marógépekhez természetesen az erőforrásokat jól kihasználó, felhasználóbarát CAM-rendszerek szükségesek.

A Rapid Tooling egyrészt egy adott gyártási folyamat időre, illetve hatékonyságra való optimalizálását jelenti az elérni kívánt szükséges minőség függvényében, mely új, de általában még pontatlanabb eljárásokat, anyagokat alkalmaz. Másrészt szokásos a Rapid Tooling fogalomkörébe venni a megújult szerszámgyártás fent leírt eszközeit is.

### Lézeres fém-szinterezés

A szerszámgyártók számára talán legérdekesebb lézeres eljárás a fém-, ill. acélporból való szinterezés. A müncheni EOS GmbH egy évtizede gyárt gépeket RP alkalmazásokra. A műanyagok, ill. fém-öntőminták direkt-szinterezésére alkalmazható berendezései mellé kifejlesztette az EOSINT M 250 X típusú gépet, mely a DirectTool nevű eljárás segítségével fém, ill. acél alkatrészek állíthatók elő közvetlen CAD adatok segítségével. A géphez csatlakozó PC állomás az STL, vagy CLI interfészen keresztül fogadott 3D-s zárt CAD modellt rétegekre bontja (slicing). A gép munkaterében egy 250mm x 250mm területű asztalon speciális fém- vagy acélpor van, melyet a beépített CO<sub>2</sub> lézer a geometria függvényében rétegenként végigpásztáz. A keltett hőfejlődés hatására a fémpor megolvad, majd kihűlve megszilárdul. Újabb fémorréteg felvitelét követően a folyamat megismétlődik. Az építési eljárás végén a nem felhasznált fémpor eltávolítása után a kívánt alkatrész hátramarad.



1. ábra

A technológiai paraméterek (fémpor összetétele, lézer teljesítménye, hullámhossza, pásztázási sebessége), és a kapott alkatrész tulajdonságai (keménység, szilárdság, hővezetőképesség, felületi érdesség), valamint az építési idő között összefüggés van.

A DirectTool keretében 3 különböző fémporkeverékből lehet választani. A lézer pásztázási sebessége és a kapott munkadarab sűrűsége fordított arányban van, jobb mechanikai tulajdonság elérése alacsony, kb. 200mm/s sebesség mellett lehetséges. Az eljárás főbb jellemzőit a 2. ábra tartalmazza.

	DirectMetal 100-V3	DirectMetal 50-V2	DirectSteel 50-V1
komponensek száma	3	3	3
főkomponens	bronz/nikkel	bronz/nikkel	acél/nikkel
kötőanyag	réz-bázisú	réz-bázisú	réz-bázisú
max. részecskeméret	100 µm	50 µm	50µm
elérhető átlagos szakítószilárdság	200 N/mm <sup>2</sup>	200 N/mm <sup>2</sup>	500 N/mm <sup>2</sup>
elérhető átlagos hajlítósilárdság	400 N/mm <sup>2</sup>	400 N/mm <sup>2</sup>	900 N/mm <sup>2</sup>
elérhető átlagos hővezetőképesség	17 W/mK	14 W/mK	25 W/mK

2.ábra

A szinterezett szerszámok kis és közepes sorozatok legyártására alkalmasak nyomásos fémöntés, gumivulkanizálás, vagy akár üvegszállal erősített műanyagok terén.

A gyakorlatban tanácsos a szinterezést és a hagyományos NC-marást ötvözni, és csak a komplexebb alkatrészeket szinterezni. Az 1. ábrán egy Bosch kézfűró PA-alkatrészének alakító szerszámát látjuk, ahol a betétek DirectSteel 50-V1 anyagból szinterezéssel készültek. A szerszám legyártásának összéideje 120 óra, ebből a mag szinterezése 29, a felső betété 43 óra.

#### CNC-marás és CAD-CAM: régi-új lehetőségek

Az új típusú maró-fűró centrumok megjelenése a forgácsolási feltételek javulása mellett a termelékenység növekedését hozta. Ezt egy közismert gyártó, a Gildemeister AG egyik univerzális portál-gépe, a DMU 200 P hi-dyn is jól szemlélteti (aszaltalméret 2m x 1.8m, terhelhetőség 6 t). A központ 5-tengelyes szimultán marásra alkalmas: X-jobbra, Y-befelé a gép felé, Z-felfelé mutat, C-körasztal, és a fej döntése B körül, mely az YZ síkban van 45° -ra Y-től (lásd 3. ábra).

