

1.3 | Cikloolefin kopolimerek – most már 2.1 | 3.2 | fröccsöntéshez is

Tárgyszavak: cikloolefin kopolimer; Topas; ipari gyártás; választék; tulajdonságok; feldolgozás; fröccsöntés.

A Ticona cég 5 évvel ezelőtt kezdte forgalmazni metallocén katalizátorral szintetizált, Topas márkanevű cikloolefin (COC) kopolimerjeit, de csak 2000-ben indította be 30 E t/év kapacitású ipari termelőüzemét ennek a polimernek a gyártására. Az eddig piacra kerülő típusokat extrudáláshoz ajánlották, és elsősorban a fóliagyártásban használták fel. A legújabb típusok fröccsönthetők, a belőlük fröccsöntött előforma pedig fúvóformázással üreges testté alakítható. Ez újabb alkalmazási területeket nyit meg ez előtt az átlátszó, amorf és nagyon jó tulajdonságokkal rendelkező műanyag előtt – mindenképp az optikai iparban és az orvosi eszközök gyártásában.

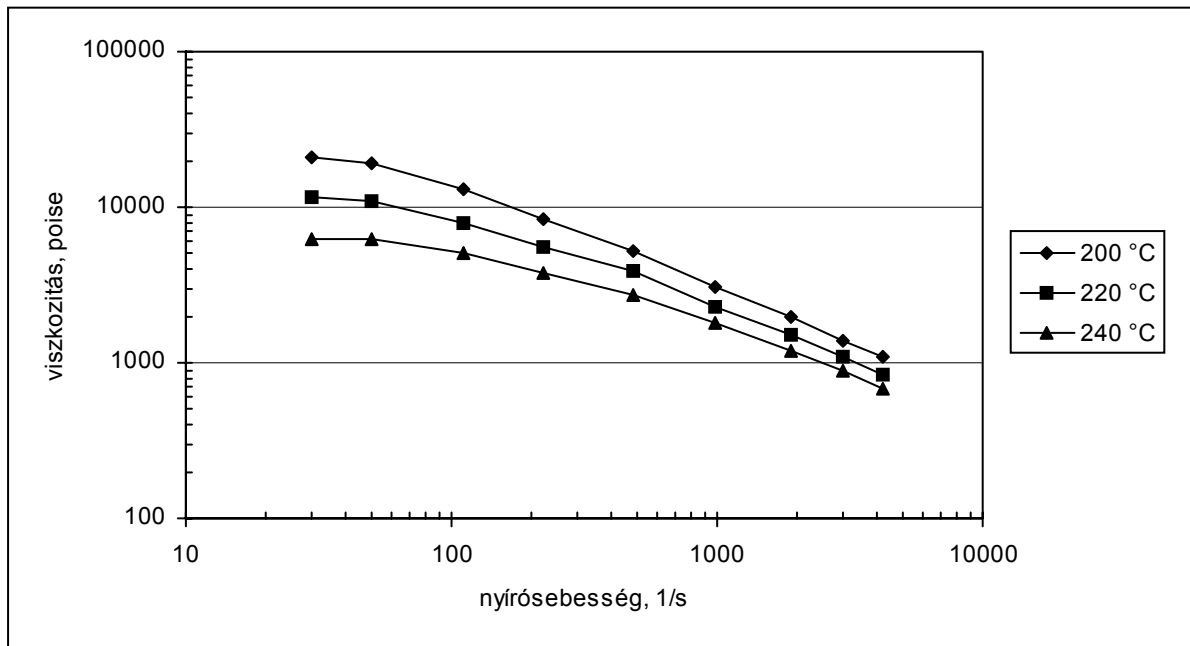
A COC-knek elsősorban a kitűnő optikai tulajdonságait kell kiemelni. Emellett előnyük a jó folyóképesség, a rendkívül kis nedvességfelvétel és vízgőzáteresztő képesség. Sűrűségük 3%-kal kisebb a polisztirolénál és 15%-kal kisebb a polikarbonáténál. Nagy a modulusuk, kemény a felületük, magas a terhelés alatti behajlási hőmérsékletük (HDT értékük). Jó villamos szigetelők és nem hidrolizálnak; ellenállnak híg savaknak és lúgoknak, poláris és oxigéntartalmú oldószereknek.

A fröccsönthető Topas COC-k üvegesedési hőmérséklete (T_g) 70–185 °C között, HDT-értékük 75–170 °C között van. A 140 °C T_g -értékű típus hajlítómódulusa 3500 MPa, szakadási nyúlása 3–4%. Az alacsonyabb T_g -értékű típusok modulusa kisebb, de nyúlásuk elérheti a 10%-ot.

