

DuPont™ műszaki műanyagok


Biesterfeld



12 gyakorlati tanács

Optimális fröccsöntés

A *Plastverarbeiter* 2003/2. és 2004/1. számban megjelent cikkek magyar változata a Du Pont cég műszaki műanyagainak közép-kelet európai disztribútora, a Biesterfeld Interrowa cég, valamint Magyarország képviselete a Kard és Társai Kft. közreműködésével jelenik meg.

TARTALOM

ÖMLEDEKHŐMÉRSÉKLET MÉRÉSE Mikor és milyen gyakran?	4
LÁTHATÓ ALAKI HIBÁK OKAI Mennyire mélyrehatóan vizsgálандók?	6
POLIOXIMETILÉN (POM) FRÖCCSÖNTÉSE A legfontosabb szabályok	7
ÚJ SZERSZÁM ÜZEMBEHELYEZÉSE Helyes bemintázás – hogyan történik?	9
NAGY HŐÁLLÓSÁGÚ PA FRÖCCSÖNTÉSE Miért van szükség a kopásvédelemre?	10
LCP FRÖCCSÖNTÉSE Miben különbözik?	12
MEGFELELŐ SZERSZÁMHŐMÉRSÉKLET Optimális hőmérséklet beállítása	13
ÉGÉSGÁTOLT MŰANYAGOK A formócsatorna sajátosságai	15
KOPÁS OKOZTA HIBÁK Kopás minimalizálása	16
POLIÉSZTEREK FRÖCCSÖNTÉSE Az előszárítás nélkülözhetetlen	18
RÉSZBEN KRISTÁLYOS ÉS AMORF MŰANYAGOK Egyértelmű különbségek	20
TARTÓZKODÁSI IDŐ ÉS HŐMÉRSÉKLETI PROFIL Kölcsönös függőség	21

Szerzők: Ulf Bruder
Jörg Ewering
Bernd Schepper

Látogassa meg a DuPont-t az Interneten: www.plastics.dupont.com

Mikor és milyen gyakran?

„A műanyagfeldolgozás gyakorlata, gyakori kérdések a műszaki műanyagok fröccsöntéséről” sorozatunk első kérdése így hangzik: **Mikor van szükség az ömledék-hőmérséklet mérésére?** A válasz nemcsak a termék megoldandó minőségi problémáival foglalkozik.

Ha az ember megkérdezi egy fröccsöntő üzemben, hogy milyen gyakran mérik meg az ömledék-hőmérsékletet, gyakran adnak ilyen válaszokat:

- „nem túl gyakran”
- „ahogy be van programozva”
- „nem tudom”
- „ahogy a gép kijelzi”
- „elromlott a mérőkészülékünk”

A részben kristályos műanyagokból, (pl. poliacetálok, polamidok vagy termoplasztikus poliészterek) készülő kiváló minőségű formadarabok gyártásakor ezek nem kielégítő válaszok. Azoknál a részben kristályos műanyagokból fröccsöntött hibás alkatrészeknél, amelyeket vizsgálatra és véleményezésre küldtek a DuPont technikai központjába, sok esetben az a tapasztalat, hogy a hiányosságok gyakori oka a rossz ömledékminőség.

Mikor és milyen gyakran kell tehát megmérni az ömledék hőmérsékletét?

Az ömledék-hőmérsékletet meg kell mérni:

1. Mindig ha
 - probléma van a beégéssel vagy elszineződéssel,
 - lerakódás van a fröccsöntő szerszámokban,
 - romlanak a formadarab mechanikai tulajdonságai,
 - rosszabb a felületi minőség,
 - tökéletlen a szerszámkitöltés,
 - sorja képződik a bontósíkban
 - lunke képződik a darabban,
 - mechanikai és optikai összecsapások mutatkoznak,
 - megömltetlen szemcsék észlelhetők a szabadon kifolyó olvadékban.
2. A feldolgozási paraméterek beállításakor és optimalizálásakor új szerszám esetén.
3. Szerszámcsere után a gyártás elindításakor.
4. Rendszeres időközökben, így pl. műszakváltáskor, különösen akkor, ha kritikus mechanikai igénybevételeknek kitett, biztonsági alkatrészek gyártása folyik.

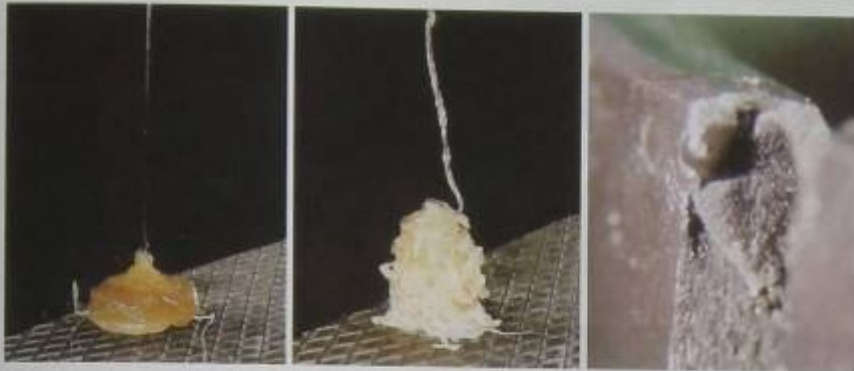
Az ömledék-hőmérséklet méréséhez ajánlatos maximum érték kijelzővel ellátott beszűrőhőmérőt (precíziós pirométert) használni. A készüléket egy legfeljebb 1,5 mm átmérőjű beszűrő érzékelővel kell felszerelni, hogy a hőmérsékletet kisebb olvadékmennyiségek esetén is megbízhatóan mérje. Méréskor feltétlenül védőkesztyűt kell viselni.

Minden mérés előtt a gépet legalább 15 percen át a gyártási ciklusnak megfelelően jártni kell. Ezután a hengert kézi üzemben hátravisszük és az ömledéket alkalmas edényzetben felfogjuk. Hőmérsékletmérés közben ajánlott az érzékelőt lassan beszúrni az ömledékbe és kevergetni. Vastagabb beszűrőtük kb. 1 kg fölötti súlytól alkalmassak az ömledék-hőmérséklet mérésére, nagyobb gépek esetén.

Az ömledék-hőmérsékleti érték mérésekor semmi esetre sem szabad az első hengerzónának a gép képernyőjén kijelzett tényleges hőmérsékletkijelzőre hagyatkozni. Már egy minimális centrírozási hiba vagy a hőmérsékletérzékelő és a hengerben lévő felfogó furat közötti csekély hézag miatt is hamis mérési értékek jelenhetnek meg.

Ömledék-hőmérséklet mérése balról jobbra: Mérés-felszerelés: Nyeles teflonedény az ömledék felfogására, kijelző készülék és beszűrő hőmérsékletérzékelő; legalább 15 perces működési idő után a fröccshenger visszakérül, a szabadon kifolyó ömledéket hűdítő edényben fogjuk fel, a beszűrő hőmérsékletérzékelő egyenesen halad keresztül az ömledéken; a mérőkészülék kijelzi az ömledék hőmérsékletét.





A beszűrőhőmérővel mért ömledék-hőmérséklet középértéket mutat. A nem megfelelően előállított ömledék a feldolgozáskor – még abban az esetben is ha az előírt értéket mutatja a kijelző – jelentős hőmérsékletbeli különbségeket mutathat. Ezért az ömledék-hőmérséklet mérésekor még az is fontos, hogy pontosan megfigyeljük az ömledék kifolyását és gondosan megszemléljük az ömledékpogácsát.

Az ömledéknek egyenletesen vékony sugárban kell kifolynia és homogén eloszlású lapos pogácsát kell képeznie. Elszíneződések, buborékképződés, erős füst vagy szag a hőbomlás, azaz a túl magas ömledék-hőmérséklet jele. A nem egyenletes ömledék-kifolyás, az érdes felületű ömledéksugár és az ömledékben lévő kis csomók arra utalnak, hogy nem homogén az ömledék és nem olvadtak fel benne a granulátum-szemcsék, azaz túl alacsony az ömledék-hőmérséklet.

Vizuális ellenőrzés az ömledék-hőmérséklet mérés kiegészítéseként balról jobbra: Jól az eredmény, ha az egyenletes ömledéksugár homogén módon szétfolyó ömledékpogácsát képez. Nem jó az eredmény, ha a nem egyenletes ömledéksugár arra utal, hogy nem homogén az ömledék (csomóképződések). Az ömledékben lévő nem megolvadt granulátum következménye az lesz, hogy nem megfelelőek a formadarabok mechanikai tulajdonságai és rossz a felület minősége. (Képek: DuPont)

„A műanyagfeldolgozás gyakorlata – gyakori kérdések a műszaki műanyagok fröccsöntéséről”

A minőséget gyártani kell és nem vizsgálni. Az ilyen felfogású, tudatos minőségi gyártáshoz a jelen kiadványban kezdődő sorozat a fröccsöntő gépen dolgozó gyakorlati szakemberek számára egyszerű, egyértelmű és jól érthető utasításokat, ajánlásokat tartalmaz. A tárgyalt kérdések azokat a jellegzetes tapasztalatokat tükrözik vissza, amelyeket a DuPont szakemberei számos fröccsöntő üzemben folytatott tanácsadásaik során gyűjtöttek.

A sorozatban a műszaki műanyagok feldolgozásáról gyakran feltett kérdésekre reagál, a gyakorlatban hosszú évek során megszerzett és kidolgozott know-how-t mutatják be.

Ennek folyamán megmutatkozott, hogy a tapasztalt gyártómunkatársak sok esetben már nagyon korán felismerik az ábrázolt nehézségeket.

Az egyes kérdések megválaszolására összeállított feleletek tulajdonképpen segédeszközt jelentenek a gyakorlati szakemberek számára ahhoz, hogy sikeresen meg tudják oldani problémáikat a termelésben rendelkezésükre álló eszközökkel. Mindennek pedig az az eredménye, hogy a feldolgozás során felmerülő problémák közül nagyon sokat hatékonyan, gyorsan, tehát kedvező költséggel oldanak meg még azelőtt, hogy azok súlyos következményekkel járnának, sőt, esetleg a vevőknél jelentkeznének.

Csak akkor van szükség további vizsgálatokra, ha a sorozatban leírt intézkedések nyomán nem tapasztalunk javulást.

Látogassa meg a DuPont-t az Interneten: www.plastics.dupont.com



Milyen gondossággal nézzünk?



Értes és hullámos felület keletkezik, ha a formadarab keresztmetszete nagyobb, mint a beömlő (balra: rögzítő hüvely engusszal, jobbra: technikai formadarab elosztóval)

A gyakorlott szem nagy segítség a formadarab hibátlan fröccsöntéséhez. Egyértelműen látható jellegzetes hibák keletkezhetnek a formadarabon a rosszul elhelyezett vagy túl kicsi beömlő miatt, a nem megfelelő szerszámszellőztetés vagy a szerszámban lévő éles sarkok folytán. A sorozat példái arra szolgálnak, hogy bemutassák a jellegzetes problémákat és feltárják a legfontosabb befolyásoló tényezőket. Mindezt azonban a teljesség igényére való törekvés nélkül tesszük.

A figyelmes, a gyártott darabokat pontosan ellenőrző gépkezelő adja az „érték felét” a fröccsöntés minősége szempontjából. De melyek ezek a jellegzetes, látható hibák a fröccsöntött alkatrészekben, mik ezeknek a leggyakoribb okai és milyen hibaelhárítási megoldások adódnak? Könnyen felismerhető az érdes, hullámos felszín az alkatrészen. Ez akkor keletkezik, ha nem megfelelő a beömlő keresztmetszete. Ebben az esetben a beömlő még a szükséges utánnomási idő vége előtt befagy. A lehűlés során fellépő zsugorodás nem kompenzálódik. Ez a beömlő keresztmetszetének növelésével orvosolható. Általában véve a beömlőcsatorna és a gépfűvóka furata semmiképpen

se legyen kisebb, mint amekkora a darab falvastagsága a meglövés helyén. A formadarabok felszínét negatívan befolyásolhatja a beömlő kedvezőtlen elhelye-

zése. Ebben a példában túl kicsi a beömlő keresztmetszete, ezen kívül az ömledéksugár szabadon áramlik be a szerszámüregbe anélkül, hogy akadályba ütközne. Ennél az úgynevezett szabad sugárképződésnél leghűl az ömledék felülete, összetorlódik az anyagsugár a folyási út végén és ott megtapad.

