

Optimalizálás és megelőzés mint a takarékoság fontos eszközei

A fröccsöntés optimalizálása már a szerszámtervezésnél kezdődik: a feldolgozónak és a tervezőnek szorosan együtt kell működnie, hogy a gépre az igényelt minőségű terméket gyártó szerszám kerüljön. Németországban a fröccsöntés optimalizálásához gyakran tanácsadó céget vesznek igénybe. A kifizetett tanácsadói díj a később elérhető megtakarítások révén megtérül.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; szerszámtervezés; optimalizálás; hibamegelőzés; tanácsadás.

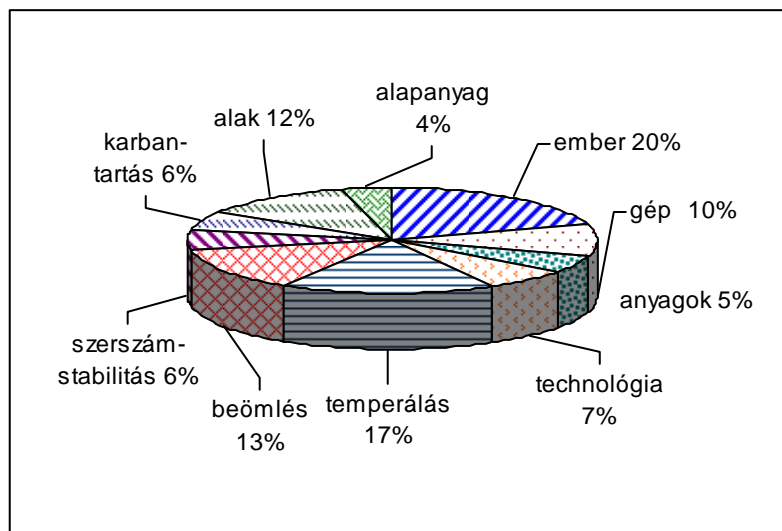
Az optimalizálás fontossága a krízis idején

Az olyan gazdaságilag szűkös időkben, mint a mai, az optimalizálás lehetőségeit minden téren meg kell ragadni. Az árcsökkentés mellett sem szabad azonban megfeledkezni a minőségről. Sokan nem is tudják, hogy *a gyártási folyamat számos részlete viszonylag kis fáradsággal optimalizálható*. Németországban a fröccsöntés optimalizálásával több tanácsadó cég foglalkozik. Véleményük szerint a mostani helyzet, amikor a legtöbb műanyag-feldolgozónak a megrendelések drasztikus visszaesésével kell számolnia, egyfajta kényszerű lehetőséget is jelent arra, hogy bepótolják mindazt (vagy annak legalább egy részét), amelyet a múltban elmulasztottak. A nem autóiipari cégek esetében valamivel nagyobb hajlandóságot lehet észlelni arra nézve, hogy szakértők bevonásával racionalizálják és optimalizálják gyártási módszereiket, gyártósorokat. Az autóiipari beszállítóknál viszont egyfajta letargia uralkodott el. Pedig az optimalizálást a dolgozóknál kell elkezdni: be kell iskolázni őket és hiányosságait pótolni kell. Csak ezután következhet a szerszámok beállításának folyamatoktól függő optimalizálása, a berendezések kalibrálása, stb. Mielőtt azonban a cég belevág a gyártási folyamat optimalizálásába, gondosan meg kell vizsgálnia a kiindulási helyzetet, mert ennek során már jórészt azt is el lehet dönteni, hogy mely területeken kell a munkát elkezdni, hol észlelhetők a legnagyobb hiányosságok (1. ábra). *Az optimalizálás során a jelenlegi kiélezett versenyben nagy figyelmet kell fordítani a darabköltségekre.*

