

(19)



(10) **LT 5664 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

- (11) Patent numeris: **5664** (51) Int. Cl. (2006): **B29B 9/00**
B29C 47/12
- (21) Paraiškos numeris: **2009 034**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2009 05 27**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2010 03 25**
- (45) Patent paskelbimo data: **2010 07 26**
- (62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos numeris: **PCT/EP2007/009768**
- (86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: **2007 11 12**
- (85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: **2009 05 27**
- (30) Prioritetas: **102006055914.2, 2006 11 27, DE**
102007027543.0, 2007 06 15, DE
- (72) Išradėjas:
Jaroslav BOCZON, DE
Andreas DOLL, DE
Sven FENCHEL, DE
Brent Allan CULBERT, CH
Fernando EUSEBIO, CH
Franziska MORGANTI, CH
- (73) Patent savininkas:
Automatik Plastics Machinery GmbH, Ostring 19, 63762 Grossostheim, DE
BÜHLER AG., Gupfenstr. 5, CH-9240 Uzwil, CH
- (74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Genė Ona SRUOGIENĖ, UAB TARPINĖ, A.P.Kavoliuko g. 24-152, LT-04328
Vilnius, LT

- (54) Pavadinimas:
Gijų granuliavimo būdas ir įrenginys bei jų pagrindu pagamintos granulės
- (57) Referatas:

Išradimas skirtas polimerų granulių iš termoplastinių poliesterių ir kopoliesterių iš poliesterio lydalo gamybos būdui naudojant ekstruzinį granuliatorių. Poliesterio lydalą tiekia į ekstruzinio granulioriaus ekstruderio išleidimo kanalus, pro kuriuos išspaus tą medžiagą gijų pavidalu toliau per traukimo velenėlius tiekia į granuliatorių. Išradimas taip pat apima patobulintą ekstruzinį granuliatorių, turintį panardinimo įrenginį, patalpintą tarp ekstruderio išleidimo kanalų išėjimo ir aušinimo kanalų, o taip pat išradimas apima granules, pagamintas būdu pagal išradimą.

Išradimas priklauso polimerų granulių iš termoplastinių poliesterių arba kopoliesterių iš poliesterio lydalo gamybos būdui naudojant gijų granuliavimo įrenginį, kur poliesterio lydalas yra tiekiamas į ekstruderio išleidimo kanalus, iš kurių toliau tiekiamas gijų pavidale per išleidimo sekciją traukimo velenėliais į granuliavimo įrenginį ir kur gijų judėjimo greitis $v_{judėj}$ yra reguliuojamas, pavyzdžiui, traukimo velenėlių pagalba. Be to, išradimas siejasi su patobulintu gijų granuliavimo įrenginiu, o taip pat su granulėmis, pagamintomis išradime aprašomu būdu.

Analogiški gijų granuliavimo įrenginiai yra žinomi, kaip pavyzdžiui, gijų granuliavimo įrenginiai, kuriuos pareiškėjai gamina ir parduoda Rieter USG 600 gaminio pavadinimu.

Paprastai, polimerų granulių iš termoplastinių poliesterių arba kopoliesterių iš poliesterio lydalo gamyba šios srities specialistams pateikia tam tikrų sunkumų, kylančių dėl minėtų termoplastinių poliesterių arba kopoliesterių polimerų medžiagų specifinių savybių. Pavyzdžiui, iš jų pagamintos granulės, jeigu jos pakaitinamos daugiau negu medžiagos stiklėjimo temperatūrą, turi tendenciją sukibti savo paviršiais, tai paverčia tolimesnį jų apdorojimą praktiškai neįmanomu. Tam, kad būtų išvengta tokio sulipimo, atliekamos papildomos ir pakankamai sudėtingos terminio apdorojimo stadijos, kuriose vykdo gaminamų granulių kristalizaciją. Toks terminis apdorojimas kartais taip pat apima būdo stadijas, kuriose panaudojamas granulėse dar išliekantis šilumos kiekis. Visi šie granulių gamybos būdai vis dėlto yra labai brangūs ir reikalauja daug laiko, bei, dėl didelio būdo stadijų jautrumo temperatūros pokyčiams, šių būdų įgyvendinimas temperatūros kontrolei reikalauja didelių išlaidų.

