

## Fröccsöntés minőségbiztosítása műszaki eszközökkel

A szerszámüregekbe épített nyomás- és hőmérsékletérzékelők használatára ad példákat az alábbi cikk. A fröccsöntés minőségbiztosítását segíti továbbá a szerszámüregek jelölése, amelynek azonban meg vannak a szabályai. A fészkek tudatos jelöléséhez néhány egyszerű szabályt érdemes követni.

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; minőségbiztosítás; érzékelők; szerszámfészkek jelölése.*

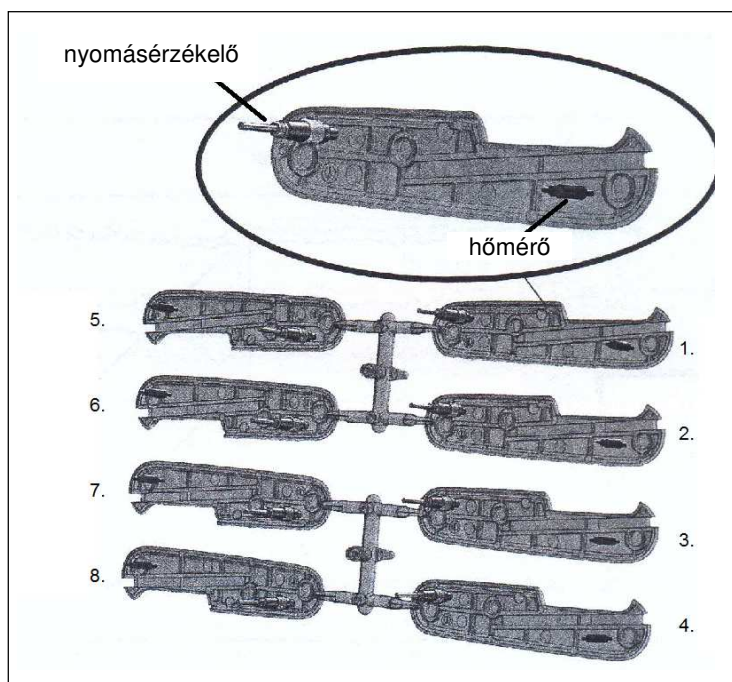
Ma már a fröccsöntés minőségbiztosításánál elég széleskörűen elterjedt módszer a nyomás- és hőmérséklet-érzékelők beépítése a szerszámüreg(ek)be. Fontos megérteni azonban, hogy nincs minden termékre általánosan alkalmazható módszer arra, hogy hová helyezték el ezeket az érzékelőket és arra sem, hogy hogyan hasznosítsák az általuk szolgáltatott adatokat a fröccsöntési folyamat szabályozására és/vagy vezérlésére. Az alábbiakban ezért néhány példán mutatjuk be az érzékelők hasznosítását.

### Példák a műszaki eszközök használatára

#### *Bicskamarkolat fröccsöntése*

A svájci Victorinox cég már régóta gyártja esztétikai és megbízhatósági szempontok szerint egyaránt minőségéről világszerte híres svájci bicskáit. Ennek markolatát jelenleg egy nyolcfészkes forrócsatornás szerszámiban fröccsöntik, amelynek minden fészket nyomás- és hőmérséklet-érzékelővel látták el (*1. ábra*).

A minőség szempontjából fontos a felület tökéletes esztétikai megjelenése (nem lehet hullámos felület), fontos a markolat belső oldalán a pengék és más eszközök tengelyeinek csatlakozását biztosító rozetták egymáshoz képesti pozíciójának pontossága (pontos és reprodukálható zsugorodás), és az automata gyártás miatt sorjamentes fröccsdarabokra van szükség. A gyártás gazdaságossága megköveteli, hogy 30% ledarált anguszt keverjenek be. Az érzékelők adatait folyamatosan regisztrálják. A szerszám fő elosztócsatornája hidegcsatornás, de az érzékelők adatai szerint a szerszám jól kiegyensúlyozott (a fészkek egyszerre telnek meg). A szerszám falának hőmérsékletét szabályozva csökkenthető volt a zsugorodás szórása. A nyomásérzékelőket a beömlő közelébe helyezték el. A folyamat vezérlését ezért nem a maximális nyomás értékéhez kötötték, hanem ahhoz az időponthoz, amikor értéke a maximum 80%-ára csökken, vagyis amikor az utónyomás már elegendő anyagot juttatott be a fészkekbe.



