

Alámetszések fröccsöntött termékekben

Az alámetszett műanyag alkatrészek gyártása kihívást jelent a fröccsöntésben, mert megakadályozhatják a szerszám nyitását, gátolhatják a szerszámmag közvetlen mozgását. Alámetszéseket menetes termékek, oldható kötések, lyukak, csatlakozóelemek gyártásánál használnak. Az alámetszések elkerülésére többféle módszer létezik.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás, fröccsöntés, alámetszés, összeomló szerszámmagok

Az alámetszések okozzák az egyik leggyakoribb problémát a fröccsöntés során, mert megakadályozhatják a szerszám nyitását, gátolhatják a szerszámmag közvetlen mozgását, ezért általában szükség van további szerszámvető (például egy oldalmag vagy egy belső magemelő) alkalmazására.

Az alámetszéseket gyakran használják menetes termékek, például kupakok, fogyasztási cikkek, rápattintható, orvosi, autóipari termékek gyártásakor. A menetes kupakok jól szemléltetik az alámetszések bonyolultságát. A kupakok fröccsöntésekor a kupak menetei és a mag menetei összefonódnak, ezért szét kell választani azokat, mielőtt a magot kihúzzák és a kupakot eltávolítják a szerszámból. Számos költséghatékony és egyszerű módszert fejlesztettek ki az alámetszett vagy menetes alkatrészek fröccsöntésére, mint például a kézzel történő kicsavarás vagy az alámetszések utólagos kialakítása.

Az alámetszések célja a fröccsöntésben

- Összekapcsolódó, bepattintható vagy kioldó funkciók létrehozása, burkolatok kialakítása a termék gyors és egyszerű összeszerelése vagy szétszerelése érdekében.
- Lyukak vagy portok kialakítása kábelezéshez és nyomógombokhoz.
- Függőleges menetek és szakállas csatlakozók kialakítása. Ez utóbbi szerelvényeket általában orvostechnikai eszközökben használják csövek csatlakoztatására.
- Menetes és egyedi betétek előállítás.

Az alámetszések tervezésekor elsődlegesen figyelembe kell venni, hogy a szerszámba épített, az alámetszett darabot tartó elem (angolul hand load) akadálytalan eltávolításához elegendő hely álljon rendelkezésre, ellenkező esetben a szerszám zárva marad. Másik kihívás ennek az elemnek a kúposága, ennek hiánya vagy a nem megfelelő kúposág megnehezíti a darab oldalsó kézi eltávolítását. Alternatív megoldásként nikkal bevonattal lehetővé válik a karcmentes érintkezés a darab és a tartóelem között, megkönnyítve a kivételt.

Bizonyos anyagok is problémát jelenthetnek, ha alámetszéseket tartalmaznak. Például az üveggel töltött műanyagok nehezebben távolíthatók el a szerszámból. Általában minél keményebb az anyag, annál nehezebb a kivétel, ezért ezeknek a keményebb anyagoknak a használatkor elengedhetetlen a lehető legnagyobb kúposág.

Menetlazításos (lecsavarásos) szerszám mechanizmusok

A menetes darabok szerszámából való kivételének két leggyakoribb módja a menetek átugrása vagy lecsavarozó mechanizmusok felszerelése. Ha az anyag kellően rugalmas, akkor a szerszámmag egyszerűen kihúzható, vagy a meneteket egymáson átugratva kivehető a termék a szerszámából. Ha ez nem lehetséges, akkor másodlagos műveletként lecsavarják a terméket a magról.

A lecsavaróval ellátott szerszámok a legösszetettebbek közé tartoznak, amelyek felszerelése és karbantartása jelentős műszaki hozzáértést igényel. Általában hosszú távú befektetésnek számítanak nagy mennyiségű termék gyártásához. A lecsavarozási technológia jelentősen fejlődött, de még mindig számos korlátja van. Gyakori karbantartást igényelnek, többek között a törött görgők, a sérült tartókeretek, a víz- és olajszivárgás miatt. A termékminőséggel kapcsolatos problémák (kopás, ovalítás, sorja, kenőanyag szennyeződés stb.) is felmerülhetnek.

Összeomló szerszámmagok

Ez a technológiai megoldás minden másnál jobban kibővítette a lehetőségeket. A hajlított acélból készült összeomló magoknál a formázás után a mag belsejében található túske hátrahúzódik, ennek következtében a rugalmas mag összehúzódik és a termék könnyedén eltávolítható. Nincs szükség másodlagos műveletekre, bonyolult szerszámmozgásokra, miközben jelentős a ciklusidő csökkenés, gyakran 30%-kal rövidebb a ciklusidő, mint a kicsavaró mechanizmusoknál.

Az összecukható magok kompatibilisek más szerszámelemekkel, például a kétfokozatú kidobókkal és belső reteszárakkal. Ezek lehetővé teszik a löketek sorrendjének, a kétlépcsős kidobásnál a távolság, valamint a szerszám formalap reteszelésének szabályozását. A kétfokozatú kilökök számos szerszám felfogólap mérethez és vastagsághoz adaptálhatók. Az egyes kilökések lökettartománya egyszerű eljárással rögzíthető, véletlenül sem módosíthatók a beállítás után. A belső reteszzárral a szerszám formalap nyitási sorrendje szabályozható letolólapokkal ellátott felfogólapokon.