Fröccsöntés utáni zsugorodásuk általában 0,4–0,7%; a magasabb T_g -értékűeké a felső érték közelében van. Csökken a zsugorodás, ha nagyobb fröccsnyomást alkalmaznak. A folyás irányában mért zsugorodásértékek alig nagyobbak a keresztirányúaknál, ezért COC-ből könnyen lehet nagyon lapos, síkszerű formadarabokat fröccsönteni. A polimer merevsége és jó folyóképessége lehetővé teszi 1 mm vagy annál kisebb falvastagságú darabok gyártását. A Topas 8007 viszkozitásgörbéi az 1. ábrán láthatók.

A cikloolefin kopolimerek nagy hűséggel képezik le a legfinomabb szerkezésműveleteket is. Egy COC-ből gyártott laboratóriumi eszköz egyik alkatrész-

sze pl. 10 µm méretű, bonyolult formájú csatornákat tartalmaz, de az optikai adathordozók mikrométer alatti részleteit is pontosan lemásolja ez a polimer.



1. ábra A Topas 8007 viszkozitásgörbéi a hőmérséklet és a nyírósebesség függvényében

A jelenleg rendes kereskedelmi forgalomban kapható típusok a következők:

- *Topas 8007* – töltetlen, általános célú átlátszó polimer; fóliagyártáshoz, fröccsöntéshez, fröccsfúváshoz egyaránt használható. A COC családon belül a legkisebb a vízáteresztő képessége. Emiatt nedvességre érzékeny termékek csomagolására különösen alkalmas.
- *Topas 6015* – töltetlen, általános célú polimer; fröccsöntéshez és fröccsfúváshoz ajánlják. Átlátszósága, vegyszerállósága, sugárállósága, sterilizálhatósága és az amorf polimerek között kiemelkedően magas HDT értéke révén különösen alkalmas gyógyászati felhasználásra.
- *Topas 6013* – töltetlen, általános célú polimer; fröccsöntéshez, fröccsfúváshoz, fóliagyártáshoz ajánlják. Átlátszósága, vegyszerállósága, sugárállósága, sterilizálhatósága és az amorf polimerek között kiemelkedően magas HDT értéke révén különösen alkalmas gyógyászati felhasználásra. Többrétegű fóliák egyik rétegeként vagy más poliolefinnel keverve ugyancsak alkalmazzák.
- *Topas 5013* – töltetlen, nagy folyóképességű, átlátszó, optikai célú típus. Különlegesen pontos leképezése, kis kettős törése révén precíziós optikai eszközök, optikai adattárolók készíthetők belőle.

– *Topas 6017* – töltetlen, kiemelkedő hőállóságú átlátszó polimer rövid ideig magas hőmérsékletnek kitett termékek gyártására.

A felsorolt típusok számszerű tulajdonságai az *1. táblázatban* található.

Az eddig forgalmazott, töltőanyagmentes Ticona típusok mellett kifejlesztettek üvegszálal és ásványi töltőanyagot tartalmazó, csökkentett éghetőségű (V-2 és V-0 éghetőségi fokozatú), továbbá megnövelt ütésállóságú és rozsdamentes acélszállal villamosan vezetővé tett típusokat is. Ezáltal újabb iparágakba – pl. az irodagépgyártásba, a híradástechnikába, az autógyártásba – is betörhet ez a műanyag.

A fröccsöntés eszközei

A cikloolefin kopolimereket általában fel lehet dolgozni az olyan szokásos fröccsöntő gépeken, amelyekben kis kompressziójú (2,2:1–2,5:1) egyszárnyú vagy barriercsiga van. A nagy kompressziójú csiga erős nyíró hatása sárgulást vagy az optikai tulajdonságok romlását idézheti elő. Optikai célú formadarab gyártásához célszerű nagyobb L/D arányú csigát választani.

Bármilyen fúvókát lehet alkalmazni, de legcélszerűbb a szabad kifolyású, nyitott fúvóka. Szinte mindenfajta beömlőnyílással lehet dolgozni, de legalkalmasabb a legyező alakú beömlés, amely legyen tágas, hogy ne fejtessen ki nagy nyíróerőt, és ne fagyjon be könnyen benne az ömledék. Célszerű a beömlőnyílást a formadarab vastagabb végéhez tervezni, és átmérője legyen a falvastagság legalább 60%-a.