Az ilyen formadarab mechanikai tulajdonságai nem megfelelőek. A megoldás az, hogy olyan akadályt hozunk létre, amelynek nekiütközik a szerszámba befolyó ömledék. Így jön létre a kívánt áramlási forrás és ezáltal egy zárt ömledékfront terjed szét a formaüregben.

A több bélyeges szerszámoknál elengedhetetlen, hogy előzetesen kitélési próbákat (résztöltések) végezzünk az összes bélyegből kikerülő alkatrészen. Ha az alkatrészek kitélési mértéke különböző, akkor az elosztó kiegyensúlyozása nem megfelelő. Ez azt jelenti, hogy a nyomáscsökkenés, illetve az egyes bélyegekhez vezető folyási út hossza különböző. Az egyenletes kitélés érdekében az elosztó geometriailag vagy reológiai legyen kiegyensúlyozott. Az első esetben a konstrukciótól függően az összes bélyeghez vezető folyási út és folyá-

Égési helyek a folyási út végén a nem megfelelő szerszám-szellőztetés miatt (balra), illetve a hegedési varraton (jobbra).



si keresztmetszet egyforma. A második esetben a különböző hosszúságú folyási utak esetén úgy számítják ki a csatornák keresztmetszetét, hogy minden fészek nyomásigénye egyforma legyen. A helyesen kialakított elosztó esetén a nem egyenletes hőmérséklet eloszlás is okozhatja a szerszámfészkek egyenlőtlen kitöltődését. További jól látható hibák az égési helyek a folyási út végén vagy két ömledékfront össztalálkozásánál, azaz az összezsapásoknál.

A jelenség oka mindkét esetben a nem megfelelő szerszám-szellőztetés. Az ömledék előtt bezárt levegő gyorsan összesűrűsödik. Eközben felhevül és elégeti a műanyagot. Hatékony segítséget jelent a légtelenítő csatornák (keresztmetszetük anyagfüggő) vagy a szinterezett fémbetétek alkalmazása. Néhány esetben az átkapcsolási pont kormogálása és a befroccsöntés sebességének csökkentése is megszüntetheti a folyási út végén keletkező hibát.

Látható repedések keletkezhetnek a frissen froccsöntött formadarabokon, ha nem

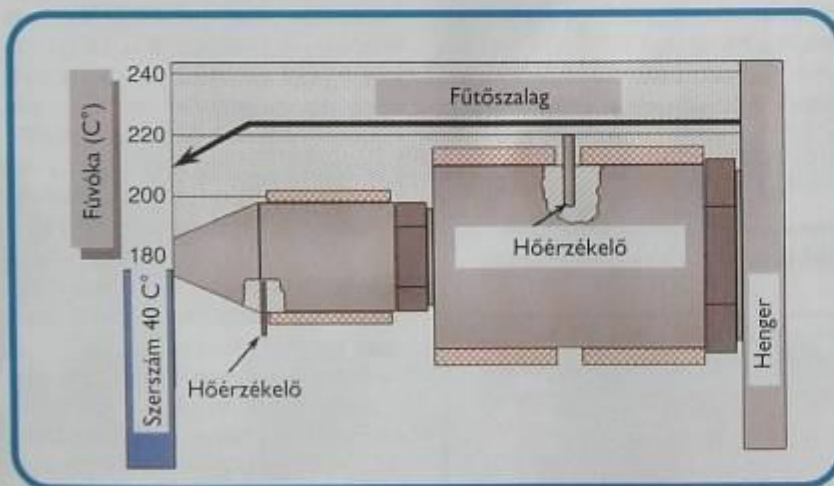


megfelelően pozicionáltak a betétek, amelyek keresztmetszet változásokat és összezsapási varratokat idéznek elő. A szerszámokban lévő éles sarkok feszültséggyűjtő hatása miatt vagy stancolással készült betétek miatt is keletkezhetnek repedések a froccsdarabban.

Megoldásként javasolt a szerszámok éles sarkainak lekerekítése és stancolás után sorjátlanított betétek használata. A betétek elmozdulás elleni rögzítése megakadályozza, hogy a darabok nem kívánatos pozícióba kerüljenek.

POLIOXIMETILÉN (POM) FRÖCCSÖNTÉSE

A legfontosabb szabályok



A POM-ot szabványos froccsöntő gépekkel nehézség nélkül fel lehet dolgozni. Néhány egyszerű szabály betartása garantálja, hogy a froccsöntött formadarabok az elvárt kiváló minőséggel rendelkezzenek.

A hosszú fúvókán a fűtőszalagok és a hőérzékelők célszerű elrendezése jó hőmérséklet eloszlást biztosít.

A polioximetilént (POM) a nagy merevség, szilárdság és keménység mellett kiváló nyúlási tulajdonság jellemzi. Ezen különleges tulajdonságkombinációját alacsony hőmérsékleten is megtarja. Jó formátartást és mérettartósságot mutat ma-

gasabb hőmérsékleten is és e mellett az üzemanyagokkal és a vegyszerekkel szemben kiváló ellenállóképességgel rendelkezik. Ezen tulajdonságaiból fakadóan széles körben alkalmazzák: pl. a jármű-, az elektromos iparban, gyakran fémek helyettesítésére is.

Ennek megfelelően igen magasak a POM-ból készülő alkatrészekkel szembeni elvárások. A jó minőség a megfelelő anyagelőkészítéssel kezdődik.

A granulátumot abban a térben kell tárolni, ahol a feldolgozás is történik, így nem csapódik le kondenzvíz. Ha a göngyöleg hosszabb ideig nyitva marad, a granulátumot két órán át 80 °C-os hőmérsékleten kell szárítani (szívósított típusokat, mint pl. a Delrin® 100ST 0,06 %-nál alacsonyabb nedvességtartalom eléréséig). Gyakran a túl magas nedvességtartalom az oka a formadarab rossz felületének vagy a szerszámon keletkező lerakódásnak.

A második általánosan fontos tudnivaló, hogy a POM olvadék érzékenyen reagál – lebomlik, szétesik – a vörösrézrel való érintkezésre. Ezért az adapter vagy a gép-fúvóka becsavarozásakor nem szabad rézpasztát használni, a szerszámban nem szabad beütem-réz betétet vagy hűtőujjat alkalmazni.

Fröccsöntéskor ajánlott betartani az anyag gyártója által megadott feldolgozási paramétereket. A Delrin® alaptípusokra vonatkozó szabályok (a további típusokat lásd az adatlapban):

- úgy kell megválasztani a csiga fordulatszámát, hogy a kerületi sebessége 0,2-0,3 m/s legyen,
- anyaghőmérséklet (215 ± 5) °C,
- Torlónyomás 50-100 bar
- Utánnnyomás 900-1000 bar
- A súlyoptimalizálással kapott utánnnyomás időre (a túl kicsi, hatástalan utánnnyomás idő csökkenti a



A POM lebomlása egy figyelmen kívül hagyott befagyott áramkövetésként egy kétgúti szerszám elosztócsatornáiban

formadarab szilárdságát); irányadó érték a 8 mp utánnnyomás idő/ falvastagság milliméter, ez a max. 3 mm-es falvastagságig érvényes.

- a szerszám felületi hőmérséklete 90 °C,

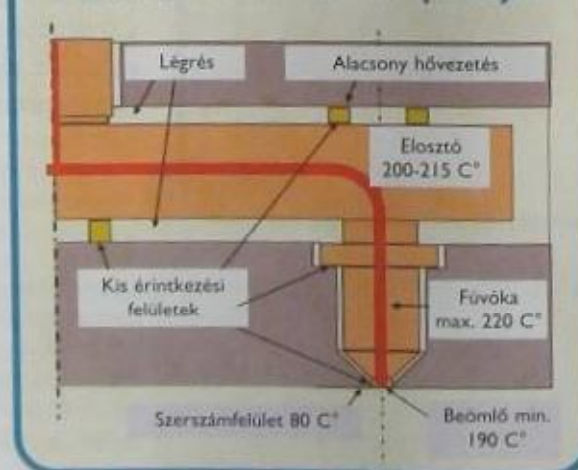
A helyes középhőmérséklet ellenére a két-pontos szabályozónál jelentős hőmérsékleti ingadozások mutatkozhatnak. Ezzel szemben egy jó PID szabályozó egzakt hőmérsékletvezetést és kis ingadozási tartományt biztosít. A meghosszabbított gép- vagy forrócsatorna fúvókáknak egyenletes hőmérsékleteloszlást kell biztosítaniuk. Ebben az esetben nagyon fontos, hogy a hőérzékelő elhelyezése megfelelő legyen. Különösen fontos a POM-nál a precíz hőmérséklet beállítás, mert ennek a műanyag-nak a túlzott termikus igénybevételkor – eltérően a PA-tól vagy a PBT-től – bomlása során gáz halmazállapotú anyagok keletkeznek. A bomlás jele az, hogy habosodó

olvadék folyik ki a fúvókán, köpköd a fúvóka, sajátos szag érezhető, a csiga ellenőrzhetetlenül visszanyomódik, valamint barna vagy fekete csíkok, ill. jól látható folyásnyomok jelennek meg a formadarabokon.

Hőterhelés vizsgálata felhabzási teszttel

Egyszerű felhabzási teszttel vizsgálható a hőterhelés: A ciklusban működő gépet az adagolási idő végén leállítjuk. A biztonsági szabályok betartása mellett (elszívás és vízfürdő használata, kesztyű és védőszemüveg viselése) a natúr anyag 10 perc után, a pigmentált anyag 2 perc után a szabadba fröccsölődik. Ekkor kell megfigyelni, hogy felhabzik-e az olvadékpogácsa, ezután a kifolyt anyagot vízfürdőbe tesszük. Ha úszik, akkor nem megengedett mértékű a gázképződés tehát túl nagy a hőigénybevétel. Anyagváltáskor a fröccsöntő gépen a szokásos eljárási módon – kijáratás, tisztítás, hőmérséklet beállítás köztes termékkel – kívül különösen arra kell ügyelni, hogy ne legyenek a hengerben kórtartalmú anyagmaradványok, lángállósító adalékot tartalmazó anyagmaradványok. Az ömledék által megtett teljes útvonalon, a befroccsöntő egységtől a szerszámig, nem szabad hőittémekek keletkeznie. Erre a visszaáramlás-gyűrűnél és a gép fúvókájánál éppúgy kell ügyelni, mint a forró csatorna-rendszer elosztójánál és fúvókájánál. Ahhoz, hogy a forró csatornában tartható legyen az egyenletes és nem túl magas ömledék hőmérséklet, a forró csatornában szerszámban ezen kívül még szükséges van a hűtött szerszámtól való megfelelő hőelválasztásra.

Hőmérséklet – a Delrin® példáján



A forrócsatornás szerszámoknál kellően nagy légrés, az alacsony hővezető képességű távtartók, valamint a kis érintkezési felületek eredményezik a tiszta termikus elválasztást a 80 °C-nál kisebb szerszám és a 200-220 °C-os forrócsatorna-rendszer között. (képek DuPont)

Szerszámpróba – hogyan történik?

A szerzámpróba célja a kifogástalanul működő és üzembiztos szerzám. A siker kulcsa egy jól szervezett folyamat, három fontos mérföldkövel, ez a következetes eljárási mód időt és költséget takarít meg.

A fröccsöntő szerzám élete a kipróbálásal, tehát az első üzembhelyezéssel kezdődik. Ez a folyamat különleges gondosságot követel, mert arra szolgál, hogy a szerzám hiányosságait, gyenge pontjait megtaláljuk annak érdekében, hogy azokat még a sorozatgyártás megkezdése előtt kijavíthassuk, a gyártási paramétereket a szerzám használata szempontjából gazdaságilag optimalizáljuk és a lehető legjobb formadarab tulajdonságokat érjük el.

A szerzámpróba-hoz szükséges előkészítést a szerzám tervezésével és gyártásával együtt lehet – és kell – megkezdni. A idő sürgetése nélkül az alapanyag gyártótól meg kell kérdezni a felhasználandó mű-

anyagtípusra vonatkozó feldolgozási paramétereket (anyagelőkészítés, ömledék- és szerzám-hőmérséklet, befröccsöntési sebesség, utánnomás mértéke). Ezt követően meg kell határozni az utánnomási, a hűlési és a ciklusidő számértékeit.

A lökettérfogat és a záró erő adatainak segítségével határozható meg a gyártáshoz felhasználandó fröccsöntőgép.

