

MŰANYAGOK FELDOLGOZÁSA, ADDITÍV TECHNOLÓGIÁK

A 3D nyomtatás érdekes műanyagipari alkalmazásai

Az autóiipari, teherviselő fém alkatrészek erősített műanyagokkal történő helyettesítéséhez jó támogatást ad a 3D nyomtatású prototípusok és komplex modellezési számítások, számítógépes szimulációk használata. Az optimális eredményekhez vezető 3D nyomtatású prototípus alakja tudatosan eltér a gyártásra kerülő fröccsöntött termékétől, mivel az ezen mért értékeket csak a szimulációs modellek számításai alapján lehet értelmezni. A szerszámgyártásnál is kezdenek térni nyerni a 3D nyomtatással készült alakadó részek, amelyek a gyors piacra kerülés mellett gyakran a ciklusidő, és így a gyártási költségek csökkentését is biztosítják.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; 3D nyomtatás; PA6; szerszámgyártás; hibrid megoldások; erősített- és töltött műanyagok.

Motortartó konzol és bakok

Az utóbbi években kezdett elterjedni a fémeket helyettesítő, szálerősítésű műanyagok teherviselő szerkezetben történő alkalmazása az autóiiparban. E változás hajtóereje nem csupán súlycsökkentési igény, de a műanyagok sokkal jobban csillapítják a rezgéseket és a zajt, mint a fémek. Ez pedig mind a gépkocsi vezetője, mind pedig az utca embere számára kedvező. Egy másik tényező az új gépkocsi modellek egyre rövidebb idő alatt elvárt megjelenése, amit a 3D nyomtatású műanyag prototípusokon alapuló fejlesztések erőteljesen támogatnak.

A személyautókban a motortartó konzol és a motortámasztó bakok korábban fémből készültek. Az új, a fenti indokokon alapuló elképzelések szerint az ilyen alkatrészeket célszerű lenne erősített műanyagból készíteni. A műanyagok jobb rezgés- és zajcsillapítása mind a belső égésű, mind pedig az elektromos motoroknál egyaránt jelentkezik. A zajt, vibrációt és a vezetés keménységét összefoglaló, angol elnevezésének (Noise, Vibration, Harshness) kezdőbetűjéből képzett *NVH tényező* csökkentése számos autóiipari fejlesztés célpontja.

A szálerősítésű műanyagok autóiipari alkalmazása több évtizedes múltra tekinthet vissza, és kialakítottak olyan (komplex) számítási módszereket is, amelynek segítségével, többkevesebb pontossággal, előre jelezhető az adott alkatrész NVH értéke. Ugyanakkor az olyan komplex kialakítású és számos dinamikus igénybevételnek kitett alkatrészek esetében, mint a motortartó konzol és támasztó bakjai, mindenképpen előnyös a prototípusok bevizsgálásával megalapozni az optimális konstrukció kialakítását.

Német kutatók és autóiipari szakemberek összefogásával egy ilyen projektet indítottak, amelyben a prototípusokat a 3D nyomtatás egy válfajával, a *szelektív lézer szinterézéssel (SLS)* állították elő. A 3D nyomtatott prototípusoknak az alábbi követelményeknek kell megfelelniük:

- jó hőállóság és mechanikai szilárdság,
- jó, a fröccsöntött alkatrészekhez használt anyaghoz minél hasonlóbb NVH jellemzők,
- az NVH jellemzőknek számítógépes modellekkel szimulálhatóknak kell lenniük.

A motortartó szerkezetek nagy mechanikai és hőterhelése miatt az SLS eljárásoknál elterjedten használt PA11 és PA 12 nem volt használható, ezért a fejlesztőknek lézerszinterezhető, erősített PA6 típusra volt szükségük. A BASF 3D Printing Solutions GmbH által gyártott, ásványi töltőanyagot tartalmazó *Ultrasint PA6 MF* típus éppen ilyen, mivel e típus töltőanyaga kellő merevséget és hőállóságot biztosít.

A legtöbb lézerszinterezésre alkalmas töltött típusnál, a töltőanyagot a műanyag szinterporhoz keverik és így a töltőanyag a szinterezés közben épül be, mégpedig nem túl hatékonyan és főleg nem homogén eloszlásban. Az *Ultrasint PA6 MF* előnye, hogy itt a töltőanyagot már homogénean beépítették a szinterporba, ezért az ebből készült termékek jóval egyenletesebb jellemzőkkel bírnak.

A fröccsöntésre használt erősített anyagok tulajdonságai jelentősen eltérnek a 3D nyomtatáshoz használt anyagokéitól (1. táblázat). *A szelektív lézerszinterezési eljárással készült próbatestek merevsége jóval kisebb, mint a fröccstermékéké.* Ezért ugyanakkora tömeghez kisebb sajátfrekvencia tartozik, és ez erősen befolyásolja a motortartó konzol és bakok NVH jellemzőit.

1. táblázat

A fröccstípus (*Ultramid*) és a 3D nyomtatási anyag (*Ultrasint*) alapanyag tulajdonságai

	Orientáció a nyomósík/folyási irányban	Ultramid A3WG10	Ultrasint PA6 MF
Rugalmassági modulus, MPa	párhuzamos	16 800	6 400
	merőleges	5 760	5 850
Húzószilárdság MPa	párhuzamos	240	86
	merőleges		74
Sűrűség, kg/m ³		1 560	1 440

Ezért nem célszerű egy az egyben olyanra kialakítani a 3D nyomtatású prototípusokat, mint amilyen a végső, fröccsöntéssel sorozatban gyártott termék (bordákkal is merevített) geometriája lesz. A különböző, komplex számításokkal kialakított formájú, 3D nyomtatású prototípus változatokból nyerhető mérési és szimulációs adatok azonban nagy segítséget nyújtanak a végső, fröccsöntéssel készült termék formájának meghatározásához. Megfelelő átalakításokkal készíthető volt olyan geometriájú 3D nyomtatású prototípus, amelynek NVH viselkedése nagyon megközelítette a végső, fröccsöntéssel gyártott termékekét.