Ha a feldolgozott COC T_g -értéke 138 °C felett van, olajfürdővel kell a szerszámhőmérsékletet beállítani.

A szerszámokat szokásos szerszámacélből lehet készíteni, de felületüket fel kell polírozni, hogy eltűnjenek az esetleges felületi hibák. Ez különösen fontos az optikai eszközök gyártásánál, ahol a felületi egyenetlenségek nem lehetnek nagyobbak a fény negyed hullámhosszánál.

A polimer kis zsugorodása miatt a szerszámsíkok ferdesége legyen a lehető legnagyobb (2°–5°), különösen az erősen nyújtott formák gyártásakor, hogy kivételkor elkerüljék a vetemedést vagy elcsavarodást. Korábban polikarbonát vagy poliakrilát fröccsöntésére használt szerszámok általában mindenféle változtatás nélkül alkalmazhatók COC feldolgozására.

A fröccsöntés paraméterei

A COC nem vesz fel nedvességet, de ha víz ömlik rá, a felületi vizet el kell távolítani úgy, hogy 2 óra hosszát HDT-értéke alatt 12 °C-on szárítják. Az adagolótölcsérbe öntött granulátumot is érdemes a HDT érték alatti 7–12 °C-os hőmérsékletre előmelegíteni, hogy a rácsapódó nedvesség ne kerüljön be az ömledékbe.

1. táblázat

A Ticona cég rendszeres kereskedelmi forgalomban levő Topas COC kopolimerjei és legfontosabb tulajdonságaik

Tulajdonság	Módszer	Egység	8007	6015	6013	5013	6017
Sűrűség	ISO 1183	g/cm ³	1,020	1,020	1,020	1,020	1,020
Térfogati folyási szám (MVR, 260 °C, 2,16 kg)	ISO 1133	cm ³ /10 min	30	4	13	56	1
Vízfelvétel (23 °C, telítés)	ISO 62	%	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Húzómodulus (1 mm/min)	ISO 527-2/1A	MPa	2600	3200	3200	3100	3200
Húzófeszültség a folyáshatáron (50 mm/min)	ISO 527-2/1A	MPa	66	66	66	66	66
Nyúlás a folyáshatáron (50 mm/min)	ISO 527-2/1A	%	10	4	4	3	4
Charpy ütésállóság, 23 °C	ISO 179/eU	kJ/m ²	20	15	15	13	15
Charpy ütésállóság, hornyolt próbatest, 23 °C	ISO 179/eA	kJ/m ²	2,6	2	2	1,7	2
HDT, 0,45 MPa	ISO 75-1, -2	°C	75	150	130	130	170
Lineáris hőtágulási együttható, gyártásirány	ISO 11359-2	10 ⁻⁴ /°C	0,80	0,6	0,62	0,63	0,6
Lineáris hőtágulási együttható, keresztirány	ISO 11359-2	10 ⁻⁴ /°C	0,78	–	0,65	0,64	–
Permittivitás, 100 Hz	IEC 60250	–	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35
Térfogati ellenállás	IEC 60093	ohm · cm	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴
Kúszóáram-szilárdság, CTI	IEC 60112	V	>600	>600	>600	>600	>600
Fényáteresztés	Ticona	%	92	92	92	92	92
Törésmutató	ISO 489	–				1,53	

A csiga fordulatszáma – a csiga és a henger átmérőjétől függően – legyen 50–100/min. Minél kisebb a csiga, annál nagyobb a fordulatszám.

A henger hőmérséklete a feldolgozandó anyag T_g -értékének függvénye. Irányadó értékek a 2. táblázatban láthatók.

2. táblázat

A Topas COC-k fröccsöntéséhez ajánlott hőmérséklet-beállítások, °C

Fűtött szakasz	8007	5013	6013	6015	6017
Henger:					
– behúzó zóna	<60	<110	<110	<110	<110
– hátsó zóna	190–220	210–240	230–250	240–270	240–270
– középső zóna	200–240	230–265	240–270	250–290	250–300
– elülső zóna	220–250	230–265	240–270	250–290	250–300
– fúvóka	220–250	230–250	230–260	240–260	240–280
Ömledék-hőmérséklet	190–250	240–270	240–270	260–300	260–300
Szerszámhőmérséklet	40–70	110–130	110–130	110–148	130–170

A kisebb T_g -értékű típusok feldolgozásakor a szerszámot nem szabad az üvegesedési hőmérséklet alatt 30 °C-nál magasabb hőmérsékletre temperálni, a magasabb T_g -értékű típusoknál pedig legalább 12 °C-os különbséget kell tartani. A megengedett szerszámhőmérsékleten belül a melegebb szerszámokban kevesebb valószínűséggel keletkeznek ezüstös csíkok a felületen, kevesebb lesz a befagyott feszültség, átlátszóbb lesz a formadarab. A COC a T_g érték közelében gyorsan megdermed, ezért ha nem elég meleg a szerszám, jól látható hegedési varratok képződnek a formadarabon.

