

Műanyag formadarabok minőség-ellenőrzése on-line és off-line

Egy korszerű fröccsöntő üzemben ma már nem számít ritkaságnak, hogy minden egyes kész darab minőségét még a gyártósoron belül ellenőrzik és a hibás darabokat kiselejtezik. Egy új eljárás szerint a szerszámból kivett darab minden oldaláról termogramot készítenek, és ezt hasonlítják össze a standard termogrammal. Az orvostechikában egyre gyakrabban használnak fel nagyon korszerű új speciális műanyagokat. Az egyik német intézet megbízható és gazdaságos vizsgálatokat ajánl az alapanyagok ellenőrzésére.

Tárgyszavak: fröccsöntés; orvostechika; termográfia; ABS; minőség-ellenőrzés; ujjlenyomat; anyagazonosítás.

Minőség-ellenőrzés on-line termográfival

A hőmérséklet-eloszlás a fröccsszerszámban alapvetően fontos paramétere a gyártási folyamatnak, amely meghatározza a szerszámfal leképezésének pontosságát és a hűtés időtartamát, de befolyásolja a darab későbbi esetleges vetemedését is. *Egy bonyolult formájú darab minősége csak akkor lesz kielégítő, ha a szerszám különböző részeinek egyenletes a temperálása.* A formadarabok olyan fontos tulajdonságait, mint a mérettartás, a mechanikai szilárdság, csak akkor lehet egy sorozaton belül szavatolni, ha az anyagi tulajdonságok és a folyamat paramétere mellett a szerszám temperálása is állandó. Ha az előírt és a mért hőmérsékletértékek közötti különbségeket hozzá lehet rendelni egy konkrét temperálókörhöz, zárt szabályozókörök esetében az eltérés könnyen korrigálható.

A **Wittmann Battenfeld GmbH** (Kottingbrunn, Ausztria) és a **Süddeutsche Kunststoffzentrum (SKZ)**, Würzburg, Németország) közösen fejlesztett ki egy berendezést, amelyen bemutatták, hogy az on-line termográfias berendezés és a gyártórendszer többi eleme harmonikusan együttműködik. Egy közvetlen hajtású *EcoPower 240/750* típusú villamos fröccsöntő gépen 2,5 mm vastag falú túlméretezett dugasz-elemeket gyártottak 35 s ciklusidővel, 15 °C-os hűtőfolyadékkal. A *W 821* típusú, szervomotorral hajtott lineáris robot és a két temperálóberendezés (*Tempro Direct C120*, **Wittmann Kunststoffgeräte GmbH**, Wien gyártmánya) be volt kötve a fröccsgép *Unilog B6* vezérlésébe. A kifejezetten nagy térfogatú szállítására alkalmas temperálóberendezéseket radiálszivattyú (200 l/min) szolgálta ki különböző nyomástartományokban a megfelelő mennyiségű közeggel. A temperálóteljesítmény

elosztására és vezérlésére két módosított 4- és 6-körös áramlásszabályozót alkalmaztak, amelyekbe a szokásos áramlásmérő helyett erősebben terhelhető és tartós használatra alkalmasabb mágnesszelepet építettek be. Az áramló közegek mennyiségét az SKZ-nél kifejlesztett szoftver határozta meg.

A gyártóberendezés kiemelten fontos része a kezelőrendszer. A hőkamera által felvett termogramok csak akkor hasonlíthatók össze a számítógépben tárolt standard termogrammal, ha a szerszámból kiemelt formadarabok ismétlődően és tökéletesen pozicionálva kerülnek a kamera alá. A robot Wittmann cégnél kifejlesztett R8 szoftverrel vezérelt szervotechnikája képes ilyen tökéletesen megismételt utak megtételére. A lineáris robot Y karján található B- és C-tengelyt szervomotorok hajtják, és az egyszer beállított mozdulatokat minden egyes ciklusban pontosan megisméttik. Az adapterlapra felszerelt vákuumfogók kiemelik az ABS-ből fröccsöntött formadarabot a szerszámból, és ötféle helyzetben az infravörös kamera alá viszik. Amikor a szervohajtás eléri a megfelelő helyzetet, jeladásra elkészül a felvétel.

