

VÝROBA MALÝCH SÉRIÍ PLASTOVÝCH SÚČIASTOK KONVENČNÝMI METÓDAMI PROTOTYPOVANIA

Small series production of plastic parts with conventional methods of prototyping

Ing. Mária Kicková
Ing. Attila Herditzky

Technická univerzita v Košiciach
Strojnícka fakulta
Katedra technológií a materiálov
Mäsiarska 74, 042 00 Košice
E-mail: maria.kickova@tuke.sk

ABSTRACT

Before final production we create prototype for testing purposes. Conventional methods of prototyping are splitted into 2 main groups – hand and machine modeling. Hand modelling is used in case we need to design big model to design the final shape of product. Machine modelling is fast, cost-saving and more accurate.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Prototyping, hand modelling, machine modelling, casting, laminating.

ÚVOD

Prototyp je prvá materiálová vizualizácia výrobku, ktorá sa nachádza v cykle vývoja. Je pre ďalšie rozpracovanie návrhu výrobku nevyhnutný, pretože poskytuje praktické informácie o funkčnosti a kvalite výrobku ako aj o nákladoch na jeho zhotovenie. Pri použití tradičných výrobných metód je však výroba prototypu zdĺhavá, často spotrebuje až 25% celkového času vývoja a trvá až niekoľko mesiacov. Dôsledkom je, že v mnohých prípadoch prototyp nie je k dispozícii pri riešení ďalších krokov vývoja a pri niektorých dôležitých rozhodnutiach. Dlhá priebežná doba výroby prototypu je okrem organizačných nedostatkov zapríčinená predovšetkým vysokým podielom manuálnej práce. Na výrobu prototypu sa v niektorých odboroch spotrebuje až 50% všetkých nákladov plánovaných na vývoj.

Hlavné rozdelenie metód prototypovania:

- konvenčné prototypovanie,
- virtuálne prototypovanie,
- nekonvenčné prototypovanie,
- hybridné prototypovanie.

Konvenčné metódy výroby prototypov

Konvenčné prototypovanie zahŕňa metódy, u ktorých prebieha výroba prototypov pomocou klasických technológií na zmenu tvaru a rozmerov, technológií spájania a povrchových úprav (obr.1).

Výroba je nákladná a v mnohých prípadoch neefektívna a s nízkym stupňom automatizácie. Dosahujú však vyššiu presnosť, kvalitu povrchu a v podstate pre neexistujú obmedzenia z hľadiska rozmerov jednotlivých dielov. Výhodou je tiež široké spektrum použiteľných materiálov.



Obr.1 Prehľad konvenčných metód prototypovania

Z hľadiska použitých výrobných prostriedkov je možné technológie výroby prototypov rozdeliť na:

- ručné,
- strojné a
- kombinované.

1. RUČNÉ TECHNIKY MODELOVANIA

Ručné techniky modelovania sa používajú najmä v prípadoch, keď je úlohou prototypu posúdenie dizajnu navrhovaného výrobku. Hlavnou výhodou je ich jednoduchosť, relatívne nízke náklady, avšak použitie takto vyrobených prototypov je veľmi obmedzené. Medzi najrozšírenejšie techniky prototypovania patrí:

- modelovanie z hliny,
- odlievanie a
- laminovanie.

1.1 Odlievanie prototypov

Odlievanie je zhotovovanie súčiastok a prototypov z materiálov v tekutom stave, ktoré sú schopné po naliatí do foriem vytvrdnúť. Výhodou tejto technológie je, že môžeme vyrábať súčiastky a prototypy zložitých tvarov, ktorých výroba by bola pri použití iných technológií zdĺhavá, veľmi pracná a drahá.

Odlieváním zhotovujeme výrobky z kovov (liatina, bronz, mosadz, hliník atď.), plastov (Dentacryl, Epoxy, atď.) a z gummy (Lukoprén).

Na obr.2 je odliatok modelu s formou.



Obr. 2 Odliatok modelu s formou

Medzi najznámejšie technológie patrí odlievanie:

- tlakové,
- vákuové,
- presné,
- kokilové,
- kontinuálne liatie a
- odlievanie do škrupinových foriem.

Odlievanie do silikónovej formy

Na výrobu formy používame pružné materiály (obr.3a), do ktorých sa odlieva sadra, vosk, betón a polyuretánové živice.

