

(19)



(10) **LT 5413 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

- (11) Patent numeris: **5413** (51) Int. Cl. (2006): **B01J 19/32**
C08G 63/00
- (21) Paraiškos numeris: **2006 050**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2006 06 19**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2006 12 27**
- (45) Patent paskelbimo data: **2007 03 26**
- (62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos numeris: **PCT/EP2004/012446**
- (86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: **2004 11 04**
- (85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: **2006 06 19**
- (30) Prioritetas: **200410019810, 2004 04 23, DE**
- (72) Išradėjas:
Stefan DEISS, DE
Klaus KIRSTEN, DE
Lutz JANKO, DE
Mike RAU, DE
- (73) Patent savininkas:
Zimmer Aktiengesellschaft, Borsigallee 1, 60388 Frankfurt am Main, DE
- (74) Patentinis patikėtinis:
Reda ŽABOLIENĖ, Advokatės Redos Žabolienės kontora METIDA, Gedimino pr. 45-6, LT-01109 Vilnius, LT

- (54) Pavadinimas:
Poliesterių gamybos būdas

- (57) Referatas:

Termoplastinių poliesterių gamybos būdas, išankstinei kondensacijai naudojant koloną su struktūriniu užpildu, sudarytą iš kelių segmentų. Kolonos struktūrinio užpildo specifinis paviršius yra 50-290 m²/m³, geriau 100-280 m²/m³, geriausiai 150-251 m²/m³. Darbinės temperatūros svyruoja 180-350 °C, geriau 210-320 °C.

LT 5413 B

Išradimo objektas yra termoplastinių poliesterių gamybos būdas.

Yra žinomi termoplastinių poliesterių, ypač stambiamolekulių poliesterių, gamybos būdai, skirti pluoštams, folijoms, buteliams, pakuotėms gaminti. Kaip pradiniai junginiai čia naudojamos dikarboksirūgštys arba jų esteriai ir bifunkciai alkoholiai, transformuojami lydale. Pirmojoje reakcijos pakopoje jie suesterinami arba peresterinami į monoesterius, diesterius ir oligoesterius. Kitas apdorojimo etapas yra išankstinė polikondensacija, kurios metu sumažintame slėgyje atskilus kondensacijos produktams - vandeniui ir alkoholiui - susiformuoja ilgesnės grandinės. Lydalo klampa šioje apdorojimo pakopoje palaipsniui didėja. Kita apdorojimo pakopa yra polikondensacija, kurioje smarkiai sumažintame slėgyje (vakuume) vyksta tolesnis grandinių formavimasis, smarkiai didėjant klampai. Tiek išankstinės kondensacijos, tiek polikondensacijos metu svarbu, kad susidarantys mažamolekuliai kondensacijos produktai ir išsiskiriantys monomerai būtų kuo sparčiau pašalinti iš reakcijos mišinio, t.y. iš skystosios fazės kuo greičiau patektų į dujinę fazę. Priklausomai nuo klamos tai galima pasiekti maišant ir/arba tikslingai didinant paviršių ir tuo pat metu mažinant slėgį iki vakuumo. Todėl, pavyzdžiui, išankstinės kondensacijos pakopoje, kurioje dar susidaro didelis kondensato kiekis, dažniausiai naudojami katilai maišytuvai, kadangi klampa dar palyginti nedidelė, dėl degazuojančių mažamolekulių produktų vyksta papildomas maišymas ir katilai maišytuvai laikomi standartine aparatūra ir žemam slėgiui. Tačiau, siekiant išvengti katilo maišytuvo trūkumų, kaip ilgesni difuziniai keliai dėl nepalankaus paviršiaus ir tūrio santykio, neaktyvių vietų pavojus ir netolygios išlaikymo trukmės, t.y. platesnio išlaikymo trukmių spektro bei pašalinti potencialius trikčių šaltinius, kaip maišyklės veleno sandarikliai, netrūko bandymų pakeisti jį kitais prietaisais.

EP 918 aprašomas poliesterių plonasluoksnės polikondensacijos būdas. Siekiant gauti ploną tinkamos difuzijos sluoksnį, išankstinės kondensacijos produktas įkaitinamas šilumokaityje iki 270 - 340°C ir vakuume (1,33 mbar) polikondensuojamas adiabatiniu režimu, nuolat mažinant temperatūrą 30 – 50 °C. Gauti ploniems sluoksniams siūloma naudoti vamzdžius su įdėklais (kaitinamos

nuožulnios plokštumos) arba kaitinamus skirtingo skersmens vamzdžius. Trūkumas yra didelės vamzdžių kaitinimo sąnaudos reikalingam temperatūros pokyčiui išlaikyti ir tinkamam plėvelės susidarymui visose vietose užtikrinti, taip pat neaktyvių vietų susidarymo galimybė. Be to, nenurodoma, kaip išlaikyti stabilias sąlygas esant gamybos svyravimams.

