



(19) Országkód

HU



**MAGYAR
KÖZTÁRSASÁG**

**MAGYAR
SZABADALMI
HIVATAL**

SZABADALMI LEÍRÁS

(11) Lajstromszám:

219 737 B

(21) A bejelentés ügyszám: P 93 01710
(22) A bejelentés napja: 1991. 12. 11.
(23) Módosítási elsőbbség: 1994. 07. 01.
(30) Elsőbbségi adatok:
07/626,015 1990. 12. 12. US
(86) Nemzetközi bejelentési szám: PCT/CA 91/00442
(87) Nemzetközi közzétételi szám: WO 92/10525

(51) Int. Cl.⁷

C 08 G 69/26

C 08 L 77/06

D 01 F 6/80

(40) A közzététel napja: 1997. 08. 28.
(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi
Közlönyben: 2001. 07. 30.

(72) Feltalálók:

Mok, Steven Lai-Kwok, Kingston, Ontario (CA)
Pagilagan, Rolando U., Parkersburg,
West Virginia (US)

(73) Szabadalmazók:

Du Pont Canada Inc., Mississauga, Ontario (CA)
E. I. Du Pont de Nemours and Co., Wilmington,
Delaware (US)

(74) Képvisező:

Schläfer László, DANUBIA Szabadalmi
és Védjegy Iroda Kft., Budapest

(54)

Tereftálsav kopoliamidok, eljárás előállításukra és belőlük készült készítmények

KIVONAT

A találmány tárgya részben kristályos kopoliamid, amelynek jellemző vonása, hogy aromás dikarbonsav és alifás diamin keverékéből áll, ahol az aromás dikarbonsav tereftálsav vagy tereftálsav és izoftálsav elegye, amelyben az izoftálsav mennyisége legfeljebb 40 mól%, és ahol az alifás diamin hexametilén-diamin és 2-metil-pentametilén-

diamin elegye, amely elegyben a hexametilén-diamin mennyisége legalább 40 mól%, és ahol a kopoliamid olvadáspontja 280–330 °C.

A találmány kiterjed a fenti kopoliamid előállítására és a belőlük készült szálra és önthető készítményekre.

A találmány olyan kopoliamidra vonatkozik, amely tereftálsavból vagy tereftálsav és izoftálsav elegyéből, valamint diaminelegyből, például hexametilén-diamin és 2-metil-1,5-pentametilén-diamin elegyéből áll, és olvadáspontja legalább 280 °C, előnyösen legalább 300 °C.

Tereftálsavból és diaminokból képzett polimerek ismertek. A 2 752 328 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírás például tereftálsavból és metilcsoporttal szubsztituált, 6–8 szénatomos diaminból képzett polimert ismertet. Az irat szerint a 3-metil-pentametilén-diaminból képzett megfelelő polimerek tekerceselhetők, de a kapott szálak gyengék és törékenyek. Az idézett irat kopolimereket nem említ. A 914 456 számú nagy-britanniai szabadalmi leírás etilcsoporttal szubsztituált diaminokból képzett hasonló polimereket ismertet.

A 82–41 027 számú japán közrebocsátási irat poliamidok előállítását ismerteti tereftálsavból és metilcsoporttal szubsztituált pentametilén-diaminokból. A poliamid előállítása során az idézett 2 752 328 számú amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírásban ismertett eljárásra hivatkoznak. A japán irat példáiiban 2-metil-pentametilén-diamint és tereftálsav polimerizálását mutatják be víz jelenlétében zárt rendszerben.

A 61–162 550 számú japán közrebocsátási irat 250–300 °C olvadáspontú poliamidok előállítását ismerteti, amelynek során 1 mol poliamid monomerre számolva 0,4–0,6 mol aromás diamint és/vagy aromás karbonsavat alkalmaznak. Ha kiindulási anyagként tereftálsav és izoftálsav elegyét alkalmazzák, akkor az említett savak aránya 4:6–6:4 között kell maradjon. Az iratban különböző diaminokat említenek, így a 2-metil-pentametilén-diamint, de a példaszzerű kitanítás csak tereftálsav, izoftálsav és hexametilén-diamin kopolimerjére vonatkozik. A 300 °C feletti olvadáspontú polimerek az irat szerint nehezen önthetők.

Azt találtuk, hogy a tereftálsav és adott esetben izoftálsav, valamint hexametilén-diamin és 2-metil-pentametilén-diamin elegyének kopolimerje, ahol az izoftálsav mennyisége legfeljebb 40 mól%, és amelynek olvadáspontja legalább 280 °C, könnyen előállítható, és olvadáék formájában könnyen feldolgozható.

A találmány tehát részben kristályos kopoliamidokra vonatkozik, amelyek jellemző vonása, hogy aromás dikarbonsav és alifás diamin termékéből áll, ahol az aromás dikarbonsav tereftálsav vagy tereftálsav és izoftálsav elegye, amelyben az izoftálsav mennyisége legfeljebb 40 mól%, és ahol az alifás diamin hexametilén-diamin és 2-metil-pentametilén-diamin elegye, amely elegyben a hexametilén-diamin mennyisége legalább 40 mól%, és ahol a kopoliamid olvadáspontja 280–330 °C.

A találmány értelmében előnyösek azok a kopoliamidok, amelyekben az izoftálsav és a 2-metil-pentametilén-diamin mennyisége 15–35 mól%, az aromás dikarbonsavra és az alifás diaminra vonatkoztatva.

Előnyösek továbbá azok a kopoliamidok, amelyek karbonsavként tereftálsavat tartalmaznak.

Előnyösek továbbá azok a kopoliamidok, amelyek fúziós hője legalább 17 J/g.

A találmány tárgya továbbá eljárás kopoliamidok előállítására, amelynek során

a) egy reaktorba aromás dikarbonsav és alifás diamin vizes sóoldatát töltjük, ahol az aromás dikarbonsav tereftálsav, vagy tereftálsav és izoftálsav elegye, amelyben az izoftálsav mennyisége legfeljebb 40 mól%, és az alifás diamin hexametilén-diamin és 2-metil-pentametilén-diamin elegye, amelyben a hexametilén-diamin mennyisége legalább 40 mól%,

b) a vizes sóoldatot legalább 1300 kPa nyomásig melegítjük, amelynek során a vizet és más illékony részeket elvezetünk,

c) legalább 250 °C hőmérséklet elérése után a reaktor nyomását legalább 15 perc alatt a túlzott habosodás elkerülése mellett légköri nyomásra csökkentjük,

d) a reakcióelegyet a kopoliamid vonatkozásában kívánt móltömeg eléréséig legfeljebb légköri nyomáson tartjuk, és

e) a kapott kopoliamidot a reaktorból elvezetjük.

