

## A CAD és a szimulációs programok összekapcsolása forradalmasítja a műanyag termékek tervezését

Az utóbbi időben jelentősen megnövekedett számítástechnikai kapacitás lehetővé tette a termék- és szerszámtervező CAD és CAM programok összekapcsolását egymással és különböző szimulációs programokkal, illetve az anyagtulajdonságokra és a standard szerszámelemekre vonatkozó adatbázisokkal, továbbá mindezek kiegészítését automatikus tervezési hibakereső és javító programok alkalmazásával. Ilyen rendszerek ma már nem csak a fröccsöntésre, de más műanyag-feldolgozó technológiákra is elérhetők. A virtuális prototípusgyártás és tesztelés jelentősen csökkenti a termékfejlesztés költségeit és a termék piacra kerülésének átfutási idejét.

*Tárgyszavak: számítógépes tervezés; szimuláció; virtuális prototípusgyártás; CAD; CAM; integrált szoftverek és adatbázisok; fröccsöntés; extrúziós fűvás.*

A korábbi gyakorlatban a műanyagtermékek tervezése általában valamilyen elkülönülten, szigetszerűen dolgozó CAD program segítségével zajlott, a kész terveket tartalmazó fájlt átadták a szerszám tervezőjének, aki a szerszámot a saját CAD programjával tervezte meg. Optimális esetben a szerszámtervező véleményezte a megtervezett darabot annak érdekében, hogy a szerszám egyszerűbben, olcsóbban és/vagy gyorsabban legyártható legyen. Komplexebb darabok esetében, vagy ott, ahol a termék valamilyen tulajdonsága (pl. méret, szilárdság) nagyon kritikus volt, prototípuszerszámot készítettek, és az azzal előállított darabokat bevizsgálva elvégezték a szükséges módosításokat. Mindez hosszadalmas és drága eljárásnak bizonyult, különösen, ha több egymást követő módosításra is szükség volt. A végeredmény azonban általában többé-kevésbé túlméretezett darabokhoz vezetett, amelyek a minőségi követelményeket az optimálisnál nagyobb anyagfelhasználással érték el, hiszen a prototípus gazdaságossági optimalizálásának költség- és időigénye a gyakorlatban általában meghaladta az adott projekt kereteit.

*Az utóbbi időben jelentősen megnövekedett számítástechnikai kapacitás azonban lehetővé tette a termék- és szerszámtervező programok összekapcsolását, integrálását egymással és különböző szimulációs programokkal, továbbá mindezek kiegészítését automatikus hibakereső és javító programok alkalmazásával. Az újabban kifejlesztett hibakereső szoftverek a durva tervezési hibákat (pl. nem megfelelő falvastagságok) kiszűrrik és automatikusan javítják. Hatásukat a szövegszerkesztő programok helyesírás-ellenőrző funkciójához is szokták hasonlítani. Emellett automatikusan jelzik, hova*

célszerű elhelyezni a beömlőnyílás(oka)t, a hűtőcsatornákat, kidobókat és a különféle mozgatóelemeket.

A számítókapacitás növekedése mellett természetesen szükség volt egyrészt olyan szimulációs programok kifejlesztésére is, amelyek a különböző műanyagtermékek számos tulajdonságát (pl. méretek, szilárdság, belső feszültségek, deformációk) képesek szimulálni, figyelembe véve a termék geometriáját és a feldolgozási folyamat során lejátszó reológiai folyamatokat. Mindezt hathatósan támogatják azok az adatbázisok, amelyek több ezer (pl. a *Moldflow* esetében 9000) alapanyagtípus reológiai, mechanikai és más tulajdonságát, illetve a standard szerszámelemek katalógusait tárolják, és amelyeket a szimulációs és a termék- és szerszámtervező CAD programokkal össze lehet kapcsolni. A szerszámtervező CAD illetve CAM programok egyúttal elkészítik a szerszámalkatrészek gyártásához alkalmazott CNC megmunkáló és szikraforgácsoló gépek gyártási programjait is.

A legtöbb műanyag alkatrészt fröccsöntéssel állítják elő, ezért először ezen a téren fejlesztették ki a szoftvereket, de ma már kiterjesztették azokat más technológiákra (pl. üreges test fúvása, extrúzió, sajtolás és fröccssajtolás), illetve a különleges fröccsöntési technológiákra (pl. fémbetétbesütés, gázinjektálásos fröccsöntés, kétkomponensű fröccsöntés) is.