EP 123 377 paviršius polikondensacijai padidinamas purškiant pirminį kondensatą į išgarinimo reaktorių. To dėka polikondensacija vyksta kietojoje fazėje, o susidarantis produktas iškart purškiamas tolesniam apdorojimui į ekstruderį. Ši daugiausia poliamidų gamybai skirta technologija, nepagrindžiant jokiais pavyzdžiais, siūloma ir poliesterių procesams, šis panaudojimas nėra žinomas.

JAV patentas 2 727 882 aprašo lėkštinę koloną polietilentereftalato proceso išankstinės kondensacijos pakopai su specialios konstrukcijos pratakais, kai peresterinimo pakopos produktas tiekiamas iš apačios į viršų ir tuo pat metu didinant temperatūrą ties kiekviena lėkšte mažinamas slėgis. Pradinis slėgis maždaug 30 - 130 mbar, galinis slėgis kolonos galvinėje dalyje 13 mbar, temperatūra padidinama 5 - 25° C. Ypatingai svarbu, kad būdingoji klampa (IV) būtų ne didesnė kaip 0,3. Tai reiškia, kad šios kolonos funkcionavimui užtikrinti lydalas turi būti gana takus.

Esant kiek didesnei klampai blogėja maišymas, monomerų ir oligomerų degazavimas ir nepageidautinai ilgėja išlaikymo trukmė. Tai riboja kopoliesterių ir kitų poliesterių panaudojimo galimybes. Nieko nesakoma apie antrinių garų apdorojimą. US 2 727 882 aprašyta kolona eksploatuojama iš apačios į viršų. Dėl to ji labai neatspari gedimams, pvz. svyruojant pralaidumui. Trikties atveju kolona labai greitai išsytuština ir pašalinus gedimą ją reikia paleisti iš naujo. Tokie gedimai labai atsiliepia toliau esančio galinio reaktoriaus eksploatavimui bei produkto kokybei.

EP 346 735 aprašytai išankstinei kondensacijai yra naudojama kolona su įdėklais, kuriai būdingas didelis ilgio ir skersmens santykis (133 iki 80:1). Nurodytas labai mažas 50 mm skerspjūvis leidžia suabejoti panaudojimo pramoniniuose įrenginiuose galimybėmis. Srautas eina iš viršaus į apačią, minėtos išlaikymo trukmės itin mažos (< 10 min), įėjimo slėgis yra 500 - 800 mbar, išėjimo slėgis 13 - 0,7 mbar, minimos temperatūros svyruoja 260 - 320 ° C. Dokumente nurodyti įdėklai yra užpildai (kaip

LT 5413 B

Rašigo arba Palio žiedai), kurių laisvasis paviršius pirmajame trečdalyje turi būti $0,9 - 1,5 \text{ m}^2/\text{L}$, o abiejų kitų trečdalių – $0,3 - 0,5 \text{ m}^2/\text{L}$. Separatoriuje išsiskiriantys antriniai garai distiliuojami ir dioliai sugražinami į procesą. Taip gautas pirminis kondensatas kitoje pakopoje toliau kondensuojamas, kol gaunamas besigranuliuojantis produktas, t.y. iš esmės atliekama antroji išankstinė kondensacija arba prijungiama polikondensacija į stambiamolekulius poliesterus.

Dokumentuose US 2 727 882 ir EP 346 735 aprašyti įrenginiai yra lėkštinės kolonos arba kolonos su užpildais, turinčios šiam kolonų tipui būdingų privalumų bei trūkumų. Lėkštinei kolonai, kaip pabrėžta patente, būdingi geri mainai atskirose lėkštėse, tačiau ilgesnė išlaikymo trukmė ir ribojanti klampa yra dideli trūkumai, ypač gaminant kopoliesterius ar kitus poliesterus, pavyzdžiui, PTT ar PBT. Yra pavojus, kad ilgesnės išlaikymo trukmės sukels šalutines reakcijas kaip alilo alkoholio ir akrilaldehido susidarymą, gaminant PTT arba tetrahidrofurano susidarymą, gaminant PBT. Be to, eksploatuojant lėkštinę koloną iš apačios į viršų, reikia žymiai daugiau diolio.