Az eljárás egyik előnyös megvalósítási módja szerint a d) lépésben a reakcióelegyet vákuum alatt tartjuk.

Egy másik előnyös megvalósítási mód szerint a c) lépésben a reakció-hőmérséklet 270–310 °C.

Egy további előnyös megvalósítási mód szerint a kopoliamid olvadáspontja 300–330 °C.

A találmány tárgya továbbá részlegesen kristályos kopoliamidból képzett szál, amely jellemző vonása, hogy a kopoliamid aromás dikarbonsav és alifás diamin keveréke, ahol az aromás dikarbonsav tereftálsav vagy tereftálsav és izoftálsav elegye, amelyben az izoftálsav mennyisége legfeljebb 40 mól%, és ahol az alifás diamin hexametilén-diamin és 2-metil-pentametilén-diamin elegye, amelyben a hexametilén-diamin mennyisége legalább 40 mól%, és ahol a kopoliamid olvadáspontja 280–330 °C.

A találmány értelmében előnyösek az olyan szálak, ahol a kopoliamid fúziós hője legalább 17 J/g.

A találmány értelmében előnyösek továbbá az olyan szálak, amelyek szakítószilárdsága legalább 1,5 g/denier, és modulusa legalább 30 g/denier.

A találmány egyik megvalósítási módjánál a szálakhoz alkalmazott kopoliamid belső viszkozitása 0,5–1,5 dL/g, előnyösen 0,8–1,1 dL/g, amikor is a belső viszkozitást 5 g/dL koncentrációjú m-krezol-oldatban 25 °C hőmérsékleten mérjük.

A találmány szerinti részlegesen kristályos kopoliamid tehát aromás dikarbonsavból és hexametilén-diamin és 2-metil-pentametilén-diamin elegyéből áll. Az aromás dikarbonsav tereftálsav vagy tereftálsav és izoftálsav elegye. Ebben az elegyben az izoftálsav mennyisége legfeljebb 40 mól%. Aromás dikarbonsavként előnyösen 100 mól% mennyiségben tereftálsavat alkalmazunk.

A sav és a diamin mennyiségei moláris alapon egymást kiegészítik, mint ez szakember számára nyilvánvaló. A sav vagy diamin feleslege, elsősorban a diamin feleslege a kopoliamid kívánt jellemzője, valamint az illékony komponensekhez és más anyagokhoz vezető mellékreakciók természetétől és gyakoriságától függően alkalmazható. A hexametilén-diamin aránya a 2-metil-pentametilén-diaminra vonatkoztatva legalább 40:60, vagyis az alifás diamin legalább 40 mól%-a a hexa-

metilén-diamin. Emellett az izoftálsav és a 2-metil-pentametilén-diamin mennyisége előnyösen 15–35 mól% az aromás karbonsav és alifás diamin összmenyiségére vonatkoztatva, elsősorban 20–30 mól% az aromás dikarbonsav és alifás diamin összmenyiségére vonatkoztatva.

A találmány szerinti kopoliamid olvadáspontja nagyobb mint 280 °C, és kisebb mint 330 °C, előnyösen nagyobb mint 300 °C. Emellett a kopoliamid inkább részben kristályos polimernek, mint amorf polimernek minősíthető. A találmány szerinti megoldás előnyös megvalósítási módja értelmében a polimer fúziós hője legalább 17 J/g. A kristályosság meghatározható például differenciál scanning kaloriméterrel.

A találmány szerinti megoldás egyik megvalósítási módja értelmében a kopoliamidot egy olyan polimerizációs eljárással állítjuk elő, amelyben az aromás dikarbonsav, a hexametilén-diamin és a 2-metil-pentametilén-diamin vizes sóoldatát egy reaktorba töltjük. A 2-metil-pentametilén-diamin jelenléte csökkenti az elágazást, ami a tereftálsav, izoftálsav és hexametilén-diamin kopolimerben jelentkezik. Az aromás sav moláris mennyisége lényegében kiegészíti a diamin összmoláris mennyiségét, mint ezt fent említettük. Ismert, hogy a diaminok illékonyabbak, mint a karbonsavak, és ezért a diamint előnyösen feleslegben adagoljuk a reaktorba.

Az eljárás egyik megvalósítási módja szerint a vizes sóoldatot a reaktorban (autoklávban) nyomás alatt melegítjük legalább 1300 kPa, előnyösen legalább 1900 kPa nyomás eléréséig. A vizet és más illékony részeket, például a diamint, a reaktorból elvezetjük. Amikor a reakcióelegy hőmérséklete eléri a legalább 250 °C értéket, előnyösen a 270–310 °C értéket, a reaktor nyomását legalább 15 perc, előnyösen 20–90 perc időtartam alatt légköri nyomásra csökkentjük. A nyomáscsökkentést oly módon végezzük, hogy minimalizáljuk vagy elkerüljük a reaktorban lévő reakcióelegy felesleges felhabosodását. A képződött hab mennyiségének csökkentése érdekében a reakcióelegyhez habosodásgátló adagolható. A reakcióelegyet ezután mintegy légköri nyomáson vagy vákuum alatt tartjuk addig, míg a kopoliamid eléri az előre meghatározott mól-tömeget. Az így kapott kopoliamidot ezután elvezetjük a reaktorból. Megjegyezzük azonban, hogy a kopoliamid előállítható szilárd fázisú polimerizálással, extruziós polimerizálással, folyamatos polimerizálással és más ismert eljárásokkal is.

A találmány szerinti kopoliamid egyéb adalékanyagokkal keverhető. Ezekre példaként említhetők a stabilizátorok, lángállóságot biztosító anyagok, füstölésmentességet biztosító anyagok, pasztifikátorok, vezető és/vagy antisztatikus anyagok, kenőanyagok és olvadékban történő feldolgozást megkönnyítő adalékanyagok, magképző adalékanyagok, festékek és pigmentek, töltőanyagok, így üvegszálak, ásványi anyagok, keményítőanyagok és más módosítószerkezetek, valamint a poliamidkészítményekben szokásos mennyiségben alkalmazott egyéb adalékanyagok. A hőstabilizátorokra példaként említhetők a réz(I)-halogenidek, így -bromid és

-jodid, valamint az alkálifém-halogenidek, így a lítium-, nátrium- és kálium-bromid és -jodid, amely alkalmazható önmagában vagy foszfortartalmú vegyületekkel együtt. A foszfortartalmú vegyületekre példaként említhetők a foszfitok, foszfinok, foszfátok, és a foszforsav alkálifémsói, így a nátrium-fenil-foszfinát, nátrium-hipofoszfit, trialkil- és trisz(alkil-aril)-foszfinok, így tri(n-butil)-foszfin, fenil-dimetil-foszfin és trifenil-foszfin. A szerves hőstabilizátorokra példaként említhetők a gáttolt fenolok és aminok, valamint az UV-stabilizátorok, és fenolos fémdeszaktivátorok. A magképző anyagokra példaként említhető a talkum, kalcium-fluorid és foszfor-savsók, így nátrium-fenil-foszfinát.

