

Fröccsöntő szerszám hűtőrendszerének kialakítási lehetősége additív megmunkálással

Design option of injection molding tool cooling system by additive manufacturing

KEMÉNY Dávid Miklós ¹, RENKÓ József Bálint ², Dr. NYIRŐ József ³

^{1,2} BME Gépészmérnöki Kar, Anyagtudomány és Technológia Tanszék,

³ BME Gépészmérnöki Kar, Gyártástudomány- és technológia Tanszék,

Magyarország, 1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3. telefonszám: +36 1 463-1234

1 kemenydauid@edu.bme.hu

2 renko.jozsef@edu.bme.hu

3 nyj@manuf.bme.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A technológia fejlődésével az additív megmunkálás (AM) egyre nagyobb teret hódít, amely során a terméket nagyteljesítményű lézer segítségével rétegről-rétegre építjük fel a megfelelő porból. Termék tervezésekor a geometria tetszőleges, így az ipar bármely területén használható például a fröccsöntő gépek szerszámának gyártásakor is. A célunk, hogy kellően bonyolult alkatrész esetén a tervezés során formakövető hűtőrendszert alakítsunk ki a szerszámban, amelynek következtében a fröccsöntés ciklusideje, illetve a termék vetemedése csökkenthető, és ez szimulációs program segítségével nyomon követhető.

Kulcsszavak: additív megmunkálás, 3D nyomtatás, direkt fém lézer szinterezés, fröccsöntés, hűtési idő

ABSTRACT

With the advances in technology, additive manufacturing (AM) is getting important whereby the product is built using a high performance laser on a layer-by-layer basis from the corresponding metal powder. When designing a product the geometry is optional so it can be used in any area of industry, for example, in the tooling of injection molding machines. The aim is if the part is complex then it could be planned a form fitting cooling system, which results the reduction in the injection molding cycle cooling and warp of product and these process can be traced through a simulation program.

Keywords: additive manufacturing, 3D printing, direct metal laser sintering, injection molding, cooling time