Tai energetiniu požiūriu labai nepatogu ir skatina šalutinių produktų susidarymą. Kolonos su užpildais privalumas yra trumpesnė išlaikymo trukmė, tačiau dokumente pateiktas vertes sudėtinga perkelti į pramoninius procesus.

Apibendrinant tenka pažymėti, kad pirmiau minėtuose dokumentuose pasiūlyti sprendimai nėra arba yra neįtikinama įprastinio, plačiai naudojamo ir technologiškai patvaraus katilo maišytuvo alternatyva.

Todėl buvo iškeltas uždavinys išrasti linijinių termoplastinių poliesterių nenutrūkstamosios ir nutrūkstamosios gamybos būdą, kuriame išankstinė kondensacija vykėtų kolonoje, išvengiant žinomų sprendimų trūkumų.

Šis uždavinys išspręstas, naudojant linijinių termoplastinių poliesterių nenutrūkstamosios ir nutrūkstamosios gamybos būdą, kai peresterinimo arba esterinimo produktas sumažinus slėgį leidžiamas kolona iš viršaus į apačią, išsiskiriantį tuo, kad ši kolona susideda iš kelių segmentų su struktūriniu užpildu ir kiekviename segmente įrengta skysčio skirstytuvas, antrinių garų išvestis ir apačioje produkto išvestis.

LT 5413 B

Kolonos su struktūriniu užpildu naudojamos pramonėje nuo praėjusiojo šimtmečio septyniasdešimtųjų metų, t.y. jos buvo žinomos ir EP 346 735 išradėjams. Keista, kad neužsimenama apie jų panaudojimą poliesterių procesuose, nors jos teikia daug technologinių privalumų. Jos tarsi apjungia lėkštinių kolonų ir kolonų su užpildais privalumus, išvengdamos jų trūkumų. Šių kolonų teikiami privalumai yra dideli paviršiai, maži slėgio nuostoliai, trumpa išlaikymo trukmė, mažiau neaktyvių vietų, kintami skerspūviai, kintamas prisotinimas skysčiais, greitesnė reakcija dėl trumpesnių difuzijos kelių, be to, nukreipus skysčius bei dujas bei tikslingai didinant paviršių žymiai padidėja efektyvumas ir galia.

Kolonos su struktūriniu užpildu nuo kolonų su palaidu barstalu (chaotiškas užpildas) ypač skiriasi dviem dalykais, pirmiausia, paviršių vilgymo tolygumu ir skystosios fazės tėkmės greičiais įdėkluose. Priklausomai nuo užpildo formos ir padėties (pvz. pakraščio zonos, srauto profilis), kai užpildas - palaidas barstalas, jame gali susidaryti skirtingi tėkmės greičiai ir skirtingo storio sluoksniai. Didelės klampos skysčiuose, pavyzdžiui, kaip poliesterių gamyboje, ši problema ypač aktuali dėl padidėjusio srauto pasipriešinimo. Dėl to susidaro žymiai ilgesnės išlaikymo trukmės zonos, kurių metu susiformuoja ilgesnės grandinės, sąlygojančios netolygaus produkto gavimą, arba susidaro kolonų sąlygomis nebe tirpūs oligomerai, arba iš peresterinimo ar esterinimo nusėda netransformuoti monomerai, kuriems kaupiantis užsikemša kolona. Kolonose su struktūriniu užpildu užpildo elementų paviršiai ir įstatymo kampai užtikrina nuolatinį tolygų vilgymą ir tolygius tėkmės greičius. Tai leidžia maksimaliai išvengti užsikimšimų, labai padidėja eksploatacinis patikimumas įjungiant, išjungiant įrangą bei trikčių atveju.

Specialiai suprojektuoti struktūrinio užpildo paviršiai leidžia ir mažesnės apimties paviršiuose pasiekti tą patį efektą kaip didesniuose kolonų su palaidu barstalu paviršiuose. Mūsų bandymuose pakako mažesnių nei EP 346 735 nurodytų paviršių. Kad pirmiau minėtais privalumais būtų galima naudotis nuolat, skystis turi būti gerai pasiskirstęs vienos iš šių kolonų arba jos segmento galvinėje dalyje. Tokie skysčių skirstytuvai, tačiau be kaitinimo, yra žinomi. Kadangi kolonų įdėklai – struktūrinis kamšalas arba užpildas – praktiškai nešildomi ir lydymo procesuose yra didelis lydalo sustingimo pavojus, o, pavyzdžiui, naudojant katilus maišytuvus, yra galimybė papildomai pakaitinus vėl aplydyti sustingusį produktą, skysčių skirstytuvuose

numatyta kaitinimo galimybė. Tai padidina saugumą paleidžiant ar išjungiant įrangą bei trikčių atveju.

