FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVII.

Kolozsvár, 2012. március 22–23.

ADDITÍV GYÁRTÁSSAL KÉSZÍTETT TESTEK ALAKHELYESSÉGÉNEK VIZSGÁLATA

DEZSŐ Gergely, SZÁZVAI Attila, KÓSA Péter

Abstract

Nowadays additive manufacturing is a rapidly developing field of production engineering. We investigated shape accuracy of test specimen made by additive manufacturing technology. It is demonstrated that this method has systematic error, but this error is below the barroer given by the manufacturer, and reliability of the machine is high, so that it produces dimensions of manufactured parts with very small standard deviation.

Key words:

additive manufacturing, rapid prototyping, shape accuracy

Összefoglalás

Az additív gyártás a gyártástechnológia élénken fejlődő ágazata. Additív gyártással készített próbatestek méretpontosságát és alakhelyességét vizsgáltuk. Megállapítottuk, hogy a gyártásnak van szisztematikus hibája, ugyanakkor ez a hiba a gyártó által megadott korlátok között van, másrészt a berendezés megbízhatósága nagy, azaz kis szórással reprodukálja a munkadarabok méreteit.

Kulcsszavak:

additív gyártás, gyors prototípus gyártás, alakhelyesség

1. Bevezetés

A Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Karán, a Műszaki alapozó és Gépgyártástechnológiai Tanszék Additív Gyártás Laboratóriumában üzemel az OBJET Eden 350V rétegenkénti additív gyártás megvalósító eszköz, közkeletű kifejezéssel 3D nyomtató. A modell felépítéséhez műgyantát használ a berendezés.

Az alkalmazott gyártási technológia elvi alapja két lépésben foglalható össze:

- A testmodell képzeletbeli, 16µm vastagságú rétegekre való felszeletelése, majd a szeletek 300 dpi felbontású bitképekké alakítása digitális úton, azaz a számítógépen futó szoftver segítségével. Ebből kiszámítható, hogy a munkatérben hova kell anyagot juttatni.
- Meghatározott méretű műgyanta cseppek juttatása a munkatér megfelelő helyére a megfelelő időben, majd ezek megszilárdítása erős UV fény segítségével.

Az eljárás jellegzetessége, hogy több olyan, egymást követő lépést tartalmaz, amelyek elméleti úton nehezen kiszámíthatók, ezért a technológia pontos kidolgozásához és megbízható működtetéséhez igen nagy mennyiségű kísérletre volt szükség. Ilyen lépések a következők:

- Meghatározott anyagmennyiséget tartalmazó műgyanta csepp kilövése igen rövid idő alatt a nyomtatófejből egy 5µm átmérőjű nyíláson keresztül.
- A csepp mozgása a fejtől indulva a modell előre kiszámított pontjába a fej és a munkadarab közötti keskeny résen keresztül, amelyben gyorsan (és minden bizonnyal turbulensen) áramló, pontosan nem ismert (és változó) hőmérsékletű levegő található.
- A csepp becsapódása és megtapadása a modell felületén, érintkezése a többi cseppel.
- Az UV fény hatására igen gyorsan meginduló polimerizáció („keményedés”), miközben a rétegvastagságot pontosan beállító simítófej végiggördül a munkadarab aktuális felszínén, minden réteg lerakása után.

Az additív gyártással előállított próbatestek alakja eltér a CAD modellben megadott „ideális” alaktól.

A hibák oka két fő forrásra vezethető vissza:

- A műgyanta cseppek bizonyos hibával kerülnek a helyükre.
- A megszilárdulás során pozíciójuk vagy alakjuk oly mértékben változik, amely a termék alakhibájához vezet.

2. A próbatestek

Mindegyik próbatest 20x20x20 mm élhosszúságú kocka, amelynek egyik lapján a mérőgépen való pontos rögzítést lehetővé tevő fűleket alakítottunk ki. A fűlek alsó részén egy, kettő, illetve három barázdát képeztünk ki, melyek célja kettős. Egyrészt a próbatestek azonosítását szolgálják, másrészt a testek orientációjának meghatározására is alkalmasak aszimmetrikus elhelyezésüknél fogva.

