

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 szerszámkialakítás 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”.

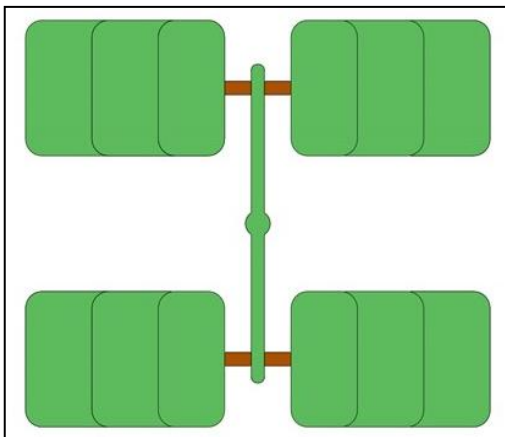
15 példa következik azokról a fröccsöntési problémákról, amelyek a kezdeti szerszámpróba során jönnek elő. Ezek közül sok elkerülhető vagy kijavítható egy megelőző ellenőrző listával. Mindegyik példa olyan kérdéseket tartalmaz, amelyek az adott problémával kapcsolatosak és felvehetők az ellenőrző listába.

Általános fröccsöntési kérdések

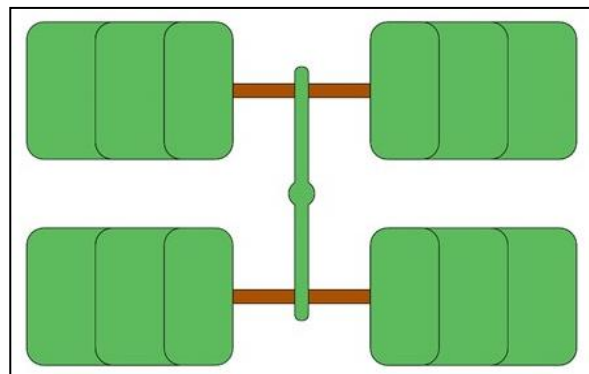
1. Megépült egy szerszám és szükség van próbadarabra. A záróerőt, az oszloptávolságot és a löketméretet figyelembe vették a szerszám tervezésekor. A kezelő behívja a gép beállításait. Probléma, hogy a 100 mm magas terméket a szerszámmal nem fogja kilökni, mert a kilökési út csak 90 mm.
 - Megvan a fröccsöntő 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 nyitáskor vagy kidobásakor ez a gát letörik, a szerszámokban marad és elzárja a fészket a következő lövésnél.
- Van elegendő vájathossz a kilövő 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 kilökő csap vagy a gát melletti visszahúzó csap túl közel vagy túl messze van, van-e hely újabb csap beépítésére egy másik helyre?
A kilökő 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 befroccsöntési 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 befroccsöntés 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 kilökési 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 kilökő csapok megpróbálnak átnyomódni és kör alakú feszültségjeleket hagynak a terméken.
- Lehet több vagy nagyobb kilökő csapot használni, ha ez a probléma felmerül?
 - Políroztak a kilökés elősegítése érdekében?
 - Megfelelő a kúposág a termék belső oldalán?
 - Szükséges kenőanyag vagy bevonat használata a magon?
12. A terméknek mély, vékony bordái vannak. A kilökő csapok átnyomódnak a bordákon. A termék kilökődik, 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 kilökő 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 kilökő lemez előre halad, a termék leválik az egyik emelőről, és mint egy ragasztó hozzátapad a másikhoz. Több kilökési 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 szerszámmáró 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