A következő előkészítő lépésben rákerül a szerzám a gépre. A hőmérséklet-szabályozó vezetékek, magkihúzó, stb csatlakoztatása után következik száraz üzemben a szerzám működés-vizsgálata. Úgy kell összerakni a pernfénás berendezéseket, – például hűtőkészülékek, elvevő és adott esetben behelyező ro-

A szabályozott szerzámpróba folyamat

A szerzámpróba a gép beindításával kezdődik, mégpedig a befröccsöntési sebességet és a nyomásokat csökkentett értékekkel alkalmazzuk és utánnomás nélkül dolgozunk. A löket térfogatot ajánlatos kb. 50 %-os elméleti értékre állítani a kezdésnél, majd a löket térfogatot lépésenként 5-10 %-al növeljük. Az e közben kapott valamennyi résztöltést pontosan meg kell szemlélni, mert ez a sorrend mutatja a szerzám kitöltődési folyamatát. A résztöltésekből lehet arra következtetni, hogy hol keletkeznek légzárványok és – esetleg nem kívánt – összecsapási varratok. Továbbá megmutatják azokat a nehezen kitölthető területeket, amelyeket adott esetben a sorozatgyártás megkezdése előtt még módosítani kell. Különösen fontos az ilyen kitöltési tanulmány a többbéllyeges szerzámoknál, mert ez mutatja meg egyértelműen az egyes szerzámfészkek kitöltésének egyenetlenségeit, amelyek később minőségi eltéréseket okozhatnak a különböző béllyegekből kikerülő darabokban.

Hogya elértük a formadarab 95-100 %-os kitöltöttségét, meghatározzuk az átkapcsolási térfogatot. 20 mm-rel növeljük az adagolási utat és átkapcsolási útként 20 mm-t adunk meg azért, hogy meglegyen az utánnomási út és az anyagpárna. A kis értékektől kezdjük az utánnomás növelését. Ha elértük az ajánlott utánnomást, végézzük el az utánnomási idő optimalizálását. Ennek során addig növeljük az utánnomási időt, amíg állandó darabsúlyt nem kapunk és ezáltal optimális lesz a formadarab



Egy kitöltési tanulmány lépésről lépésre megmutatja, hogy hogyan keletkeznek a szerzámokban a formadarabok. Továbbá döntő fontosságú utalások szólnak az egyenetlenségről, légzárványokról és a összecsapások helyéről.

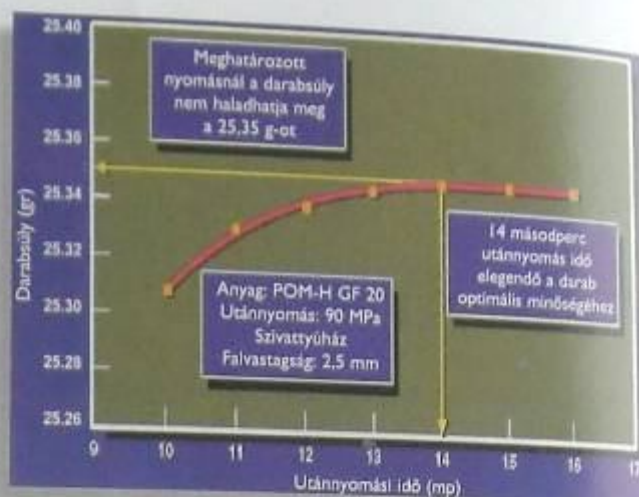
botok – ahogy az a végleges állapotnak megfelelően. Az ideiglenesen csatlakoztatott készülékek meghamisíthatják a próba eredményét! Végezetül az alapanyaggyártó adatainak megfelelően beállítjuk a hengerhőmérsékletet és az adagolás sebességét, majd a gép és a szerzám előfűtése következik.

minősége. Az optimalizálás előfeltétele, hogy az elosztók és a beömlők keresztmetszete elég nagy legyen. (a gyártó feldolgozási útmutatója). Ezt követően úgy állítjuk be az adagolást, hogy kb. 5 mm-es anyagpárma maradjon. Ez után ajánlott a formadarabokat különböző befőrccsöntési idővel gyártani, annak érdekében hogy a legjobb felületi minőséget biztosítsuk. A hűtési és az adagolási idő ezt követő optimalizálásakor különösen a darab kidobásának biztonságára kell ügyelnünk.

A beállítási adatok és a tapasztalatok dokumentálása

A szerszámpróba befejezése jelenti az összes rögzített gépbeállítási adat dokumentációját egyetlen szabványosított jegyzőkönyvben, továbbá az adatok kiértékelését és valamennyi bemintázási eredmény megbeszélését az előírt és a tényleges állapot összehasonlításával, amelynek során minden eltérés (méretek, vetemedés, töltési problémák, stb.) elemzésre kerül. A

Az utátnyomási idő lépésenkénti emelésével állapítható meg, hogy melyik időtől kezdve marad állandó a formadarab. Ennél az időponttól érték el az optimális formadarab minőséget. (Képek DuPont).



szerszámpróbánál fellépő problémák okait – és nem a felelősöket – kell megtalálni és intézkedéseket fogantatni az okok elhárítása érdekében, kiváltképp olyanokat, amelyek a szerszámon elvégzendő módosításokat jelentik. Ennek folyamán fontos, hogy bevonjuk a költségekért felelős döntéshozókat is.

A záró megbeszélés címszavakat tartalmazó jegyzőkönyvével, az előírt és a tényleges

értékek összehasonlításával, valamint a meghozott intézkedésekkel és a gépbeállítást tartalmazó adattal együtt archiválni kell a kitöltési tanulmányt és az utátnyomás optimalizálásáról készült diagramot is. Ezek a dokumentumok a jövőben esetlegesen jelentkező gyártási vagy szerszámtechnikai problémák szempontjából lényeges támpontot jelentenek majd a hiba okának megkeresésében.

NAGY HŐÁLLÓSÁGÚ PA FRÖCCSÖNTÉSE

Miért van szükség a kopásvédelemre?

Anyag	t
POM	0,03 mm
PA	0,02 mm
PET	0,02 mm
PBT	0,02 mm
TEE	0,03 mm

Alacsony viszkozitású típusoknál ill., ha nem lehet jelentős a sorjaképződés, szükség esetén kis légtelenítő réssel kell kezdeni.

Légtelenítő rés ajánlott méretel

Példák szellőztetésre

Megfelelő szellőztetéssel az elválasztó síkban és a kidobónál elkerülhető a légtelenítők és az égés helyek kialakulása a folyási út végén.

Nagy hőállóságú poliamidok feldolgozása 320-350 C°-on történik. Ilyen hőmérsékleten erős igénybevételnek van kitéve valamennyi, az ömledékekkel érintkező nyersanyag. Ezért általánosan ajánlott a kopás elleni védelem.

A nagy hőállóságú poliamidok, pl. Zytel® HTN, tartós használati tulajdonságai figyelemreméltóak és jó a mérettartásuk magasabb hőmérsékleten is. Motor- és transzformátor-olajokkal, valamint a glikollal szembeni kémiai ellenállókéességük jó. Ebből adódóan költségtakarékos alternatívát jelentenek a polifenilénszulfiddal (PPS) vagy a poliétermiddel (PEI) szemben, ahol eddig a poliamid 66-ból vagy termoplasztikus poliészterekből készült alkatrészeknek nagyobb követelményeket kellett teljesíteniük, pl. gépjárművek hűtőrendszerének funkcionális részei. Az elektromos-iparban a nagy hőállóságú poliamidokat, pl. SMT (Surface Mount Technology) szerkezeti elemekhez, valamint termikusan nagy igénybevételnek kitett lámpafoglatokhoz vagy csövetestekhez használják.

A nagy hőállóságú poliamidokat általában hagyományos, három zónás csigas fröccsöntőgéppel fel lehet dolgozni. Minden ömledékkel érintkező felület, a csiga, a cölinder, a visszaáramlás-gátló felülete erős kopásnak és korróziónak van kitéve. Emiatt ajánlott a fröccsöntő hengert bimetál burkolattal ellátni és króm-vanádium-molibdén acélötvözetből készült vagy megfelelő rétegvédelemmel ellátott csigát használni. Ennek során ügyelni kell arra, hogy a henger és a csiga anyaga egymással összeférhető legyen. Kevésbé ajánljuk a nitridált felületeket, mert különösen a kitoló zónában kopás jelentkezhet. A visszaáramlás-gátlót és a dűznyt is kopásálló anyagból kell készíteni.

Hőmérsékletszabályozás biztosítása

Felgyorsítja a korróziót a hosszú tartózkodási idő, vagyis a viszonylag kis fröccsvolumen, a túlzottan nagy forrócsatorna térfogat, a hosszú állásidők és a – különösen kritikus, mert gyakran nem észrevehető – holtterek. Így hatnak a belső illeszkedő fe-

lületeken lévő barázdák vagy közes terek a henger, az adapter és a gépfűvóka között, valamint a forró csatorna-rendszer nem megfelelő kialakítása.

Figyelembe kell venni azt, hogy a Zytel® HTN-nek több energiára van szüksége az ömledék létrehozásához, mint a szabvány PA 66-nak.



Nagy hőállóságú poliamidok jellegzetes felhasználási területei: több részes, glikolnak ellenálló vízszelap (balra) és erősen barázdált olajszivattyúház (jobbra). (Képek DuPont)

Az anyagot 0,2% alatti nedvességtartalommal csomagolják. Az anyag csak lassan veszi fel környezetéből a nedvességet, azonban az előszáritás során is csak lassan adja le. Az optimális tulajdonságokhoz ajánlatos a granulátumot szárított levegős szárítóban 100 C°-on 4-8 órán át 0,1 % alatti nedvességtartalomig szárítani. A nem erősített, valamint az üvegszálás vagy ásványi anyaggal erősített, nagy hőállóságú poliamidok jellegzetes feldolgozási paramétereit:

- anyaghőmérséklet: 320-330 C°
- csiga fordulatszáma: olyan alacsony, amennyire csak a ciklusidő szempontjából lehetséges (kerületi sebesség max. 0,15 m/s) torlónyomás: 50 bar (fajlagos) vagy olyan alacsony, hogy egyenletes csigavisszamenet keletkezzen
- kristályosodási idő (falvastagság mm-ként): 3-4 s
- utánnnyomás nagysága: 850 bar (500-1000 bar)
- maximális tartózkodási idő: 15 perc, különben tisztítás lesz szükséges.

A fröccsöntő gép mellett a szerszám kialakítása és hőmérséklete is nagy befolyással van a formadarab minőségére.

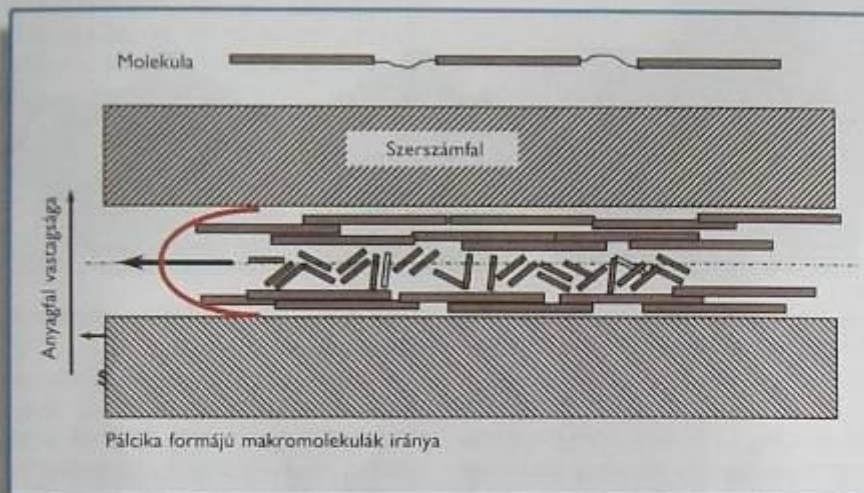
A hengerek, a gépfűvóka és a forrócsatorna-rendszer fűtésénél kiváló minőségű hőmérsékletszabályozóknak kell biztosítaniuk, hogy a ± 3 K-ra beállított hőmérsékleteket be lehessen tartani. Ez a nagy pontosság

megköveteli a hőérzékelő megfelelő elhelyezését és kellő számú szabályozózóna meglétét. A plasztifikáló hengerek legalább három fűtőzónája legyen, amelyek megfelelnek a funkcionális zónáknak. A hőszigetelés nem szabad, hogy befolyásolja a hőmérsékletszabályozó magatartását.

A nagy hőállóságú poliamid fajták megkövetelik a gondosan kivitelezett szerszám-szellőztetést, kiváltképp a folyási út végén és azokon a helyeken, ahol a folyási frontok összefutnak. Az égési helyek (Diesel-hatás) elkerülése érdekében az elválasztó síkban és a kidobóknál légtelenítő réseket kell hagyni. Ezek mélysége legalább 0,02 mm legyen.