1. BEVEZETÉS

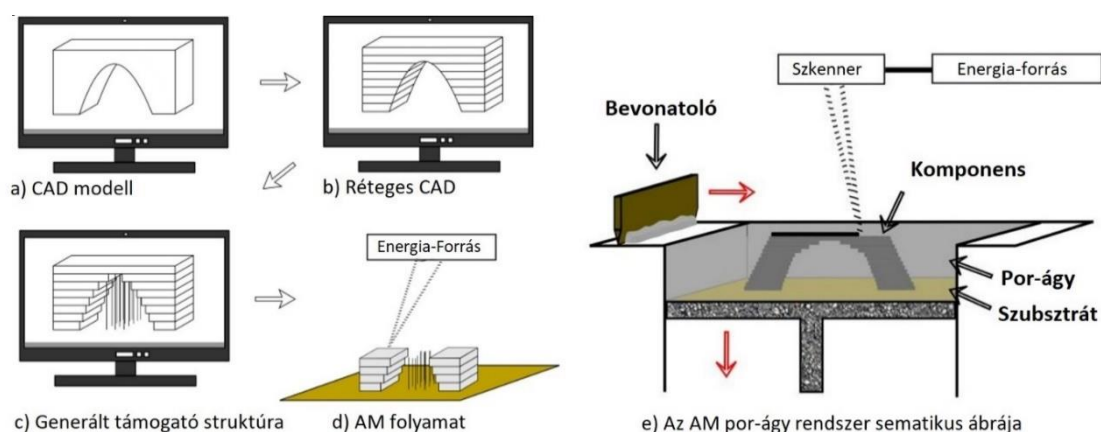
1.1. Fröccsöntési technológia

A fröccsöntés, mint technológia, az egyik legsokoldalúbb és legdinamikusabban fejlődő szakaszos (ciklikus) eljárás, amellyel polimer készterméket tudunk előállítani. Maga az eljárás során a hőre lágyuló polimert megömlesztik, azaz az olvadáspontja fölé melegítik, amelynek köszönhetően viszkozusan folyós állapotba kerül. Ezt követően a viszkozusan folyós műanyagot nagy sebességgel és nyomással, egy szűk beömlőnyíláson át a temperált (hűtött), nagy erővel összezárt, alakadó szerszámba juttatják. Ennek köszönhetően az ömledék állapotban lévő polimer a szerszámban nyomás alatt felveszi a tetszőlegesen bonyolult 3D-s geometriát, amely a hűlés következtében állandósul, így kialakítva a méretpontos munkadarabot. A termék gyártási ideje rövid, de ennek is a nagy részét a hűtési idő adja ki. Abban az esetben, ha a fröccsöntő gép alakadó szerszám esetében készíteni tudunk egy formakövető hűtőrendszert, akkor hűtés ideje minimalizálható, amelynek következtében a ciklusidő lerövidül és az adott cég nagyobb profitra tud szert tenni. Ez a fajta konstrukció kialakítható additív megmunkálással (AM – Additive Manufacturing).

2.1. Additív megmunkálás

Napjainkban egyre nagyobb teret hódít az additív gyártástechnológia, amelynek köszönhetően rövid időn belül, méretpontos termék állítható elő akár a vevő szeme láttára. Ennek köszönhetően teljesen egyedi termékek alakíthatók ki, amely során a geometria szabadon megválasztható és kialakításában egyedül a tervező képzelete szab határt. Olyan háromdimenziós testek kialakítására kerülhet sor, amelyek hagyományos módon nem, vagy csak nagyon nehezen valósíthatók meg. Kezdetben a technológiát a polimerek esetén alkalmazták gyors prototípus készítés néven, ma már szinte minden alapanyag esetén alkalmazható az eljárás, amely lehet fém, műanyag, kerámia, papír, illetve ezen alapanyagok együttes alkalmazása révén: kompozit [1, 2].

Az additív megmunkálást megelőzően szükségünk van egy 3D-s CAD (Computer Aided Design) modellre, amelynek köszönhetően AM berendezéssel könnyedén megalkotható a kívánt termék. Abban az esetben, ha szükség van módosításra, elegendő a modellen változtatni, s nincs szükség semmilyen fizikai eszköz, például szerszám, megváltoztatására. A 3D-s szoftver és az AM berendezés között az STL (Standard Tessellation Language) fájlformátum teremti kapcsolatot, amely a felületet háromszögek segítségével követi le. A termék pontosságát a háromszögek mérete befolyásolja, hiszen minél kisebbek, annál jobban leképezik a modell eredeti geometriáját. A folyamat során a kívánt modellt rétegről-rétegre (layer-by-layer) építik fel a CAD modell segítségével szerszám használata nélkül. Az AM berendezés működését az 1. ábra mutatja [1, 2].



1. ábra

Additív gyártás folyamatának elvi bemutatása [3]

Az 1. a) ábrán látható a szükséges CAD modell, melynek következő lépésként az STL fájlalakítás. Második lépésként a modellt rétegesen építjük fel, és ha a geometria megköveteli, támogatóstruktúrát is érdemes kialakítani, amelyet az 1. c) ábra mutat. Ezt követően a folyamatot az 1.

e) ábrán láthatjuk, amelynél az AM berendezés rétegről-rétegre építi fel a terméket nagy energiasűrűséggel rendelkező lézerrel miközben, ha egy réteg elkészült a szubsztrát z irányban lefelé elmozdul és a bevonatoló új réteget felvisz majd a lézer újabb réteget alakít ki, és ez a folyamat addig tart, amíg a termék el nem készül [3].