Tačiau pirmiau minėti struktūrinio užpildo ypatumai palyginti su barstalu ar kitokiu chaotišku įdėklų paskirstymu smarkiai pagerina produkto kokybę ir eksploatacinį stabilumą.

Tinkamesnė kolonos konstrukcija, kai ją sudaro 2 iki 5 segmentų, kiekvieno segmento dugne įrengta produkto išvestis, antrinių garų išvestis ir yra galimybė įrengti šilumokaičius. Produktas pakraunamas iš viršaus, antriniai garai ištraukiami kiekvienam segmentui bei eksploatavimo sąlygoms tinkamiausioje pozicijoje ir, atskyrus lengvai verdančias medžiagas, gražinami į bendrą procesą. Antriniai garai gali būti išleidžiami žemiau užpildo, pavyzdžiui, siekiant išvengti nekontroliuojamo kolonos užtvindimo, arba virš užpildo, pavyzdžiui, siekiant sudaryti papildomus paviršių efektus dujų bei skysčio priešinio srauto pagalba. Priklausomai nuo proceso sąlygų, centrinėje kolonos dalyje galima įtaisyti antrinių garų išvestį minėtiems efektams kombinuoti.

Kaip pirminė medžiaga naudojama lydalas iš esterinimo arba peresterinimo, kuris šilumokaičiu pašildomas iki darbinės temperatūros ar kiek daugiau ir per skysčio skirstytuvą paduodamas į pirmąjį segmentą. Apatiniame segmento gale lydalas surenkamas, lydalo dalis vėl pumpuojama į segmento galvinę dalį, jei reikia, naudojant šilumokaitį, o kita lydalo dalis per lydalo skirstytuvą vėl patenka į sekantį segmentą arba į tolesnę proceso pakopą. Darbinės temperatūros svyruoja 180 - 350 °C, geriau 210 - 320 °C, darbinis slėgis lygus arba mažesnis už atmosferinį, geriau 3 - 600 mbar. Struktūrinio užpildo paviršius yra 50 – 290 m²/m³, geriau 100 – 280 m²/m³, geriausia 150 – 251 m²/m³. Polinkio į vertikalę kampas yra 15 – 65°, geriau 20 – 60°, geriausia 30 – 45°. Didelis privalumas yra tas, kad kiekvienas segmentas, ypač jo forma, dydis ir struktūrinio paviršiaus nustatymo kampai, gali kisti priklausomai nuo poliesterio rūšies bei kintančių produkto savybių, ypač didėjant klampai, taip pat besikeičiančių eksploataavimo sąlygų, pvz. temperatūros, slėgio, užpildo prisotinimo skysčiais, pro kamšalą einančio antrinių garų srauto. Tai leidžia kiekviename segmente nustatyti tam tikrą prisotinimą skysčiais, slėgį ir temperatūrą, kitaip tariant, optimalų kolonos darbo režimą.

Ypatingas išradimo proceso privalumas yra tas, kad kuo spartesnio įvairiausių poliesterių proceso technologiniai reikalavimai įgyvendinami kompaktiškų ir palyginti paprastos konstrukcijos prietaisų pagalba. Be to, paleidžiant ir išjungiant koloną bei esant triktims, išradimo būdas užtikrina didesnę eksploatacinį patikimumą ir mažesnį atliekų kiekį.

Šios koncepcijos taikymas leidžia išplėsti kolonos darbo diapazoną mažiausiai 30 – 130 % palyginti su esamo technikos lygio įrangos 50 – 110 % pralaidumu. Be to, galima labai tiksliai nustatyti klampą būdingosios klamos (IV) = 0,2 – 0,4 dL/g srityje ir 30 – 150 meq/kg COOH galutines grupes.

Produkto dalies srauto recirkuliacija bei kolonos su struktūriniu užpildu naudojimas leidžia atlikti kiekvienam poliesteriui pritaikytą išankstinę kondensaciją, kuri dėl lengvai keičiamos recirkuliacijos yra visiškai nejautri triktims ir svyravimams eksploatuojant įrangą, susijusiems su didesniais įrangos pralaidumo reikalavimais. Tai palyginti su ligšioliniais sprendimais yra didelė technologinė ir ekonominė pažanga.