A töltőanyagok mennyisége általában 0,5–200 tömegrész 100 tömegrész kopoliamidra vonatkoztatva. A töltőanyagokra példaként említhetők a szilícium-dioxid, metaszilikátok, alumínium-oxidok, talkum, diatómaföld, agyag, kaolin, kvarc, üveg, csillám, titán-dioxid, molibdén-diszulfid, gipsz, vas-oxid, cink-oxid, szálanyagok, így üveg-, karbon-, bór-, aromás és kerámiaszálak, porított poli(tetrafluor-etilén) és hasonló ismert töltőanyagok.

A kopoliamidok az ismert olvadéktechnikákkal feldolgozhatók, amelynek során magasabb hőmérsékletek alkalmazhatók, mint más ismert poliamidok esetében. Így például a kopoliamidok fröccsöntési technológiával feldolgozhatók különböző termékek, amelyekre példaként említhetők a szelepek, tankok, tartályok, mosóedények, valamint a gépjárműiparban és elektromos iparban használatos alkatrészek, például a legalább 260 °C vagy e feletti hőmérsékleteknek is ellenálló eszközök, továbbá az olyan eszközök, amelyek mechanikai tulajdonságaikat hő, nedvesség, szénhidrogének, alkoholok, többek között az úgynevezett gazohol (benzin és etanol keverékéből álló üzemanyag) és hasonló körülmények esetén is megőrzik. Emellett a polimer feldolgozható szálakká is, például varró- vagy ipari cérnává, ahol szükség van arra, hogy az összehúzóadás csekély maradjon és/vagy a tulajdonságok nedvesség, szénhidrogének, alkoholok, és más anyagok hatására is fennmaradjanak. A kopoliamidok feldolgozhatók továbbá film és lap formájában is. Kihasználható továbbá a kopoliamidok azon tulajdonsága, hogy nem eresztik át a vizet és az oxigént. A kopoliamidok különösen előnyösen használhatók olyan esetekben, ahol a tulajdonságokat magasabb hőmérsékleten is meg kell tartani, erre példaként említhetők a lepárlóedények.

A találmány szerinti megoldás egyik megvalósítási módja értelmében a kopoliamidokat szál vagy filament formájában dolgozzuk fel. A szálak szakítószilárdsága előnyösen legalább 1,5 g/den és modulusa legalább 30 g/den, ahol den a finomság mértékegysége (denier).

A találmány tárgyát közelebbről az alábbi példával mutatjuk be anélkül, hogy az oltalmi kör a példákra korlátozódna.

1. példa

Egy spirális gumikeverővel és hőmérővel ellátott 12 literes reakcióedénybe betöltünk 1271 g (8,588 mol)

78,53 tömeg%-os vizes hexametilén-diamin-oldatot, 998 g (8,588 mol) 2-metil-pentametilén-diamint, 2659 g (16,006 mol) tereftálsavat, 12 g 47 tömeg%-os vizes nátrium-fenil-foszfínát-oldatot, 6 ml 10 tömeg%-os Carbowax 3350 (gyártó: Union Carbide) polietilén-glikol vizes oldatot és 1200 g ionmentesített vizet.

A reaktor keverőjét 50 fordulat/perc értékre állítjuk, az elegyet 130 °C hőmérsékletre melegítjük, és a keletkezett oxigént elvezetjük. Ezután a reakcióelegyet 232 °C hőmérsékletre melegítjük. A reakcióedény nyomását 2400 kPa értéken tartjuk, és az illékony részeket 43 perc alatt eltávolítjuk, amelynek során a reakcióelegy hőmérséklete 275 °C értékre emelkedik. A reaktor nyomását ezután 48 perc alatt légköri nyomásra csökkentjük, amelynek során a reakcióelegy hőmérséklete 320 °C hőmérsékletre emelkedik. Ennek során a keverőt 6 fordulat/perc értékre állítjuk 318 °C hőmérséklet elérésekor.

A kapott reakcióelegyet 40 kPa értékű vákuumban tartjuk 15 percen keresztül. A kapott polimert ezután a reaktorból eltávolítjuk, és vízfürdőben lehűtjük.

A kapott poliamid belső viszkozitása 0,98 dL/g, amit 0,5 g/L koncentrációban koncentrált kénsavban 25 °C hőmérsékleten mérünk. A polimer olvadáspontja 301 °C, amit differenciál scanning (DSC) kaloriméteren határozunk meg.

II. példa

Az I. példában leírthoz hasonló kopoliamidot, amelynek fűzési hője 29,4 J/g, üvegszállal, ásványi anyaggal vagy keményítőanyaggal keverünk, és a keverékből mérőtesteket öntünk, amelyen különböző fizikai tulajdonságokat vizsgálunk. Az alkalmazott kopoliamid hexametilén-diamin és 2-metil-pentametilén-diamin 1 : 1 molarányú keverékének és tereftálsavnak a kopolimerje.

Az üvegszállal kevert kopoliamidmintát az alábbiak szerint állítjuk elő:

A kopoliamidot egy V alakú keverőben réz-antioxidánsal, foszfit-antioxidánsal (Irgafos 168, gyártó: Ciba Geigy) és talkummal (mintegy 0,35%) keverjük. A keveréket szilánózott hosszú üvegszálakkal együtt egy 20 mm-es Welding Engineers ikercsigás extruderbe vezetjük, amely 312 °C extrúziós hőmérsékleten vákuumban üzemel. A kapott kikeményített kopoliamidot kötélverő kockán vezetjük át, és feldaraboljuk. Az egyik készítmény 49 tömegrész üvegszálal tartalmaz 100 tömegrész kopoliamidra számolva, és ennek összetétele 4000 g kopoliamid, 23 g antioxidáns, 23 g talkum és 1990 g szilánózott hosszú üvegszál. A másik készítmény 75 tömegrész üvegszálal tartalmaz 100 tömegrész kopoliamidra számolva, és ennek összetétele 3800 g kopoliamid, 68 g antioxidáns, 23 g talkum és 2936 g szilánózott hosszú üvegszál.