Kvalitný model je základom kvalitného odliatku. Pre výrobu foriem zo silikónových kaučukov model môže byť z akéhokoľvek neporézneho materiálu. Pre výrobu modelov pre odlievanie na vytaviteľný model pripadá do úvahy včelí vosk, alebo parafín. Výrobe modelu treba venovať veľkú pozornosť, lebo dobrý odliatok presne reprodukuje aj také detaily, ako sú odtlačky prstov, ťahy nástrojov, drobné povrchové vady a podobne.

Je možné vyrobiť jednodielne ako aj viacdielne formy. Pred samotným zaformovaním je nutné rozvrhnúť deliace roviny viacdielnych foriem, umiestnenie náliatkov a systémov odtokových kanálikov. Viacdielne formy je nutné vyrobiť takým spôsobom, aby ho bolo možné z formy veľmi jednoducho vybrať. Správne zamodelovaný objekt by mal z formy po odliatí samovoľne vypadávať (obr.3b). Nie vždy je to jednoduché. Veľká výhoda silikónových kaučukov spočíva v ich pružnosti. Odvzdušňovacie kanáliky slúžia k rýchlejšiemu odvodu vzduchu z formy.

V každej uzavretej forme by mal byť aspoň jeden odvzdušňovací kanálik. Odvzdušňovací kanálik je nutné umiestniť aj do miest, ktoré sú nad úrovňou styku s modelom a všade tam, kde hrozí nebezpečenstvo vzniku vzduchovej bubliny. Dobrý odliatok sa okrem iného vyznačuje dokonalým odliatím všetkých odvzdušňovacích kanálikov. Na obr. 3c vidíme hotovú formu s modelom výrobku.

Liatie do silikónovej formy je možné odlievať výrobky s rôznymi materiálmi. Je nutné formu dovulkanizovať pri teplote 150 °C 5 až 10 hodín. Obe časti formy sa spolu zafixujú a uložia sa na vodorovnú plochu. Forma sa naplní materiálom a nechá vytuhnúť. Po vytuhnutí sa forma rozdelí a odliatok sa očistí od náliatkov a je pripravený na ďalšie opracovanie.



Obr. 3a Zaliatie modelu



Obr. 3b Výber modelu



Obr. 3c Hotová forma

1.2 Modelovanie z hliny

Táto metóda modelovania sa predovšetkým hodí na výrobu pracovných modelov, na ktorých je možné overiť základné tvarové a rozmerové požiadavky (obr.4), ale tiež na zhotovenie modelu na negatívne formy, napr. pre laminovanie.

Pri výrobe väčších modelov je v prvom rade potrebné vytvoriť nosnú konštrukciu. Nosná konštrukcia je vyrábaná z rôznych materiálov ako je drevo, kov a plasty. Po vytvorení nosnej konštrukcie sa môže vodou dobre rozmiešaná modelárska hlina nanášať a tvarovať. Na tvarovanie hlíny je možné použiť rôzne šablóny, špachtle, rôzne tvarové nožičky a tiež aj tvarovaciu frézu. Z hotového modelu je potrebné vytvoriť matricu, ktorú je možné vyrobiť zo sadry, latexu, laminátu alebo polyuretánu.



Obr.4 Hlinený model

Prototypovanie z hlíny – navrhovanie každého prototypu sa začína na papieri. Po skiciach nasledujú hlinené modely z menšenej veľkosti a po nich hlinený predobraz vozidla v mierke 1:1.

Vzniká tak, že z oceľových profilov sa zvarí kostra prototypu, na ktorú prídu panely z dreva, polystyrénu a posledná vrstva je hlina. Finálnu podobu hlineného modelu v skutočnej veľkosti podľa nainštalovaného programu do detailov obrobí počítačom riadená fréza (obr.6). Fréza u automatického modelovania alebo dizajnér u ručného modelovania (obr.7). Posledným krokom je povrchová úprava modelu.

Na obr.5 je z polovice nalakovaný hlinený model automobilu.