A struktúra kialakítása elektronsugaras megoldás esetén vákuumban, míg lézeres megoldás esetén egy védőgázzal teli zárt kamrában történik, ahol a védőgáz általában argon vagy nitrogén. A termék gyártása során belső feszültségek keletkeznek. Hiszen ezen folyamat során a már kialakított réteg egy része újra olvad, illetve újra felhevül. Ezáltal hőkezeltük a már kialakított réteget. Ennek köszönhetően ez a módszer egy specifikus mikroszerkezetet is eredményez. Erre fokozottan ügyelni kell, hiszen acél alapanyagú additívan gyártott darab esetén a speciális mikroszerkezeti karakterisztika nagyban befolyásolhatja a mechanikai tulajdonságokat. Ezek csökkentésére megoldást jelenthet, ha egy platform fűtőtestet szerelünk be, amely egy hőkezelést biztosít a terméknek, így csökkentve a belső feszültséget [3].

A geometria pontossága a termékek esetében többnyire a lézerfókusz átmérőjének méretétől és a porrészecskék eloszlásától függ. Ezeken kívül a falvastagságot az alapanyag olvadási viselkedése is befolyásolja. A porszemcsék általában 5-50 µm közöttiek. A 1. táblázat tartalmazza a napjainkban használt legelterjedtebb alapanyagokat [3].

AM rendszereknél használatos por alapanyagok 1. Táblázat

Megnevezés	Anyag
Korrózióálló acélok	1.4404, 1.4410
Szerszámacélok	1.2709
Titánium ötvözetek	TiAl6V4
Alumínium ötvözetek	ALSi10Mg, ALSi12
Kobalt alapú ötvözetek	CoCr-/CoCrMo-Leg.
Nikkel bázisú ötvözetek	Inconel 625/718

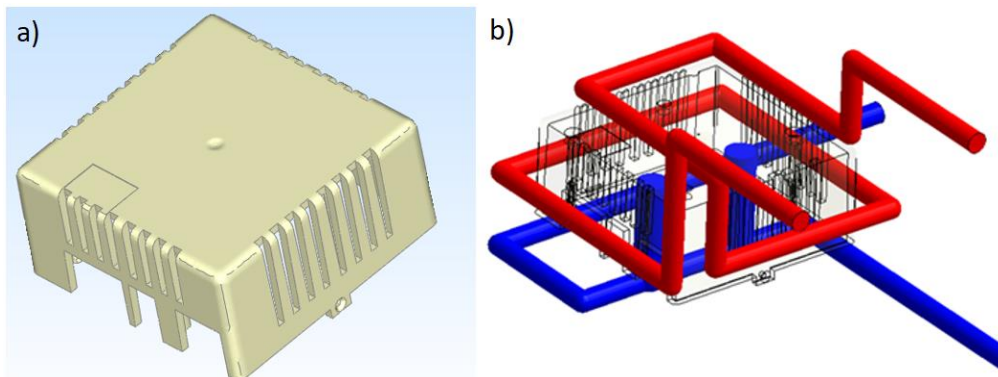
3.1. Direkt fém lézer szinterezés

A vizsgálatunk során feltételeztük, hogy a szerszám hűtőköreinek kialakítását lézer szinterezéssel (Direct Metal Laser Sintering, DMLS) tudjuk megvalósítani. Ez a fajta eljárás az additív gyártáson belül helyezkedik el. A berendezés áll egy fémport tároló rendszerből, egy folytonos CO₂ lézerből, amelynek egy összefüggő optikája és egy folyamat felügyelő számítógépes rendszere van. A gyártáshoz szükségünk van, ebben az esetben is egy 3D CAD modellre, melyet ugyanúgy egy STL fájlra kell átkonvertálni. Ebben az esetben az STL fájl 50 µm vastagságú vízszintes rétegekből épül fel, amely reprezentálja az elkészítendő darabot. [4]

Ezen technológiák ismeretében ki tudunk alakítani tetszőleges bonyolultságú hűtési rendszerrel rendelkező szerszámot, amelynél vizsgálni tudjuk a ciklusidő csökkenését, ami a hűtési idő redukálódásában nyilvánul majd meg.