A gumyszerűvé kikeményített készítmény előállításához 80,9 tömegrész kopolimert, amelynek belső viszkozitása koncentrált kénsavban mérve 0,83 dL/g és olvadáspontja 301 °C, 10 tömegrész fumársavval ojtott etilén/propilén/hexadién kopolimerrel, 9,1 tömegrész etilén/propilén/hexadién kopolimerrel és 0,25 tö-

megrész talkummal keverünk. A keverést egy 28 mm-es Werner & Pfleiderer ikercsigás extruderben 347 °C hőmérsékleten és 61 kPa vákuumban végezzük. A kapott extrudált terméket vízben lehűtjük, daraboljuk, és 5 nitrogénben lehűtve eltávolítjuk a felületi nedveséget. A száraz készítményt megolvastjuk, és vizsgáljuk.

Az ásványi anyaggal megerősített készítmény előállításához 59,4 tömegrész fenti kopolimert (lásd gumyszerűen kikeményített készítmény) 0,6 tömegrész (gamma)-amino-propil-trietoxi-szilánnal keverjük 10 percen keresztül. Ezután 40 tömegrész Satintone® Special agyagot (gyártó: Engelhard Co.) adunk hozzá, és 15 percen keresztül keverjük. A keveréket Werner & Pfleiderer extruderben 350 °C hőmérsékleten 54 kPa vákuumban feldolgozzuk. Az extrudált terméket vízben lehűtjük, daraboljuk, és nitrogénnel lehűtjük. A készítményt megolvastjuk, és vizsgáljuk.

A kopoliamidkészítményeket Engel vagy Boy fröccsöntő gép segítségével formatestekké alakítjuk. Ily módon az ASTM D638 előírásainak megfelelő I típusú szakítópróbatesteket és az ASTM D790 előírásainak megfelelő 6,35 mm-es és 3,17 mm-es hajlítópróba-testeket állítunk elő. A mintadarabokat 80 °C hőmérsékletre 25 melegítjük, majd 320 °C hőmérsékletű extruderben feldolgozzuk. A méréseket az alábbi ASTM előírások szerint végezzük:

hajlítószilárdság – D790,

szakítószilárdság – D638,

30 bemetszéses ütőszilárdság – D256.

Az olvadáspontot és a fűzési hőt nitrogénatmoszférában differenciál scanning kaloriméteren (Du Pont 912 DCDSC) mérjük percenként 10 °C hőemelkedéssel, amelynek során az endoterm görbe tetején mérhető 35 hőmérsékletet tekintjük olvadáspontnak. Az üvegesedési hőmérsékletet differenciálmechanikus analízissel határozzuk meg nitrogénatmoszférában percenként 5 °C hőmérséklet-emelkedéssel.

A tárolási modulust az ASTM D4065–82 előírásai szerint mérjük a viszkoelasztikus viselkedés dinamikus mechanikai analízisével, ami információt ad a tárolási modulusként ismert elasztikus komponensről és a veszteségi modulusként ismert viszkózus komponensről. A hőmérséklet változása során elvégzett mérések a polimer T_g-értékét adják meg, amikor is a hőmérséklet 45 emelkedése 5 °C, és az említett T_g-adat a tárolási modulus/hőmérséklet görbéből származik, mivel a tárolási modulus a hőmérséklet növelésével szignifikánsan csökken.

Összehasonlításként hasonló vizsgálatokat végzünk a Zytel® 70G33 (gyártó: DuPont) üvegszállal töltött poli(hexametilén-adipamid) polimeren, és a Zytel® 101 (gyártó: DuPont) poli(hexametilén-adipamid) polimeren.

55 A mérési eredményeket az I. táblázatban adjuk meg. A kopoliamid (3–7. számú kísérletek) olvadáspontja 302 °C, és üvegesedési hőmérséklete 126 °C. A poli(hexametilén-adipamid) (1–2. számú kísérlet) olvadáspontja 265 °C, és üvegesedési hőmérséklete 60 61 °C.

I. táblázat

Kísérlet száma	1.	2.	3.	4.
Töltőanyag típusa	–	üveg	–	üveg
mennyisége	0	49	0	49
Hajlítási szilárdság [10^3 kg/cm ² (MPa), 23 °C]				
DAM**	28,9 (2834)	91,6 (8983)	32,2 (3158)	95,8 (9395)
50% RH***	12,3 (1206)	63,4 (6218)	34,9 (3423)	91,6 (8983)
Szakítószilárdság [kg/cm ² (MPa), 23 °C]				
DAM	845 (82,9)	1900 (186,3)	796 (78,1)	1900 (186,3)
50% RH	789 (77,4)	1270 (124,5)	831 (81,5)	1830 (179,5)
IZOD ütőmunka (J/m)				
DAM	56,0	112,0	33,6	72,8
50% RH	118,2	112,0	24,7	72,8
Tárolási modulus [10^3 kg/cm ² (MPa)]				
25 °C	–	79,6 (7806)	–	93,0 (9217)
50 °C	–	62,0 (6080)	–	88,1 (8640)
125 °C	–	44,4 (4354)	–	84,5 (8287)
150 °C	–	39,5 (3874)	–	52,8 (5178)

I. táblázat (folytatás)

Kísérlet száma	5.	6.	7.
Töltőanyag típusa	üveg	ásvány	keményítőanyag*
mennyisége	75	67	23
Hajlítási szilárdság [10^3 kg/cm ² (MPa), 23 °C]			
DAM**	116 (11 376)	64,9 (6365)	23,0 (2256)
50% RH***	113 (11 082)	73,8 (7238)	22,8 (2246)
Szakítószilárdság [kg/cm ² (MPa), 23 °C]			
DAM	2110 (206,9)	958 (94,0)	620 (60,8)
50% RH	2040 (200,1)	796 (78,1)	627 (61,5)
IZOD ütőmunka (J/m)			
DAM	89,7	33,6	914,9
50% RH	89,7	21,9	699,3
Tárolási modulus [10^3 kg/cm ² (MPa)]			
25 °C	110 (10 788)	–	–
50 °C	109 (10 689)	–	–
125 °C	94,4 (9 258)	–	–
150 °C	59,9 (5 874)	–	–

*: Keményítőanyag: 12 tömegrész nagy hőmérsékletű ojtással előállított ojtott poliolefin és 11 tömegrész etilén/propilén/hexadién (EPDM) elastomer elegye.

** : DAM=az öntés után szárítás nélkül kapott anyag.

*** : RH=relatív páratartalom (relatív humidit).

A kapott eredmények szerint a töltőanyag nélküli kopoliamid merevebb, mint a poli(hexametilén-adipamid), és jobban ellenáll a nedvességnek, ami látható a merevségnek a növekvő relatív páratartalom mellett észlelt változásából. Hasonló viselkedés figyelhető meg az üvegszállal töltött, ásványi anyaggal töltött és keményített készítményeknél.