A gyártáskor a „mate” opciót használtuk, ami azt jelenti, hogy a támaszanyag teljesen körülveszi a készterméket. Ebben az esetben a legyártott alkatrész felülete matt lesz és nem fényes, viszont így várható nagyobb méretepontoság. (1. ábra)

1. ábra. Az elkészült és megtisztított próbatestek a gyártásnak megfelelő helyzetben

3. Mérések

A kocka alakú próbatesteken Mitutoyo MDC-M25 digitális mikrométerrel mértük a szemközi oldallapok távolságát. Mindhárom próbatest esetén, mindhárom oldalpáron elvégeztük a mérést. Egy oldalpáron öt helyen mértük a távolságot, a lap négy sarkának közelében és a közepén. (2. ábra)

Az I. irány vízszintes, a nyomtatófej mozgására merőleges. A III. irány vízszintes, a nyomtatófej mozgásának irányával megegyezik. A modell építése során lerakott rétegek vízszintes síkban fekszenek, vagyis az I. és a III. irányok a rétegek síkjával párhuzamosak. A II. irány függőleges, a rétegekre merőleges.

2. ábra. Az oldallapok távolságának mérésekor a lapok azonosítására használt jelölések és a mérési pontok helye

1. táblázat. A mérési adatok mm egységben, azok átlagai és szórásai

1. próbatest

orientáció	Mérési helyzetek					átlag	szórás
	1	2	3	4	5		
I	20,02	20,045	19,966	19,959	19,979	19,9938	0,037117
II	19,924	19,931	19,927	19,934	19,945	19,9322	0,008106
III	20,046	20,04	20,022	20,028	20,03	20,0332	0,009654

2. próbatest

orientáció	Mérési helyzetek					átlag	szórás
	1	2	3	4	5		
I	20,033	20,026	19,981	19,986	19,972	19,9996	0,027862
II	19,937	19,936	19,931	19,929	19,923	19,9312	0,005675
III	20,033	20,048	20,047	20,038	20,049	20,043	0,007106

3. próbatest

orientáció	Mérési helyzetek						
	1	2	3	4	5	átlag	szórás
I	20,035	20,038	19,977	19,983	19,968	20,0002	0,033581
II	19,931	19,937	19,927	19,939	19,928	19,9324	0,005367
III	20,038	20,036	20,026	20,04	20,035	20,035	0,005385

Az 1. táblázat a mért adatokat tartalmazza próbatestenként és irányonként való csoportosításban.

A mért adatokból átlagot és szórást számoltunk. Megállapítható, hogy minden egyes mért adat, és azok átlagai is kevesebb, mint 0,1 mm-rel térnek el a névleges 20 mm értéktől. Ez összhangban van a gyártó által megadott gyártási pontossággal. Ugyanakkor a mért távolságoknak az egyes mérési irányokban tapasztalt eloszlása jellegzetesen eltér egymástól.

Az I. irányban a névleges érték mindkét oldalán találunk mért adatokat, és a szórás lényegesen nagyobb a többi irányhoz viszonyítva. Az átlag ebben az esetben áll legközelebb a névleges értékhez, nyilván az adatoknak erre közel szimmetrikus eloszlása miatt. A II. mérési irányban minden mért adat kisebb, mint 20 mm, a szórás kicsi. A III. irányban minden egyes mérési eredmény nagyobb a névleges értéknél, a szórás kicsi.

4. Következtetések

A mérési adatokból megállapíthatók az alábbiak:

- Mindegyik méréssorozat átlagának eltérése a névleges értéktől (20 mm) kevesebb, mint 0,1 mm.
- A minták szórása kicsi.
- Az I. irányban felvett minták szórása lényegesen nagyobb, mint a többi mintáé (minden táblázat első sora).
- A II. irányban a gyártott méret szisztematikusan kisebb, mint 20 mm.
- A III. irányban a gyártott méret szisztematikusan nagyobb, mint 20 mm.

Irodalom

[1] Christof Koplin, Mathias Gurr, R. Mülhaupt, Raimund Jaeger: Shape accuracy in stereolithography: a material model for the curing behavior of photo-initiated resins, Euoro-uRapid 2008 confrence, Berlin, September 23-24. 2008

Dr. Dezső Gergely, főiskolai tanár,

E-mail: dezsog@nyf.hu

Százvai Attila, műszaki oktató,

E-mail: szazvai@nyf.hu

Kósa Péter, műszaki oktató,

E-mail: kosap@nyf.hu

Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és
Mezőgazdasági Kar

4400 Sóstói út 31/b

Telefon / Fax: +36-20-599400/2442