1. ábra Bicskamarkolatok nyolcfészes forrócsatornás fröccsszerszámban belül a nyomásérzékelők (a beömlés közelében) és a hőmérséklet-érzékelők elrendezése

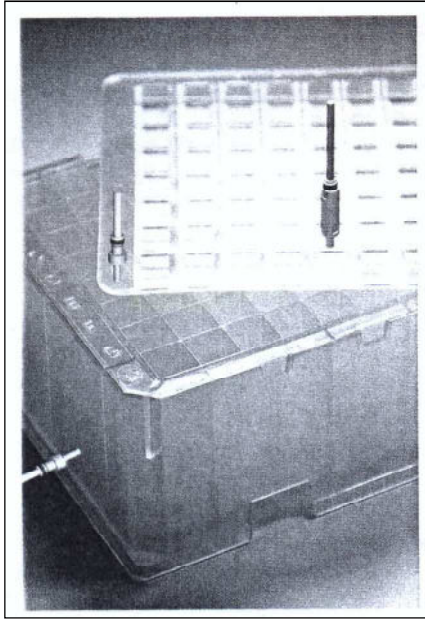
### *Gyógyászati termék fröccsöntése*

Egy másik példánál *ISO 7* és *ISO 8* szerinti tiszta térben, Svájcban és az USA-ban egyaránt fröccsöntött gyógyászati termék, egy vérminták analízisére szolgáló mintatartó tálca (2. ábra) minőségbiztosítását kellett megoldani a töltési idő szabályozásával és a forrócsatornás szerszám kiegyensúlyozásával. A mintatartó tálca fedele EVA-ból készül egyfészes szerszámban, a tálca maga pedig polipropilénből kétfészes szerszámban. A folyamatszabályzás során egy referencia töltési időt tárolnak a fröccsgépek számítógépében és valós időben mérik a szerszámhőmérsékleteket és a nyomásmaximumot. A mérettartás mellett fontos szempont, hogy a fedél viszonylag kis erőhatással felnyitható legyen az automatikus vérelemzés során.

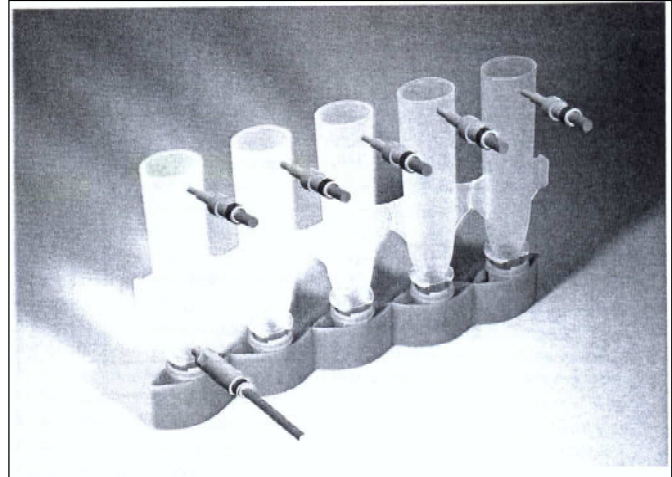
### *Csomagoló kapszulák fröccsöntése*

A valósidejű vezérlés és a folyamatszabályozás nem ellentétes, hanem egymást jól kiegészítő folyamatok, ahogyan azt a 3. ábrán bemutatott egy dózisos szemcseppentő tégelyek esete is tanúsítja. A problémát itt az okozza, hogy az öt forrócsatornás szerszámüreget egyidejűleg kell feltölteni, szinkronizálva az öt fészek magkihúzásával. Ennek érdekében mindegyik fészek falába hőmérséklet-érzékelőket építettek be, amelyek automatikusan felismerik az ömledékfront megjelenését, ami a forrócsatornák kiegyensúlyozásának előfeltétele. E hőmérséklet-érzékelők jelét emellett arra is felhasználják,

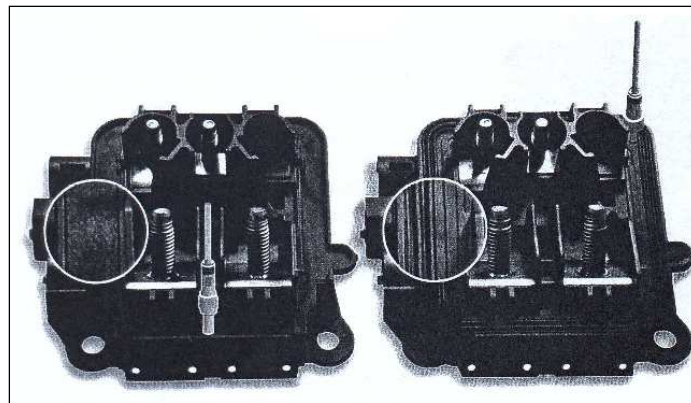
hogy a magkihúzókat éppen a megfelelő időpillanatban automatikusan működésbe hozzák, ami a továbbfeldolgozás szempontjából fontos állandóságot biztosítja.



