

A műanyagok gépet koptató hatása

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; feldolgozógép; kopásállóság; fröccsöntés; extrudálás; súrlódás; mérési módszer.

Fröccsgépek kopás elleni védelme

A szálerősítésű műanyagok fröccsöntésekor az egész ömledékút, különösen a speciális technológiákkal előállított forrócsatorna-szelepek erős igénybevételnek vannak kitéve. Ennek csökkentésére fejlesztettek ki egy új *tűzárószelepet*, amelynek anyaga különösen kopásálló, ugyanakkor igen nagy pontossággal megmunkálható. Erre azért van szükség, hogy a zárószelep tartós legyen, ugyanakkor még viszonylag durva töltőanyagok esetében is szoros zárást biztosítson. A tűzárószelep kifejlesztőjénél, az **Otto Manner Vertriebs GmbH**-nál (Bahlingen, Németország) 1,5 millió ciklus igénybevétel után azt feltételezik, hogy a szelep 5 millió vagy még több ciklust tud teljesíteni, anélkül, hogy észrevehető kopás lépne fel.

A szilárd műanyagok (granulátum, por) súrlódása

Az egycsigás plasztikáló egységek továbbító és plasztikáló hatását a feldolgozógépbe áramló műanyagpor vagy granulátum, a henger fala és a csiga között a behúzótartományban fellépő súrlódás határozza meg. Ha a henger felszíne sima, csak külső súrlódás lép fel a hengerfal és a műanyag között, amit a külső súrlódási együttható ír le. Bordázott hengerben ún. belső súrlódás is fellép a bordák között levő és a csigacsatornában levő műanyag granulátum vagy por között, amit az ún. belső súrlódási együttható jellemez. *Egyik súrlódási együttható sem tekinthető állandónak, mindkettő függ a nyomástól, a hőmérséklettől és a sebességtől. A belső súrlódási együttható a műanyag összetételétől is függ, a külső súrlódási együtthatót pedig a polimer és a fém közötti kölcsönhatás határozza meg.* Ha ismertek ezek az együtthatók, szimulációval kiszámíthatók az olyan paraméterek, mint a nyomás kialakulása a behúzó-zónában, vagy az első megolvadás helye a hengerfalon.

Annak érdekében, hogy a behúzózonában minél nagyobb legyen a szállítási teljesítmény, a hengerfalon lehetőleg nagyobb, a csigafelületen lehetőleg kisebb súrlódást kell kialakítani. A továbbiakban bemutatott szerkezet segítségével a feldolgozáshoz hasonló körülmények között meg lehet mérni mind a külső, mind a belső súrlódási együtthatót. A mérést nagyobb nyomáson is el lehet végezni anélkül, hogy a mérés folyamán a súrlódási hő miatt a granulátum megolvadna. A speciális módszer azt is lehetővé teszi, hogy a súrlódási együtthatót közvetlenül a nyomás függvényében értékeljék.

Mérőextruder a súrlódási együttható meghatározására

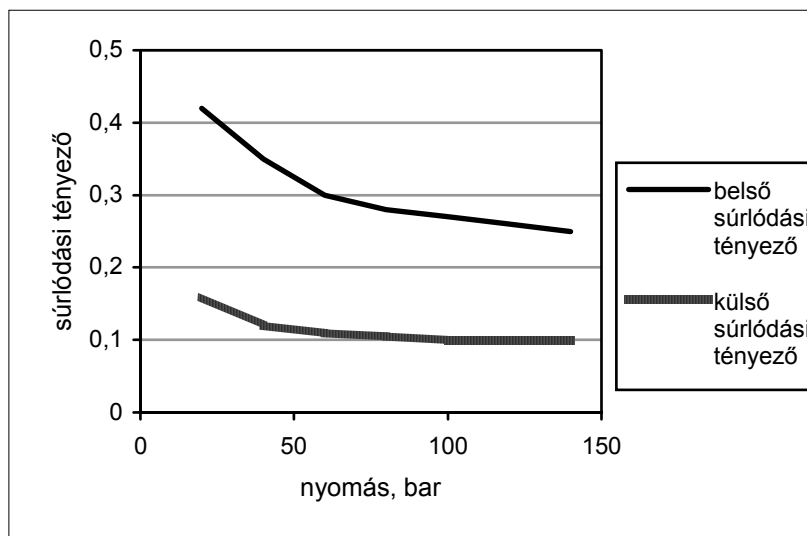
A mérés céljára egy függőleges szállítóextrudert fejlesztettek ki, amelyben a súrlódási körülmények hasonlítanak a feldolgozás alatt fellépő körülményekhez. A függőleges elrendezés lehetővé teszi, hogy az adagolónyílástól kezdve a csigamenetek teljesen fel legyenek töltve granulátummal. A csigaátmérő 70 mm, az effektív csigahossz 3D. A műanyag granulátumot folyamatosan töltik be a tölcserből, és a csiga folyamatosan továbbszállítja azt. A kilépőnyílásnál egy hidraulikusan működtetett kónuszos gyűrűdugattyúval ellennyomást fejtenek ki, amelyet a mérés során állandóan tartanak. Ha a nyomás túlságosan megnőne, a dugattyú leenged belőle. Mind a hengert, mind a furattal ellátott csigát temperálják. Ügyelni kell arra, hogy a granulátum ne olvadjon meg (mert a szilárd anyag súrlódási jellemzőit akarják megmérni). A folyamatos adagolás és szállítás következtében a granulátum tartózkodási ideje az extruderben viszonylag kicsi, ellentétben a szokásos zárt terű mérőeszközökkel (pl. gyűrőkamrákkal), ahol a granulátum megolvadása – különösen nagyobb nyomáson – nem zárható ki. A hengerbetétek kicserélésével különböző súrlódási viszonyokat lehet előállítani. A külső súrlódási együttható mérésére sima falú hengert, a belső súrlódási együttható mérésére pl. fogazott bordájú hengert használnak. Sima felületű betétekkel megmérhető a betét anyagának és felületi érdességének hatása a súrlódási együtthatóra. Bordázott betéttel a szilárd anyag továbbítási jellemzői is tanulmányozhatók.

