

# MŰANYAGOK FELDOLGOZÁSA, ADDITÍV TECHNOLÓGIÁK

## Szerszámtervezési ellenőrző lista

A szerszámtervezőnek és a fröccsöntő szakembernek szorosan együtt kell működnie a kezdetektől a szerszámpróbák sikeres lezárásáig. A szerző ehhez az összetett feladatsorhoz ad tanácsokat egy proaktív ellenőrző listával.

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; szerszámtervezés; szerszámpróba; proaktív ellenőrző lista.*

A szerszámpróbák során felmerülő problémák közül sok elkerülhető vagy kijavítható egy proaktív ellenőrző lista segítségével. A fröccsöntéskor hat elsődleges fontosságú tényező alapján terveznek meg egy feladatot, ezek a termék tömege, az anyagköltség, a gépméret, a ciklusidő, a munkaerőigény és a csomagolás. Az anyag és csomagolási költségeket viszonylag könnyű megszerezni a beszállítóktól, amelyek fix értékek, nem pedig becslések. A kiforrott szimulációs szoftvereknek köszönhetően a termék tömege szintén rögzített érték a modell térfogata és az anyag sűrűsége alapján.

*Három változó, a ciklusidő, a gépméret és a munkaerőigény általában meghatározza, hogy a gyártás nyereséges vagy veszteséges lesz.* Gyakrabban fordul elő, hogy a szerszám-kialakítás mind a három változót képes kontrollálni, mivel a becslés során a költségeket úgy állapítják meg, hogy a szerszám teljesítményét veszik alapul az adott gépen a várható ciklusidőt és a szükséges kezelők számát figyelembe véve.

*Az intelligens szerszámgyártók egy szerszámtervezési ellenőrző listát használnak annak érdekében, hogy ne hagyjanak figyelmen kívül semmit.* A legtöbb ellenőrző lista olyan kérdéseket tartalmaz, amelyek a szerszám felépítéséhez kapcsolódnak és nem a fröccsöntési folyamathoz.

Az autó-, az orvostechikai, valamint a hadiiparban ragaszkodni szoktak olyan átfogó ellenőrző listák használatához, mint például az APQP (fejlett termékminőség tervezés), a PPAP (gyártott alkatrész jóváhagyási folyamata), az FMEA (hibaállapot és hatások elemzése), a DOE (kísérletek tervezése), az IQ/OQ/PQ (telepítés, üzemeltetés és folyamat minősítése) és a Mil Spec (hadiipari specifikáció). Ezeknek az ellenőrző listáknak a többsége a termék funkciójával, vagy a szerszám és a gép reprodukálhatóságával foglalkozik.

Nagyon kevés ellenőrző lista irányul azoknak a szerszámtervezési problémáknak a megakadályozására, amelyek a kezdeti szerszámpróbák során merülnek fel. Itt olyan jelenségekről van szó többek között, mint amelyek miatt a ciklusidő meghosszabbodik, nagyobb gépméretet kell választani, a munkaerőigény nő, vagy megakadályozzák, hogy a szerszám teljesen automatikus üzemmódban működjön. Ezek nem tartalmazzak „mi lenne, ha” kérdéseket, és „proaktív szerszámtervezési ellenőrző listának” is lehet nevezni ezeket. A proaktív

tevékenységet pontosan úgy határozhatjuk meg, mint „számításokat a jövőbeli problémák, szükségletek vagy változások előrejelzésére”.

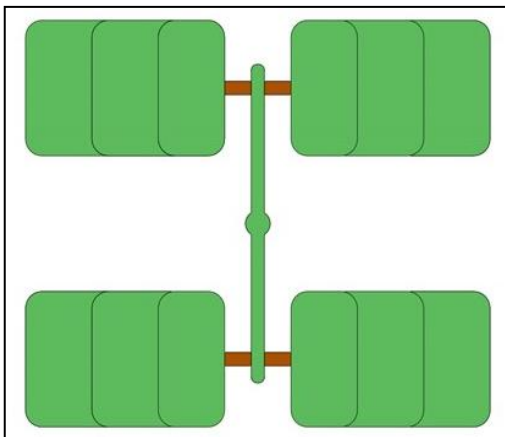
15 példa következik azokról a fröccsöntési problémákról, amelyek a kezdeti szerszámpróba során jönnek elő. Ezek közül sok elkerülhető vagy kijavítható egy megelőző ellenőrző listával. Mindegyik példa olyan kérdéseket tartalmaz, amelyek az adott problémával kapcsolatosak és felvehetők az ellenőrző listába.