A ciklusidő vizsgálata és optimalizálása

Igen egyszerű például ellenőrizni, hogy a gyártásban aktuálisan mérhető ciklusidők megegyeznek-e még az eredetileg számított értékekkel. Ezt a *ProdOpt* szoftver

segítségével viszonylag könnyen el lehet végezni, külön a szerszámzárási időre, a fűvóka rájáratási idejére, a befröccsöntési, az utónyomási, a hűtési, a szerszámnyitási, a kidobási és az egyéb időre bontva. A szakemberek tapasztalata szerint az aktuális ciklusidő gyakran 30%-kal, de néha 100%-kal is meghaladja az eredetileg tervezettet, ami értelemszerűen ennyivel drágítja a darabköltségeket, és általában valamilyen minőségi problémára vezethető vissza. Ugyancsak a tapasztalatok szerint az esetek 40%-ában a ciklusidő viszonylag kis ráfordítással akár 20%-kal is csökkenthető a minőségi paraméterek romlása nélkül, sőt adott esetben azok javítása mellett. Ennek fő oka az, hogy *vagy a temperálás nincs jól megoldva, vagy a fröccsparaméterek nincsenek jól beállítva*. A hűtési idő optimalizálásával különösen sokat lehet nyerni, hiszen viszonylag ez a leghosszabb a ciklusidőn belül. Itt általában nincs is szükség befektetésre, csak türelemre és a szükséges vizsgálatok elvégzésére. Az esetek további 25%-ában a beömlés vagy a kidobórendszer (esetleg az alkalmazott robotika) kismértékű állításával csökkenthető a ciklusidő. A maradék 35% olyan eseteket képvisel, ahol csak nagy ráfordítással vagy egyáltalán nem javítható a ciklusidő. Ez a helyzet olyankor, ha már a szerszám tervezésekor alapvető hibát vétettek. Sok cég egyáltalán nem rendelkezik saját szerszámgyártó részleggel, csak javítással foglalkoznak, ezért nem tudják hasznosítani még a saját kárukon szerzett tapasztalatokat sem a szerszámtervezésnél és -gyártásnál. Ezért fontos, hogy amikor valaki egy szerszámot megrendel, részletes utasítási és ellenőrzési listát adjon át a szerszámgyártónak, amelyen feltünteti az összes olyan lényeges pontot, amely befolyásolja a szerszám minőségét.



1. ábra A fröccsöntés optimalizálásának lehetőségei a gyártás (ember, gép és periféria, kiegészítő anyagok, technológia), a termék (alak, alapanyag) és a szerszám (temperálás, beömlés, forrócsatorna, szerszámstabilitás, karbantartás, kopás) oldaláról

Mire kell figyelni a szerszám tervezésekor és gyártásakor?

A szerszám tervezésekor és gyártásakor arra kell figyelni, hogy a szerszámfal mentén egyenletesen homogén hőhártartás alakuljon ki, figyelembe véve a különböző felületeket és falvastagságokat. A szerszámtervező, a szerszámgyártó és a késztermékgyártó között a kapcsolatot a feldolgozás-technikusnak kell létrehoznia pl. azzal, hogy *megszabja a megengedett legnagyobb falhőmérséklet-eltérést*. Megéri a hőmérséklet-ingadozást 5 K-n belül tartani, de semmiképpen nem szabad 10–15 K-nál nagyobb ingadozást megengedni. A megfelelő szerszámkialakításban sokat segítenek a hőmérsékleti és reológiai szimulációs szoftverek. Ilyen szolgáltatást sok cég vállal, de itt is érdemes nagy gyakorlati fröccstapasztalattal rendelkező szakembereket választani, különben a számítások nem lesznek megfelelőek. Az első lépés a kitöltés szimulációja és a beömlések megtervezése, hogy az ömledék minél gyorsabban és minél kisebb feszültséggel töltsse ki a szerszámot. A következő lépésben támaszkodni kell a szerszámtervezők tapasztalatára a temperáló csatornák optimális elhelyezésében és a legmodernebb temperálási technológiák alkalmazásában. Ezt célszerű egy feldolgozás-technikussal konzultálva megtenni, mert az ő gyakorlati tapasztalatuk mindig frissebb, mint a tervezőké. Az így kialakított temperáló csatornák figyelembevételével meg kell ismételni a töltési szimulációt és ki kell számolni a szerszámfal hőmérséklet-eloszlását. Az eredmény alapján eldönthető, hogy a hőmérséklet-eloszlás szélső értékei tolerálhatók vagy további optimalizálásra van szükség. Ha azonban valaki megtervezte és legyártotta a szerszámot, és csak akkor állapítja meg, hogy a ciklusidők nem kielégítőek, akkor sokszor már nem lehet a kialakult helyzeten segíteni.