Az összeomló mag biztosítja, a lecsavarásos szerszámokkal ellentétben, hogy a menetek ne fussanak ki a mag tetejéig. A záróelem belsejébe helyezett tömítéseknél gyakran csak alámetszéssel oldható meg, hogy a tömítés a helyén maradjon. Összeomló maggal hosszabb menetes rész is kialakítható anélkül, hogy megnövelné a ciklusidőt. Sikeresen formázhatók más konfigurációk is, mint például mélyedések, kivágások vagy kiemelkedések, amelyek túlmutatnak a lecsavarásos szerszám alkalmazásán.

Az összeomló magoknak számos előnye van, viszont néha túl nagy méretűek a termékekhez képest. Ilyenkor használják a szerszámokban az összeomló mini-magokat. Ezek 10,8 mm átmérőjű záróelemeknél is használhatók. A kisebb átmérők miatt a mini-magoknál a három összeomló szegmenst három keskeny, nem összeomló pengével kombinálják, amelyek a központi csap részét képezik.

Az összeomló magot úgy alakították ki, hogy a középső túske visszahúzásakor magától összeessen. A szegmensek közötti illeszkedés beállítása lehetővé teszi a sorjamentes formázást, ezért kulcsfontosságú a mag elhelyezkedése a tüskén. Az összeomló mag kenés nélkül működik, bár lehetséges a mag ötvözése a kopáscsökkentés és a korrózióállóság érdekében, viszont a mag bevonása nem javasolt.

Az összeomló magok külső felületére szennyeződések vagy lerakódások tapadhatnak rá, ezért az első 50–100 lövésnél idegen anyagok jelenhetnek meg a termékben. A szerszám végső összeszerelése előtt a magot alaposan zsírtalanítani és tisztítani kell, a középső tüske kúpos végét zsírral vagy PTFE kenőanyaggal enyhén át lehet törölni.

Beszerezéskor meg kell győződni arról, hogy a mag szabadon elfordulhat a kilökő lemezben. Ez az enyhe holtjáték lehetővé teszi, hogy a mag pereme kissé „lebegjen”, ami segít megtalálni a saját középpontját és kiegyenlíti a középső tüske kopását. A mag teljes összeomlásához a középső tüskét meghatározott távolságra ki kell húzni.

Az összeomló magok és mini-magok magasra tették a mércét a hatékonyság és a költségmegtakarítás terén, de még így is van további lehetőség az előrelépésre. Ennek a technológiának a közelmúltban továbbfejlesztett változata az ún. fecskefark kialakítású összeomló mag, amely növeli a hagyományos kialakításhoz képest a szilárdságot és több funkcióval is rendelkezik.

A fecskefarkú összeomló magok mechanikus eszközzel biztosítják a szegmensek összecusukását, amely egy kompakt, de egyszerű megoldás a kihívást jelentő belső alámetszések kialakítására. Szilárdságuk miatt a fecskefarkú kötések gyakran használják az alkatrészek egymáshoz rögzítésére a fafeldolgozásban és más iparágakban. A fecskefarkú összeomló magok szükség esetén könnyen javíthatók, csökkentik a ciklusidőt, költséget takarítanak meg és megbízhatók.

A feldolgozók néha vonakodnak az összeomló magok használatától, mert például az acélbetétes termékek rászorulhatnak a magra, így azok megsérülhetnek vagy eltörhetnek. Bár a kiváltó ok a nem megfelelő fröccsöntési beállítás vagy formatervezés, az ilyen típusú hibák rossz hírét kelthetik az összeomló magoknak.

Az alámetszések elkerülése fröccsöntésnél

A legtöbb esetben előnyös és költséghatékony megoldás, ha már eleve nem terveznek alámetszéseket a terméken, mert többletköltségekhez vezetnek, bonyolultabb és nagyobb karbantartási igényű szerszámokat igényelnek. Ha ez mégis elkerülhetetlen, akkor többféleképpen is megkönnyíthető a zökkenőmentes termékeltávolítás.

Bár számos tervezési megoldás létezik az alámetszésekre, mindegyiknek más-más előnye és hátránya van. A leggyakoribbak közé tartozik a csúszkák alkalmazása vagy lyukak kialakítása a szerszámban. Az alámetszett alkatrész gyárthatóságát az is optimalizálja, ha úgy helyezkedik el a szerszámban, hogy a lehető legkevesebb legyen az alkatrész kilökődését akadályozó alámetszés.

A csúszka vagy szán olyan kisméretű elem a szerszámban, amely a darab eltávolításával egyidőben „esik ki” a fröccsszerszámból, megkönnyítve ezzel a kilökődést. Mivel a csúszkákat egyedileg készítik el az adott termékhez, nagyon költséges és komplex megoldást jelentenek.

Egyszerűbb és kevésbé költséges, ha az alámetszett terméket úgy tervezik, hogy a probléma része a fröccsöntő szerszám osztósíkjával párhuzamosan helyezkedjen el, így az kilökődéskor nem sérül meg.

Lehetőség van lyukak vagy rések kialakítására is a szerszámban, melyeken keresztül az alkatrész beakadás vagy beragadás nélkül lökődik ki. Ha egy alkatrésznek vízállónak kell lenni

vagy bizonyos esztétikai előírásoknak meg kell felelni, akkor mindenféleképpen csúszkákat kell alkalmazni.

Összeállította: Dr. Lehoczki László

Salhaney, B.: Best methods of molding undercuts = Plastics Technology, 2012. november 28.,
<https://www.ptonline.com/articles/best-methods-of-molding-undercuts>

How to use undercuts in plastic injection molding = Xcentric Mold & Engineering, 2018. június 20.,
<https://www.xcentricmold.com/undercuts-in-plastic-injection-molding>

Design lesson: avoiding undercuts in injection molding = Fast Radius, 2020. október 7.,
<https://www.fastradius.com/resources/avoiding-undercuts-injection-molding>