## Általános fröccsöntési kérdések

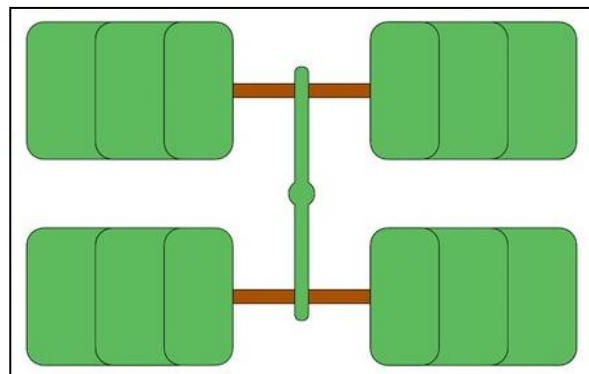
1. Megépült egy szerszám és szükség van próbadarabra. A záróerőt, az oszloptávolságot és a löketméretet figyelembe vették a szerszám tervezésekor. A kezelő behívja a gép beállításait. Probléma, hogy a 100 mm magas terméket a szerszámmag nem fogja kilökni, mert a kilökési út csak 90 mm.
  - Megvan a fröccsöntő gép specifikációja?
  - A gép kilökési útja megfelelően hosszú? Ha nem, lehet-e csatlakoztatni külső kihúzó rudakat vagy más mechanikus módszert alkalmazni?
2. A szerszámnak 8-kilökös forrócsatornás rendszere van 12 fűtőzónával. A kezelő nem tudja, hogy melyik zónát melyik komponens vezérli. Bekapcsolja a vezérlőt. Azok a zónák, amelyek lassan melegednek fel, az elosztó csatornához tartoznak. A gyorsan felmelegedő zónákat a szerszámüregekhez alakították ki.
  - Megvan a szerszám kábelezési rajza? Ha igen, akkor a zónák száma megegyezik a fészkek számával?
3. A szerszámnak lelökőlapos kidobó rendszere van. Amikor a kezelő elkezd meghatározni az átkapcsolási pozíciót fokozatosan egyre nagyobb rövid löketekkel, a termékek nem lökődnek ki, mert a lelökőlap még nem éri el ezeket.
  - A löketméretet köbcentiméterben vagy grammban adták meg? A kezelő a fröccshenger átmérője és a térfogata alapján számításokat végezhet, vagy pedig egyszerűen léglökettel megmérheti azt.
4. A fészkek kiegyensúlyozatlanok. Néhányan hamarabb kitöltődnek, de a kezelő nem tudja azonosítani, hogy mely fészkek a rövidek.
  - A fészkek azonosítóját a gáthoz közel gravírozták be, vagy a kitöltés végénél található?
5. A négy belső fészkek töltődik ki először és a négy külső fészkek rövid.
  - Valamennyi beömlőcsatorna megfelelően hosszú a hatékony kitöltéshez, amikor a fészkek kiegyenlítése történik a kezdő próba után? A gát méretének megváltoztatásával végeztek próbát a szerszám kiegyenlítésére? A gát szélességének és mélységének azonosnak kell lenni az összes fészkeknél. Ellenkező esetben kitöltési és vetemedési problémák merülnek fel. Az eltérő gát-dermedési idők miatt a ciklusidő nőni fog. Egyenlítse ki a fészkeket az egyes beömlőcsatorna átmérők módosításával. Hosszú csatornákkal könnyebb az egyes fészkek kiegyensúlyozása (lásd az 1. és 2. ábrát).
6. A szerszám megtervezése előtt a szerszámkitöltést elemezték, és az eredmények szerint az alkatrészhez 100 tonna szerszámzáró erőre van szükség. A szerszámpró-

bához egy nagyobb, 150 tonnás gépet használnak, de a kezelő még mindig nem tudja kitölteni a felületi bemélyedést sorja nélkül.

- Szükséges megmunkálni a szerszámosztást/varratot a fészek körül nagyobb szerszámzáró erőhöz?
- Szükséges előterhelni a középső tartóoszlopot/-oszlopokat?
- A szerszámfelfogó lapok elég vastagok ahhoz, hogy ellensúlyozzák a lapok kopását?
- Növelhetők a beömlőnyílás, a beömlőcsatorna és gát méretek, ha szükséges a fröccsnyomás csökkentése?
- Szükséges sorjacsapda a beömlőcsatorna körül?
- Lehet egy második gátat beépíteni a termékhez, ha szükséges?