2. ábra Vérminták analizésére szolgáló PP tálca és fedele (EVA) a nyomás- és hőmérséklet-érzékelők pozíciójával



3. ábra Szemcseppentő tégelyek, amelyeknél hőmérséklet-érzékelők segítségével oldják meg a forrócsatorna beömlők kiegyensúlyozását és egyidejűleg az egyes fészkek automatikus magkihúzását



4. ábra Poliamid ház és térhálósodó TPA tömítőprofil kettős fröccsöntésével készülő villamos elosztó sítokozat (a nyomásérzékelők pozíciójának jelölésével)

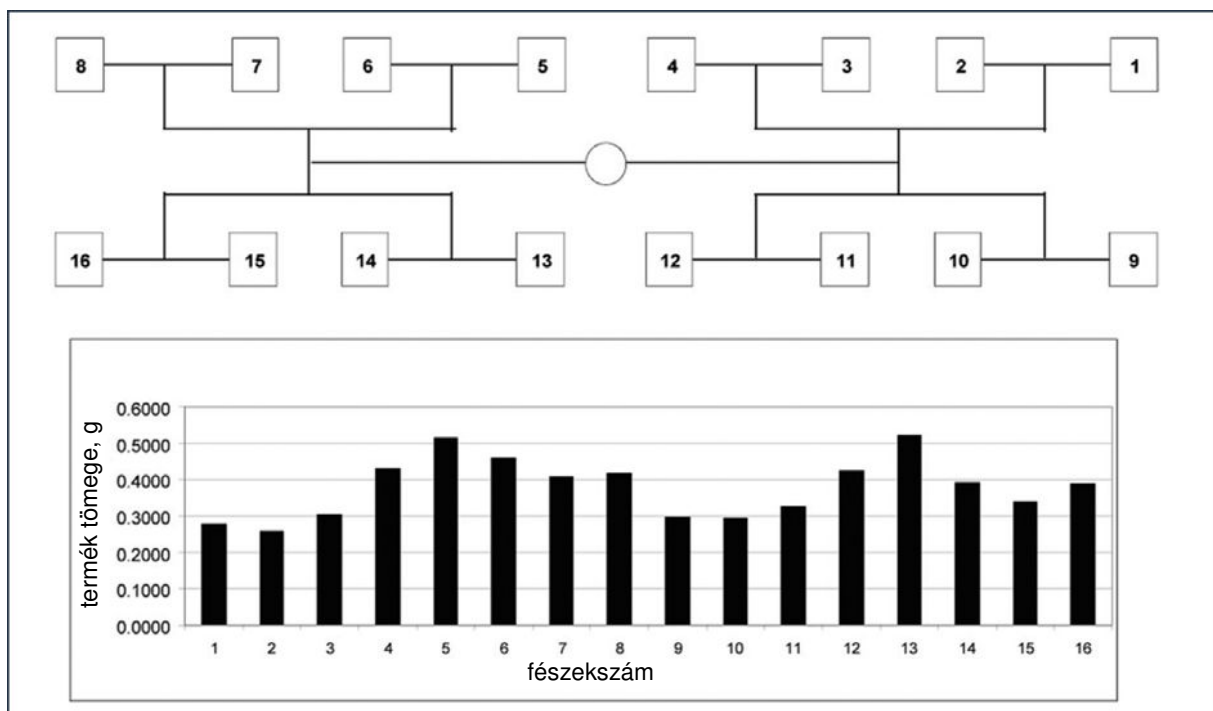
### *Többkomponenses fröccsöntés*

A feldolgozási paraméterek érzékelőkkel történő nyomonkövetése különösen fontos lehet a többkomponenses fröccsöntéssel előállított termékeknel. Egy mes-

ter/szolga forgóasztalos kettős fröccsöntő gépen gyártott villamos elosztó sítokozat (4. ábra) merev háza poliamidból, a ráfröccsöntött lágy anyagú tömítőprofil pedig térhálósodó elasztomerből készül. A folyamatot mindkét alapanyagnál a maximális fröccsnyomás értékére vezérlik. Amennyiben az egyik komponensnél minőségi hiba lép fel, a rendszer automatikusan eltávolítja, ha a poliamid ház hibás, akkor a TPE ráfröccsöntése elmarad.