A Zytel® HTN 51. sorozatnak magas az üvegesedési hőmérséklete, ezért a szerszám felületi hőmérséklete 150 C° fölött kell legyen. A szerszám tervezésekor ezt a tényt figyelembe kell venni. Az 52., 53., 54. sorozatnál a szükséges felületi hőmérséklet 95-100 C°.

Miben különböznek?



Az LCP sajátosságai: A hosszú, pálcika formájú molekulák a szerszám falával párhuzamosan orientálódnak, miközben az üvegszálak az anyag belsejében csökkentik az orientációt a formadarabban (nem méretarányos).

A folyadékkristályos műanyagokból (LCP) vékony falú, rendkívüli mechanikai tulajdonságú formadarabok gyárthatók. A fröccsöntéskor és a szerszám kialakításánál azonban néhány különlegességet figyelembe kell venni. A legfontosabb a gyors befroccsöntés következtében keletkező nagy nyírás és a nagyon jó szerszám-szellőztetés.

A műanyagok között a folyadékkristályos műanyagok (Liquid Crystal Polymers, LCP) bizonyos tekintetben sajátos helyet foglalnak el. Nagy molekulából állnak, amelyek ömledék állapotban is kristályos pálcika formájuk maradnak. Ez az anyagszerkezet hatással van az anyag tulajdonságaira és a feldolgozására.

- Az LCP ömledék hőtartalma olyan csekély, hogy az olvadás megszakításakor gyakorlatilag azonnal megkezdődik a kristályosodás.

- Az LCP ömledék folyóképessége nagyon jó, ami a növekvő nyírással (hőmérséklet) fokozódik. A nagy fröccssebesség és a szerszámban fellépő nyírás javítja a mechanikai tulajdonságokat.
- Az LCP tulajdonságai a csökkenő falvastagsággal együtt javulnak, mivel a molekulák elrendeződésének mértéke nő. Ezért a polimer különösen alkalmas kis, vékony falú, erősen bordázott vagy strukturált alkatrészek gyártására.

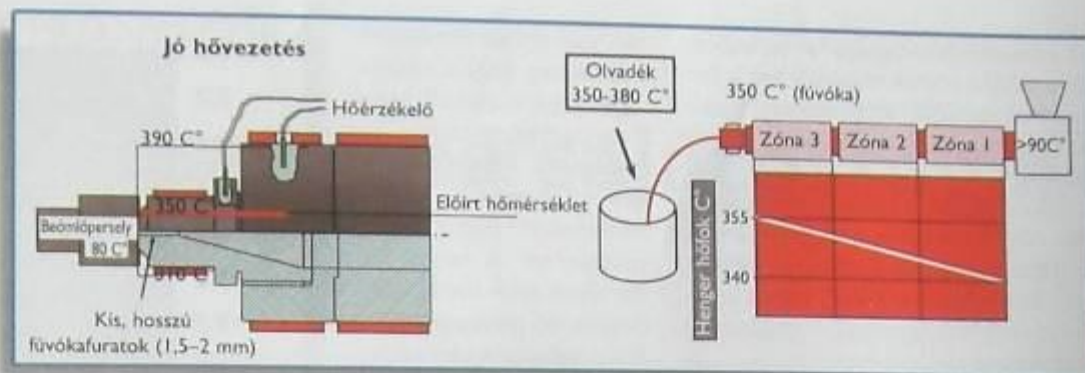
A kereskedelmi forgalomban kapható LCP típusok üvegszál vagy ásványianyag erősítésűek. A belőlük készülő formadarabok nagy szilárdságúak, szívósak és a tartós használati hőmérséklet ezen alkatrészek esetében elérheti 300 C°-ot is. Hőtágulásuk kicsi, eredendően lángállóak. Jellemző alkalmazási területek a mechanikusan és/vagy termikusan igénybe vett, filigrán szerkezetű funkcionális alkatrészek a jármű-, az elektromos és az elektronikai iparban. Az LCP feldolgozására a hosszú behúzó zónájú, 3 zónás csigák alkalmasak, amelyek menetmélység aránya 2,0-3,5 és L/D aránya 18:1-20:1. A 350-380 C° (és maga-

sabb) olvadási hőmérséklet miatt a hengeren és a gépfúvókán nagyteljesítményű kerámia fűtőpatronokat kell használni. Az ezeket hőmérsékletbeállítás érdekében legalább 4 szabályozó zónával – három a plasztifikálóhenger funkcionális zónájához egy a fúvókához – rendelkező, precíz hőfokszabályozásra van szükség. Továbbá rendelkezésre kell állnia egy szabályozható tölcserűtésnek is.

Az LCP ömledéknek nincs korrózió hatása, viszont az üvegszál- vagy ásványi anyag tartalom miatt erősen koptató. Különleges acélfajták és speciális kezelési eljárások alkalmazásával a csiga, a henger, illetve a visszaáramlás-gátló élettartama meghosszabbítható. Annak érdekében, hogy az utánnyomás biztosításához egyenletes anyagpáma álljon mindig rendelkezésre a visszaáramlás-gátló hibátlan működése szükséges. Ezt rendszeresen ellenőzni kell. A DuPont Zenite® márkanevű LCP anyagai esetében a granulátumok szemcseméretét 2-3 mm-re csökkentették, ebből kifolyólag ezeket az anyagokat kisebb csigaátmérővel és ezáltal kisebb menetmélységgel, könnyebben lehet feldolgozni. A granulátumot feldolgozás előtt szárított levegős szárítóval 1-4 órán át 0,01 % maradós nedvességtartalom eléréséig kell előszárítani. A fröccsöntő gép beindításakor a nagyon alacsony ömledék viszkozitás miatt kis befroccsöntési nyomást kell választani és nagyon hamar átkapcsolni. Feldolgozásokor a következők érvényesek:

- a hengert hőmérsékletet 30 C°-al, alacsonyabbra kell beállítani, mint a feldolgozási hőmérséklet (Zenite® 6xxx: 355 C° és Zenite® 7xxx: 365 C°) és 20 percen át kell előfűteni,
- a zónahőmérsékleteket a feldolgozási hőfokokra kell emelni
- kis torlónyomással és alacsony csiga-fordulatszámmal kell plasztifikálni (kerületi sebesség max. 2 m/s),
- a befroccsöntési sebességet olyan nagyságúra kell megválasztani, hogy a kitöltési idő csak 0,3-0,5 mp. legyen,

Az LCP feldolgozásukor fontos a jó hőmérséktszabályozás. A töltésnél, karmahűtést 90 °C^o feletti hőmérsékletre kell beállítani (balra fűvóka és adapter részlete). (Képek: DuPont de Nemours)



• többnyire elegendő a kb. 1 mp. utánnyomási idő.
A szerszámtervezéskor is figyelembe kell venni az LCP sajátosságait. Hidegcsatornás szerszám esetében az elosztó keresztmetszete a darab falvastagságának 1,5-szerese lehet. A nyírásból fakadó kellő mértékű felmelegedéshez a beömlő méretét a fal-

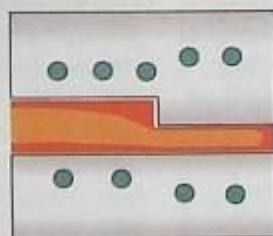
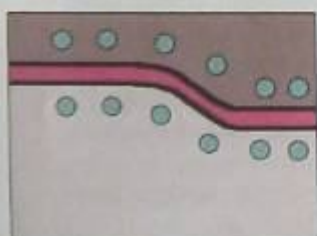
vastagág 0,5-0,7-szeresére érdemes megválasztani. A forró csatorna használatakor rövid előelosztót kell betervezni cseppfelfogóval (különben a hideg szemcsék a forrócsatorna fűvókából megsérthetik a vékony betéteket). Fontos hogy a fröccsöntést az ömladék stagnálása nélkül végezzük, mert máskülönben befagy a folyási front és

fennáll annak veszélye, hogy megsérül a szerszám vagy nem lesz teljes a kitöltés. Ez okból és a magas befröccsöntési sebesség miatt nem nélkülözhető a jó szerszámjelöltetés. Végezetül egy egyenletes hőfokeloszlású 80-100 °C^o felületi hőmérsékletű szerszámmal biztosítható, hogy csak igen kis zsugorodás jöjjön létre.

HELYES SZERSZÁMHŐMÉRSÉKLET

Optimális temperálás

Fröccsöntéskor a szerszám hőmérséklete az egyik legfontosabb befolyásoló paraméter. Hatással van a hűlési időre, ezáltal a gyártás gazdaságosságára valamint a kristályosodásra és a maradó feszültségre, amivel pedig a formadarab végső tulajdonságait, minőségét befolyásolja.



A szerszámokban lévő hűtőcsatornákat egyenletes falvastagság esetén úgy kell elhelyezni, hogy kövessék a darab körvonalait (balra). Eltérő falvastagság esetén a hűtőcsatornák távolsága a szerszámfelülettől a falvastagság arányokkal fordított legyen (jobbra).

A szerszám hőmérséklete (pontosabban a szerszám felületének hőmérséklete az egyes formafészkekben) döntő jelentőségű abból a szempontból, hogy milyen

gyorsan megy végbe a befröccsöntés után az ömladékkal bevitt hő elvezetése. A szerszám temperálására szükség van, ahhoz, hogy a szerszámot a gyártás megkez-

déséhez felfűtsük és azt gyártás során a kívánt hőmérsékleten tartjuk. Amennyiben az egyik szerszámrész jobban lehűlt, mint a másik, ezen a részen a formadarab is gyorsabban fog lehűlni. Ennek következménye a helyileg megnövekedett belső feszültség, a formadarab különböző mértékű zsugorodási viselkedése és a szerszám-bontás utáni vetemedés. Ez a szűk tűrés-határú alkatrészeknél befolyásolhatja a mérettartást.

Hűtőfuratok helyes elrendezése

A kimagasló minőségű formadarabok gyártásának előfeltétele a szerszám felületének egyenletes hűtése. Ezért a hűtőfuratokat úgy kell elhelyezni a szerszámokban, hogy az egyenletes felületi hőmérséklet biztosítható legyen. Erre néhány egyszerű, sajnos gyakran nem betartott szabály érvényes:

Az egyenletes falvastagságú formadaraboknál a hűtőfuratoknak követniük kell a formadarab kontúrját, tehát mindenütt azonos legyen a szerszám felszínétől való távolság.

A különböző falvastagságú formadaraboknál a hűtőfuratoknak a vastagabb részeknél közelebb kell lenniük a szerszám felszínéhez (több hőt kell elvezetni), mint a vékonyabb részeknél (gyorsabban megdermed a formadarab).

A sarokterületeken különösen intenzív hűtés szükséges, mert a hűtőcsatornának a hőt két falról kell elvezetnie.

A hűtőfuratok D átmérője a falvastagság 2,5-szerese kell, hogy legyen, de legalább 5 mm. A hűtőfuratok távolsága a szerszám falától 2,5 D, az oldaltávolság 3 D mérettel bizonyult a legjobbnak.

A szerszám mechanikai szilárdságának biztosítása érdekében 500 bar fröccsnyomás felett szilárdsági számítást kell elvégezni.

Hűtési középhőmérséklet szabályozása

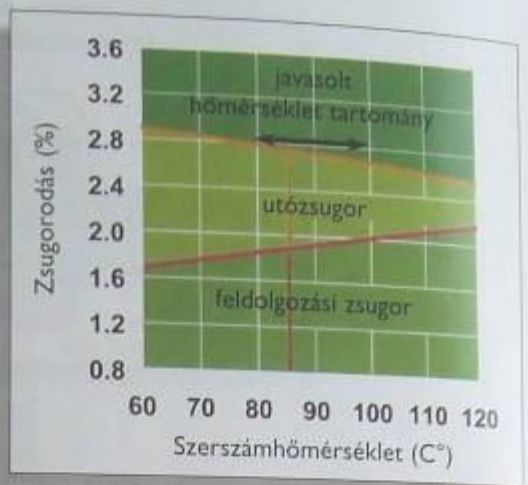
Nagyobb szerszámoknál ajánlott a temperálást több hűtőkörre osztani. Máskülön-

ben olyan erősen felmelegszik a hűtőközeg, hogy a hűtőkör végén folyamatosan túl magas a szerszám hőmérséklete.