Taip pat žinomi polimerų granulių iš termoplastinių poliesterių gamybos būdai naudojant specifinėmis savybėmis pasižyminčias medžiagas, tokias kaip mažo klampumo poliesterus, kurie yra labai brangūs, o tų gamybos būdų įgyvendinimas pareikalauja daug laiko, be to, gamybos būdo valdymas sudėtingas, galimi gamybos defektai, būtent defektai, kuriuos lemia apdorojamos medžiagos savybės. Toks būdas yra žinomas, pavyzdžiui, iš Europos patento EP 1 551 609 B1 aprašymo, kuriame aprašomas granulių iš poliesterio dervų, pasižyminčių labai mažu vidiniu klampumu, gamybos būdas. Šiame sprendime naudojamas iš esmės įprastas gijų granuliavimo būdas naudojant prekyboje esančius gijų granulatorius. Jame aprašomos mažo tūsumo gijos ir atitinkamai mažas naudojamo lydalo tvirtumas. Tame sprendime naudojamas nedidelis atstumas

tarp ekstruderio išleidimo kanalo išėjimo ir įėjimo į aušinimo terpę tarnauja tam, kad garantuotų gijų stabilizavimą. Paviršiaus struktūros pokytis, taip pat ir paviršiaus aušinimo efektai, sukelti didelio gijų mechaninio apkrovimo, kai jos išeina iš ekstruderio išleidimo kanalo, šiame išradime neaprašomi.

Išradime pagal patentą DE 28 14 113 aprašytas įrenginys, skirtas plastiko gijų granuliavimui, kuriame pateiktas povandeninis granuliavimo įrenginys, kuris yra tinkamiausias atžvilgiu aušinimo terpės nukreipimo į jo pjaustymo įrenginį ir jame naudojamų šampo plokštelių sritį tam, kad būtų garantuotas aukščiau minėtas svarbus reikiamos temperatūros intervalų reguliavimas.

Žinomas išradime pagal patento paraišką WO 03/031133 aprašytas granulių paviršiaus sluoksnio gavimas su padidintu kristalizacijos tankiu, kas leidžia pasiekti pagerintas apdorojimo sąlygas toliau vykdomuose terminiuose apdorojimo procesuose. Tam tikslui, pirmiausia būtina sureguliuoti reikiamą drėgmės profilį. Toliau vanduo yra naudojamas kristalizacijos metu kaip kristalizacijos terpė, tai paprastai sudaro dalinai kristališkas granules su padidintu kristalizacijos tankiu jų paviršiuje.

Taip pat žinomas panašus dalinai kristališko paviršiaus struktūros gavimo būdas naudojant vandens poveikį yra aprašytas išradime pagal patento paraišką DE 19933476, kur visų gijų ir tuo pačiu iš jų gaunamų granulių paviršiaus kristališkumas yra pasiekiamas kristalizacijos metu.

Abiem aukščiau minėtais atvejais, paviršių šaldymo poveikiai ar amorfiškų granulių gamyba iš modifikuotų paviršių struktūrų nėra aprašomi.

Ryšium su tuo, kas aukščiau išdėstyta, šiuo metu nėra tinkamo būdo (ar atitinkamo įrenginio), kad būtų galima gaminti patikimas vėliau apdirbamas polimerų granules iš termoplastinių poliesterių ar kopoliesterių lydalo naudojant gijų granuliatorių, kiek įmanoma paprastesniu ir kaštų požiūriu efektyvesniu būdu. Atsižvelgiant į pageidaujamą maksimaliai galimą apdorojamos medžiagos masės pralaidumą, terminių sąlygų derinimas tampa dar sudėtingesnis, o taip pat dažnai, pavyzdžiui, mažas poliesterio tankis kelia problemų, tokių kaip gijų trūkinėjimas, gijų ir/arba granulių sulipimas, ir panašiai.

Išradimo tikslas – pateikti polimerų granulių iš termoplastinių poliesterių ar kopoliesterių iš polimero lydalo gamybos būdus ir polimerų granulių gamybos įrenginį panaudojant gijų granuliatorių, kur minėtas būdas ir įrenginys išsprendžia ankstesnių išradimų trūkumus ir pateikia

kaštų požiūriu pranašesnę ir paprastesnę gamybą atitinkamų granulių, kurios gali būti toliau paprastai ir patikimai apdorojamos.