Szerszámgyártás hibrid eljárással

Az additív gyártástechnológiák (3D nyomtatás) kezdenek polgárjogot nyerni a fröccsöntő (és más műanyag-feldolgozó) szerszámok elkészítésénél. Ennek hajtóereje a termék minél gyorsabb piacra dobása és a kis, de magas minőségű sorozatok iránti igények növekedése. A

fémből készült 3D nyomtatott termékek szinte egyedüli eljárása a szelektív lézerszinterezés fémporokból.

Mivel egy fröccsöntő szerszám nagy mechanikai igénybevételeknek van kitéve és számos eleme független az általa gyártott termék geometriájától, az optimális megoldás az, ha az alakadó részek 3D nyomtatással, a többi (keret, vezető oszlopok, csapágyak, stb.) hagyományos módon, valamilyen forgácsolási eljárással készülnek.

Fontos megértenünk, hogy nincs egyetlen olyan szerszámkészítő eljárás sem, amely a felhasználó valamennyi igényét egyaránt ki tudná elégíteni. Ilyen igény pl. a

- jó minőségű felület (ez nem érhető el 3D nyomtatással),
- keménység,
- tartósság (sok azonos minőségű termék)
- gyors legyártás,
- komplexitás,
- gyors ciklusidő biztosítása,
- méretpontosság stb.

Az utóbbi időkben egyre inkább igényelt kis sorozatnagyság a 3D nyomtatott alakadó részeknek kedvez, mivel ezek nagyságrendileg gyorsabban elkészíthetők a hagyományos forgácsolási és szikraforgácsolási módszereknél.

Újabb szereplő a nagy sebességű vágás, amelyet angol elnevezésének kezdőbetűi alapján HSC-nek neveznek. Ennek azonban csak kevés anyag eltávolításánál van létjogosultsága, viszont nagyon kemény anyagokat is vágathatunk vele.

Az additív és a forgácsolási eljárás kombinációját jelenti az is, amikor a szikraforgácsoláshoz szükséges, speciális kialakítású grafit elektródokat HSC-vel, a komplex alakú rézelektrodokat pedig 3D nyomtatással állítják elő.

Amikor egy szerszámgyártóhoz egy adott gyártási igény beérkezik, a szerszámkonstrukciónak nagyon komplex módon kell a gyártási stratégiát kialakítani, amelyben a szerszám különféle elemeit gyakran eltérő eljárásokkal lehet csak előnyösen előállítani, és mégis ezek legyártását egyidőben kell elindítani, hogy a végén ezekből összeszerelhető és működőképes szerszám jöjjön létre.

Mivel a lézerszinterezéssel nem lehet nagyon sima felületet kialakítani, a 3D nyomtatott alkotóelemeket általában utómegmunkálásnak (pl. HSC-vel) kell alávetni.

A hibrid szerszámkialakítás példáját a német Eisenhuth GmbH & Co.KG által elkészített motorháztető távtartó elemeken mutatjuk be. Ez egy viszonylag egyszerű geometriájú alkatrész, amelyet folyamatosan gyártanak hagyományos módszerekkel készített szerszámmal. A gyártáshoz használt *Triple-Six-Polyamid (PA6T/66, Grivory HT2V 3H)* (gyártó: EMS Chemie AG, Svájc) egy nagy hőállóságú, üvegszál-erősítésű poliamid típus. A hibrid kialakításhoz szükséges projektet egy költségvetési forrásból finanszírozták, és a projektbe (*KitkAdd*) bevonták a Karlsruhe Institute für Technologie (KIT) kutatógárdáját is.

A hibrid megoldáshoz az alakadó részt készítették el egy egyfészkes és egy kétfészkes szerszámhoz. Mivel a felületi minőség fontos tényező volt, ezért a felület simaságát HSC-eljárással biztosították.

A 3D nyomtatásnál a fő költségtényezőt a gyártási idő (gépidő) és a felhasznált drága alapanyag adja. Ugyanakkor a komplex formák kialakítása „ingyen” van, tehát ha ez előnyös, nagyon komplex, kis anyagfelhasználású megoldásokat célszerű használni, mivel ez mindkét fő költségtényezőt csökkenti. Mivel a 3 D nyomtatással előállított alakadó rész költsége kb. 35 %-kal magasabb lett, mint a hagyományos, forgácsolással gyártotté, olyan megoldást kellett találni, amely a fröccsöntési ciklusidőt, és ezáltal a termelés költségeit erősen csökkenti, hogy a nagyobb beruházási költségek megtérüljenek. Ezt sikerült is elérni, mivel a 3D nyomtatás lehetővé tette az alakadó rész felszíne alatt kialakított hűtőcsatornákat, és így jóval intenzívebb hűtést lehetett megvalósítani. Ennek eredményeképpen a hibrid kialakítással a ciklusidőt a korábbi 38 másodpercről 25 másodpercre sikerült lefaragni, ami 100 000 db esetén már „ledolgozta” a drágább szerszám költségeit és nyereségesebbé tette a gyártást.

Összeállította: Dr. Füzes László

Eberle F., et.al.: Funktions-Prototypen für Pkw-Bauteile = Kunststoffe, 11. sz. 2020. p. 50–54.

HickmannT., Klemp E.: Das Potenzial von Redesign und Bauteilkonsolidierung = Kunststoffe, 6. sz. 2020. p.43–46.