

A 3D nyomtatás helyzete a műanyagiparban

Az additív gyártástechnológiának is nevezett 3D nyomtatás térnyerése töretlenül folytatódik, egyre újabb iparágak alkalmazzák gyors prototípus-készítéshez és kis szériás gyártáshoz. E tekintetben a műanyagipar élenjár, de a fémek feldolgozása is jelentős. Megindult a 3D nyomtatási és a CAD/CAM rendszerek integrációja, tovább egyszerűsítve és felgyorsítva a termékfejlesztési folyamatot. A nagyobb automatizáció, a nyomtatás felgyorsítása és az új alapanyagok révén egyre több termék gyártását lehet 3D nyomtatással megvalósítani a jövőben.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; additív gyártás; utóműveletek; kompozitok; PA.

A 3D nyomtatást egyre szélesebb körben használják elsősorban műanyagok és fémek feldolgozásához. A leggyakrabban műanyagokat dolgoznak fel az additív gyártástechnológiának is nevezett módszerrel, ami egyszerűbb változataiban már az otthoni, hobbi felhasználók számára is elérhető.

Az iparban még mindig elsősorban prototípus-készítésre használják, de egyre gyakoribb a kis sorozatok gyártása is. A termék formájának kikísérletezése mellett gyakran használják a megfelelő szín, alapanyag és más termékváltozók variációinak kipróbálásához is. Az amerikai Infoholic Research LLP adatai szerint 2019-2022 között a műanyagiparban a 3D nyomtatás piaca évi 26,5%-kal fog növekedni. A piac elsősorban az alapanyagok szerint osztható fel: tömegműanyagok, nagy teljesítményű polimerek, biopolimerek és elasztomerek.

A 3D nyomtatást a prototípusok készítése mellett a legnagyobb mértékben a repülőgépgyártás, a gyógyászati termékek és az autóipar használja kis szériás gyártásra, de egyre inkább betör a katonai alkalmazások területére is.

Gyors prototípus-készítés

A 3D nyomtatás nagyon felgyorsította és olcsóbbá is tette a prototípusok elkészítését. Az így elkészített termékek lehetővé teszik a forma és a méretek ellenőrzését, illetve az alkatrészek illeszkedésének kipróbálását. Az utóbbi 20–25 évben a prototípus-készítés és a kis szériás műanyag- és fém alkatrészek gyártása dominált, ez a technológia ugyanis lehetővé tette, hogy a darabokat a drága és időigényes öntőformák nélkül készítsék el. Ma már és a jövőben különösen, ahogyan az anyagválaszték bővül és tulajdonságaik javulnak, továbbá a költségek és a ciklusidők csökkennek, a 3D nyomtatás alkalmazása a termelésben is egyre fontosabbá válik, és a fröccsöntés csak az igazán nagy sorozatok esetében lesz gazdaságos.

A szerszámköltségek csökkenése mellett nagyon fontos az az óriási formaszabadság, amelyet a 3D nyomtatás tesz lehetővé. Ez a módszer forradalmasítja a termékek kialakítását,

mivel segítségével olyan komplex, akár többféle anyagot alkalmazó formák hozhatók létre, amelyek a hagyományos módszerekkel elképzelhetetlenek (1. ábra). Mindez átformálja a terméktervezők gondolkodását, de lehet, hogy csak egy új tervező generáció lesz képes ennek valamennyi előnyét kiaknázni. Az eljárás nagy előnye, hogy a tervezők CAD fájllai közvetlenül átvihetők a 3D nyomtatáshoz, a végső megoldáshoz gyakran szükséges iteráció pedig olcsón és gyorsan elvégezhető.

Az amerikai Food and Drug Administration (FDA) (Élelmiszer és Gyógyszer Hatóság) is használja a 3D nyomtatást, hogy a virtuális számítógépes modelleket fizikai objektumokká alakítva megvizsgálhassa a gyógyászati eszközöket és protéziseket. Egyik laboratóriumuk, amely a termékek funkcióját és használhatóságát vizsgálja (FPDUL) ilyen modelleket használ, hogy ellenőrizze a kialakításban történt változtatások hatását a különböző paciensek számára készítendő protézisek biztonságáról és teljesítményéről. A 3D technológia lehetővé teszi ezek kifejlesztését és személyre szabott kompozit protézisek elkészítését. Hasonló módon ellenőrzik a gyógyászati termékek, orvosi eszközök szilárdságát és tartósságát is.

A kis szériás termelésre jó példa Gilette vállalat, ahol megrendelésre különleges alakú fogantyúval is készítenek borotvákat. Mivel ez tipikusan csak egy, esetleg néhány darabos termék kialakítását igényli, a 3D nyomtatás itt kiváló, gazdaságos megoldást kínál. Így nem kell kitalálni az esetleges jövőbeni megrendelések számát, tehát nem kell raktározni és elkerülhető a túlgártás. Ez a megoldás sikeres, a vásárlók száma folyamatosan nő.