III. példa

A II. példában alkalmazottal azonos típusú kopoliamidon szálfonási kísérletet végzünk. A kopoliamidot mintegy 2,2 kg/óra adagolási sebességgel egy kötélfonó kockán vezetjük át, amely hét nyílással rendelkezik, amelyek átmérője 0,23 mm, a fonófej hőmérséklete 318 °C, majd egyenletes húzási arány eléréséhez egy sor forró hengeren és lemezen vezetjük át.

A szál szilárdsági tulajdonságait, vagyis modulusát, törési szilárdságát, szakítószilárdságát és nyújtását Instron-készüléken mérjük. A zsugorodás méréséhez a szál 2 percen keresztül 177 °C hőmérsékletű forró levegővel kezeljük, majd mérjük a zsugorodás mértékét.

A kapott szál modulusa nagy, és forró levegőn mérhető zsugorodása kicsi.

A mérési eredményeket a II. táblázatban adjuk meg. A tulajdonságokat hét filamentből álló szálon mérjük.

II. táblázat

Kísérlet száma	8.	9.	10.
Decitex	92	56	48
Húzási arány	3,2	4,3	4,8

Kísérlet száma	8.	9.	10.
A szál tulajdonságai:			
Törési szilárdság (Newton)	1,6	1,7	1,8
Nyújtás (%)	20	10,6	8,5
Shakítószilárdság (g/denier)	2,0	3,5	4,2
Modulus (g/denier)	34	63	88
Zsugorodás (%)	1,3	–	5,5

Megjegyzés:

A Decitex értékét az ASTM D-1907 előírásai szerint mérjük. A törési szilárdságot, nyújtást, szakítószilárdságot, modulusát és zsugorodást az ASTM D-885 előírásai szerint mérjük.

Az eredményekből látható, hogy a polimerből megfelelő szálak állíthatók elő. A kapott húzási arány fontos mutatója a szál tulajdonságainak, és a húzási hőmérséklet szignifikáns faktor a szálfeldolgozás folyamatában.

IV. példa

Különböző polimereket állítunk elő tereftálsavból és izoftálsavból és hexametilén-diamin vagy 2-metilén-pentametilén-diamin elegyből autoklávban végzett polimerizálással. Az eljárási paramétereket és a kapott polimer fizikai tulajdonságait a III. táblázatban adjuk meg. Az üvegesedési hőmérsékletet öntéssel előállított formatesten mérjük.

III. táblázat

Kísérlet száma	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
Készítmény							
HMDT	55	60	50	60	60	50	50
HMDI	5	0	10	10	10	40	20
2MPMDT	40	40	40	30	30	10	30
Belső viszkozitás (dL/g)							
	0,94	0,90	0,72	0,77	0,79	0,74	0,80
Olvasáspont (°C)							
	301	306	295	309	305	288	302
Üvegesedési hőmérséklet (T _g)							
DAM	149	143	140	138	141	113	124
50% RH	122	117	106	114	110	–	–
100% RH	73	76	70	73	74	–	–
Fúziós hő (J/g)							
	32,9	37,4	26,8	34,8	38,0	–	–

Megjegyzés:

A belső viszkozitást általában kénsavban, a 16. és 17. számú kísérletben m-krezolban mérjük.

A mérési eredmények jól mutatják a tereftálsav és izoftálsav elegyének a kopoliamid előállítására, valamint a kapott polimer tulajdonságaira gyakorolt hatását.

V. példa

Egy autoklávba betöltünk 51,30 g (0,3089 mol) tereftálsavat, 26,26 g (0,2260 mol) hexametilén-diamint vizes oldat formájában, 11,46 g (0,09865 mol) 2-metilpentametilén-diamint, 36,77 g vizet (összmenyiség) és 0,15 g nátrium-fenil-foszfinátot, ahol a reakcióelegyben a diaminok aránya 30,4% 2-metil-pentametilén-diamin és 69,6% hexametilén-diamin. Nitrogén bevezetésével 200 kPa nyomást állítunk be szobahőmérsékleten, majd az autoklávot 290 °C hőmérsékletre melegítjük. Az elvezetést mintegy 270 °C hőmérsékleten kezdjük, és 2400 kPa nyomásra állított szabályozószelleppel ellenőrizzük. 90 perc elteltével az olvadék hőmérséklete eléri a 290 °C értéket, majd a nyomást 1 óra alatt légköri nyomásra csökkentjük, amelynek során az olvadék hőmérséklete 310 °C értékre növekszik. Az olvadékot légköri nyomáson és 310 °C hőmérsékleten tartjuk 10 percen keresztül, majd a polimert nitrogén alatt hagyjuk mintegy 50 °C hőmérsékletre hűlni, végül az autoklávból eltávolítjuk.

A szárított és őrölt polimer belső viszkozitása 0,85 dL/g, olvadáspontja 328 °C és fúziós hője 49,33 J/g.

VI. példa

A példában a HMDT/2MPMDT (50:50) kopolimer és a nejlon 66 hőállóságát hasonlítjuk össze.

A polimereket hőstabilizátorral vagy antioxidánsal keverjük. A kapott keveréket 20 mm-es ikercsigás extruderben (Welding Engineering Inc.) üvegszálakkal keverve hőálló keményített polimer készítménnyé alakítjuk. A készítményekből fröccsöntéssel formatesteket öntünk a II. példában leírt módon.

A próbatesteket forró levegőt keringtető kemencében a megadott időn keresztül (IV. táblázat) 180 °C állandó hőmérsékleten kezeljük. A megadott időpontban minden készítménynél öt próbatestet eltávolítunk a kályhából, és nedvességtartó zacskóba zárjuk. A szakítószilárdságot az öntésnek megfelelő szárazságú (DAM) min-tán az ASTM D638 előírásai szerint határozzuk meg.

A mérési eredményeket a IV. táblázatban adjuk meg, ahol a vizsgált mintadarab összetétele után a szakí-

tószilárdság változása szerepel a hőkezelés függvényében, a 0 időpontban mért szakítószilárdságra, mint 100%-ra vonatkoztatva.