## Tanácsok a szerszámüregek jelöléséhez

A többfészkes szerszámoknál elterjedt szokás, hogy az egyes szerszámüregeket (bevésett) számokkal jelöljék a beazonosíthatóság érdekében. Ez különösen fontos akkor, ha nagy fészekszámról van szó és pláne, ha több szerszámmal is gyártanak egy adott terméket. A legtöbb cégnél azonban nem fordítanak különösebb gondot arra, hogy a szerszámüregeken belül hová helyezték el a jelölést, illetve az egyes számok melyik fészekhez tartozzanak. Hidegcsatornás szerszámok esetében pedig szinte sehol sem számozzák be az elosztó csatornákat. Pedig *a szerszámfészkek tudatos jelölése révén fontos információk birtokába juthatnak*. Ehhez néhány egyszerű elvet kell csupán követniük.

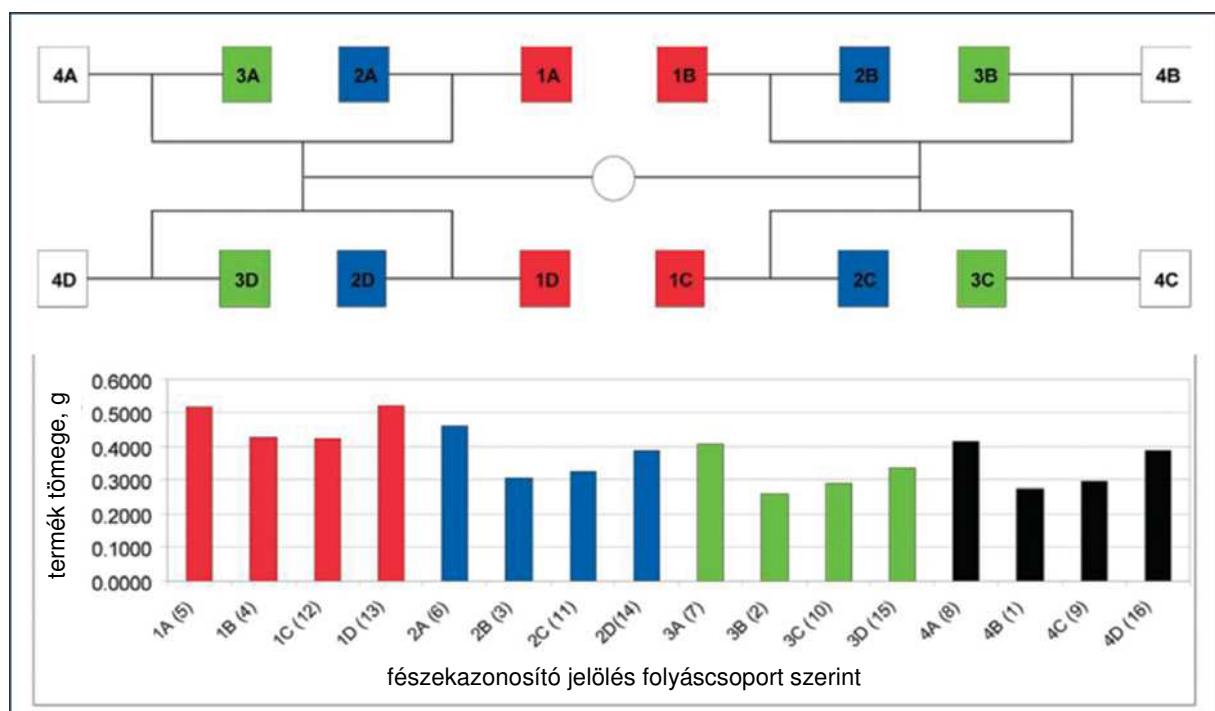


5. ábra Egy 16 fészkes fröccsszerszám nem teljes kitöltésű próbája során a tradicionális szerszám kiegyensúlyozottság elemzésével nyert információ a fészkek állapotáról

Először is, a fészek számát helyezték a beömlő nyíláshoz a lehető legközelebb. Ezáltal amikor a szerszám kiegyensúlyozottságát vizsgálják nem teljes kitöltéssel végzett próbákkal, mindig beazonosíthatják a fészket.