1. ábra 3D nyomtatással lehetséges a hűtőcsatornákat az alakadó felületek közelében vezetve (ld. kivágott részt) csökkenteni a ciklusidőt és az egyenletesebb hűtéssel javítani a minőséget



2. ábra Az EcoJet gépkocsi 3D nyomtatással készült oldalszellőzője festés és lakkozás után kiváló felületi minőségű

Szín, felületi minőség, utómegmunkálás

A 3D nyomtatásnál a különböző technológiák és gépek kiválasztásánál fontos szerepet játszik a termék színe, a felület minősége és alapanyaga. A műanyagipari 3D nyomtatási eljárások alapvetően három különböző formában használják fel az alapanyagokat:

- huzal formájában (FDM, azaz csepp összeolvasztási eljárás),
- szinterpor formájában (SLS, azaz szelektív lézer szinterezés),
- folyékony, fotopolimerek (SLA, azaz szelektív lézer litográfia).

Az első két eljárás hőre lágyuló műanyagokat használ, amelyek valamilyen módon megolvastva hozzák létre rétegenként a terméket. A harmadik eljárásnál folyékony, az UV, vagy lézer fény hatására térhálósodó és megszilárduló fotopolimereket alkalmaznak.

Az első FDM eljárásnál alkalmazott műanyag huzalok sokféle színben kaphatók, míg a másik két eljárásnál (SLS és SLA) csak egy színű alapanyag van, mivel a színezék nagymértékben befolyásolja a lézersugár elnyelésének mértékét. Az FDM eljárásnál használt extrúziósnál a színezék fajtája némileg befolyásolhatja a megömlesztett műanyag folyóképességét és hatással lehet a nyomtatott termék felületi minőségére.

A 3D nyomtatásnál (elsősorban az FDM esetében) lehetőség van kompozit anyagok használatára is, az alappolimerbe bekeverhetünk különböző töltő/erősítő adalékokat, illetve más adalékokat is, mint amilyenek az égésgátló és a villamos vezetést/elektromágneses árnyékolást, vagy éppen a szikraforgácsolással történő utómegmunkálást lehetővé tevő adalékok.

A 3D nyomtatású termékek utóműveletekkel történő megmunkálása elég elterjedt. Különböző technikákat használnak a 3D nyomtatással készült termékek felületi minőségének javítására, mint amilyen a vibrációs polírozás, vákuumlaminálás, gőzöléses simítás és a festés (2. ábra).

Így például az LSL technológiával készített PA6 termékek színezhetők, de ez nagy szakértelmet igényel, mivel az ilyen termékek pórusos szerkezetűek, ami a színeket megváltoztathatja, a pórusokat pedig le kell zárni a színezést követően. A leggyakrabban alkalmazott módszer az epoxi alapú lezáró bevonat, vagy alapozó réteg, amely eltömíti a pórusokat. E nélkül a szín nem lesz egyenletes, árnyalatai változhatnak. Használhatnak gőzalapú bevonó eljárásokat is, amelyek különösen a komplex alakú, nehezen hozzáférhető részeket is tartalmazó termékeknél előnyösek. A megfelelően lezárt pórusú, festett alkatrészek felületi minősége a fröccsöntött termékekével vetekszik. Esetenként szükséges az SLS eljárással készült alkatrészek összeragasztása, amelyet legelőnyösebben epoxi használatával végezhetünk, mivel ez nem abszorbeálódik a pórusokba, mint a sokkal kisebb viszkozitású CA ragasztók.

A lézer litográfiával (SLA) készült termékek általában jól festhetők, mivel nem túl pórusosak és nagy formahűséget mutatnak. Jól homokszórhatók és finiselhetők. Az SLA nyomtatású termékek elkészültük után optikailag zavarosak, de nedves homokszórás és lakkozás után víztiszta termékek is előállíthatók.

A globális 3D nyomtatási iparág

A regionális eltérések itt is jelentkeznek, vagyis az USA, Ázsia és Európa nem teljesen egyforma mértékben és azonos irányokba fejlődik, noha a 3D nyomtatás mindenütt fontos szerepet kap. Ugyanakkor más, az USA-ban is elég jelentős eltérések tapasztalhatók az egyes államok között. Fontos figyelni arra, hogy a 3D nyomtatás esetében a kevésbé fejlett és kis gazdasági erejű országok is a fejlesztések, alkalmazások élvonalába ugorhatnak.

Az, hogy egy vállalat mennyire képes megőrizni vezető pozícióját, jól példázza a General Electric (GE) példája. A GE több fém alkatrészt is készített LSL technológiával



3. ábra Az Emirates Airlines repülőgépein használatos 3D nyomtatású videoképernyő burkolatok lehetővé teszik a pótalkatrészek raktározása nélküli gyors pótlást (digitális raktár)

LEAP repülőgép motorjaihoz, és ezt követően felvásárolta a 3D nyomtatási specialista Concept Laser és Arcam cégeket. Ezután viszont a legtöbb repülőgép motor gyártó is intenzív 3D nyomtatási fejlesztésekbe kezdett. Vagyis, ha egyszer valaki a 3D nyomtatás technológiája, és/vagy alkalmazása terén vezető pozícióba kerül, vállalva az ezzel járó kockázatokat, várható, hogy versenytársai hamarosan hasonló lépéseket tesznek és ledolgozzák hátrányukat.