2. HŰTŐRENDSZER LEHETSÉGES KIALAKÍTÁSA

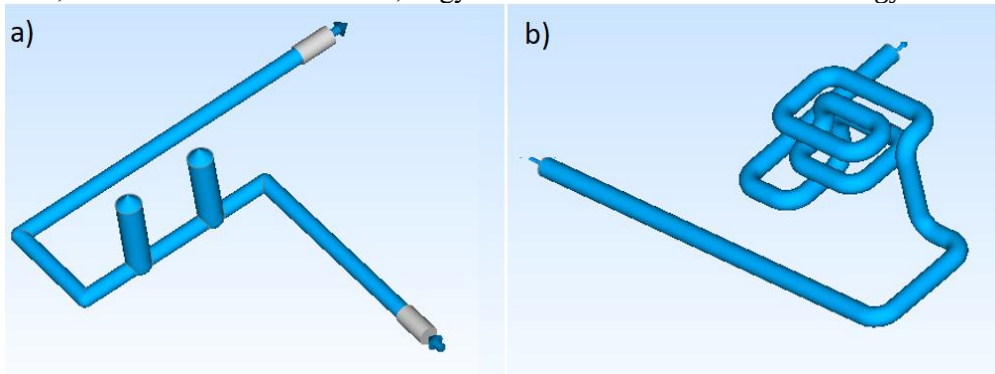
Az additív technológiának köszönhetően kialakíthatunk egy egyedi, formakövető hűtőrendszert a fröccsszerszámnak. A vizsgálatunk során 2. a) ábra fröccsöntött termékének mozgó szerszámfelének hűtőköretét kívántuk módosítani, amely a 2. b) ábrán kék színnel látható. A mozgó szerszám hűtését 2 furattal valósították meg, viszont ebben az esetben a víz nem, vagy csak nehezen tud megfelelően áramlani, így a hűtés hatásfokát nagy mértékben lerontja. Ezért kívántuk ezt a hűtőkört módosítani. A 2. b) ábrán pirossal az álló szerszámfél hűtőköre látható, viszont ezt nem módosítottuk, mert furatok segítségével az optimális hűtőkör kialakítható.



2. ábra

a) Termék geometriája, b) A termék és a hozzá tartozó hűtőkörök

A módosítás során 2 peremfeltételt vettünk figyelembe. Az egyik, hogy a hűtőkör csövének keresztmetszete azonos az eredetivel, a második pedig az volt, hogy a szerszámban lévő betétek, kilökök helyzetén nem módosítunk és így alakítottuk ki az egyedi hűtőrendszert, amely 3. b) ábrán látható. A tervezés során figyeltünk egy 5 mm vastagságú minimális anyagvastagságra a hűtőkör csövei között, annak elkerülése érdekében, hogy működés közben a szerszám nehogy összeroppanjon.



3. ábra

a) Az eredeti hűtőkör, b) Formakövető hűtőkör

3. ÖSSZEFOGLALÁS

Összefoglalásképpen megállapítható, hogy egyedi kialakítású hűtőrendszer alkalmazása igen nagy előnyt jelenthet, hiszen ennek következtében a termék hűtése sokkal jobban kivitelezhető és így a termék vetemedése is csökkenthető. Összességében pedig a ciklusidő csökkenéséhez vezethet ez a kialakítás, amelynek során az adott cég több profitra tud szert tenni, amely gazdasági szempontból igen kedvező.

4. IRODALOMI HIVATKOZÁSOK

- [1] T. Czvikovszky, P. Nagy, J. Gaál: A polimertechnika alapjai. Műegyetemi Kiadó, Budapest (2007).
- [2] A. Gebhardt: Understanding Additive Manufacturing. Carl Hanser Verlag, München (2011).
- [3] S. Matthes, S. Szemkus, S. Jahn, Jena: Additive manufacturing - Recent Developments in Manufacturing of metallic components. YPUC 2017 - 3rd Young Welding Professionals International Conference, Germany, August 16-18. 2017
- [4] A. Simchi, F. Petzoldt, H. Pohl: On the development of direct metal laser sintering for rapid tooling, Journal of Materials Processing Technology 141, 319-328., 2003