Toliau iliustruosime išradimą jokių būdu jo neribojančiais įgyvendinimo pavyzdžiais. Etaloninių pavyzdžių ir pavyzdžių bandymų rezultatai apibendrinti 1 lentelėje.

Nurodytos savybių vertės apskaičiuotos taip:

COOH galutinių grupių koncentracija nustatyta fotometrijos būdu titruojant poliesterio pradinio produkto tirpalą o-krezolio ir chloroformo mišinyje (70:30 svorio dalių) su 0,05 n kalio hidroksido etanoliniu tirpalu prieš bromtimolio mėlynąjį.

Muilinimo skaičius (VZ) nustatytas muilinant kalio hidroksidu n-propanolyje ir fotometriniu titravimu dimetilformamide.

Pamatuota 500 mg poliesterio tarpinio produkto tirpalo 100 mL fenolio ir 1,2 dichlorbenzolio (3:2 svorio dalys) mišinyje būdingoji klampa (IV) 25 °C temperatūroje.

Polimerizacijos laipsnis apskaičiuotas iš IV (būdingosios klamos).

1 etaloninis pavyzdys

Kaip pradinė išankstinės polikondensacijos medžiaga panaudotas pramoniniu būdu pagamintas oligomeras iš nenutrūkstamosios polietilentereftalato gamybos įrangos antrosios esterinimo pakopos. 6,5 kg oligomero aplydyta ekstruderyje ir esant normaliam slėgiui įdėta į reakcijos indą. Pradinės būklės specifikacijai paimtas mėginys. Po to 10 mbar slėgyje ir 272 °C temperatūroje maišant 60 min. buvo atliekama išankstinė polimerizacija. Lyginant su įprastiniais išankstinės polimerizacijos reaktoriais su maišykle, reaktoriaus turinys maišytas cirkuliaciniu siurbliu 100 kg/h intensyvumu. Susidariusios reakcijos dujos buvo nuolat šalinamos nustačius 10 mbar vakuumą. Pasibaigus bandymui paimtas mėginys.

1 pavyzdys

Atlikta to paties oligomero kaip 1 etaloniniame pavyzdyje išankstinė polikondensacija bandomajame įrenginyje, kurį sudaro rinktuvas, cirkuliacinis vamzdynas su cirkuliaciniu siurbliu ir kolona su užpildu. Kolonos struktūrinio užpildo specifinis paviršius 200 m²/m³, polinkio į vertikale kampas 30°. 6,5 kg oligomero aplydyta ekstruderyje ir esant normaliam slėgiui įdėta į rinktuvą. Pradinės būklės specifikacijai paimtas mėginys. Po to 10 mbar slėgyje ir 272 °C temperatūroje maišant 60 min. atliekama išankstinė polimerizacija. Tuo metu 100 kg/h cirkuliacijos intensyvumu oligomeras buvo nuolat transportuojamas iš rinktuvo ir iš viršaus paduodamas į koloną su užpildu, kurios ištakis vėl sujungtas su rinktuvu. Susidariusios reakcijos dujos buvo nuolat šalinamos virš užpildo nustačius 10 mbar vakuumą. Pasibaigus bandymui paimtas dar vienas mėginys.

Išankstinėje polimerizacijoje naudojant koloną su užpildu 1 pavyzdyje palyginti su 1 etaloniniu pavyzdžiu gautas apie 48 % didesnis polimerizacijos laipsnio prieaugis, esant vienodoms kitoms bandymo sąlygoms.

2 etaloninis pavyzdys

Bandymas atliktas kaip aprašyta 1 etaloniniame pavyzdyje, tačiau pradinė medžiaga buvo kitas oligomeras.

2 pavyzdys

Atlikta to paties oligomero, kaip 2 etaloniniame pavyzdyje, išankstinė polikondensacija 1 pavyzdyje aprašytame bandomajame įrenginyje pagal 1 pavyzdyje aprašytą procedūrą. Kolonos su užpildu viduje esančio struktūrinio užpildo specifinis paviršius buvo $250 \text{ m}^2/\text{m}^3$, o polinkio į vertikale kampas 30° .