Ezekkel az intézkedésekkel elérhető az egyenletes felületi hőmérséklet biztosítása a szerszámban. A helyes hőmérsékleti érték mindig a feldolgozandó műanyagtól függ. A biztonságos temelés érdekében a temperáló hűtőköröket elektronikus áramlásmérő érzékelőkkel kell ellátni. Egy hőérzékelő a hűtőközeg belépésénél, precíziós alkatrészeknél egy további a kilépésnél és egy hőfokszabályozó, ami a hűtőközeg belépő hőmérsékletét szabályozza, jelenti az alapfelszereltséget. A szerszám használata során a konstans hűtési tulajdonságok eléréséhez elengedhetetlen a hűtőközeg szűrése és rendszeres kezelése. Ezzel akadályozható meg a hűtőkörökben a lerakódások keletkezése, amelyek a hőátadásra és ezzel a formadarab minőségére hatnak és negatív hatásukat csak fokozott karbantartással lehetne kiküszöbölni.

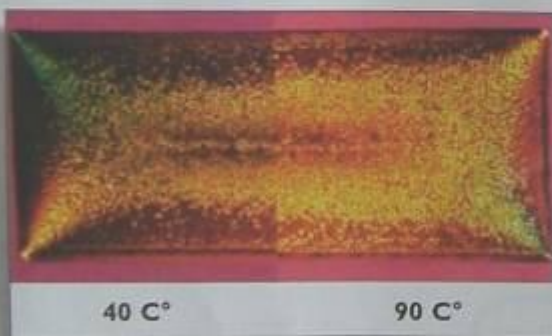
A szerszám felszíni hőmérséklete egy, egészen a szerszámbélyeg felületét elérő hőérzékelővel mérhető, azonban a mérés csak helyi jelentőségű. Az érzékelőt nem szabad hőmérséklet szabályozásra használni. Először is a szabályozás csak nehézkesen reagálna, másrészt pedig elkerülhetetlen ingadozás alakulna ki – a mért szerszámhőmérséklet ciklustól függő hőmérséklet ingadozásnak van kitéve – a labilis szabályozási viselkedés folytán.

A szerszám helyes felszíni hőmérsékletének jelentősége a Delrin® poliacetál (POM) példáján érzékeltethető.



90 C°-as optimális szerszámhőmérsékletnél a feldolgozási zsugorodás alig 2 %. Az utózsugorodás csak kb. 0,8 % (Képek: DuPont)

Ennél a alapanyagnál finom, homogén kristályszerkezetnek kell kialakulnia ahhoz hogy jó mechanikai tulajdonságait el lehessen érni. Ehhez kellően magas szerszám felületi hőmérséklet szükséges. 90 C° az optimális. Az ennél magasabb hőmérséklet csak egyedi esetekben eredményezi a minőség további javulását, azonban a hosszabb hűtési idő miatt csökken a gyártás gazdaságossága. Túl alacsony szerszámfelületi hőmérsékletnél az ömledék túl gyorsan hűl le. Emiatt rosszul kikristályosodott peremrész alakul ki. A túl gyors lehűlés miatt a teljes zsugorodás jelentős része utózsugorodásként érzékelhető, amely később a formadarab vetemedését okozhatja. Továbbá az összecsapási helyeken olyan kötési varratok keletkezhetnek, amelyek csak kisebb mechanikai igénybevétellel szemben ellenállóak. Mindezek a hibák elkerülhetők a szerszám felületi hőmérsékletének helyes beállításával.



A POM formadarab keresztmetszete mutatja, hogy 90 C°-as szerszámhőmérsékleten (jobbra) vékony peremréteg és finom, homogén kristályszerkezet képződik; miközben a 40 C°-os alacsony hőmérséklet (balra) vastagabb peremréteget és inhomogén szerkezetet eredményez.

A forrócsatorna sajátosságai

Az égésgátolt műanyagok fröccsöntését lehetőleg alacsony hőmérsékleten kell végezni. A plasztifikáló egység, a forró csatorna és a szerszám helyes megválasztása elkerülhetővé teszi a túlzott nyírást és a helyi túlhevülést. Máskülönben fennáll a veszély, hogy a égésgátló anyag már a feldolgozás közben reakcióba lép.



Erős korrózió egy visszadramlásgátlóval rendelkező csigacsúcsan, ami egy égésgátolt tartalmazó alapanyag szakszerűtlen feldolgozásának a következménye (túl rövid előszárítás, túl magas hőmérséklet)

Az égésgátló anyagok csökkentik a műanyagok gyúlékonyságát és éghetőségét. Hatásmechanizmusuk különböző. Például kémiai hatással megakadályozhatják az égés kiterjedését, vagy az égés helyét védőréteggel fedik be, vagy vízképződéssel hűtenek.

Az égésgátló anyagok többnyire egy meghatározott hőmérséklet fölött lépnek működésbe az anyag ömledékhőmérsékletének a fröccsöntéskor ez alatt a hőmérsékleti határ alatt kell lennie. Emiatt az égésgátolt típusokat többnyire alacsonyabb hőmérsékleten lehet feldolgozni, mint azok megfelelő alapváltozatát. Ezen kívül kevésbé hőstabilak. E miatt különösen fontos, hogy az alapanyaggyártó által ajánlott feldolgozási hőmérsékletet betartsuk és a nyírás általi véletlen felmelegedést elkerüljük.

A lángállósított műanyagoknál ajánlott korrózió ellen védett plasztifikáló egységet

használni, valamint a forrócsatornához és a szerszámhoz megfelelő nyersanyagot alkalmazni. Ennek az az oka, hogy néhány lángmentesítő szer komodáló hatású, mert a vízzel alkotott vegyületében savak keletkeznek. Ezért különösen ügyelni kell arra, hogy a égésgátolt poliamid (PA) megengedett maradó nedvességtartalma nem haladhatja meg a 0,2 %-ot.

Végezetül a égésgátolt műanyagoknál alacsonyabb az ömledék

A égésgátolt PA66 feldolgozásánál fejtlenül be kell tartani az előírt elosztó- és fúvóka hőmérsékletet. Továbbá különösen fontos a megfelelő termikus elválasztás a forrócsatorna és a lehűtött szerszám között.

megengedett tartózkodási ideje: miközben a Zytel® 70G25 25 %-ban üvegszál erősítésű DuPont poliamidnál 15 perc, a Zytel®FR70G25V0-nál, megfelelően beállított égésgátlás mellett 10 percre csökkent le.

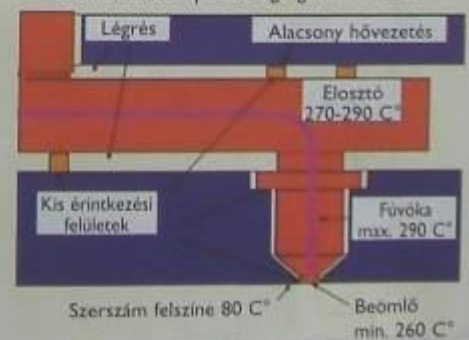
A lángállósított műanyagok ezen sajátosságait a fröccsöntő szerszámok tervezésekor és kiváltképp a forrócsatorna rendszemél kell figyelembe venni. Általában a műszaki műanyagoknál természetesen csak kiegyensúlyozott forrócsatorna elosztót szabad alkalmazni. Ezek olyan elosztók, amelyeknél a folyási út a gépfúvókától minden fröccsöntési pontig egyforma hosszúságú. Továbbá hatékony termikus elválasztás szükséges az ömledékhőmérsékletre melegített forrócsatorna-elosztó és a lehűtött fröccsöntő szerszám között. Döntő fontosságúak a szükséges mechanikai tulajdonságok elérésében a lehetőleg nagy légérés, a kis érintkezési felületek és a rossz hővezető képességű anyagok, mint pl. a kerámia.

A forrócsatorna-elosztóba a fűtést a jó hőátadás érdekében beleöntik (nemcsak belelerakják vagy belepreselik).

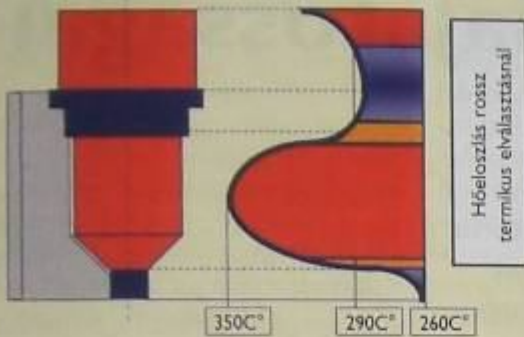
A szimmetrikusan rendezett fűtés egyenletes hőeloszlást biztosít. Az ömledékcsatorna a lángálló anyagok rövid tartózkodási ideje miatt nem tartalmazhat holt sarkokat. A tereleket ezért osztott be-

Forrócsatorna a részben kristályos termoplaszthoz **Termikus elválasztás**

Hőmérséklet – példa a égésgátolt PA 66-ra



**Forrócsatorna a részben kristályos termoplaszthoz
Termikus elválasztás a fúvóka területén**



A forrócsatorna fúvóka és a szerszám közötti rossz hőelválasztás szükségszerűen túlságosan magas ömledék hőmérsékletre vezet a fúvókában és ezzel a égésgátló anyagoknál fennáll a túlhevülés és az anyagbomlás megindulásának a veszélye. (Képek DuPont)

különböző kiviteleit alkalmazzuk; ezen kívül a fúvókahegyek kopása esetén ezek gyorsan és kedvező költséggel cserélhetők. A szárhúzás csökkentésére vagy a csepegési hajlamra hővezető torpedós fúvókák alkalmazhatók. Szinte még ennél is fontosabb a forrócsatorna-elosztónál a gondos termikus elválasztás a fúvóka területén. A rossz termikus elválasztás helyileg nem kívánatosan magas hőmérsékletre vezet. Ebben az esetben fennáll a veszély, hogy az égésgátló adalék anyag már a feldolgozás közben reakcióba lép. Ez megnehezíti a feldolgozást és a formadarabban túl kevés lángállóító anyag marad.

A pontos hővezetéshez minden fúvóknak szüksége van saját szabályozókörre. A PID reagálású szabályozók lényegesen pontosabb hőszabályozást biztosítanak, mint az egyszerű kétpontos szabályozók. Továbbá a szabályozónak gyorsan kell reagálnia, hogy mindennek-előtt a rövid befröccsöntési idejű, kis alkatrészek fröccsöntésekor elkerülhető legyen a nem kívánatos, nyírás miatti felmelegedés.

tétekekkel, a betétek beöntésével vagy pontosan pozícionált terelő dugókkal kell biztosítani.

A forrócsatorna rendszer tömítettségével szemben támasztott magas követelmények miatt különösen figyelembe kell venni a

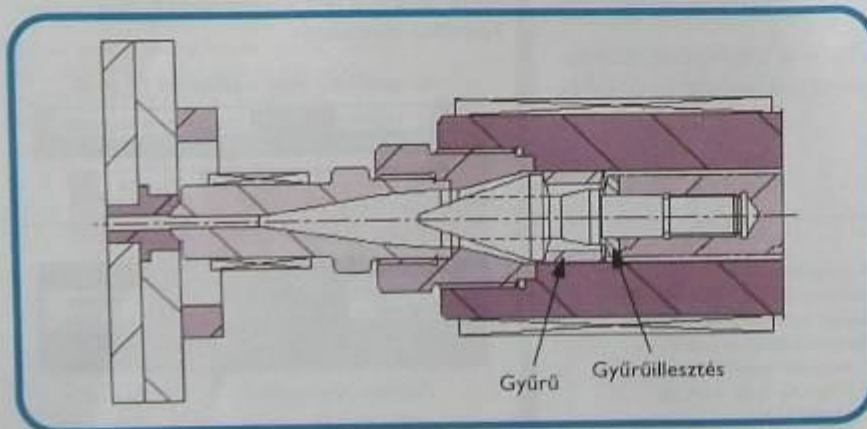
mechanikai szilárdságot és kiváltképp a középső rész behajlását.

A forrócsatorna fúvókáknak megfelelő teljesítmény elosztással kell rendelkezniük. A cserélhető hegyek lehetővé teszik, hogy a fröccsöntési pont fúvóka alapformájának

KOPÁS OKOZTA HIBÁK

Kopás minimalizálása

A kopás a formadarabok hibáját, selejtjét, és a termelés költséges zavarát okozhatja. Ezért ajánlott a jellegzetesen gyorsan kopó alkatrészek, pl. a visszaáramlás gátló rendszeres ellenőrzése és szükség esetén kopásvédett fröccs egység alkalmazása.