Šio išradimo tikslas pasiekiamas gamybos būdu, kur polimerų granules iš termoplastinių poliesterių arba kopoliesterių iš poliesterio lydalo gamina gijų granuliavimo įrenginiu, kuriame poliesterio lydalą tiekia į ekstruderio išleidimo kanalus ir po to gijų pavidale traukimo velenėliais per iškrovimo sekciją tiekia į granuliavimo įrenginį, kur gijos judėjimo greitį $v_{judėj}$ reguliuoja traukimo velenėliais, kur gijos išeina pro ekstruderio išleidimo kanalus išėjimo greičiu $v_{išėj}$ bent 110 m/min., o gijos išėjimo iš atitinkamos ekstruderio išleidimo kanalo angos greičio $v_{išėj}$, padalinto iš ekstruderio išleidimo kanalo angos ploto f , santykį $v_{išėj}/f$ taip sureguliuoja, kad būtų patenkinta sąlyga $v_{išėj}/f \geq 30$ (m/min.)/mm², ir kur gijos, išeinančios iš atitinkamos ekstruderio išleidimo kanalo angos, kontaktuoja su aušinimo skysčiu.

Kitas šio išradimo patobulinimas pasiekiamas gamybos būdu, kur polimerų granules iš termoplastinių poliesterių arba kopoliesterių iš poliesterio lydalo gamina gijų granuliavimo įrenginiu, kuriame poliesterio lydalą tiekia į ekstruderio išleidimo kanalus ir po to traukimo velenėliais gijų pavidale per iškrovimo sekciją tiekia į granuliavimo įrenginį, kur ekstruderio išleidimo kanalų atitinkamo ekstruderio išleidimo kanalo angos skersmenį d ir/arba kanalo ilgį l taip sureguliuoja, kad santykis l/d patenkina sąlygą $l/d \leq 1$, ir kad gijos, išeinančios iš ekstruderio išleidimo kanalų per oro tarpą kontaktuoja su aušinimo skysčiu, oro tarpo ilgį sureguliuoja, kad jis būtų ne didesnis kaip 30 mm.

Be to šio išradimo tikslas pasiekiamas gamybos būdu, kur polimerų granules iš termoplastinių poliesterių arba kopoliesterių iš poliesterio lydalo gamina gijų granuliavimo įrenginiu, kuriame poliesterio lydalą tiekia į ekstruderio išleidimo kanalus ir po to traukimo velenėliais gijų pavidale per iškrovimo sekciją tiekia į granuliavimo įrenginį, kur ekstruderio išleidimo kanalų atitinkamo ekstruderio išleidimo kanalo angos skersmenį d ir/arba kanalo ilgį l sureguliuoja taip, kad santykis l/d patenkina sąlygą $l/d \leq 1$, ir kad gijos, išeinančios iš ekstruderio išleidimo kanalų, išėjime iš ekstruderio išleidimo kanalų tiesiogiai kontaktuoja su aušinimo skysčiu.

Šio išradimo patobulinimas išradimo tikslui pasiekti gamybos būdu pagal išradimą yra tai, kad polimerų granules iš termoplastinių poliesterių arba kopoliesterių iš poliesterio lydalo gamina gijų granuliavimo įrenginiu, kuriame poliesterio lydalą tiekia į ekstruderio išleidimo kanalus ir po to traukimo velenėliais gijų pavidale tiekia per iškrovimo sekciją į granuliavimo įrenginį, kur

ekstruderio išleidimo kanalų angas taip sukonstruoja, kad jų skerspjūvis staigiai sumažėja prieš pat išėjimą iš ekstruderio išleidimo kanalų, kur įleidimo į ekstruderio išleidimo kanalą angos plotas F , išmatuotas prie išleidimo iš ekstruderio išleidimo kanalo angos atstumu nuo angos L , kur L yra < 8 mm, padalintas iš ekstruderio išleidimo kanalų atitinkamo ekstruderio išleidimo kanalo angos ploto f , taip sureguliuoja, kad būtų patenkinta sąlyga $F/f \geq 3$, ir kad gijos, išeinančios iš ekstruderio išleidimo kanalų per oro tarpą kontaktuoja su aušinimo skysčiu, oro tarpo ilgį sureguliuoja, kad jis būtų ne didesnis kaip 30 mm.

