XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

GYORS PROTOTÍPUSMODELLEK MINŐSÉGÉNEK JAVÍTÁSA

BAKI-HARI Zoltán-Gábor

Abstract

This work deals with the possibilities to improve the quality of Rapid Prototyping (RP) models. Firstly, the RP applications and the quality parameters of the RP models have been concisely presented. At the end, some practical advises for the quality improvement of the RP models, regarding their dimensional and form accuracy, respectively the quality of their surfaces, have been given.

Összefoglalás

Ezen dolgozat a gyors prototípusmodellek minőségének javíthatóságával foglalkozik. Ezért először a gyors prototípusgyártás alkalmazásai illetve a gyors prototípusmodellek minőségi mutatói kerülnek rövid bemutatásra. Végül pedig ezen modellek minőségének a javítására ad néhány hasznos tanácsot, amelyek a méret- és alakpontosságot, illetve a felületminőséget érintik.

Bevezetés

Mint ismeretes, a villámgyors termékfejlesztés a nagyon rövid idejű termékfejlesztés mellett a maximális minőséget kell hogy biztosítsa az új terméknek. Ezért már a fejlesztés során olyan eljárásokkal kell dolgozni, amelyek ezt biztosítják.

S mivel a villámgyors termékfejlesztésnek az egyik, talán legfontosabb, eszköze a gyors prototípusgyártás (egyések szerint gyors prototipizálás) ennek is alkalmazkodnia kell ehhez az igényhez, habár ezen nagyon is új technológiák még hagynak kívánnivalót ami a termékek méretpontosságát s felületi minőségét illeti. De ezek egy optimalizált felhasználással majdnem teljesen kiküszöbölhetők. Ugyanakkor azt is meg kell jegyezni, hogy az újabb gyors prototípusgyártási eljárások illetve berendezések mind jobb és jobb pontosságot biztosítanak, ezáltal növelve a gyors prototípusgyártási modellek minőségét.

Ezen dolgozat az előbb jelzett kívánnivalók kiküszöbölésére ad néhány optimalizálási tanácsot, de nem a gyors prototípusgyártás alkalmazásainak, illetve az így kapott termékek, amelyek tulajdonkép-

pen a gyors prototípusmodellek, minőségének bemutatása előtt.

A gyors prototípusgyártás alkalmazásai

A gyors prototípusgyártás terén az utóbbi időben elért eredményeknek köszönhetően, ma már ezen eljárások nagyon széles felhasználásnak örvendenek. Ugyanakkor azt is meg kell jegyezni, hogy ezen felhasználások nagyon érdekesek s látványosak, több helyen is forradalmasítva a különböző eljárásokat. Így ezen eljárások, a velük készített modelleken keresztül, az elgondolás bemutatása s a különböző tesztelek mellett jelentős szerepet töltenek be a különböző szerszámok, úgy, mint a *merev* – hagyományos szerszámok (öntőminták s formák, illetve magok, matricák, elektroeróziós elektródák), valamint a *flexibilis* szerszámok (matricák) kivitelezésében, illetve az orvostudományban s gyógyászatban is.

Ez mindannak köszönhető, hogy az utóbbi idők fejlesztései következményeként gyors prototípusgyártással már nem csak a kimondott modell készíthető el, hanem már funkcionális alkatrészek is, valamint kisseriás gyártás végezhető. Ezen utóbbi alkalmazásnak nagy szerepe van abban az esetben, amikor még készül a végleges szerszám, viszont a termék első darabjai már a piacon vannak.

A gyors prototípusmodellek minősége

A gyors prototípusmodellek esetében a következő minőségekről beszélhetünk:

- Anyagminőség;
- Méret- és alakpontosság;
- Felületminőség.

Az anyagminőségről elmondható, hogy majdnem teljesen független az eljárástól, s a felhasznált nyersanyag minősége, illetve a beállított gépparaméterek határozzák meg. Ugyanakkor azt is meg kell jegyezni, hogy az idők folyamán egyre javultak, tökéletesedtek a gyors prototípusgyártásban használatos anyagok, egészen addig, hogy ma már funkcionális darabok állíthatók elő.

A gyors prototípusmodellek méret- és alakpontossága általában $\pm 0,075$ mm körül mozog. Ez jelentősen függ magától az eljárástól, a használt berendezéstől, valamint a felhasznált anyagtól. Maximális befolyással van a kivitelezés alatti elhelyezési mód, mivel a vízszintes síkban elért pontosság az esetek döntő többségében jobb mint a függőleges síkban.

Jelenleg világszerte komoly kutatások folynak a gyors prototípusgyártó gépek pontosságának javítására.

A gyors prototípusmodell felületi minőségét döntően a most használatos berendezések határozzák meg, mivel mint ismeretes, a modellek kivitelezését egymás utáni rétegadagolással valósítják meg. Ezen munkastílus elkerülhetetlen következménye a lépcsőhatás megjelenése (lásd az 1. ábrát). Ez szá-

bad szemmel is látható minden ilyen módon gyártott fizikai modell felszínén, főleg a ferde (dőlt) s a görbe felületeken. Mint a 2. ábrán is látható ez nagyon változó a görbe felületek esetén. Természetesen ez az elégtelenség csökkenthető, például a rétegek g vastagságának csökkentésével, viszont ezzel nő a kivitelezési idő.