1. ábra. Fészek nehéz kiegyensúlyozása



2. ábra. Fészek könnyű kiegyensúlyozása  
(a hosszú csatornák miatt)

7. A szerszám kitöltésének elemzése a ciklusidőt 30 másodpercre becsülte meg. Ezt a becslést használták a munkafolyamat tervezésekor. A legjobb ciklusidő, amelyet a kezelő el tudott érni egy megfelelően jó termék gyártásánál, 40 másodperc volt, mivel különböző helyeken nem volt megfelelő a hűtés.
- A szerszám összes részét megfelelően lehűtötték?
  - Szükséges a termék bármelyik részén magot kialakítani?
  - Szükséges a magot vagy a szerszám bármelyik részét berillium-réz ötvözetből, alumíniumból vagy más hővezető anyagból elkészíteni, különösen a rövid ciklusidővel, vastag falszakaszokkal rendelkező szerszámoknál, és olyan helyeken, ahol nehéz a hűtőcsatorna beépítése?
  - Hasznos lenne a konform hűtés?
  - Hasznos lenne egy utólagos szerszámhűtés beépítése?
8. A szerszám kidobó vagy fröccsöntési oldalán egy mellékgát van beépítve. A szerszám nyitásakor vagy kidobásakor ez a gát letörik, a szerszámokban marad és elzárja a fészket a következő lövésnél.
- Van elegendő vágathossz a kilökő csapnál vagy a visszahúzó csapnál a gát mellett annak érdekében, hogy lerövidíthető legyen, és így hosszabb nyúlványt (a

- szilárdság növelése, a megvezetés, a rögzítés miatt tervezik a termékre) alakítsanak ki kapcsolódva a beömlőcsatornához?
- Lehet merevítő bordát vagy betoldást hozzáadni abban az esetben, ha a gáttal van probléma?
  - Ha a kilőkő csap vagy a gát melletti visszahúzó csap túl közel vagy túl messze van, van-e hely újabb csap beépítésére egy másik helyre?  
A kilőkő csap vagy a gát visszahúzó elhelyezkedése gyakran nem teszi lehetővé, hogy a beömlőcsatorna megfeszüljön, vagy túlzottan megfeszül. Sokszor ez az oka annak, hogy a mellékgát letörik.
9. A termék fala meglehetősen vékony, az alapanyag töltetlen poliamid 66. A befröccsöntési sebesség elég nagy, így a kitöltés befejeződik, mielőtt a kis gátak megdermednének. A termékeken nagyon sok a beégési jel, de ha a kezelő lecsökkenti a befröccsöntés sebességét, a fészkek nem töltődnek ki.
- Szükséges peremszellőzt beépíteni?
  - Szükséges a gát közelében beömlőcsatorna-szellőzt beépíteni?
  - Lehet szellőztetni a bordát, a nyúlványokat vagy a „holt zónákat”?
  - Szükséges szellőző csap vagy porózus fémbetétet beépítése?
  - Lehet rövidíteni a szellőzőnyílások hosszán, ha szükséges?
  - Lehet áramlásvezetőt beépíteni, ha nehezen megy a kitöltés?
10. Megfelelő a kitöltési nyomás a bemélyedési nyomok elkerülésére, de a termék betapad a fészkekbe. Amikor formaleválasztót használnak, a tapadás megszűnik néhány lövésig.
- Elegendő a kilőkési ferdeség a termék külső oldalán?
  - Lehet alámetszéseket vagy egyenetlen textúrát kialakítani a maghoz?
  - Szükséges szellőző vagy levegőztető nyílást kialakítani a fészkekhez?
11. Megfelelő a kitöltési nyomás a bemélyedési nyomok elkerülésére, de a kilőkő csapok megpróbálnak átnyomódni és kör alakú feszültségjeleket hagynak a terméken.
- Lehet több vagy nagyobb kilőkő csapot használni, ha ez a probléma felmerül?
  - Políroztak a kilőkés elősegítése érdekében?
  - Megfelelő a kúposág a termék belső oldalán?
  - Szükséges kenőanyag vagy bevonat használata a magon?
12. A terméknek mély, vékony bordái vannak. A kilőkő csapok átnyomódnak a bordákon. A termék kilöködik, de a bordák letörnek és a magban maradnak. A kezelő keze súlyosan megsérül, amikor megpróbálja eltávolítani a bordákat propánégővel és egy fogóval. Többszöri kísérlet után a bordák alatt lévő kis kidobó csapok egyszerűen elgörbülnek és eltörnek. A fenti ellenőrző lista kérdésein túl:
- Szükséges nyúlványok hozzáadása a bordákhoz vagy a mély üregekhez?
  - Szükséges késes kidobás a bordákhoz a nagyobb kilőkő felület érdekében?
  - Szükség van „lebegő” betétre a bordák vagy a mély üregek kilökéséhez?
13. A szerszámnak két szemben elhelyezkedő emelője van, amelyek alámetszéseket hoznak létre a terméken. Amikor a kilőkő lemez előre halad, a termék leválik az egyik emelőről, és mint egy ragasztó hozzátapad a másikhoz. Több kilőkési próba után sem esik ki a termék.
- Szükséges nyúlvány, borda vagy tú kidobó csap ahhoz, hogy a terméket középen tartsa a kilökés során?