5

IV. táblázat

Kísérlés száma	18.	19.	20.
Polimer	66	kopoli- mer	kopoli- mer
Réz-halogenid (tömeg%)	0,40	0,40	–
Irganox 1098* (tömeg%)	–	–	0,25
Naugard XL-1* (tömeg%)	–	–	0,20
Naugard 445* (tömeg%)	–	–	0,25
Irgafos 168* (tömeg%)	–	–	0,35
Talkum (tömeg%)	–	0,35	0,40
Üvegszál (tömeg%)	33	33	40
Szakítószilárdság (%)			
0 óra	100	100	100
2256 óra	69	75	58
3360 óra	43	58	–
4704 óra	32	58	38

25 * : valamennyi Ciba Geigy.

A kopolimer jobban megőrzi tulajdonságait (szakítószilárdságát) a hőkezelés hatására, mint a nejlon 66, ha ugyanazt a szerves hőstabilizátort használjuk. Szerves stabilizátor alkalmazása esetén a kopolimer 4704 óra hőkezelés után hasonló szakítószilárdság-változást mutat, mint a nejlon 66 a réz-halogenid-stabilizátor alkalmazása esetén.

VII. példa

A példában a magképző szerek hatását mutatjuk be a HMDT/2MPMDT (50:50) kopolimer esetében.

A polimer mintáját az V. táblázatban megadott magképző szerrel keverjük csigás extruderben. A minta előállításánál során kis mennyiségű benzolszulfonamid típusú plasztifikálót alkalmazunk a magképző szer megkötésére.

Differenciál scanning kaloriméter (DSC) módszerrel analizáljuk a magképző hatását, amelynek során a fagyáspontokat hasonlítjuk össze. A mérési eredményeket az V. táblázatban adjuk meg.

V. táblázat

Kísérlés száma	21.	22.	23.	24.
Plasztifikálóanyag (tömeg%)	0,0	0,2	0,2	0,2
Magképző anyag				
fajtája	–	nátrium-fenil-foszfinát	talkum	feketeszen
mennyisége (tömeg%)	0,0	0,5	0,5	0,1
DSC-eredmények:				
Olvadáspont (°C)	304	303	303	303
Fagyáspont (°C)	262	272	278	272
Különbség (°C)	42	31	25	31

A kopolimer alacsony kristályossági foka miatt a magképző szerek hatékonyan javítják a kristályosságot, amint ez a fagyáspont növekedéséből látható.

VIII. példa

A példában a 60 tömeg% üveget tartalmazó HMDT/2MPMDT (50:50) kopolimer készítmény tulajdonságait mutatjuk be.

A polimert 3,17 mm-es üvegszálakkal keverjük egy ikercsigás extruderben 325–355 °C edényhőmérséklet mellett. Az üvegszálakat az extruderbe adagoljuk az edény és az extruder között mintegy félúton elhelyezett adagoló segítségével. A kapott készítményt extrudáljuk, és a fizikai tulajdonságok mérésére alkalmas ASTM próbatestekké öntjük a II. példában leírt módon. A mérési eredményeket a VI. táblázatban adjuk meg.

VI. táblázat

Kísélet száma	25.	26.
Polimer (tömeg%)	100	40
Üvegszál (tömeg%)	0	60
Szakítószilárdság [MPa (kg/cm ²)]	159,9 (1 630)	270,7 (2 760)
Nyúlás (%)	–	2,1
Hajlítómódulus [MPa (kg/cm ²)]	3 040 (31 000)	20 104 (205 000)
Hajlítószilárdság [MPa (kg/cm ²)]	–	388,4 (3 960)
IZOD ütőmunka (J/m)	41,1	144,9

A kopolimer az üvegszállal 60 tömeg% mennyiségben keverhető. Az üvegszálakat tartalmazó készítmény mechanikai tulajdonságai lényegesen jobbak, mint a kopolimer tulajdonságai önmagában.

IX. példa

Mintegy 250 ml belső térfogatú és 0,89 mm névleges falvastagságú műanyag edényt fröccsöntünk hexametilén-diamin és 2-metil-pentametilén-diamin (50:50) és tereftálsav kopolimerjéből, amelynek belső viszkozitása mintegy 0,75 dL/g, amit 0,5 g/l koncentrációban m-krezol-oldatban 25 °C hőmérsékleten mérünk. Az edényt 2 órán keresztül egy lepárlóautoklávban megemelt nyomáson és hőmérsékleten kezeljük a sterilizálási eljárást utánozva.

A kezelt edényt vízzel megtöltjük, alumíniumlemezrel lezárjuk, és epoxicementtel szigeteljük, majd atmoszferikus kamrába állítjuk 20 °C hőmérséklet és 50% relatív páratartalom mellett. Az edény tömegvesztését szabályos időközökben mérjük. Három hét elteltével az edény nedvességáteresztő képessége 0,0028 g/nap.

Egy összehasonlító vizsgálatban nejlon 6,6 polimerből készített edényt vizsgálunk azonos körülmények között, amikor is a kapott nedvességáteresztő ké-

peség mintegy tíz-hússzorosa a fenti értéknek. Ez azt jelenti, hogy az aromás sav alkalmazása, valamint a diamin egy részének 2-metil-pentametilén-diaminnal történő helyettesítése jelentős mértékben növeli a nedvességátároló képességet a nejlon 6,6 műanyaghoz viszonyítva.

X. példa

Egy spirális gumikeverővel és hőmérővel ellátott 12 literes reakcióedénybe 2659 g (16,01 mol) tereftálsavat, 935,3 g (8,06 mol) 2-metil-pentametilén-diamint, 1597,9 g (8,06 mol) 58,53 tömeg%-os vizes hexametilén-diamin-oldatot, 205,9 g (1,03 mol) dodekametilén-diamint, 12 g 47 tömeg%-os vizes nátrium-fenil-foszfinát-oldatot, 6 ml 10 tömeg%-os vizes Carbowax® 3350 polietilén-glikolt és 1100 g ionmentesített vizet töltünk.

A keverőt 50 fordulat/perc értékre állítjuk, majd az elegyet 130 °C hőmérsékletre melegítjük, és a keletkezett oxigént eltávolítjuk. Ezután a reakcióelegyet 237 °C hőmérsékletre melegítjük, és 2,443 MPa nyomáson tartjuk. Az illékony részeket 68 perc alatt kiengedjük a légkörbe, amelynek során a reakcióelegy hőmérséklete 275 °C értékre növekszik. A reaktor nyomását ezután 70 perc alatt légköri nyomásra csökkentjük, amelynek során a hőmérséklet 320 °C értékre növekszik. A kevertetés sebességét 5 fordulat/perc értékre csökkentjük.

A reakcióelegyet 15 percen keresztül 40 kPa vákuumban tartjuk, majd a kapott polimert eltávolítjuk és vizes fürdőn lehűtjük.