Ahhoz hogy az ilyen helyzetek kialakulását megelőzzék, a döntéshozóknak már a tervezési fázisban célszerű úgy dönteni, hogy *inkább a szerszám legyártása előtt költenek egy kicsit többet a tervezésre*, semmint, hogy utána működtessenek hosszasan egy gazdaságtalan szerszámot. Az egyik német szakértő cég pl. kínál olyan (viszonylag olcsó) szolgáltatást, amelynek keretében a konzultáción gondolkodó céggel ismeretnek három példát az optimalizáció lehetőségével kapcsolatban, és röviden megbeszéli a potenciális megrendelő problémáját, hogy az eldönthesse: igénybe veszi-e a drágább, teljes körű szolgáltatást. A bejáráson szerzett tapasztalatok alapján a konzultens cég bemutatja a potenciális megrendelőnek, hogy véleményük szerint hol állnak most és milyen javítási lehetőségek állnak előttük – körülbelül milyen ráfordítással. Ezt egy rövid oktatással is egybe lehet kötni, hogy a cég döntéshozói egységes szerkezetben ismerkedjenek meg a hibaforrásokkal és elhárításuk módjával. Kis darabszámok esetén külön kell foglalkozni az átszerelések, szerszámcserek és termékváltások optimalizálásával.

Jobb a hibát megelőzni, mint utóbb orvosolni

Egyetlen döntéshozó sem kockáztathatja meg, hogy a nem kielégítő vagy stratégiailag rosszul meghatározott *minőségbiztosítási rendszer* miatt versenyhátrányt vagy veszteséget szenvedjen el versenytársaival szemben. A legnehezebb időkben is arra

kell törekedni, hogy a cég megerősítse helyzetét a piacon és a rendelkezésére álló befektetési lehetőségekkel optimálisan éljen. A kulcs, mint mindig, az innováció, az anyag- és energiatakarékos gyártás és az, hogy az ötlettől minél hamarabb eljussanak a gyártásig. Mindehhez szükség van a termékek, folyamatok minél pontosabb jellemzésére, a minőségbiztosításra. A késztermék minőségét általában indirekt jellemzőkkel, pl. a feldolgozógép paramétereivel vagy előrejelző modellek segítségével próbálják biztosítani, de ez nem minden esetben elegendő. Természetesen még jobb, ha az ömledék előrehaladását, nyomását, hőmérsékletét közvetlen érzékelőkkel tudják jellemezni a szerszámüregben, mert ezeket a jeleket még precízebben lehet felhasználni a folyamat-szabályozásban (szelepek zárásában vagy nyitásában, a forrócsatornás rendszer szabályozásában). A *szerszámnyomás mérése* nemcsak a folyamatoptimalizálásban segít, hanem azt is dokumentálja, hogy a szerszámok jól zárnak. A geometriai pontosság mellett fontos azt is bizonyítani, hogy az anyageloszlás egyenletes (nincsenek sem légzárványok sem anyagsűrűsödések). Ezt többek között röntgenfelvételekkel lehet bizonyítani, úgynevezett *ipari tomográfokkal*. A tomográfal összekapcsolt koordinátamérőrendszerek egyidejűleg ellenőrzik a külső geometriai kontúr pontosságát és a belső anyaghomogenitást. A tomográfia nehezebben alkalmazható pl. akkor, ha fémbetétek vannak jelen, mert a két anyagtípus elnyelő képessége túlságosan különbözik egymástól. Bizonyos esetekben megoldást jelenthet, ha a fémbetétet nagyobb áthatoló képességű röntgensugárzással, az azt körülvevő műanyagréteg homogenitását pedig lézeres fényszórással vizsgálják.