Taip pat šio išradimo tikslas pasiekiamas gamybos būdu, kur polimerų granules iš termoplastinių poliesterių arba kopoliesterių iš poliesterio lydalo gamina gijų granuliavimo įrenginiu, kuriame poliesterio lydalo tiekia į ekstruderio išleidimo kanalus ir po to traukimo velenėliais gijų pavidale per iškrovimo sekciją tiekia į granuliavimo įrenginį, kur ekstruderio išleidimo kanalų angos yra sukonstruotos taip, kad jų skerspjūvis staigiai sumažėja prieš pat išėjimą iš ekstruderio išleidimo kanalų, kur įėjimo į ekstruderio išleidimo kanalą angos ploto F , išmatuoto prie išėjimo iš ekstruderio išleidimo kanalo angos atstume L nuo angos, kur L yra < 8 mm, padalinto iš ekstruderio išleidimo kanalų atitinkamo ekstruderio išleidimo kanalo angos ploto f , taip sureguliuoja, kad būtų patenkinta sąlyga $F/f \geq 3$, ir kad gijos, išeinančios iš ekstruderio išleidimo kanalų, iškart prie ekstruderio išleidimo kanalų kontaktuoja su aušinimo skysčiu.

Išradime pateiktais būdais galima ekstruduoti, pavyzdžiui, kristalizuojamus arba bent jau dalinai kristalizuojamus polimerus iš termoplastinių poliesterių ar kopoliesterių iš poliesterio lydalo ir taip pat juos granuliuoti bei gautas granules atvėsinti, kadangi ir tolesnio jų panaudojimo metu granulės paprasčiausiai taip pat tarpusavyje nesukimba.

Būdingi poliesterių pavyzdžiai yra polietilentereftalatas (PET), polibutilentereftalatas (PBT) ir polietilennaftalatas (PEN), kurie yra naudojami arba kaip homopolimerai arba kaip kopolimerai.

Į polimerą gali būti įmaišomi priedai. Tinkami priedai yra, pavyzdžiui, katalizatoriai, dažai ir pigmentai, UV blokatoriai, technologiniai priedai, stabilizatoriai, oro burbuliukų modifikatoriai, cheminio arba fizikinio tipo putokliai, užpildai, nukleacijos agentai, degimo inhibitoriai, plastifikatoriai, pertvaras ar mechaninės savybės pagerinančios dalelės, armuojantys priedai, tokie kaip rutuliukai ar pluošto skaidulos, o taip pat ir reaktyvios medžiagos, tokios kaip deguonies absorberiai, acetaldehido absorberiai arba molekulinį svorį padidinančios medžiagos ir panašūs.

Jeigu naudojami putokliai, reikia užtikrinti, kad jie nesukeltų stipraus putojimo ir tuo pačiu nesukeltų ekstruduočių gijų bei iš jų gaunamų granulių išsiplėtimo. Bet kuriuo atveju turėtų būti užtikrinamas išsiplėtimas, neviršijantis 10 %, geriau neviršijantis 5 %.

Tuo atveju, kai termoplastinis poliesteris yra polietileno tereftalatas arba vienas iš jo kopolimerų, pageidautina, kad jo vidinis klampumas, išmatuotas fenolio:dichlorbenzeno mišinyje (1:1), būtų nuo 0,3 iki 1 dl/g. Ypač pageidautini polietilentereftalatai, kurių vidinis klampumas didesnis nei 0,4 dl/g, o dar geriau, kad viršytų 0,48 dl/g.