A kapott poliamid belső viszkozitása 0,90 dL/g 0,5 g/l koncentrációjú m-krezol-oldatban 25 °C hőmérsékleten mérve. Az olvadáspont 300 °C, amit differenciál scanning kaloriméteren (DSC) mérünk, az üvegesedési hőmérséklet (T_g) 127 °C, amit a mintadarab öntésének megfelelő szárazságon (DAM) differenciálmechanikai analízissel (DMA) mérünk.

A példában három alifás diamin elegyét tartalmazó kopoliamid előállítását mutatjuk be.

XI. példa

A példában kétlépéses eljárás alkalmazását mutatjuk a kopoliamid előállításához, amelynek során kis belső viszkozitású polimert kapunk autoklávban, majd szilárd állapotban nagy belső viszkozitásig tovább polimerizáljuk.

Az I. példában leírt módon előállított, és 0,77 dL/g belső viszkozitású kopoliamidot légzáró edénybe töltünk, amit folyamatosan száraz nitrogéngázzal öblítünk át. Az edényt egy kályhába helyezük, és a polimert 222 °C, illetve 245 °C hőmérsékletre melegítjük, miközben folyamatosan nitrogénnel öblítjük át. A mintákat meghatározott időpontban kivesszük, és mérjük a polimer belső viszkozitását.

Az aminvéget sav-bázis titrálással fenol/metanol 90:10 oldószerben mérjük 0,1 n vizes perklórsav-oldattal. A belső viszkozitást kénsavban határozzuk meg. A mérési eredményeket a VII. táblázatban adjuk meg.

VII. táblázat

Idő (h)	0	4,5	7,25	8	16	24
222 °C hőmérsékletű polimer belső viszkozitás	0,77	0,85	0,84	–	0,91	–
aminvég	92	81	83	–	68	–
245 °C hőmérsékletű polimer belső viszkozitás	0,77	–	–	0,90	0,00	1,05
aminvég	92	–	–	68	73	76

XII. példa

A szilárd fázisú polimerizálás további bemutatásához az I. példa szerinti kopoliamidot egy 12 literes autoklávban az I. példában megadott körülmények között polimerizálunk azzal a különbséggel, hogy kihagyjuk a vákuumciklust. A polimert eltávolítjuk az autoklávból és vízfürdőn lehűtjük, majd közvetlen ezután légköri nyomásra állítjuk.

A kapott polimert kisméretű szilárd fázisú polimerizálóegységbe helyezük, és folyamatos nitrogénáramban 240 °C hőmérsékletre melegítjük. Szabályos időközökben mintát veszünk, és mérjük a belső viszkozitást (dL/g), amit kénsavban végzünk. Az eredményeket a VIII. táblázatban adjuk meg.

VIII. táblázat

Idő (h)		0	7	14
Polimer	A	0,64	0,91	1,07
	B	0,66	1,04	1,18
	C	0,69	1,08	1,25
	D	0,73	1,03	1,18

XIII. példa

Autoklávban kopoliamidot állítunk elő tereftálsav és izoftálsav elegyéből (95 : 5 molarány), valamint hexametilén-diamin és 2-metil-pentametilén-diamin elegyéből (50 : 50 molarány). A polimert az I. példában leírt módon állítjuk elő azzal a különbséggel, hogy

(a) a konstans nyomásciklust 1,896 MPa nyomáson végezzük, és

(b) a nyomáscsökkentést 300 °C olvadék-hőmérséklet elérése után indítjuk.

A kapott kopoliamid belső viszkozitása 0,67 dL/g. A kopoliamidot szilárd fázisú reaktorban tovább polimerizálva 0,80 dL/g belső viszkozítású polimert állítunk elő.

A kapott kopoliamid tulajdonságait egy olyan kopoliamid tulajdonságaihoz hasonlítjuk, amely tereftálsavból és hexametilén-diamin/2-metil-pentametilén-diamin 50 : 50 molarányú elegyből áll, és belső viszkozitása 0,91 dL/g. A kopoliamidból fröccsöntéssel formatesteket öntünk. A maradék kopoliamidot 33 tömeg% üvegszállal keverjük, és szintén próbatestekké öntjük. A mérési eredményeket a IX. táblázatban adjuk meg.

IX. táblázat

Polimer	E	E	F	F	G	G
Üvegszál (tömeg%)	0	33	0	33	0	33
Belső viszkozitás (dL/g)(m-krezol)	0,67	–	0,80	–	0,91	–
Aminvég	164	–	119	–	86	–
COOH-vég	10	–	–	–	10	–
Olvadáspont (°C)	296	–	296	–	300	–
Szakítószilárdság (MPa)	39,3	182	67,6	194	62,7	198
Nyúlás (%)	3,4	7,4	6,4	8,4	5,9	8,2
Hajlítási modulus (MPa)	3061	9515	2965	9239	2861	9813
IZOD ütőmunka (J/m ²)	30	88	46	89	37	77
Hővetemedési hőmérséklet (°C, 1,82 MPa)	141	257	146	253	147	264

Megjegyzés:

E polimer: tereftálsav és izoftálsav 95 : 5 molarányú elegye, valamint hexametilén-diamin és 2-metil-pentametilén-diamin 50 : 50 molarányú elegye.

F polimer: szilárd fázisú polimerizálással kezelt E polimer.

G polimer: tereftálsav, valamint hexametilén-diamin és 2-metil-pentametilén-diamin 50 : 50 molarányú elegye.

XIV. példa

Az I. példában leírt módon kopoliamidot állítunk elő tereftálsavból, izoftálsavból, hexametilén-diaminból és 2-metil-pentametilén-diaminból.

Vizsgáljuk a kapott polimer olvadáspontját és kristályosodási hőmérsékletét. A polimerizálóberendezésből elvezetett kopoliamidot differenciál scanning kalorimé-

teren (DSC) vizsgáljuk a kezdeti olvadáspont meghatározásához. A kopoliamidot ezután lehűtjük, és meghatározzuk a kristályosodási hőmérsékletet. Végül a kopoliamidot ismét felmelegítjük, és meghatározzuk a „végső” olvadáspontot. A mérési eredményeket a X. táblázatban adjuk meg.

X. táblázat

HMDT/HMDI /2MPMDT arány	Reagens (mól%)		DSC		T _m	T _c	T _f
	T	I	HMD	2MPMD			
45/00/50	50	–	22,5	22,5	296	248	296
40/10/50	45	5	25	25	289	255	291
50/30/20	35	15	40	10	295	257	298
50/20/30	40	10	35	15	300	267	302
60/30/10	35	15	45	5	300	275	303
55/25/20	37,5	12,5	40	10	305	281	314
55/15/30	42,5	7,5	35	15	326	279	314
50/05/45	47,5	2,5	25	25	298	274	303
45/10/45	45	5	27,5	22,5	296	–	–
45/05/50	47,5	2,5	25	25	295	263	297
40/30/30	35	15	35	15	296	271	298

Az eredményekből látható, hogy a négy reagensből különböző kopoliamidok állíthatók elő, amelyek változó olvadásponttal és kristályosodási hőmérséklettel rendelkeznek.