Műanyagok feldolgozásakor elkerülhetetlen a kopás. Különösen igaz ez a visszaáramlás-zárókra és a fúvókákra. Kisebb mértékben a csigákra és a hengerekre is. Annak érdekében, hogy fröccsöntéskor lehetőleg alacsony legyen a kopás mértéke, meg kell ismernünk annak okait. Megkülönböztetünk abrazív kopást, amely a granulátumnak vagy az ömledéknek a fémes anyagokon történő csúszó mozgásának következménye, és amely a nagy nyomás, a magas hőmérséklet és a csúszósebesség magas értékének a következménye, ezt a töltő- és az erősítő anyagok jelenléte még fokozza. A korróziós

A visszaáramlás gátló kopó alkatész, ezért a helyes kiválasztásnál is rendszeresen ellenőrizni kell, hogy elkerüljük a formadarab hibákat és így a csigakopást. (Kép: DuPont)

kopást az acélnak a a feldolgozott műanyag hatására, ideértve az adalékanyagokat, fellépő kémiai igénybevétele váltja ki, ez hőmérséklet emelkedésével erősödik.

Nem töltött műanyagok fröccsöntésekor a kopás többnyire csekély, azonban pigmentek és töltőanyagok hozzáadásakor megnő. Az erősítő anyagok, mint pl. az üveg- vagy szénszájak, valamint az égésgátló anyagok nagyobb kopást okozhatnak.

Mivel a gépek és a szerszámok kopása a formadarab hibáihoz vezet és sejtet okoz, elengedhetetlen a kopó alkatrészek, azaz a

sértetlennek kell lennie úgy, hogy az ellentétes felületen résmentesen tömítsen. A résbé behatoló olvadék termikusan túlzott igénybevételek van kitéve és lebomlik. Ezt az anyagot magával viszi az ömledékáramlás és foltok keletkeznek a formadarab felületén.

A visszaáramlás-gátlók és a fúvókák kopó alkatrészek, ezért ezeket rendszeresen ellenőrizni kell, szükség esetén meg kell javítani vagy ki kell cserélni őket. A visszaáramlás-gátló hibás működésekor az anyagszármazás az utánnyomás közben nem tartható fenn, úgyhogy a formadarabok minősége romlik

cégek a már elkopott szerkezeti részeket felújítva ajánlanak.

Az üvegszál erősítű polisztereknél, a Crastin®-nál és a Rynite®-nál kopásvédett bimetal fröccsgegyeségek 5-10-szer hosszabb használati élettartama érhető el.

A feldolgozáskor korrodáló hatású műanyagokat csak korrozióálló acélból készült fröccsöntő egységekkel és szerszámokkal szabad megmunkálni.

Ügyelni kell a szerszám bontósíkjára

A fröccsöntő szerszámoknál a kopás mindenek előtt a meglövéseknél és a szerszámok bontósíkjánál jelentkezik. A formaüregek és az elosztók kevésbé kritikusak, mivel ezeken a helyeken gyorsan vékony hártya képződik a megdermedt műanyagból, amely megvédi az acélt az abrazív kopástól. Különösen a vékony pont- és aigút beömlőknél vezethet a kopás a formadarabok hibás kidobásához. A megfelelő légtelenítés megelőzi a bezáródott gázok okozta korrozíós kopást (Diesel-hatás).

A kellően nagy záróerő és a záró egység megfelelően stabil szerszám felfogólapja védenek meg attól, hogy a szerszám szellőztetésekor az ömledék behatoljon az elválasztósíkba és sorja képződjék. Az ilyen sorja, ami a formaüreg peremétől indul, a szerszám gyorsan terjedő kopását okozhatja. A műanyagfeldolgozás terén intenzíven foglalkozik a kopás témájával a Darmstadti Német Műanyagintézet „Kopás munkacsoportja”, amely a két, kopást ábrázoló képet rendelkezésünkre bocsátotta. Köszönet érte.



Példa az abrazív kopásra: 1500 üzemóra elteltével 50 % üvegszállal töltött poliamid feldolgozása esetén.

visszaáramlás-gátló és a dűznik rendszeres ellenőrzése.

Kopásra utaló jel lehet a formadarab olyan hibája, mint pl. a fátyolosodás, fekete zárványok és sötét csíkok. A hibás méretpontosság és a vetemedés a visszaáramlás-gátló kopására utal. A sorjaképződés és a túlfroccsenés a szerszám bontósíkjában keletkezett kopásra utal.

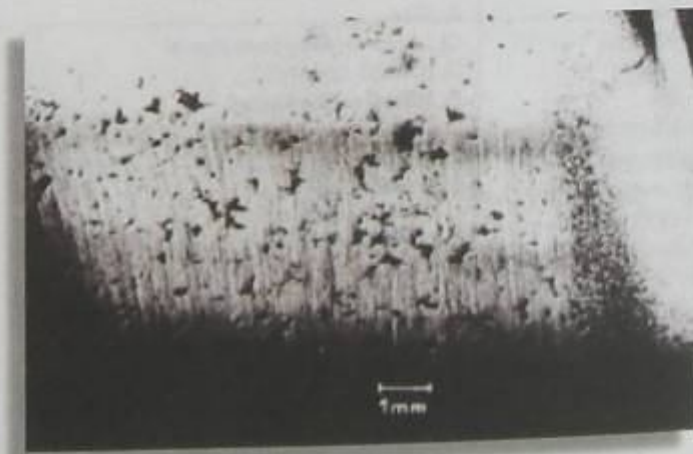
A fröccsgegyesség kopásvédelme

Az abrazív kopás ellen a csigák és a visszaáramlás-gátló helyes kialakításával lehet védekezni. Számos műanyagnál beváltak azok a csigák, amelyek teljes hosszúságukon ami, legalább 20 D, 1 D emelkedésűek és 10-12 D hosszúságú behúzó valamint mintegy 5D hosszúságú kompressziós- és kitoló zónára tagozódnak. Különösen fontos a visszaáramlás-gátlók gondos kivitelezése. Itt ügyelni kell a zárógyűrű kellő hosszúságára és kifogástalan illesztésére, valamint a tömítőfelület hibátlanosságára. A gyűrű ülék keményebb legyen, mint a gyűrű maga: jellegzetes értékek 62 HRC az üléknek és 55 HRC a gyűrűnek. A homlokoldali dűznifelületnek síknak és

elsősorban a méretpontosság és a vetemedés tekintetében. Továbbá egy tömítetlen visszaáramlás-gátló növeli a csiga kopását. A fúvókák felfekvő felületének kopásakor tömítettség keletkezhet, és a kicsöpögő olvadék üzemzavart okoz.

A töltött és erősített műanyagok feldolgozásakor – például az üvegszál erősítű poliamidok és poliszterek esetében – ajánlott a kopásvédett kivitelű fröccsgegyesség használata, amit a gépgyártók eredeti kivitelezésben és amit erre specializálódott

Korroziós kopás példája (lyukszerű elhasználtság) a csiga alapján (Képek: DKJ)



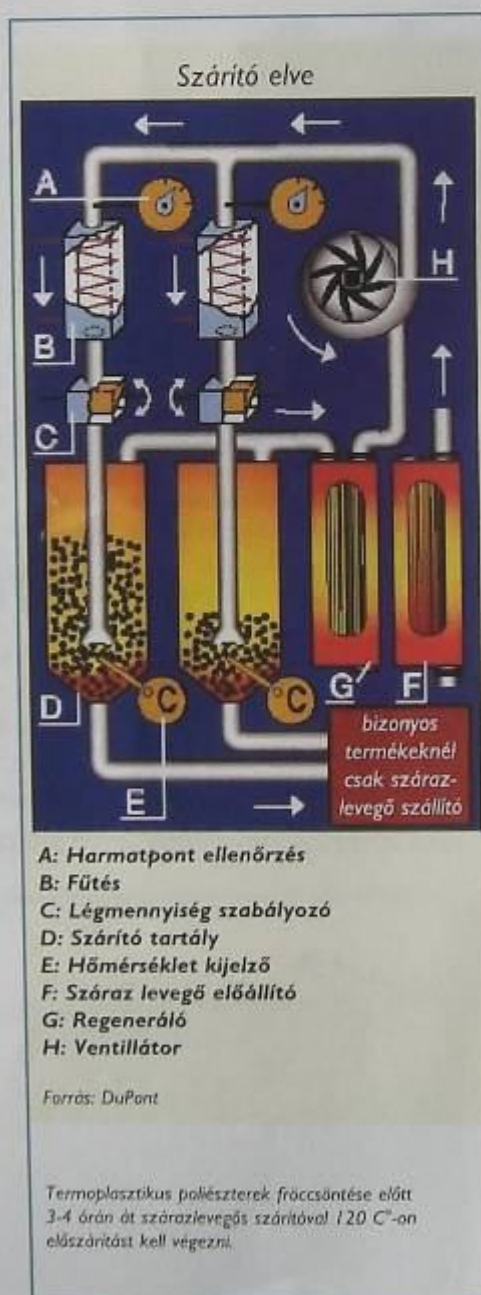
Az előszárítás nélkülözhetetlen

A PET-k és a PBT-k fröccsöntésekor az optimális mechanikai tulajdonságok elérése érdekében nélkülözhetetlen az előszárítás. A rövid tartózkodási idő miatt törekedni kell a lökettérfogat jó kihasználására. Végezetül a PET-nél figyelembe kell még venni a magas szerszámhőmérsékletet is.

A erősített termoplasztikus poliészterek - a polietiléntereftalát (PET) és a polibutílereftalát (PBT) - 10-55 százalékbán, egyenletes eloszlásban üvegszálakat vagy más töltőanyagokat tartalmaznak. A DuPont Rynite® (PET) és Crastin® (PBT) elnevezéssel szállítja ezen anyagok fröccsöntésre alkalmas granulátumait – a PBT esetében erősítés nélkül is. Mindkét esetben az alapműanyagokat és a töltőanyagokat úgy választották, hogy a fröccsöntéskor gyors kristályosodás alakuljon ki. Ezáltal a formadarab tulajdonságainak rendkívül előnyös kombinációját érik el: nagy szilárdság, keménység, szívósság mellett, pontos mérettartás, vegyszerekkel, hővel szembeni ellenállás, jó csúszási és kopási viselkedés, valamint jó elektromos tulajdonságok. Jellemző alkalmazási területek a precíziós formadarabok, mint a burkolatok, dugós csatlakozók, valamint számos háztartási eszköz műszaki funkcionális alkatrésze.

Száraz levegő nedvesség ellen

A termoplasztikus poliészterek polikondenzációval keletkeznek, azaz vízkilépéssel. Ezért nedvességre érzékenyek és feldolgozás előtt intenzíven kell őket szárítani. Erre alkalmasak a szárazlevegős szárítók, amelyek vízkilépési pontja $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -alatt van. Szárítási feltételek: 3-4 óra $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on; ezt követően a granulátum maradvány nedvesség tartalma maximálisan



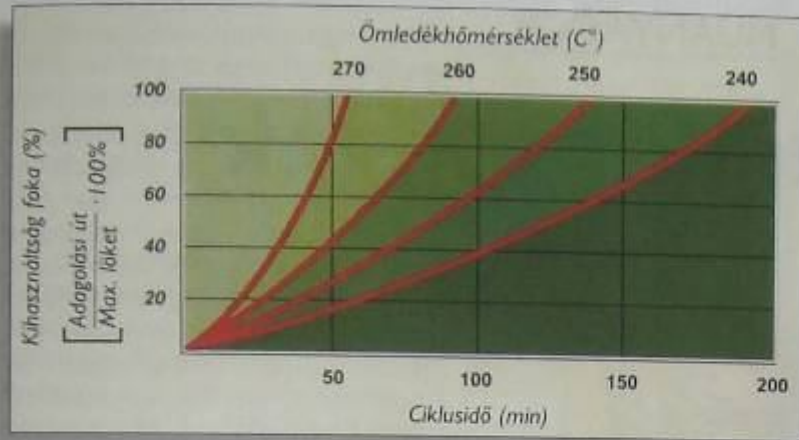
0,04 % lehet a PBT-nél és 0,02 % a PET-nél.

A száraz granulátum szállítását a szárítóból a fröccsöntőgépi tölcseréhez pneumatikus úton, szárított levegő segítségével végezzük, a tölcser a nedvességfelvétel elkerülése érdekében legyen mindig lefedve. A PET és a PBT nagy érzékenysége miatt ajánlott a granulátum nedvességtartalmát gyártás közben rendszeresen ellenőrizni. A mintát a tölcser alsó részéből kell venni. A nedvességtartalmat manometrikusan vagy a Karl Fischer-módszerrel kell mérni.

A granulátum túl nagy nedvességtartalma a hidrolitikus bomlás következtében a láncmolekulák nem kívánt rövidüléséhez vezet. Az így megsérült anyag mechanikai tulajdonságai nem érik el az előírt szintet; így PBT-nél a 0,1 % (0,04 % helyett) maradvány nedvességtartalom miatt a szakítószilárdság 12 %-kal, az ütésállóság pedig akár 25 %-kal is az optimális érték alatt maradhat.