Másodsor, ne a kidobó tüskéken alakítsák ki a jelölő számokat. Ugyanis a karbantartási munkák során a kidobó tüskéket gyakran felcserélik, ezért a korábban pl. 3-as jelű fészek ezután már mondjuk a 8-as lesz, és így elvesz a historikus adatok használhatósága.

Harmadszor, a hidegszatornás szerszámoknál az elosztó csatornákat is számozzák be az általuk kiszolgált fészekkel azonos számmal. Ez segít abban, hogy az esetleges minőségi problémák okait könnyebben beazonosíthassák. Ha gát betéteket használnak, ezeket mindig a fészekszámmal megegyezően jelölik, így karbantartás, javítás után is vissza tudják állítani az eredeti állapotot.



6. ábra Az 5. ábrán bemutatott 16 fészkes fröccsszerszám információi a folyáscsoportok szerinti átrendezéssel

Negyedszer, a legfontosabb elv, hogy a sokfészkes szerszámoknál a fészek jelölésénél alkalmazzák az ún. folyáscsoport rendszert. Ez azt jelenti, hogy a szerszámon belül azonos áramlási úton elérhető fészek tartoznak egy-egy folyáscsoportba. A szerszám különböző részeiben minden folyáscsoportból csak egy fészket tartozik (5. és 6. ábra). Ez a módszer nagymértékben segíthet abban, hogy az egyes fészek eltérő kitöltését, illetve az ebből származó eltérő termékminőség okait beazonosíthassák és

ezután a hibát elháríthatják. Mint ismeretes, a szerszámon belül a műanyagömladék lamináris áramlását leíró nyomásesés egyenlet:

$$\Delta P = \frac{8Ql\eta}{\pi r^4}$$

ahol  $\eta$  a viszkozitás,  $l$  a folyási úthossz és  $r$  az elosztó csatorna (vagy a gát stb.) keresztmetszetének sugara. Vagyis megkülönböztethetnek az ömladék viszkozitásától (amelyet pl. a hőmérséklet is befolyásol) függő, és a szerszám geometriájától függő, azaz „acélfüggő” áramlástanai viselkedést. A folyáscsoportok száma a fészkek számától és a szerszám kialakításától függ, az egyes csoportokba tartozó fészkek száma nem feltétlenül azonos, noha a szerszámkiképzésnél általános elv a minél nagyobb szimmetriára való törekvés. Fontos, hogy az egyes folyáscsoportokat jelöléssel is beazonosítsák. Ezt úgy oldhatják meg, hogy a beszámozott fészkeket a folyáscsoportnak megfelelő betűjelzéssel azonosítják (6. ábra). Ennél az 5. ábrán szereplő példánál az látható, hogy a nem teljes kitöltésű próbafröccsöntésnél az egyes fészkekből származó darabok tömege jelentősen eltér. Első ránézésre nehéz ebben bármilyen rendszert felismerni. Ha azonban a 6. ábra szerint, a folyáscsoportoknak megfelelően átrendezik a képet, azt tapasztalják, hogy az „A” és a „D” csoportokba tartozó fészkekből származó darabok mindig nagyobb tömegűek, mint a többi. Márpedig az e két csoporthoz tartozó szerszámfészkek mind a szerszám bal oldalán helyezkednek el. Feltehetőleg a jobb- és baloldali fő elosztó csatorna hossza, vagy keresztmetszete nem azonos, tehát a hiba „acélfüggő”. Az ellenőrzésnél kiderült, hogy valóban, az „A” és „D” csoportot tápláló elosztó csatorna 0,152 mm-rel nagyobb volt, mint a „C” és „B” csoportokhoz tartozó. Ennek felismerése után a szerszám kiegyensúlyozása már egyszerűen megoldható volt. Hasonló logikát lehetett alkalmazni az egyes folyáscsoportokon belüli eltérések okainak feltárásánál is.

Összeállította: Dr. Füzes László

Bader, Ch.: Nicht alle Wege führen nach Rom = Kunststoffe, 104. k. 6. sz. 2014. p. 52–57.

Hoffman, D.: Get more than cavity IDs from your cavity IDs = Plastics Engineering, 71. k. 3. sz. 2015. p. 42–44.