Išankstinėje polimerizacijoje naudojant koloną su užpildu, 2 pavyzdyje, palyginti su 2 etaloniniu pavyzdžiu, buvo pasiektas apie 68 % didesnis polimerizacijos laipsnio prieaugis, esant vienodoms kitoms bandymo sąlygoms.

3 etaloninis pavyzdys

Reakcijos inde 60 min. buvo atliekama išankstinė oligomero polimerizacija 10 mbar slėgyje ir 269°C temperatūroje. Palyginus su įprastiniais išankstinės polimerizacijos reaktoriais be maišyklės, kuriuose produktas lėtai teka plonais apie 200 - 500 mm sluoksniais, buvo nustatytas apie 200 mm statinis sluoksnio storis. Sunaudota 3,5 kg oligomero. Susidariusios reakcijos dujos buvo nuolat šalinamos nustačius 10 mbar vakuumą. Pradinės būklės specifikacijai prieš pat bandymo pradžią paimtas mėginys. Pasibaigus bandymui paimtas dar vienas mėginys.

3 pavyzdys

Atlikta to paties oligomero, kaip 3 etaloniniame pavyzdyje, išankstinė polikondensacija bandomajame įrenginyje, kurį sudarė rinktuvas, cirkuliacinis vamzdynas su cirkuliaciniu siurbliu ir kolona su užpildu. Kolonoje esančio struktūrinio užpildo specifinis paviršius $250 \text{ m}^2/\text{m}^3$, polinkio į vertikale kampas 45° . 6,5 kg oligomero aplydyta ekstruderyje ir esant normaliam slėgiui įdėta į rinktuvą.

Pradinės būklės specifikacijai prieš pat pradedant bandymą paimtas mėginys. Po to 10 mbar slėgyje ir 269°C temperatūroje maišant 60 min. atliekama išankstinė polimerizacija. Čia oligomeras 100 kg/h cirkuliacijos intensyvumu buvo nuolat

LT 5413 B

tiekiamas iš rinktuvo ir paduodamas iš viršaus į koloną su užpildu, kurios ištakis vėl buvo sujungtas su rinktuvu. Susidariusios reakcijos dujos žemiau užpildo buvo nuolat šalinamos, nustačius 10 mbar vakuumą. Baigus bandymą paimtas mėginys.

Išankstinėje polimerizacijoje naudojant koloną su užpildu, 3 pavyzdyje palyginti su 3 etaloniniu pavyzdžiu gautas apie 117 % didesnis grandinės pailgėjimas, esant kitoms vienodoms sąlygoms.

1 lentelė: Bandymų rezultatai

	Reakcijos laikas	COOH galutinė gr.	Būdingoji klampa	Muilinimo skaičius	Polimerizacijos laipsnis	Sb kiekis
	min	meq/kg	dL/g	KOH g/kg		mln.m.d.
1 etaloninis pavyzdys	0 60	279 91	0.135 0.253	570 582	8.7 22.8	205 205
1 pavyzdys	0 60	231 67	0.132 0.297	568 579	8.4 29.2	205 205
2 etaloninis pavyzdys	0 60	163 49	0.125 0.217	572 578	7.6 18.0	212 212
2 pavyzdys	0 60	205 52	0.121 0.267	565 575	7.3 24.8	213 213
3 etaloninis pavyzdys	0 60	110 32	0.118 0.186	560 572	7.0 14.2	185 185
3 pavyzdys	0 60	143 36	0.116 0.250	560 578	6.8 22.4	186 186

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Nenutrūkstamosios ir nutrūkstamosios termoplastinių poliesterių gamybos būdas, kuriame peresterinimo ir esterinimo produktas esant sumažintam slėgiui nukreipiamas kolona iš viršaus žemyn, besiskiriantis tuo, kad ši kolona sudaryta iš kelių segmentų su struktūriniu užpildu ir kiekviename segmente įrengtas skysčių skirstytuvai, antrinių garų nuvestis, o dugne produkto nuvestis.
2. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad struktūrinio užpildo paviršius svyruoja $50 - 290 \text{ m}^2/\text{m}^3$, geriau $100 - 280 \text{ m}^2/\text{m}^3$, geriausia $150 - 251 \text{ m}^2/\text{m}^3$, o polinkio į vertikalę kampas $15 - 65^\circ$, geriau $20 - 60^\circ$, geriausia $30 - 45^\circ$.
3. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad skysčių skirstytuvai gali būti kaitinami.
4. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad produkto srauto dalis per šilumokaitį sugrąžinama į segmento galvinę dalį.