Sokak számára problémát jelent, hogy a kritikus termékparaméterek és a beállítható készülékparaméterek között bonyolult, sokoldalú összefüggés áll fenn, amit csak bonyolult, sokfaktoros kísérlettervekkel lehet feltérképezni. Segítséget jelenthetnek olyan *statisztikai szoftverek*, amelyek a tárolt adatok alapján eldöntik, hogy egy adott beállítás mellett a kritikus paraméterek mennyire stabilak, illetve tanácsot adnak a beavatkozás módjára nézve. Egy nem stabil folyamattól ugyanis nem várható el stabil minőség. A fröccsöntési folyamatok olyan bonyolultak és sokfélék, hogy nehezen található univerzális megoldások, a folyékony szilikonkaucsuk termékek vagy pl. a forgóasztalos megoldások külön optimalizálást igényelnek. Biztos, hogy a jövőben is erőfeszítéseket fognak tenni az egyes területeken fellépő optimalizálási problémák automatikus megoldására.

Még ha a szerszám pontosan követi is a CAD adatokat, akkor sem lehetnek teljesen biztosak abban, hogy a késztermék geometriája megfelel az elvárásoknak, mert különböző fizikai hatások eredményeként zsugorodás és vetemedés lép fel, ami nem könnyen számítható és jósolható. Problémát jelenthet a nyersanyag tulajdonságainak ingadozása és a nem kielégítő vagy nem egyenletes anyagszárítás is. Az ingadozó tulajdonságok különösen nagy problémát okozhatnak a többfészkes fröccsöntésnél (nem egyenletes szerszámkitöltés, eltérő méretek vagy szilárdsági értékek). Ha minden egyes szerszámfészekbe nyomás- és hőmérséklet-érzékelőket helyeznek el, a forrócsatornás rendszert lehet úgy szabályozni, hogy minden üreg teljesen és egyszerre töltődjön fel. *Minél nagyobb a fészekszám, annál nehezebb a fröccsfolyamat általános sza-*

bályozása. Ha azonban minden fészekben vannak szenzorok, lehetőség nyílik a forrócsatornás rendszer igény szerinti gyors szabályozására.

A minőségi paraméterekkel szembeni követelmények egyre szigorúbbá válnak, amelyeknek való megfelelés pl. a befroccsöntési görbe szabályozását is megköveteli, amit a modern elektromos fröccsgépekkel el lehet érni. Minden olyan technológia, amely csökkenti az optimális termék kialakításához szükséges iterációs lépések számát, hatalmas megtakarításokat tesz lehetővé. *A gyorsaság nemcsak a fejlesztésben, hanem a minőségi problémák kiküszöbölésében is fontos.* A minőségbiztosítási folyamat már a tervezési és fejlesztési fázisban elkezdődik pl. azzal, hogy betervezik-e a szerszámszenzorokat. A szenzorok ugyanis hatékonyan alkalmazhatók nemcsak a feldolgozási folyamat optimalizálásánál, hanem a gyártási folyamat dokumentálásánál is. Az így felszerelt szerszámok a gyártás folyamán egyenletesebb minőséget és kisebb selejtszázalékot biztosítanak akkor is, ha az alapanyag-paraméterekben bizonyos fokú ingadozás lép fel. Ez a megoldás egy olyan termelékeny feldolgozási módszer esetében, mint a fröccsöntés, sokkal olcsóbb, mint a fellépő hibák utólagos analízise és korrekciója.

Összeállította: Dr. Bánhegyi György
www.polygon-consulting.ini.hu

Rahner, S.: Gezwungene Chance, Versäumnisse aufzuholen = K-Berater, 54. k. 6. sz. 2009. p. 22–25.

Vorbeugen is besser als Heilen = Plastverarbeiter, 60. k. 4. sz. 2009. p. 18–21.