A radiális nyomást a csigatengely mentén öt helyen mérik golyócsapágyazott tüskék és cserélhető erőmérő cellák segítségével. A tüskét hozzáigazítják a hüvely felszínéhez, a mérőfelszín 4 cm^2 . Ez a viszonylag nagy felület teszi lehetővé, hogy a valódi radiális nyomást és ne egy pontszerű nyomást mérjenek, amit egy-egy granulátumszemcse jelenléte is megváltoztathat. A radiális nyomáson túl mérik a forgatónyomatékokat, a fordulatszámot és a gyűrűs dugattyú által kifejtett ellennyomást is. A hőmérsékletet három ponton mérik a csigatengely mentén, a hőmérők mindig párosával, sugárirányban vannak elhelyezve. Ennek segítségével, a hengerfalon keresztülhatoló hőáram figyelembevételével ki lehet számítani a henger belső felületén fellépő hőmérsékletet.

A mérés kiértékelése

A súrlódási együtthatókat a mért nyomáseloszlásból és a forgatónyomatékból határozzák meg. Ennek során figyelembe kell venni, hogy a súrlódási együtthatók változnak a feldolgozási körülményekkel. A mérőextruderben axiális nyomás alakul ki, és hő fejlődik a tengely mentén, amely megnehezíti a kiértékelést. Lokálisan azonban nagyjából állandónak lehet tekinteni a viszonyokat, amelyek stacionárius (időben állandósult) üzemmódban a számítások alapjául szolgálhatnak. A szilárd anyagot továbbító egycsigás extruderszakaszban a nyomás nem csak a tengely mentén változik, hanem nyomás alakul ki az aktív és passzív csigaszakaszok között is, ezért a nyomást a kerület mentén mérik. Mivel a csigamenet átmegy a nyomásérzékelő felett, a mérőfelület egy részét lefedi, így a mért nyomást kissé alulbecsülik, ezt pedig korrekcióba kell venni a számításnál.

A csigára ható nyomatékokat a kerület mentén átlagolt radiális nyomás integrálásával lehet kiszámítani a csatornahossz mentén. Ha a nyomást egy exponenciális függvény segítségével közelítik, az integrálás zárt alakban elvégezhető, és a súrlódási együttható ebből kifejezhető. Ha különböző torlónyomások mellett, de állandó csigafordulatszám mellett és állandó hőmérsékleten mérnek, olyan értékpárokat kapnak, amelyek a forgatónyomatékokat összekapcsolják az adott pozícióban mérhető, kerület mentén átlagolt radiális nyomással, és ezekből már kiszámítható a súrlódási együttható.



1. ábra
Egy PE-LD típus külső és belső súrlódási együtthatója. Látható, hogy a belső súrlódási együttható jóval nagyobb a külsőnél, és az is nyomásfüggő. (Mérési paraméterek: $v = 4,4 \text{ m/min}$; $T = 21,7 \text{ °C} \pm 4 \text{ °C}$)

A külső súrlódási együtthatók csökkennek a nyomással és a sebességgel. Nagyobb nyomásokon azonban a külső súrlódási együttható már állandóvá válik. A görbék lefutása természetesen függ a vizsgált polimertől. A hengerbetétek felületi érdességének növelésével vizsgálható a külső és belső súrlódási együttható függése a felület érdességétől. Természetesen minél na-

gyobb az érdesség, annál nagyobb a súrlódás. *A számításoknál általában feltételezik, hogy a belső súrlódási együttható kb. háromszorosa a külsőnek – ezt most meg is lehet mérni (1. ábra).* Az adott esetben a közelítés nem rossz, de nem is túl pontos. A belső súrlódási együttható valóban jóval nagyobb a külsőnél, maga is nyomásfüggő, és a két érték hányadosa is változik a nyomással. Ahhoz, hogy a csigacsatornában dugószerű folyás jöjjön létre, a komprimált szilárd anyagában kialakuló nyírófeszültségeknek kisebbnek kell lenni, mint azoknak a nyírófeszültségeknek, amelyek a súrlódás következtében alakulnak ki az egyes granulátumok között az adott helyi nyomásviszonyok között. Egyébként rétegelt áramlás alakul ki. Ezt az egycsigás extruderek behúzózonájának tervezésekor figyelembe kell venni.

Dr. Bánhegyi György

www.polygon-consulting.ini.hu

Der Abrasion trotzen. = Kunststoff Berater, 2005. 6. sz. p. 10.

Zitzenbacher, G.; Langecker, G.R.; Schatzer R.: Ermittlung der Reibwerte von Kunststoffschüttgütern. = Kunststoffe, 95. k. 4. sz. 2005. p. 43–47.

EGYÉB IRODALOM

Silomon, M.: Hochwertig galvanisierte Kunststoffe. (Nagy értékű galvanizált műanyagok.) = Metalloberfläche, 58. k. 10. sz. 2004. p. 23–27.