1. ábra

A gyors prototípusmodellek minőségének javítására több módszer is létezik. Ezen dolgozat keretében csak a méret- és alakpontosság valamint a felületminőség javíthatóságával foglalkozunk.

2. ábra

A méret- és alakpontosság nagy mértékben befolyásolható a helyesen megválasztott anyaggal, illetve az ennek megfelelő gépi beállításokkal. Így jelentősen javítható a rétegek közti ragadás illetve a porozitás, de ugyanakkor kis mértékben a réteglekötés iránybeli pontosság is. Ugyanakkor optimalizálni kell a munkafej haladási sebességét is (ha lehet), mivel ezzel kiküszöbölhetőek a tehetetlenségnek tulajdonítható hibák.

A kivitelezendő modellt úgy kell már virtuálisan elhelyezni a használt berendezés munkaterében, hogy a fontos, vagyis azok a méretek, amelyek nagy pontosságok követelnek, a vízszintes XOY munkasíkban legyenek kialakítva, mivel mint ismeretes itt biztosítanak maximális pontosságot a mai gyors prototípusgyártási berendezések.

A gyors prototípusmodellek esetében felületminőségi problémákat általában a ferde (dőlt) illetve görbe felületek esetében kell kiküszöbölni. Éspedig a lépcsőhatást kell kiküszöbölni, vagy legalábbis csökkenteni. Ez a csökkentés általában egy megengedett szint alá kell hogy történjen.

Tulajdonképpen az 1. ábrán látható külső és belső élek közötti δ távolságot kell egy megengedett δ_a alá csökkenteni a

$$\delta \leq \delta_a \quad (1)$$

összefüggés szerint. Amint az 1. ábrán észrevehető ez a dőlt síkfelületek esetében egyszerűen megoldható lenne a rétegek g vastagságának a csökkentésével. De ez nem lehetséges, mivel ezzel növekedne a kivitelezési idő, valamint a rétegeknek is kell legyen egy minimális vékonysága, amelyet a felhasznált nyersanyag illetve a használt berendezés határoz meg. A helyzet még bonyolultabb a görbe felületeknél, ahol a lépcsőhatás a görbületi sugár illetve a normálvektor függvényében változik.

Figyelembe véve az előbb elmondottakat, a felületminőség javítására ezen felületek esetében két út kínálkozik, és pedig:

1. a modell munkatérbeli elhelyezésének optimalizálása, úgy hogy a dőlt felületek vízszintes vagy függőleges felületekké váljanak, mivel így a kapott felületi minőség összehasonlíthatatlanul jobb; a görbe felületek pedig úgy legyenek elhelyezve, hogy minél jobban közelítsenek vízszintes vagy függőleges felületekhez.

2. a gyors prototípusmodellt utólagos megmunkálásnak kell alávetni, amely lehet anyageltávolító vagy anyagfelvivő. Anyageltávolító megmunkálás esetén az 1. ábrán látható belső éleken áthaladó elméleti dőlt sík mentén kell kivitelezni a darabot, hogy legyen honnan anyagot eltávolítani. Anyagfelvivő megmunkálás esetében pedig az ugyanazon az ábrán látható külső éleken áthaladó elméleti dőlt sík mentén kell kivitelezni a darabot, hogy legyen hová még anyagot tenni. Viszont a legnagyobb pontosságot s a legjobb felületi minőséget a vegyes megmunkálás biztosítja, vagyis amikor anyagfelvitel, de eltávolítás is történik. Ebben az esetben a modellt az 1. ábra szerinti szaggatott vonallal jelölt középső elméleti dőlt sík mentén kell kivitelezni, hogy legyen hová is tenni és honnan el is venni anyagot. Így a felület méretpontossága is jelentősen fokozható.

Következtetések

Mint a dolgozatban bemutatottakból is kitűnik, a gyors prototípusmodellek minőségét több tényező is befolyásolja, így több megoldás is kínálkozik ezen minőség javítására. Viszont már a felhasználóra hárul a feladat, hogy ezek közül kiválassza az optimálist. Az erre való készség pedig a gyakorlattól és tapasztalattól függ.

Irodalom

- [4] BÂLC, N., *Tehnologii neconvenționale*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 2001, ISBN 973-35-1130-7
- [5] BERCE, P., és mások, *Fabricarea rapidă a prototipurilor*, Editura Tehnică, București, 2000, ISBN 973-31-1503-7

BAKI-HARI Zoltán-Gábor, okleveles gépészmérnök, doktorandus

Cím: 400169, Kolozsvár, Miron Costin utca, 19 szám, ROMANIA

Tel: +40-264-434 706

Mobil: +40-723-206 415

E-mail: bakihari@eme.ro