A fröccsöntéshez ajánlott COC típusok folyási száma 1–56 g/10 min között van. A fröccsadag nagysága legyen a hengerkapacitás negyede-fele. Ha a feldolgozás közben valamely ok miatt meg kell állni, célszerű a henger hőmérsékletét 150 °C-ra csökkenteni a sárgulás megelőzése érdekében.

A befröccsentés időtartama 1–2 s; a ciklusidő 10 s (kisméretű, vékony falú termékek) és 360 s (12–25 mm vastag falú termékek) között változhat.

A belső feszültségek csökkenthetők a fröccssebesség fokozatos növelésével, a túltöltés és a hosszú tartózkodási idő kiküszöbölésével. Az utánnymás ne legyen nagyobb 27–48 MPa-nál.

A COC kevésbé zsugorodik; a kész formadarab kivételét a szerszámból segíti az anyagban levő csúsztató, és a szerszámfelületre vitt formaleválasztó. Az utóbbit óvatosan kell alkalmazni, nehogy homályos foltokat okozzon a darab felületén. Könnyebb a darabot kivenni, ha kissé megnövelik a szerszámokban tartózkodás időtartamát, és már megindul a relaxáció a szerszámnyitás előtt.

A szerszámból kikerülő daraboknak szép sima felülete van, legtöbbször nincs szükségük sem sorjázásra, sem felületi kikészítésre. Az esetleges sorját célszerű melegen eltávolítani, mert teljes kihülés után letörésekor megsérülhet a felület.

A COC többszöri újrafeldolgozás után is megőrzi jó mechanikai tulajdonságait, ezért akár 20% regranolátum is visszadolgozható. Kivételt képeznek az optikai eszközök, amelyek átlátszóságát nem veszélyeztetik az esetleg kissé elsárgult regranolátummal.

Optikai eszközök fröccsöntésekor a magasabb szerszámhőmérséklet és a gyors befroccsentes meggátolja a látható folyási utak kialakulását, a lassúbb befroccsentes viszont a beszívódások, üregek képződését, vastagabb darabok kettős törését fékezi. A hosszabb (30–60 s) tartózkodási idő és a kisebb nyomás jó hatással van az optikai tulajdonságokra. A hűtés időtartama 60–120 s, a teljes ciklusidő általában 2–5 min.

Az átlátszó darabokban már a legkisebb szennyeződés is látható nyomot hagy, a feldolgozóknak ezért tökéletesen el kell távolítani minden idegen anyagot a hengerből és az adagolórendszerből a COC feldolgozásának megkezdése előtt.

Kikészítés, beépítés

A COC mechanikailag megmunkálható és jól nyomtatható, vagy ellátható lakk- vagy fémbevonattal. Mivel apoláris anyag, felületét a bevonás előtt koronakisüléssel vagy plazmasugárral aktiválják. A vákuumgőzöléssel felvitt fémbevonatok (Al, Cr, Ag, Ni stb.) előkezelés nélkül is jól tapadnak rajta.

Cikloolefin alkatrészeket könnyen lehet egymással összeragasztani 15% COC ciklohexános, heptános vagy más folyékony szénhidrogénes oldatával, de kötőanyagként használhatók poliuretánalapú ragasztók is. Hegesztésükhöz ultrahangos eljárást alkalmaznak.

Vágáskor, fúráskor, menetvágáskor viszonylag kis sebességgel dolgoznak, hogy a felület ne melegedjen fel túlságosan. A gépzsír feszültségrepedezést válthat ki, ezért vizes közegű hűtőfolyadékot kell alkalmazni, és a gép- és szerszámfelületnek zsírmentesnek kell lennie.

(Pál Károlyné)

Lamonte, R. R.; McNally, C. stb.: How to injection mold cyclic olefin copolymers. = *Plastics Technology*, 48. k. 11. sz. 2002. p. 62–67.

Ticona – Product Information. Topas 8007-6017. = www.ticona-us.com, 2003. 02. 27.