Obr. 5 Pohľad pod lak modelu



Obr. 6 Výroba prototypov z hlíny pomocou počítačom riadenej frézy



Obr. 7 Výroba prototypu z hlíny - ručné modelovanie

1.3 Laminovanie

Princípom laminovania je vrstvenie tkaniny, pričom jednotlivé vrstvy sú spájané spojivom (najčastejšie epoxidové živice) (obr.8). Samotnému procesu laminovania predchádza výroba formy, ktorú je potrebné naseparovať, aby sa o ňu laminát neprilepil. Do takto pripravenej formy sa natrú prvá vrstva – vrchná, t.j. materiál gel coatu, na ktorú sa položí sklenená tkanina. Na ňu sa natrú vrstva živicového spojiva a nasleduje ďalšia vrstva tkaniny a ďalšia vrstva živice, čím sa dosiahne vyššia odolnosť modelu. Počet vrstiev závisí od požadovanej hrúbky laminátu, jeho pevnosti, hmotnosti ale aj od veľkosti vyrábaného modelu a zložitosti jeho tvaru. Laminát sa vytvrdzuje 24 hodín a po vybratí z formy sa orežú neforemné okraje a drobné nedostatky tvaru sa upravujú tmelom a vybrúsia jemným brúsny papierom.

Pri tejto metóde sa na polystyrénový model nanášajú vrstvy polyesterovej živice a tkaniny so sklenenými vláknami, až kým nedosiahneme požadovanú hrúbku prototypu. Nasleduje povrchová úprava tmelením a striekaním.



Obr. 1 Ukážka laminovania atypickej časti automobilu

2. STROJNÉ TECHNIKY MODELOVANIA

Postupne sa prešlo od ručného modelovania k strojnému, keďže je to menej namáhavé a efektívnejšie z hľadiska šetrenia času a ľudskej sily.

CNC obrábanie

Jedným z najdostupnejších je opracovanie modelu na obrábacom stroji s číslícovým riadením (CNC). Na tieto účely je možné použiť aj menej nákladné modelárske frézovačky, prípadne obrábacie centrá. Tie opracujú z mäkkého modelárskeho materiálu ("umelé drevo") dokonalý tvar výrobku podľa NC programu, ktorý popisuje dráhy nástroja a parametre obrábania.

Pracovný cyklus CNC (Computer Numeric Control – počítačovo číslícové riadenie) strojov prebieha automaticky, na základe informácií, ktoré sú vo vhodnej forme obsiahnuté v riadiacom programe (NC programe). Najrozšírenejšie sú CNC stroje určené pre technológie obrábania. Konštrukcia týchto strojov a ich riadiace systémy dovoľujú súčasný relatívny pohyb medzi nástrojom a obrobkom bežne v troch alebo piatich osiach prípadne i vo viacerých smeroch. 3D frézovanie je nezastupiteľným spôsobom CNC obrábania pri výrobe 3D tvarovo zložitých súčiastok a aj väčšina veľkých 3D CAM systémov je zameraná na túto technológiu.

Na obr.9 je ukážka 3D frézovačky a frézovania.



Obr. 9 Ukážka 3D frézovačky a frézovania

Základným rozdielom medzi konvenčnými strojmi a CNC strojmi z pohľadu výroby napr. tvarových plôch je:

- pri CNC strojoch nie je potrebný fyzický model (dutina, šablóna),
- pri CNC strojoch nie sú potrebné prídavné kinematické kopirovacie zariadenia (kladky, pantografy, kopirovacie systémy),
- konštrukcia CNC strojov je jednoduchšia,
- pri CNC strojoch je potrebný počítač pre tvorbu NC programov (pre riadenie pohybov stroja).

ZÁVER

Väčšina firiem si najprv vyrobí prototyp, aby mohli na ňom vykonať skúšky funkčnosti, kvality, mechanické skúšky, opotrebenie. Ak prototyp nevyhoví niektorej zo skúšok, vykonajú sa dodatočné úpravy a vyrobí sa nový prototyp, z ktorého budú predchádzajúce chyby odstránené. Dnes sa skôr uplatňuje strojné modelovanie kvôli šetreniu času a vyššej presnosti. Pre malosériovú výrobu je vhodné použiť konvenčné metódy prototypovania, kvôli vyššej efektívnosti a ekonomickosti.

LITERATÚRA

- [1] KOVÁČ, M: Inovácie a technická tvorivosť. Vydavateľstvo Michala Vaška, Prešov: TU-Sj, 2002. 153 strán. ISBN 80-7165-1.
- [2] ELECHEMCo s. r. o: Výroba forem , prototypu, modelu,[online]. 2007 [cit. 2008-01-13]. Dostupné na internete: <<http://www.elchemco.cz/mouldmaking1.htm>>.
- [3] KARPAT, M.: Na návšteve európskeho centra dizajnu značky Toyota,[online]. 2007 [cit. 2008-02-02]. Dostupné na internete: <http://209.85.135.104/search?q=cache:xvCSwy9Lg1EJ:auto.sme.sk>