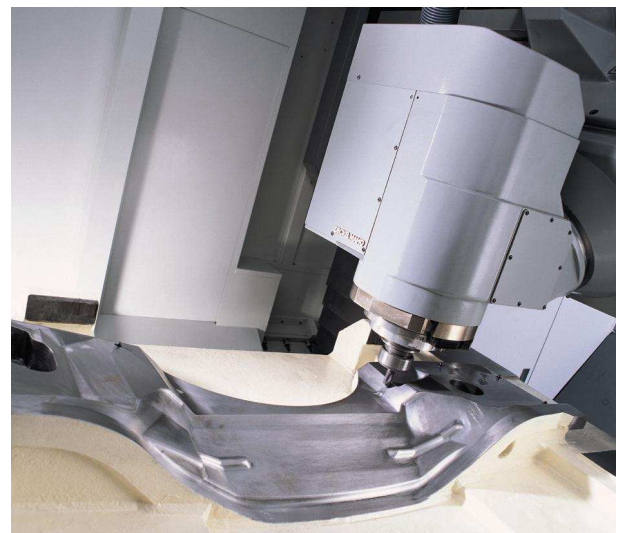
A munkadarab 5 irányból való komplett-megmunkálása átfogási időt takarít meg, és az ebből eredő pontatlanságot kizárja. A standard 10.000/perc mellett az automatikusan becserélhető HSM-előtétorsó fordulatszáma eléri 42.000/percet, mely biztosítja az optimális vágósebességet. A magas dinamika jellemzője a tengelyenkénti 40-60 m/perces gyorsmenet is. A 4, ill. 5 tengelyű marással a formafészek meredek részei



3. ábra

jobban megközelíthetőek, mely elektródákat takarít meg. A szerszám felületi normálissal bezárt viszonylag állandó dőlésszöge is az állandó forgácsolási feltételeket szolgálja (4. ábra). A fej a leírt 45°-os B tengely körüli dönthetősége stabilitás szempontjából előnyös, mivel a forgácsolási pont normál maró esetében majdnem a B tengelyen van, ezért a fej felfüggesztését terhelő forgatónyomaték kicsi.

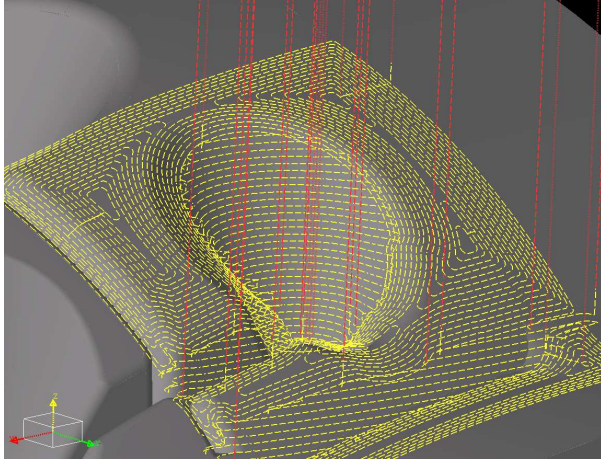
A választható Heidenhain TNC 430 vagy MillPlus vezérlések képesek 3-tengelyes Spline-interpolációra, mely többek között a marókép minőségét javítja. További nagy előny, hogy akár 5-tengelyes marásnál is lehetőség van szerszámkorrekcióra.



4.ábra

A szerszámgyártás fontos fázisai a szerszámtervezés és az NC-Programozás. A Cimatron Ltd CAD-CAM rendszere a kapott, vagy az önmaga által tervezett geometriát a Quick-Split modul segítségével alkatrészekre bontja, az osztófelületeket generálja. A szerszám tervét a 3D-s parametrikus szerszámtervezővel készíthetjük el, ahol mód van normáliák gyors felhasználására.

A marógépek oldaláról tapasztalható fejlődéssel nemcsak a CAM rendszerek jelentősége nőtt meg, de felelősségük is. A több műszakban működő, nagy dinamikájú gépek biztonságos üzemmodot igényelnek, ezért az optimális, ütközésmentes marópályák generálása előfeltétel.



5. ábra

Új nagyolási eljárás a merülő nagyolás (plunging), mely a gép és a marószerszám kiegyensúlyozottabb terhelése érhető el. A szimulációs és ellenőrző lehetőségekkel a kívántnál nagyobb fogásmélységek kizárhatók. Fontos, hogy a HSM-marást minden stratégia támogassa, azaz a pályákra való ráállás, illetve a belső irányváltások rádiuszon keresztül történjenek. Az optimális vágósebesség elérésével a simítómarás utáni felületi minőség jelentősen növekszik, így az alkatrész szükséges utómunkálata a minimálisra csökken. Ehhez természetesen megfelelő számú, egymást kiegészítő stratégia szükséges, hogy a különböző dőlésszögű felületrészekben a pályák távolsága állandó maradjon (5. ábra, lásd még rádiuszos átállású HSM-pályák). Ezt az optimalizálási folyamatot ráadásul automatizálni lehet, melynek Cimatron terminológia szerinti neve „Intelligens NC“.

A Rapid Tooling-nak vannak szervezésbeli konzekvenciái is. A marógépek megnövekedett termelékenységére a cégeknél egyre több szervezést, munkaelőkészítést igényel. A CAM-rendszerek felhasználóközeli tulajdonságai, valamint a cégen belüli lerövidített információs utak miatt a marógépek kezelőinek direkt hozzáférési lehetőségük van a CAD-CAM-es adatokhoz. Ezzel adott módosítások illetve optimalizálás elvégzésére akár műhelyszinten is mód nyílik.

Források: 1. és 2. ábra EOS GmbH  
3. és 4. ábra Gildemeister AG  
5. ábra Cimatron Ltd. / Inno-PROdukt Kft.

**Zsarnóczy László**  
okl. gépészmérnök,  
ügyvezető igazgató  
Inno-PROdukt Kft.