Ömledék hőmérséklet és tartózkodási idő meghatározása

A PET és a PBT fröccsöntésekor – mint minden műanyagnál – érdemes figyelembe venni az alapanyaggyártó gyártójának a feldolgozási javaslatait. Az ajánlott ömledék hőmérséklet a Rynite®-nél $(280 \pm 10)\text{ }^{\circ}\text{C}$ és a Crastin®-nél $(250 \pm 10)\text{ }^{\circ}\text{C}$. A lángálló típusok feldolgozásakor az ömledék- nö-



PBT fröccsöntésekor anyaghőmérsékletet a ciklusidőtől és a fröccségység kihasználtságától függően kell megválasztani, ugyanez érvényes a PET-re is. (Képek: DuPont)

méréseket a megengedett tartomány alsó határánál legyen.

Általában a túl magas anyaghőmérséklet hosszú tartózkodási idő mellett az anyag bomlását okozhatja. Ezért mindkét értéket gondosan össze kell egymással hangolni; minél kisebb a fröccségység fröccstérfogatának kihasználtsága, annál hosszabb a tartózkodási idő és annál alacsonyabb kell legyen az ömledék hőmérséklet vagy annál meredekebb a henger-hőmérséklet profil. A tartózkodási idő a PBT-nél 8-10 percnél rövidebb legyen. Ez a maximális adaglöketből h_{max} , a beállított adaglöketből h_e és a ciklusidőből t_z számítható ki durva becsléssel.

A számpéldában a táblázatban a tartózkodási idő 5,33 perc a vékony fal részhez a „zöld tartományban”. Az 1,77 perc nagyon rövid tartózkodási idő magában rejt az veszélyt, hogy nem lesz egyenletes az ömledék. A 10,67 perc nagyon hosszú tartózkodási idő az ömledék túlzott termikus igénybevételét okozhatja.

A tartózkodási idő valóban pontos, kísérleti úton történő meghatározásához néhány színes, szemcsét adnak az azonos típusú anyagból a gyártás közben és stopperórával mérnek az időt ami a színes granulátum hozzáadásától kezdve a formadarabban a színes fátyolok megjelenéséig tart.

	Vékony falú darab		Vastag falú darab	
Ciklusidő	20	40	150	50
Beállított adaglöket h_e mm	1,50	50	150	50
Tartózkodási idő t_v perc	1,78	5,33	3,56	10,67

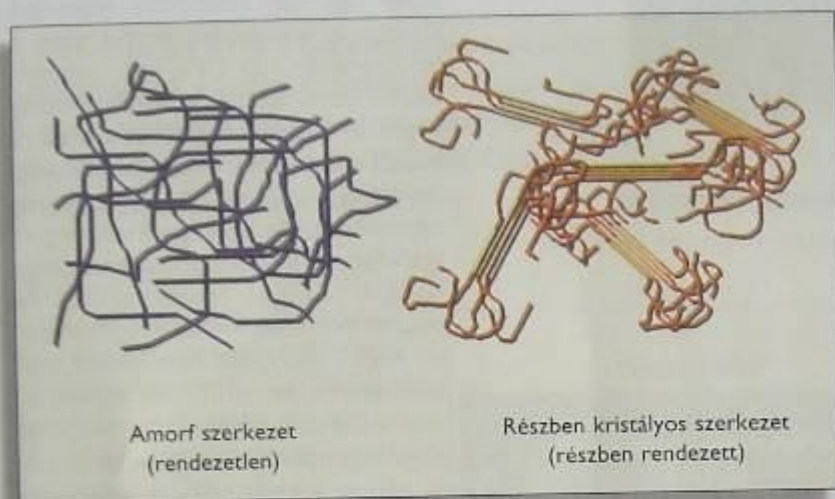
$$t_v \text{ (percben)} = \frac{h_{max} \cdot 4 \cdot t_z \text{ (másodpercben)}}{h_e \cdot 60}$$

Kiszámított tartózkodási idő t_v vékony falú alkatrész gyártásakor és vastag falú alkatrész gyártásakor $h_{max} = 200$ mm, maximális lökettű fröccsöntő gépen

Kedvező áramlású, forrócsatornás, merev szerszámok

A erősített PET és PBT-k fröccsöntése közepes vagy nagy fröccsöntési sebességet követel. A vékony falú résznél ezért a fröccsnyomás 100 MPa vagy nagyobb. Ezért a merev szerszámkonstrukció előfeltétele a sorjamentes formadarabnak, a hosszú szerszám élettartamnak és a nagy feldolgozási ablaknak. A forrócsatornás szerszámoknál ügyelni kell a fűvóka hegyéig tökéletes áramlású forrócsatornára, hogy kizárjunk bármilyen olvadákstagnálást. Az elosztót természetesen ki kell egyensúlyozni. A PET feldolgozásához ajánlott szerszámhőmérséklet $110\text{ }^\circ\text{C}$, ez szükségessé teszi a szerszám temperálását hőhordozó olajjal vagy nyomás alatt álló vízzel. Továbbá ajánlott a szerszámokat szigetelőlappal leszigetelni, hogy megelőzzük a kezelő égési sérüléseit és csekély hővesztés mellett egyenletes hőmérsékletet érjünk el. Ugyanez érvényes a PBT szerszámokra is, amelyeknél $80\text{ }^\circ\text{C}$ az optimális hőmérséklet.

Egyértelmű különbségek



Az amorf műanyagoknál (balra) a makromolekulák szilárd halmazállapotban szabálytalan szerkezetűek, ezzel szemben a részben kristályos műanyagokban dermedéskor olyan kristályok képződnek, amelyekben a molekulák párhuzamos elrendeződésűek.

A részben kristályos műanyagok egy szűk hőmérsékleti tartományon belül alakulnak át ömledék állaptól szilárd halmazállapotúvá. Ezért ezeknek az anyagoknak a „feldolgozási ablakuk” szűkebb, mint az amorf műanyagoké. Ezen túlmenően ezeknek az anyagoknak nagyobb a feldolgozási zsugorodásuk. A részben kristályos műanyagok ezen ismertető jegyeit figyelembe kell venni feldolgozáskor és a szerszámkészítés során.

A termoplasztikus műanyagoknál a láncmolekulák felépítése és szerkezete nagy befolyással van a szilárd halmazállapotú szerkezetre. Ha a makromolekulák nagy oldalcsoportokat tartalmaznak, számos elágazásuk van, vagy szabálytalan szerkezetűek, akkor az ömledékviszkózus állapotból való lehűlés során az ömledék rendezetlen, szabálytalan szerkezete visszamarad – ezek az amorf műanyagok. Például amorf anyagok az akrinitril-butadién-stirol-kopolimerek, a poliszirol és a polikarbonát. Az amorf műanyagok víztiszta (töltőanyag nélkül) és viszonylag merevek.

Rendezett mikrostruktúrák részben kristályos műanyagokban

A lapos makromolekulákból álló, szabályos felépítésű műanyagok esetében a rendezet-

len szerkezetű ömledékből a szűk hőmérsékleti intervallumon belül kristályos tartományokat tartalmazó szerkezet alakul ki.

Ilyen a molekulaláncok lényegében párhuzamos elrendezettségük. A kristályosodási folyamat során a gyűrűk és hasonló zavaró láncszerkezetek az egyes kristallitok szélére szorulnak. Emiatt a kristallitok között rendezetlen amorf tartományok képződnek. Az ilyen felépítésű műanyagok a részben kristályos anyagok, mint például poliacetál, poliamid és a termoplasztikus poliészterek (polietiléntereftalát, polibutiléntereftalát).

A szerkezet különbségei fontos hatással vannak a műanyagok tulajdonságaira. Általában elmondható, hogy a részben kristályos műanyagok átlátszatlanok, kis vastagság mellett is opálosak (áttetszők), szilárdabbak, keményebbek és szívósabbak, mint az amorf műanyagok. Nagyobb a me-

leg formatartósságuk, valamint jobb az olajjal, zsírokkal és a vegyszerekkel szembeni ellenálló képességük, ezért kevésbé érzékenyek a feszültségkorrózióra. A magas kritikus nyúlásukat használják ki a bepattanó kötések kialakításánál vagy alámetszéseknél a szerszámából való kidobásnál. A részben kristályos műanyagok kristályosodási foka többnyire 30 és 60 % között van. A növekvő kristályosodási fok egy termékcsaládon belül

- fokozott húzószilárdságot és merevséget (rugalmassági modulusz),
- oldószerrel szembeni fokozott ellenállást (csökken a duzzadás),
- növekvő záró hatást gázokkal és gőzökkel szemben,
- csökkenő ütészilárdságot, szakadási nyúlást és átlátszóságot, valamint
- fokozódó vetemedési hajlamot okoz.

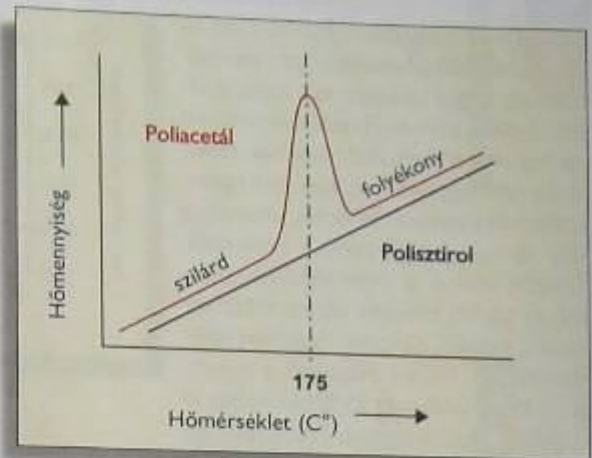
Feldolgozási következmények

A részben kristályos műanyagok felmelegítéskor vagy lehűtéskor a kristályos olvadási hőmérsékleti tartományban olyan fázisátmeneten haladnak át, amely az amorf műanyagoknál hiányzik. Ez összekapcsolódik egy kiegészítő hőszükséglettel olvadáskor, vagy egy kiegészítő hőmennyiség elvonással dermedéskor. Továbbá a fázisátmenetnél változik a sűrűség. A kristályos tartományban a makromolekulák szorosan összerendeződnek. Ezért ott a sűrűség nagyobb, mint az amorf tartományban. A sűrűség csökkenése miatt kristályosodáskor a részben kristályos műanyagoknak viszonylag magas a feldolgozási zsugorodásuk (1,5-2,5 % (amorf műanyagok 0,4-0,8 %) van. Ehhez jön az 1 %-os utózsugorodás, amely az amorf műanyagoknál gyakorlatilag nem jelentkezik. Ezeket a szempontokat szerszámgyártáskor és feldolgozáskor is figyelembe kell venni.

A fröccsöntő szerszámoknak a részben kristályos műanyagok esetében intenzív hűtésre van szükségük, hogy nagy legyen a hőelvezetés és ezzel rövid a ciklusidő.

A temperálásnak nagyon egyenletesnek kell lennie, hogy az egész formadarab egységes kristályosodási fokú és ezzel csekély vetemedési hajlamú legyen. Továbbá a magas feldolgozási zsugorodás miatt megfelelően nagy méret szükséges. A különböző zsugorodási viselkedés miatt általában óvatosan kell eljárni, ha egy részben kristályos műanyagra tervezett fröccsöntő szerszámhoz amorf anyagokat használnak és fordítva – minden esetben problémák várhatók a formadarabok méret-tartásával. Részben kristályos műanyagok fröccsöntésekor az ömledék és a szilárdhalmazállapotú anyag hőmérséklete közötti csekély különbség miatt csak szűk feldolgozási ablak áll rendelkezésre. Ezért gyors reagálású és precíz hőmérsékletszabályozás szükséges az ömledékhőmérséklet előírt értékének betartásához a plasztifikáló hengerben és a szerszám forrócsatoma rendszerében, valamint a szerszámhőmérséklet pontos beállításá-

A szilárd – folyékony átmenetnél a részben kristályos poliacetál, pl. Delrin® megolvasztásához nagyobb hőenergia szükséges, mint az amorf polisztirolhoz; a szerszám hűtéséhez ezért több hőenergia elvezetésére van szükség. (Képek: DuPont)



hoz. A térfogat csökkenése miatt kristályosodáskor az utátnyomási szakasznak nagy befolyása van a formadarab minőségére. Emiatt az anyag gyártója által ajánlott értékeket az utátnyomás nagyságára és tartamára vonatkozóan feltétlenül be kell tartal-

ni. Csökkenti a ciklusidőt, ha a formadarabokat közvetlenül a dermedési hőmérséklet elérése után kivesszük vagy kidobjuk a szerszámából, ha csak a vetemedés elkerülése érdekében nincs szükség hosszabb hűtési időre.