Az on-line termográfia segítségével a sorozatban gyártott nagy értékű, bonyolult formadarabok szerszámtemperálásának pontos ismétlődését szeretnék elérni. Az SKZ-nél kifejlesztett szoftver révén egyszerű lett a kezelőtábla használata és automatikussá vált a sorozatgyártás beindítása. A termogramok azonnali kiértékelése lehetővé teszi a szerszámtemperálás közvetlen szabályozását. A mért értékek egyúttal bekerülnek a dokumentációba, és felhasználhatók statisztikai folyamatkontroll-számításokhoz (SPC).

A termogramok kiértékeléséhez a számítógép memóriájában ott van az optimálisnak tartott hőmérsékleteloszlás termogramja. A rendszer ezzel hasonlítja össze az éppen futó ciklusban kapott aktuális termogramot. A különbségeket a monitor grafikusán jelzi ki. *A közeljövőben a temperálórendszer kezelését be lehet majd kapcsolni a fröccsgép szabályozásába.* Egy PID algoritmus számolja majd ki valós időn belül az egyes temperálószakaszok eltéréseiből a temperálórendszerben szükséges korrekciót.

Az eljárás előnye a kész formadarab hőmérsékletének szerszámon kívüli mérése, emiatt nem kell a szerszámot átalakítani. A szerszámba beépített hőérzékelők helyett a termográfias eljárásban robusztus kamerarendszert használnak, amely pontos képet ad a fröccsöntés folyamatáról. Egy infravörös kamera nagy képfelbontással dolgozik (kamerától függően 19 000–260 000 képponttal), nagy felületet képes befogni és kritikus pontokat, pl. ún. forró pontokat lehet vele felderíteni. Meghibásodáskor a kamerát a szerszám érintése nélkül egyszerűen ki lehet cserélni.

Ezzel ellentétben a szerszámba épített hőérzékelők csak bizonyos pontokon mérnek a hőmérsékletet. Ha kiderül, hogy ezeket nem optimálisan jelölték ki, áthelyezésük szerszámátalakítással, termelés kieséssel jár. Egy szenzor meghibásodása ugyancsak megszakítja a sorozatgyártást, ami hőkamera alkalmazásával nem fordulhat elő.

A bemutatott berendezésen használt kamera egy felvételkor 19000 képpontot rögzített, ezek közül 5000-et a formadarab felületéről, ami 5000 mérési adatot jelent. Az infravörös rendszer tehát a legkisebb ingadozást is ki tudja mutatni a temperálórendszerben. Az olyan hibákat, mint egy eltömődött szűrő, egy rosszul csatlakoztatott tömlő, ki lehet javítani, a szabályzással nem módosítható hibákat fel lehet fedezni. Ha szükséges, a gyártási folyamatot le lehet állítani.

A fröccsüzemben olyan hőkamerára van szükség, amely az ottani körülmények között hosszú ideig megbízhatóan működik és belátható időn belül amortizálódik. Ilyen pl. a kompakt *Termolmager TIM 160* kamera (Gyártja **Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co, KG**, Ortenburg), amelynek infravörös spektruma 7,5–13 µm között van, és három mérési tartományban –20 °C és 900 °C közötti hőmérsékleteket mér ±2 °C pontossággal. Egy 160x120 képpontot átfogó mikrobolométert (a hőkamera detektora) és <0,1 K termikus felbontást feltételezve sokféle on-line alkalmazáshoz elegendő a kamera felbontása. A kamera látómezejét három optika (9°, 31° és 64°) segítségével lehet beállítani az adott mérési feladathoz. A kamera 3g vibrációig hibamentesen dolgozik, és rövid ideig a vizet is elviseli. Áramellátása és az adatátvitel a Windows-bázisú kiértékelő számítógéphez USB 2,0 csatlakozón keresztül lehetséges. Párbeszéd a folyamatszabályozással egy RS232 vagy analóg értékek segítségével az integrált folyamatinterfészen át folytatható.

Ha a műanyag-feldolgozó ki akarja elégíteni a formadarabok gyártásával kapcsolatos legmagasabb minőségi igényeket, a gyártási folyamat paramétereit úgy kell archiválnia, hogy azok később is bármikor egy adott formadarabhoz visszakereshetők és hozzárendelhetők legyenek. A fröccsgép aktuális paramétereinek mellett a formadarab „termikus ujjlenyomata” is része az archívumban tárolt „kizárólagos azonosító”-nak.

A K'2010-en bemutatott berendezésen egy lézerrendszer a ciklusidőn belül minden egyes darabra ráírta a gyártó nevét.