Priešingai aukščiau aprašytiems žinomiems sprendimams, kuriuose sudėtingą temperatūros kontrolę ir/arba selektyvų gijų/granulių drėgmės profilio reguliavimas tuos būdus vykdyti naudojamoje įrangoje yra tiesiog būtini, kai gijos yra gaminamos iš atitinkamo poliesterio lydalo, kur mechaninis gijų apkrovimas yra pageidautinai minimizuojamas, , tam, kad būtų išvengta aukščiau aprašytų padarinių, tokių kaip gijų trūkinėjimo arba neigiamos ekstrudotos medžiagos klampumo įtakos, kas pasiekama minimizuojant gijos plėtimąsi ir reguliuojant lenkimų įtaką gijos paviršiuje, tai kaip tik atvejis, pateikiamas žemiau aprašytų būdų pagal šį išradimą, kai pageidaujamos medžiagos savybės ir/arba ekstrudotos gijos paviršiaus savybės bei iš jos pagamintų granulių savybės yra pasiekiamos būtent padidinus mechaninį apkrovimą, pvz., per gijų plėtimąsi ir/arba kirpimo profilius, minėtas pageidaujamas medžiagos savybes ir/arba paviršiaus savybes „užšaldant“ pasitelkus tinkamas vėsavimo priemonės, o taip pat būdais, atliekamais su dideliais masės pralaidumais. Minėtos savybės, kurios yra pasiektos arba pasiekiamos pagal išradimą, apsaugo nuo taip pagamintų granulių sulipimo paprastu, efektyviu ir patikimu būdu. Medžiagos savybės, kurios atitinkamai yra pasiekiamos tolimesnėse technologinio proceso pakopose pagal išradimą, gali veikti kaip efektyvios savybės taip gaminamų granulių kristalizacijai, aktyvių kristalizacijos centrų susidarymui, kur kristalizacija neprivalo būti veikama vykdant sudėtingus medžiagos savybių koregavimus, pvz., koreguojant medžiagos klampumą, ar naudojant sudėtingus procesus, kuriems reikalingi brangūs ir daug laiko reikalaujantys temperatūros koregavimai ir temperatūros kontrolė, kokių reikalauja jau žinomi technologiniai procesai.

Amorfiškos granulės, pagamintos išradime aprašytais būdais, turi paviršiaus sluoksnį, pasižymintį kristalizacijos centrų užuomazgas turinčią struktūrą, todėl jos turi mažesnę polinkį sulipti tolesniuose kristalizacijos procesuose. Medžiagos savybės, pasiektos remiantis išradimu, taip pat gali lemti dalinai kristalinę struktūrą gijų paviršiuje ir po juo, o taip pat ir iš tų gijų pagamintų

granulių kristalinę struktūrą. Be to, tolesnė kristalizacija taip pat gali būti pasiekta paprastesniu būdu, negu įprastai žinomuose sprendimuose.

Polimero granulių iš termoplastinio poliesterių arba kopoliesterių iš poliesterio lydalo gamybos būdu pagal išradimą naudojant gijų granuliatorių, kuriame poliesterio lydalo tiekia į gijų granulatoriaus ekstruderio išleidimo kanalus ir po to gijų pavidalu traukimo velenėliais tiekia per gijų granulatoriaus iškrovimo sekciją į tikrąjį granuliavimo įrenginį, kur gijų judėjimo greitį $v_{judėj}$ sureguliuoja per gijų granulatoriaus traukimo velenėlius. Pagal išradimą numatyta, kad gijų, išeinančių iš ekstruderio išleidimo kanalų išėjimo greitis $v_{išėj}$ yra bent jau 110 m/min, kuris apytikriai nuo trijų iki dešimties kartų didesnis nei išėjimo greitis, žinomas pagal ankstesnį technikos lygį. Be to, būdu pagal išradimą, išėjimo greitį $v_{išėj}$ padalinus iš ekstruderio išleidimo kanalų atitinkamos ekstruderio išleidimo kanalo angos ploto f santykį $v_{išėj}/f$ taip sureguliuoja, kad pagal išradimą minėtas santykis patenkintų sąlygą $v_{išėj}/f \geq 30$ (m/min.)/mm². Būdu pagal išradimą gijos, išeinančios iš atitinkamų ekstruderio išleidimo kanalų (po to) kontaktuoja su aušinimo skysčiais.

Būde pagal išradimą nauja yra tai, kad įvestas išėjimo greičio $v_{išėj}$, padalinto iš ekstruderio išleidimo kanalų atitinkamų ekstruderio išleidimo kanalų angos ploto f santykis $v_{išėj}/f$, kur santykį pagal išradimą taip sureguliuoja, kad būtų patenkina sąlygą $v_{išėj}/f \geq 30$ (m/min.)/mm², tai yra išraiška, priešingai žinomam technikos lygiui, apibrėžianti santykinai didelį poliesterio lydalo išėjimo greitį $v_{išėj}$ atžvilgiu mažo ekstruderio išleidimo kanalo angos ploto f , kuris pagal išradimą rodo pastovų ekstruduoto poliesterio lydalo apkrovimą.