TARTÓZKODÁSI IDŐ ÉS HŐMÉRSÉKLETI PROFIL

Kölcsönös függőség

Műanyag	Megjegyzések	Tartózkodási idő perc
Poliacetál Delrin® 100 Delrin® 500	erősítés nélküli erősítés nélküli	35 30
Poliamid Zytel® 101 Zytel® 5T801 Zytel® 70G30	erősítés nélküli szilvósított 30 % üvegszállal	15 10 15
Poliétiléntereftalát Rynite® 530	30 % üvegszállal	8-10
Polibutiléntereftalát Crastin® 5600 Crastin® 5K605	erősítés nélküli 30 % üvegszállal	8 8
Termoplasztikus elasztomer Hytrel® 8356	erősítés nélküli	30

A műanyag olvadék hőmérsékletének és tartózkodási idejének nagy befolyása van arra, hogy ténylegesen elérje-e a formadarab a szükséges mechanikai tulajdonságokat. Kiváltképp gyakran alábecsülik a tartózkodási idő jelentőségét és a kihasznált adaglökettel való összefüggését.

A maximális tartózkodási időre vonatkozó tipikus értékek különböző műanyagoknál.

E sorozat eddigi tapasztalatai megmutatták, hogy milyen sok tényező befolyásolhatja a műanyag alkatrészek minőségét és tulajdonságait. A sorozat az ömledékhőmérséklet mérésével kezdődött, és az ömledék

hőmérsékletének és a tartózkodási időnek a mechanikai tulajdonságokra gyakorolt hatásával zárul. Ez a két érték döntő fontosságú a műanyag termikus igénybevétele szempontjából a feldolgozásnál és ezért

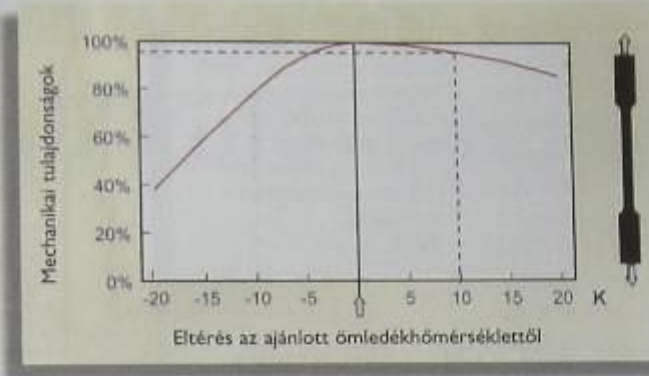
nagy a befolyása a formadarabok mechanikai tulajdonságaira, valamint a formadarab külső megjelenésére.

Csak a jól előkészített ömledék eredményezi a lehető legjobb mechanikai tulajdon-

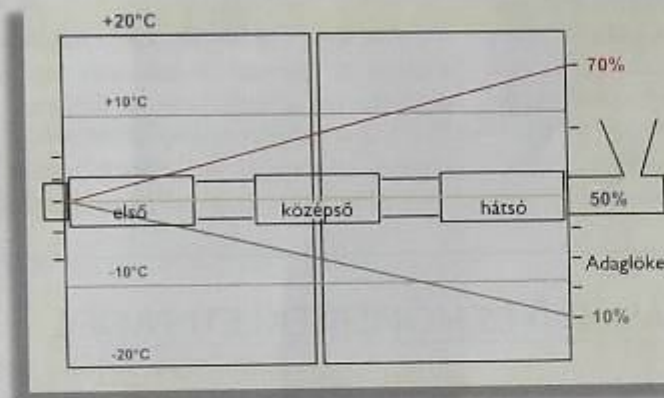
ságokat a formadarabban. Már 10 K-nál kisebb ömledékhőmérséklet azt eredményezheti, hogy a szilárdság és a nyúlás értékek 25 %-kal a helyes ömledékhőmérséklet mellett elért értékek alatt maradnak. Ennek okai a nem vagy nem megfelelően megömlesztett tartományok lehetnek, amelyek a kész termék gyenge pontjait képezhetik. Kevésbé kritikus az ömledékhőmérsékletnek az ajánlott értékhez képest, többnyire csekély mértékű túllépése. Ha az ömledékhőmérséklet 10K-val magasabb a kelleténél, a formadarab még 95 %-ban nyújtja az optimális tulajdonságokat. Ennek oka az, hogy a műanyag ömledék még károsodás nélkül visel el magasabb termikus igénybevételt, ugyanakkor a magas hőmérséklet javítja a folyási képességet úgy, hogy az ömledék nyírási igénybevétele befröccsöntéskor kisebb.

Tartózkodási idő, adaghossz és hőmérsékletprofil

Kevésbé nyilvánvaló és emiatt gyakran kevésbé veszik figyelembe a tartózkodási idő befolyását, főképp, mivel a tartózkodási idő módosítása a plasztifikáló egység cseréje nélkül aligha lehetséges. Eközben a nagyon különböző, ajánlott tartózkodási időket számításba kell venni. Így a poliacetálok és a termoplasztikus elasztomereknél kerekben 30 perc, miközben a poliamidoknál csak mintegy 10 perc a megengedett tartózkodási idő. Továbbá nagyon fontos, hogy a teljes tartózkodási időt vegyük figyelembe. Ez az ömledéknek a plasztifikáló hengerben töltött állásideje mellett a forrócsatornában való tartózkodási idejét is magában foglalja. Egyedül ez az idő, kedvezőtlen esetben, a ciklusidő többszörösét is kiteheti.



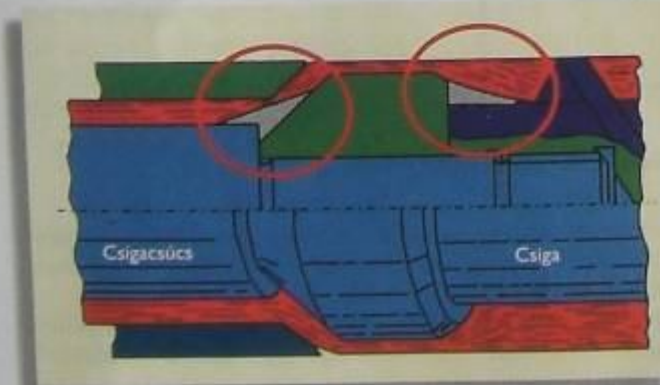
Műanyag formadarab mechanikai tulajdonságainak függősége az ömledék hőmérséklettől



Összefüggés az adagloket és a plasztifikáló henger ajánlott hőmérsékleti profilo között

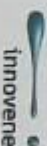
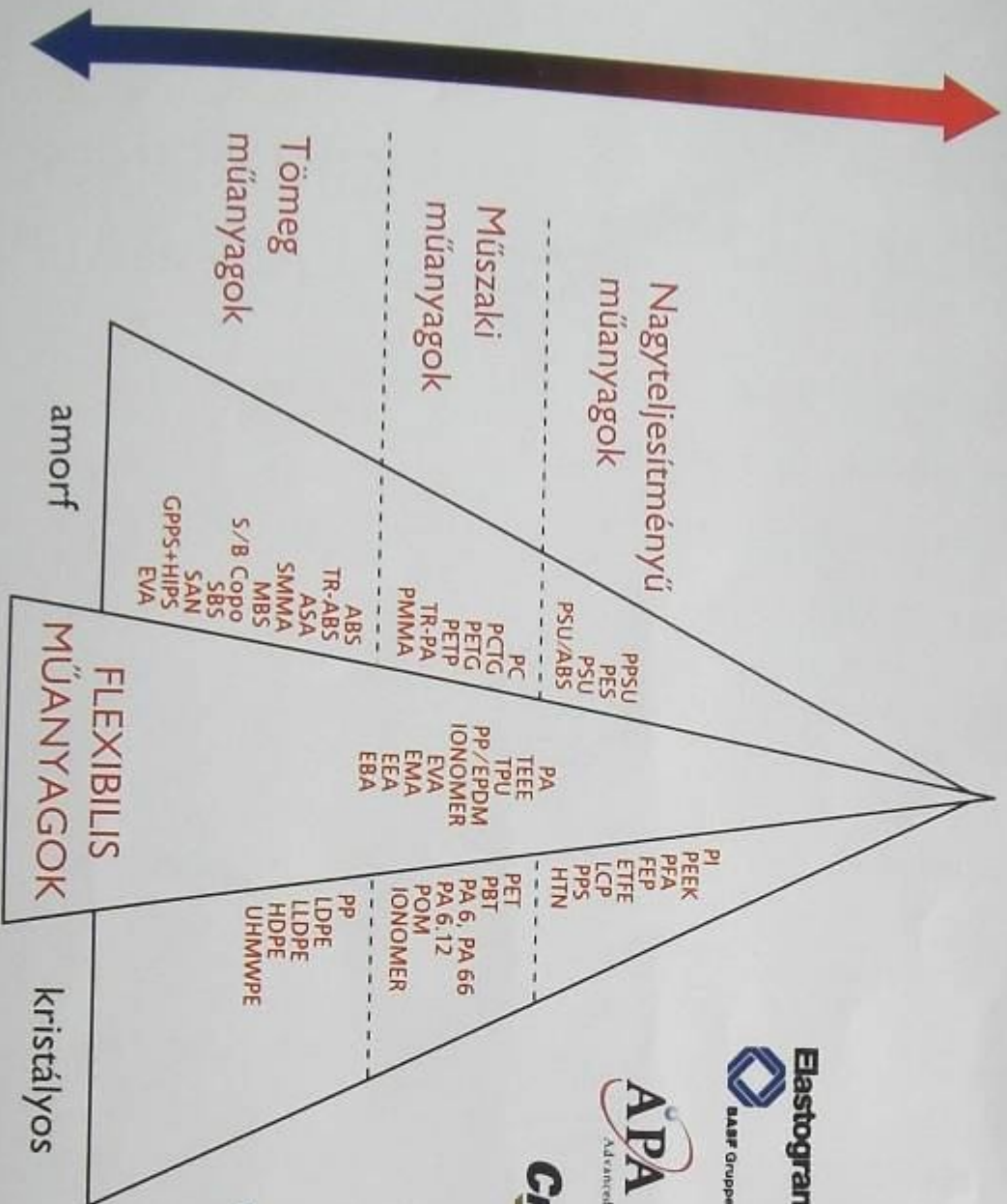
A tartózkodási időre a plasztifikáló egység nagyságának van a legjelentősebb befolyása. A maximális lökettérfogat kihasználásánál, tehát nagy adagloketnél, a tartózkodási idő lényegesen rövidebb, mint kis adagloketnél. Ajánlott ezeket a különbségeket a plasztifikáló henger hőmérsékleti profiljának beállításával legalább részben kiegyenlíteni. Ez azt jelenti, hogy kis adagloketnél emelkedő hőmérsékleti profilt kell beállítani. Ezáltal az anyag lassan és kíméletesen melegszik, ami csökkenti a hosszú (nem k-

vánatos) tartózkodási idő hatását. Fordítva, a magas adagloketnél csökken a hőmérsékleti profil, a Delrin®-re a beállítási értékek a következők: 235-225-215 °C°. Ily módon a granulátum gyorsan felmelegszik, úgyhogy azt követően elég idő marad arra, hogy egyenletes hőmérsékletű, jól homogenizált ömledéket állíthassunk elő. Hasonló megfontolások vonatkoznak a ciklusidőre is: a különösen hosszú ciklusidejű termékeknél ajánlott az emelkedő hőmérsékleti profil, hogy csökkentsük a hosszú tartózkodási idő hatását. Ennek megfelelően a nagyon rövid ciklusidő csökkenő hőmérsékleti profilt követel meg. Különösen kritikusak a holtterek és az olvadék stagnálás területei a visszarámlyasztóban vagy a forrócsatorna rendszerben. A tartózkodási idő rejtett növekedését okozzák, mivel csak az elszíneződéseken vagy az égéseken lehet észrevenni. Az ilyen hibaforrásokat a termelést megelőzően, gondos konstrukcióval és az olvadékvezető részek kiválasztásával kell elkerülni.



Leállási helyek az olvadékáramban, itt a visszarámlyasztó környezetben, a tartózkodási idő rejtett növekedése az ömledék túlzott termikus igénybevételét idézi elő.

KOMPLETT TERMÉKKÍNÁLAT



Beijing No.2 Auxiliary Agent Factory