- Szükség van kétfokozatú kidobó rendszerre?
  - Lehet légbefúvást használni ennél a kilökési problémánál?
14. Valódi probléma a háromlemezes szerszámnál a beömlés. Időnként megakad a szívó csapokon, vagy csavarodik és nem esik ki a szerszámból, vagy megakad a meghosszabbított beömlőcsatorna hüvelynél a fúvókavég csepegése miatt.
- A beömlőcsatornát megtisztították az összekötéseknél, csatlakozásoknál, reteszeknél vagy az eltömődésektől?
  - Szükséges a szívó csaptest méretének a csatorna belépésénél nagyjából 0,25 mm-nek lennie, hogy megakadályozza a befagyást?
  - Szükséges vékony merevítő bordát adni a beömlőcsatornához, hogy megakadályozza a csavarodást?
15. A munkát „fél” kezelő végzi, vagyis egy kezelő két gépet felügyel. Ezért a szerszámnak teljesen automatikusan kell futnia, és a kezelőnek elegendő idővel kell rendelkeznie ahhoz, hogy elvégezzen olyan műveleteket, mint a fröccskúp eltávolítása, a termék felcímkézése, zsákba helyezése, gondos csomagolása, valamint minőségének ellenőrzése. A sorjázást nem szokták figyelembe venni a munkafolyamat tervezésekor. Mindez további kérdésekhez vezet.
- A kezelő simán vagy nem túl nehezen el tudja távolítani a fröccskúpot?
  - Bemélyed a gát a termékbe?
  - Megkönnyítik a kezelő munkáját a különböző gátkialakítások?
  - Megsérül a termék, ha egy csúszdára vagy szállítószalagra dobják?
  - Lehet robotot vagy kisedőt használni a termék eltávolításához? Ha igen, nyitható-e a szerszám annyira, hogy a robot beférjen? Elegendő a gép maximális megvilágítása a robottal való kisedéshez?

A szerszámgyártóknak, a fröccsöntőknek és a tervezőknek érdemes szem előtt tartani, hogy a fröccsöntő gépek a szerszámzáró erő alapján különböző sebességgel dolgoznak. Minél nagyobb a gép, annál nagyobb a sebesség. Ezzel szemben a gép kezelőjének „rögzített” sebessége van, a berendezés méretétől függetlenül. Ha a fröccsöntő gép óránkénti teljesítménye lassabb, mint a kezelőjé, akkor az elsődleges probléma a munkaerőigénynél jelentkezik. Ugyanakkor, ha a fröccsgép óránkénti sebessége meghaladja az üzemeltető teljesítményét, akkor a fő probléma a teljes ciklusidő lesz.

A fröccsöntők megértik, hogy szinte minden szerszám egyedi. Általában nem bosszankodnak azon, ha előre nem látható probléma merül fel. Ha a szerszámgyártó azt mondja, hogy alaposan átgondolták a tervezési szakaszban annak a valószínűségét, hogy bizonyos dolgok megtörténjenek, és ezekre cselekvési tervet dolgoztak ki, akkor a fröccsöntő valószínűleg elégedett lesz.

Amikor azonban gyakori probléma fordul elő – vagyis nem egyedi, és amelyet előre kellett volna látni és meg kellett volna akadályozni – akkor a szerszámgyártó nem dolgozott jól. Ez az oka annak, hogy egy alapos ellenőrző lista használata pénzügyi szempontból felbecsülhetetlen értékű lehet. Ennek a listának „élő” dokumentumnak kell lennie, amelyet bármilyen probléma esetén frissíteni kell, mert ezek a problémák bármikor előfordulhatnak.

Összeállította: Dr. Lehoczki László

Fattori, J.: Save time, money: Use a mold-design checklist = Plastics Technology, 1/1./ 2020.  
[www.ptonline.com](http://www.ptonline.com)