

Lerakódások és a letapadás vizsgálata fröccsszerszámokban

A műanyagokban jelenlévő és a polimer degradációjából származó kismolekulájú vegyületek egy része idővel kirakódhat a szerszám falán. A műanyagok kisebb-nagyobb mértékben rátapadhatnak a szerszám falára, ami a darabok kidobását gátolhatja. A szerszámok eltérő anyaga és felületkezelése eltérő tapadást eredményeznek, melynek mérésére német kutatók új, tribometrikus módszert dolgoztak ki.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; szerszámfelület; lerakódás; PA12; degradáció; súrlódás.

Lerakódások

A műanyag termékekből kilépő kismolekulájú anyagok nem csak az autók utasterében okoznak kellemetlenségeket, de a műanyagok feldolgozása közben is problémát jelenthetnek. Ennek mérésére szolgál a *DIN 75201* szabvány, illetve a nagy (pl. autógyártó) cégek saját vizsgálati módszerei.

A fröccsöntés során ez a jelenség másképpen jelentkezik. Itt a feldolgozási folyamat során fellépő magas hőmérséklet, nyomás és nyírófeszültségek a polimer láncok és/vagy adalékanyagok tördelődését, bomlását okozhatják, ami kismolekulájú anyagok képződéséhez vezet. Ezek az anyagok a hideg szerszám falára tapadva lerakódásokat hozhatnak létre, amelyek pl. eltömíthetik a levegőztető réseket, és ezáltal az úgynevezett Diesel effektus révén beégéseket okozhatnak.

Az ilyen fröccsöntés közben fellépő lerakódások vizsgálatára dolgoztak ki a német Lüdenscheid Műanyag Kutatóintézet szakemberei egy egyszerű vizsgálati eljárást. Az ehhez alkalmazott négyzet alapú, kb. $9,5 \text{ cm}^3$ űrtartalmú lemezt gyártó szerszám két alsó sarkán történik a beömlés. Így a szerszám középvonalában jön létre az összecsapás okozta hegedési vonal, amelynek tetején helyezték el a levegőztető rést. Az itt kilépő kismolekulájú anyagokat egy szűrő segítségével összegyűjtötték és gázkromatográffal elemezték.

A szerszámüreget és a beömlést úgy alakították ki, hogy az csak minimális nyírást okozzon, így a plasztikálás következtében fellépő degradálódást mérjék. A műanyag típusa és a feldolgozási paraméterek függvényében, akár 60 cikluson át gyűjtötték a kilépő anyagokat. A biztonság kedvéért minden műanyag típusra és paraméter beállításra két párhuzamos mérést végeztek. A gázkromatográfiás mérést termikus deszorpcióval, egy tömegspektrométer detektorral végezték az intézet akkreditált laboratóriumában.

Az egyik mérésnél egy PA12 anyagot vizsgáltak. Ennek során gázkromatográfval elemezték a granulátumot, a lemez alakú próbatestet és a levegőztető résen át kilépő anyagokat. A granulátum és a próbatest esetében a kromatogramok szinte teljesen megegyeztek, és csupán egy domináló csúcs mellett csak néhány kisebbet mutattak. A levegőztető nyíláson kilépő anyagok mintájának kromatogramja viszont számos szignifikáns csúcsot mutatott, ami az ömledékből kilépő kismólsúlyú anyagok és a levegő oxigénjének reakciójából jöttek létre. Ezek az anyagok elméletileg a levegőztető nyíláson át az üzem levegőjébe jutnak, de a gyakorlatban (sok ciklust követően) a szerszám falán fehér, ragacsos bevonatként jelennek meg. Ennek alapját a ciklododekán alkotta, amely a PA12 előállításának egy közbenső lépéséhez tartozik, és amely kisebb mennyiségben (reagálatlanul) visszamaradt a polimerben.

A feldolgozás során a szerszámürege kerülő kismólsúlyú anyagok vizsgálata értékes információkkal szolgálhat. Ugyanis ezek az anyagok lehetnek korrozívak is, amelyek, hosszabb idő alatt, megrongálhatják a szerszámot. Az ilyen hatások ellen az adott vegyület(ek)nek ellenálló szerszámacélok és/vagy bevonatok alkalmazásával, illetve a feldolgozási paraméterek megfelelő beállításával védekezhetünk.

Letapadás

A fröccsöntés során a műanyagok a szerszám falára tapadhatnak, ami a termék kidobásánál okozhat problémákat. A letapadás mellett ezt a műanyag terméknek a szerszámfalához viszonyított súrlódási együtthatója is befolyásolja. A Lüdenscheid Intézet kutatói a műanyagoknak ezt a tulajdonságát vizsgálták egy, a szerszámba beépített tribométer segítségével. Ez egy cserélhető korongból és az ehhez bordák segítségével csatlakozó tengelyből áll. A tengelyt pneumatikus szerkezettel szorították a hűtési szakasz után megnyitott szerszámban lévő műanyag lemez felületére. A fröccsciklus végén a korongot 180 fokkal elfordították. Eközben mérték a korong megmozdításához szükséges kezdeti erőhatást, illetve a forgatáshoz szükséges erőintegrál értékét.

A kezdeti erőhatás a műanyag letapadására jellemző, míg a forgatás közben mért értékből a súrlódási együttható határozható meg. Miután a korong cserélhető volt, ezért különböző fémeket és ezeken különböző bevonatokat próbáltak ki, sőt még műanyag korongokat is alkalmaztak.

1. táblázat

A különböző bevonatok hatása a PA12 fröccstermék tapadási és súrlódási jellemzőire

Bevonat típusa	Tapadás, Nm	Súrlódás, Nms
nincs bevonat	2,1	3,2
CrN	0,9	1,8
TiN	1,2	1,9
SiO ₂ + Al ₂ O ₃	0,8	1,8
SiO ₂ + Cr ₂ O ₃	2,3	3,9
ZrO ₂ amorf	0,7	1,4
ZrO ₂ kristályos	1,4	3,3

A vizsgálatokhoz használt bevonatok általában javították a szerszámfelület korrózióállóságát és csökkentették a tapadást, illetve a súrlódási együtthatót. A bevonatokat fizikai gőz bevonással (PVD eljárás) vitték fel a korongok felületére. Különböző összetételű bevonatokat alkalmaztak, mint a krómnitrid (CrN), titánnitrid (TiN), továbbá amorf cirkóniumoxidot (ZrO_2) és szilíciumoxidot, amit alumíniumoxiddal kombináltak ($SiO_2 + Al_2O_3$).

Ezek a bevonatok akár felére is csökkenthették a tapadást és csökkentették a súrlódási együtthatót is. A PA12 esetében a ZrO_2 kristályos módosulatából készített bevonat, rosszabbul teljesített, mint az amorf változat, amely a legjobb eredményt adta. Az egyes bevonatokkal kapott eredményeket az 1. táblázat szemlélteti.

A különböző műanyagok és bevonatok kombinációja eltérő eredményekhez vezethetnek, ezért egy adott szerszámacél és bevonat kiválasztása előtt célszerű ilyen, a használni kívánt feldolgozási paraméterek mellett elvégzett feldolgozási vizsgálatokkal ellenőrizni a tapadási és korrózióállósági jellemzőket.

Összeállította: Dr. Füzes László

Korres M.: Belag und Entformung analysieren = Kunststoffe, 9. sz. 2020. p.64–67.