Orvosi célú műanyag félkész termékek alapanyagának azonosítása

Az orvostechikában felhasznált anyagok több mint 50%-a műanyag. Közöttük egyre több az olyan műszaki műanyag, amelyeket célzottan valamilyen újszerű alkalmazáshoz fejlesztettek ki, és olyan tulajdonságegyüttes jellemzi őket, amelyekkel a kereskedelmi forgalomban kapható műanyagok nem rendelkeznek. Az új anyagokban speciális lehet az adalékösszetétel (stabilizátorok, égésgátlók vagy más anyagok), aminek az alkalmazásban fontos szerepe van. A korszerű nagy teljesítményű polimerek között vannak olyanok, amelyekre jellemző a fiziológiai közömbösség, a jó vegyszerállóság, a kopásállóság, a sugárzással szembeni ellenállás, a csökkent éghetőség stb.

A műanyagok típusszámát növeli az a tény is, hogy az egyes országok előírásai és a nemzetközi szabályozás nagyon szigorú követelményeket támaszt, és átfogó minőségbiztosítási rendszert követel meg az orvosi eszközök gyártóitól. Az **Agfa-Gevaert HealthCare** cég (München) a radiológia, az ortopédia, a mammográfia, a kardiológia számára gyárt képpalkotó berendezéseket és hatáson minőségbiztosító és minőség-ellenőrző szervezetet akar felállítani, hogy maradéktalanul eleget tudjon tenni az előírásoknak. A cég nagy teljesítményű műanyagokból készített alkatrészeket (fogaskereket, csöveket, csapógyakat) vásárol külső vállalatoktól, és szeretné ezek minőségét is ellenőrizni. Ezért a **Tüv Süd Industrie Service, Institut für Kunststoffe**-hez fordult azzal a kéréssel, hogy dolgozzon ki számára olyan vizsgálati rendet, amellyel a beérkező nagy teljesítményű műanyagok különleges tulajdonságait is egyszerűen,

megbízhatóan és gazdaságosan ellenőrizni tudja. *A Tiv Süd azt ajánlotta, hogy minde-
nekelőtt a beérkezett alkatrészek anyagát azonosítsa.*

Első lépésként meg kell határozni a felhasználandó anyagok ujjlenyomatát. A műanyag előállítóinak közreműködésével referenciaspektrumokat kell egy adatbankban tárolni későbbi felhasználásra. A második lépésben részletesebb elemzés végzendő, ez lehet az anyagtípustól függően ugyancsak infravörös (IR) spektrum felvétele, termogravimetriás (TG) mérés, esetleg dinamikus pásztázó kaloriméterben (DSC) végzett mérés vagy energiadiszipatív röntgenfluoreszcenciás vizsgálat.

Az infravörös spektrum és a TG-görbék segítségével azonosítható a műanyagtípus. Nehézfémek (ólom, higany, kadmium), égésgátlók (Br-tartalmúak) jelenléte röntgenfluoreszcenciával mutatható ki. A DSC-mérésekből kiderül, hogy a vizsgált anyag műanyagkeverék.

Minden egyes anyagtípus megbízható minőségbiztosítása érdekében *célszerű többféle elemzési módszert kombinálni.* Az egyes vizsgálatok eredményei egy analízis-csomagban foglalhatók össze, amely az anyagtípus ujjlenyomatának tekinthető. A minőségvizsgálatok során kapott ujjlenyomatokat össze kell hasonlítani az adatbankban tárolt referenciaspektrumokkal és -görbékkel. Ha ezek azonosak, a beérkezett félkész termék a hiteles anyagból készült.

Szűrőpróbaszerű vizsgálatokkal az orvostechikai eszközöket előállító vállalat csökkentheti azt a kockázatot, hogy a külső beszállítótól érkező félkész termékek nem megfelelő anyagból készültek és esetleg idő előtt tönkremennek, vagy nem engedélyezett alapanyagból készültek. Nehézfém-tartalom vagy tiltott égésgátlók alkalmazása ugyancsak a késztermékek forgalmazásának betiltásához vagy a kiszállított termékek visszaszállításához vezethet, ami nagy anyagi kárral járhat.

Összeállította: Pál Károlyné

Klaus, W.; Schwalme, G.; Bastian, M.: Formteile mit thermischem Fingerabdruck = Kunststoffe, 100. k. 12. sz. 2010. p. 116–118.

Vath, J.: Geprüfte Qualität = Plastverarbeiter, 61. k. 10. sz. 2010. p. 186–187.