Így például egyre több 3D nyomtatással foglalkozó cég van jelen Kínában. Néhány évvel ezelőtt még viszonylag gyenge minőségű ilyen módon készült termékeik voltak, mára azonban már erősen megközelítették az USA cégeinek színvonalát, amiben szerepet játszhat a szellemi tulajdon védelme iránti közönyük is.

Várható, hogy a jövőben a CAD és CAM szoftverek jobban fognak integrálódni a 3D nyomtatással és a 3D pásztázó letapogatással. A 3D nyomtatás formaszabadsága olyan, a szi-lárdság/súly arányának szignifikáns javítását eredményező, nagyon komplex geometriájú termékek létrehozását is lehetővé teszi, amire a számítógépes tervező rendszerek még kevésbé vannak felkészülve. A folyamat vállalati szinten már megindult. Így például a 3D nyomtató berendezéseket gyártó 3D Systems cég partneri szövetségre lépett a PTC és a SOLIDWORKS vállalatokkal, aminek eredményeképpen fejlesztették ki pl. azt a *Geomagic* szoftvert a SOLIDWORKS felhasználói számára, ami lehetővé teszi számukra, hogy vázlataikat és modellező eszközeiket a *Geomagic* iparág-vezető 3D letapogató rendszerével együtt használják.

A 3D Systems cég *3D Sprint* szoftver SDK integrációja a PTC vállalat *Creo* szoftverébe lehetővé tette a *Creo* felhasználók számára, hogy megtervezett alkatrészeiket azonnal ki is nyomtathassák, anélkül, hogy ki kellene lépniük megszokott CAD rendszerükből. Ezen túlmenően, adaptálva a PTC *ThingWorx* rendszerét a 3D Systems cég legújabb 3D nyomtatóiba, lehetővé vált a az intelligens monitorozás és a távolról történő szervíz és karbantartás. Noha nagyszerű fejlemény a CAD fájlok egy gombnyomásra történő 3D nyomtatása, hosszabb távon az jár majd nagy előnyökkel, ha sikerül számos más szaktudással rendelkező egységet is integrálni, ami lehetővé teszi a felhasználóknak, hogy alkalmazhassák olyan vállalatok szaktudását is, amellyel ők nem rendelkeznek, és így elkerülik az új területekre történő belépés-nél jelenleg szükséges hosszadalmas és költséges tanulási fázist.

A 3D nyomtatás jövője

Az elkövetkező 3–5 évben a 3D nyomtatók és letapogatók gyártói jelentős piacbővülésre számíthatnak. A műanyagipar számos szereplője, a fröccsöntők, terméktervezők, szerszámgyártók és mások is, előnyöket élvezhetnek majd e technológia alkalmazása révén. A prototípusok készítése töretlenül fejlődik majd és egyre inkább felfut a korábbi termékek lemásolása

(3D letapogatással), ami sokkal könnyebbé válik (3. ábra), és új lehetőségek nyílnak a különböző alapanyagokkal, színekkel történő kísérletezések előtt. Ugyanakkor a vállalatok és szakemberek számára fontos, hogy ne maradjanak le az újdonságok követéséről, mivel ez a versenyben lemaradást eredményezhet.

Fontos, hogy a termékfejlesztők megismerjék azokat az alapanyagokat, amelyek alkalmasak a 3D nyomtatáshoz. Ugyanakkor az ilyen alapanyagok száma gyorsan növekszik, hogy minél több igényt ki tudjanak kielégíteni. Nagyon fontos fejlesztési irány a 3D nyomtatás sebességének növelése, jelenleg ez a gépgyártók legfőbb törekvése. Kellő sebességű gyártással ugyanis már nagyobb sorozatok is gazdaságosan gyárthatók lennének. Erre jelenleg csak akkor van lehetőség, ha egy gyártó sok 3D nyomtatót párhuzamosan készít a terméket.

Egy 3D nyomtató beszerzésénél nagyon fontos szempont az üzembe helyezés és a használat egyszerűsége. Ahelyett, hogy magasan képzett műszaki szakembereket képeznénk a készülékek működtetéséhez, automatizálni kell működésüket. Egy nyomtató beszerzésénél (főleg ha ez az első) célszerű végiggondolni, pontosan milyen alkalmazásra szánjuk, és ha segítségével az adott feladatot megoldottuk, milyen bővítés lehetséges a jövőben. Fontos felmérni, hogy a 3D nyomtatás bevezetése hogyan érinti majd a vállalat többi részlegének tevékenységét, és kik kerülnek közvetlen/közvetett kapcsolatba ezzel az új technológiával. A 3D nyomtatás lehetővé teszi, hogy bizonyos feladatok, amelyeket korábban kiszerveztek a vállalattól (akár külföldre is), visszakerüljenek a cég saját telephelyére.

Összeállította: Dr. Füzes László

Romeo J.: *Plastics Engineering's New Frontier: Embracing the Brave New World of 3D Printing* = *Plastics Engineering*, 2019. 1. sz. p. 22–26.

Toensmeier P.: *Additive Impact* = *Plastics Engineering*, 2019. 3. sz. p. 34–35.