A fenti módszerek integrálásával jelentősen csökkenthető a tervezési hibák száma és hatása, sokkal könnyebbé válik az utolsó pillanatban elvégzett termék-módosítások hatásának végigvezetése a szerszámgyártó folyamaton, és mindezek következtében a termék piacra kerülése jelentősen felgyorsul. Ez drámai hatással lehet egy műanyag alkatrészeket gyártó cég versenyképességére, mivel *a legtöbb elektronikai termék- és autógyártó véleménye szerint egy új végtermék kibocsátásánál általában a műanyag alkatrészek kifejlesztése és legyártása alkotja a szűk keresztmetszetet. A gépkocsialkatrészek esetében gyakran 5–7 szerszámmódosításra is szükség van a sorozatgyártás megkezdéséhez.*

Ma már több szoftvergyártó (pl. **KeyCreator**, **SolidWorks Plastics**, **AutoDesk**) is kínál ilyen integrált rendszereket. Ezek a rendszerek magukba foglalják a termék fényképszerű vagy „dróthálós” megjelenítését, a végelem-analízist, az egyes alkatrészek összeszerelésének szimulálását, a beömlési hely optimalizálását (kimutatva a szerszámkitöltés folyamatát), az összecsapási helyeket, a várható zsugorodást, vete-medést, beszívódásokat, maradó belső feszültségeket stb. Ha a program problémát észlel, javaslatot tesz a hiba kiküszöbölésére, pl. a falvastagság módosítására vagy a hűtőcsatornák áthelyezésére, esetleg a szerszámosztás vagy a beömlő(k) változtatására. A változtatásokat automatikusan végigviszi a teljes folyamaton. A tervezési fázis végeztével a virtuális készterméken különböző szimulációs tesztek is el lehet végezni (pl. mechanikai szilárdság vizsgálata, üreges testek esetében hidrosztatikai nyomáspróba, ejtéspróba).

Lehetőség van a gyártási folyamat szimulálására is. Így például fröccsöntéskor gyakran előfordul, hogy egy bizonyos számú (általában néhányszor tíz vagy száz) ciklus után a nem optimálisan kialakított hűtőcsatorna-rendszer miatt a darab egyes részein a hő nem megfelelő elvezetése miatt a hőmérséklet megemelkedik, és ezért vagy

vetemedés, mérettorzulás, azaz minőségi probléma lép fel, vagy ezt elkerülendő növelni kell a ciklusidőt, ami természetesen növeli a gyártási költségeket.

Kifejlesztettek olyan programot is, amellyel például extrúziós fúvással előállított nagyméretű polietiléntartály falában maradó feszültség és a folyadékkal történő feltöltés okozta hidrosztatikai nyomás hatására bekövetkező deformáció eloszlását lehet vizsgálni annak függvényében, hogy hogyan változtatták az extrudált tömlő falvastagságát annak hossza mentén (erre az extrúderszerszám tuskéjének axiális mozgásával van lehetőség).

Az autóiparban az alkatrészek tömegcsökkentése egyre fontosabbá válik, ahogy a környezetvédelmi előírások mind kisebb kipufogógáz-emissziókat követelnek meg. Ezért az ilyen termékeknél egyre fontosabb a habfröccsöntés, illetve a nagyméretű termékek esetében a fröccsöntéshez képest kisebb falvastagságot eredményező sajtolás és fröccsajtolás alkalmazása hőre lágyuló műanyagokkal is. A korszerű integrált szoftverrendszerek ezeket a technológiákat is képesek kezelni, illetve lehetővé teszik a szálerősített polimerek fröccsöntésekor az erősítő szálak orientációjának szimulációját és optimalizálását a feldolgozási paraméterek változtatásával, illetve hatásuk szimulációját a termék tulajdonságaira.

Összeállította: Dr. Füzes László

Toensmeier P.: Powering up = *Plastics Engineering*, 69. k. 5. sz. 2013. p. 18–24.

Klein Ph., et al.: Virtual prototyping applied to a blow molded container = *Plastics Engineering*, 69. k. 1. sz. 2013. p. 22–26.