A leírásban alkalmazott rövidítések jelentése: T=tereftálsav; I=izoftálsav; HMD=hexametilén-diamin; 2MPMD=2-metil-pentametilén-diamin (ezek kombinációja a megfelelő polimerre utal, például 2MPMDT=poli(2-metil-pentametilén-diamin)-tereftálamid); T_m=kezdeti olvadáspont (°C); T_c=kristályosodási hőmérséklet (°C); T_f=végső olvadáspont.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Részben kristályos kopoliamid, *azzal jellemezve*, hogy aromás dikarbonsav és alifás diamin termékéből áll, ahol az aromás dikarbonsav tereftálsav vagy tereftálsav és izoftálsav elegye, amelyben az izoftálsav mennyisége legfeljebb 40 mól%, és ahol az alifás diamin hexametilén-diamin és 2-metil-pentametilén-diamin elegye, amely elegyben a hexametilén-diamin mennyisége legalább 40 mól%, és ahol a kopoliamid olvadáspontja 280–330 °C.

2. Az 1. igénypont szerinti kopoliamid, *azzal jellemezve*, hogy az izoftálsav és a 2-metil-pentametilén-diamin mennyisége együttesen 15–35 mól% az aromás dikarbonsav elegyében és az alifás diamin elegyében.

3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti kopoliamid, *azzal jellemezve*, hogy aromás dikarbonsavként tereftálsavat tartalmaz.

4. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti kopoliamid, *azzal jellemezve*, hogy aromás dikarbonsavként tereftálsav és izoftálsav elegyét tartalmazza.

5. Az 1–4. igénypontok bármelyike szerinti kopoliamid, *azzal jellemezve*, hogy olvadáspontja 280–300 °C.

6. Az 1–4. igénypontok bármelyike szerinti kopoliamid, *azzal jellemezve*, hogy olvadáspontja legalább 300 °C.

7. Az 1–6. igénypontok bármelyike szerinti kopoliamid, *azzal jellemezve*, hogy fúziós hője legalább 17 J/g.

8. Eljárás kopoliamid előállítására, *azzal jellemezve*, hogy

a) egy reaktorba aromás dikarbonsav és alifás diamin vizes sóoldatát töltjük, ahol az aromás dikarbonsav tereftálsav vagy tereftálsav és izoftálsav elegye, amelyben az izoftálsav mennyisége legfeljebb 40 mól%, és az alifás diamin hexametilén-diamin és 2-metil-pentametilén-diamin elegye, amelyben a hexametilén-diamin mennyisége legalább 40 mól%,

b) a vizes sóoldatot legalább 1300 kPa nyomásig melegítjük, amelynek során a vizet és más illékony részeket elvezetjük,

c) legalább 250 °C hőmérséklet elérése után a reaktor nyomását legalább 15 perc alatt a túlzott habosodás elkerülése mellett légköri nyomásra csökkentjük,

d) a reakcióelegyet a kopoliamid vonatkozásában kívánt móltömeg eléréséig legfeljebb légköri nyomáson tartjuk, és

e) a kapott kopoliamidot a reaktorból elvezetjük.

9. A 8. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy az aromás dikarbonsavelegy és az alifás

diaminelegy össztömegére vonatkoztatva együttesen 15–35 mól% izoftálsavat és 2-metil-pentametilén-diamint alkalmazunk.

10. A 8. vagy 9. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a d) lépésben a reakcióelegyet vákuum alatt tartjuk.

11. A 8–10. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a c) lépésben a hőmérséklet-tartomány 270–310 °C.

12. A 8–11. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a b) lépésben a nyomás legalább 1900 kPa.

13. Részben kristályos kopoliamidból képzett szál, *azzal jellemezve*, hogy a kopoliamid aromás dikarbonsav és alifás diamin terméke, ahol az aromás dikarbonsav tereftálsav vagy tereftálsav és izoftálsav elegye, amelyben az izoftálsav mennyisége legfeljebb 40 mól%, és ahol az alifás diamin hexametilén-diamin és 2-metil-pentametilén-diamin elegye, amelyben a hexametilén-diamin mennyisége legalább 40 mól%, és ahol a kopoliamid olvadáspontja 280–330 °C.

14. A 13. igénypont szerinti szál, *azzal jellemezve*, hogy az aromás dikarbonsavegyben és az alifás diaminelegyben az izoftálsav és a 2-metil-pentametilén-diamin mennyisége együttesen 15–35 mól%.

15. A 13. vagy 14. igénypont szerinti szál, *azzal jellemezve*, hogy a kopoliamid fúziós hője legalább 17 J/g.

16. A 13–15. igénypontok bármelyike szerinti szál, *azzal jellemezve*, hogy szakítószilárdsága legalább 1,5 g/denier, és modulusa legalább 30 g/denier.

5 17. A 13–16. igénypontok bármelyike szerinti szál, *azzal jellemezve*, hogy a kopoliamid belső viszkozitása 0,5–1,5 dL/g.

18. A 17. igénypont szerinti szál, *azzal jellemezve*, hogy a kopoliamid belső viszkozitása 0,8–1,1 dL/g.

10 19. Önthető készítmény, *azzal jellemezve*, hogy 100 tömegrész 1. igénypont szerinti kopoliamidot és 0,5–200 tömegrész töltőanyagot tartalmaz.

20. Önthető készítmény, *azzal jellemezve*, hogy 1. igénypont szerinti kopoliamidot és a szokásos mennyiségben legalább egy adalékanyagot tartalmaz, ahol az adalékanyag stabilizátor, lángállóságot biztosító adalékanyag, a füstölést csökkentő adalékanyag, plasztifikáló-, vezetőanyag, antisztatikus anyag, kenőanyag, az önthetőséget elősegítő anyag, a magképződést elősegítő anyag, színezék, pigment, töltőanyag, merevítőanyag, ásványi anyag vagy keményítőanyag.

21. A 20. igénypont szerinti önthető készítmény, *azzal jellemezve*, hogy filament vagy szál formájában van.

25 22. A 20. igénypont szerinti önthető készítmény, *azzal jellemezve*, hogy önthető anyag formájában van.

23. A 20. igénypont szerinti önthető készítmény, *azzal jellemezve*, hogy film vagy lap formájában van.