Būdas pagal išradimą specialiai sukuria ekstruduojamos medžiagos mechaninį apkrovimą kol yra formuojamos gijos, be to, pagal išradimą minėtas mechaninis apkrovimas sukelia tam tikrą įtempimą gijos medžiagos ir/arba granulių, pagamintų iš minėtos gijų medžiagos, minėtas įtempimas būna „iššaldomas“ esant kaip galima greitesniam tiesioginiam kontaktui su aušinimo skysčiu.

Įtempimų iššaldymas gijos ir/arba granulės paviršiuje ir po juo įtakoja medžiagos sluoksnį su dideliu kristalizacijos centrų susidarymo tankiu, t. y. sluoksnį su dideliu kristalų užuomazgų skaičiumi. Sutinkamai su pateikiamo išradimo įgyvendinimu, kuriam teikiama pirmenybė, minėto sluoksnio storis yra bent 5 μm, dar geriau bent 10 μm. Paprastai paviršiaus sluoksnis yra apribotas iki ne daugiau kaip 10 % granulės spindulio arba apytikriai 100 μm.

Dėka paskesnio aušinimo, vykdomo po terminės kristalizacijos karštų dujų sraute, kristalizacijos centrų tankis gali būti pasiekiamas toks, kad būtų matomos ploname sluoksnyje naudojant mikroskopą. Pageidaujama pasiekti paviršiniame sluoksnyje bent dešimt kartų didesnę branduolių tankį nei medžiagos kitoje mažesnio įtempimo srityje. Branduolių tankis apskaičiuojamas pagal $6/PI/dc^3$, kur dc atitinka kristalo skersmens reikšmę.

Tuo pačiu metu, taip sukurtas įtempimas gali sukelti vietinį įtempimą ir dėl to savaiminę kristalizaciją. Kadangi įtempimas pasireiškia pirmiausia arti maksimalios kirpimo srities, susiformavusios ant gijos paviršiaus ekstruderio išleidimo kanale, po ekstruzijos kristališkas sluoksnis yra susietas su kitu gijos sluoksniu, tai yra su granulių šoniniu sluoksniu. Pagal siūlomą šio išradimo geresnį įgyvendinimą, minėto sluoksnio storis yra bent $5\ \mu m$, dar geriau bent $10\ \mu m$. Paprastai paviršiaus sluoksnis yra ribojamas ne daugiau kaip iki 10 % granulės spindulio arba apytikriai $100\ \mu m$. Tokiu būdu dalinai susikristalizavusio paviršiaus sluoksnio kristalizacijos laipsnis pageidaujama, kad būtų bent 10 %, dar geriau bent 15 %.

Minėta kristalizacija yra skirtinga nuo pagamintų gijų iš esmės amorfinės būsenos ir iš jų suformuotų amorfinių granulių, kur granulės, aprašomos kaip amorfinės, jeigu tik DSC (Diferential Scanning Calorimetry – Diferencinė skenavimo kalorimetrija) kalorimetru išmatuotas jų kristališkumas yra mažesnis nei 10 %, geriau mažesnis nei 7 %, dar geriau mažesnis nei 5 %. Granulės, kurios po granuliavimo yra karštos, turi būti nedelsiant ataušinamos tam, kad būtų išmatuotas jų kristališkumas. Tuo tikslu DSC matavimas yra atliekamas kaitinant nuo 20 iki $300\ ^\circ C$, kur kaitinimo intensyvumas yra $10\ ^\circ C/min.$, ir tam, kad būtų paskaičiuotas kristališkumas, kristalizacijos šiluma yra atimama iš lydymosi šilumos ir padalinama iš lydymosi šilumos 100 % kristalinio polimero. Šiems tikslams naudojami polietileno tereftalatai, turintys $118\ J/g$.

Tam, kad būtų garantuota pakankama gijos paviršiaus kristalizacija, būtina neleisti pernelyg greito gijos ataušinimo, tai pasiekama padidinant aušinimo skysčio temperatūrą.

Atskirai imant, šiam tikslui aušinimo skysčio temperatūra T iškrovimo sekcijoje gali būti intervale T_1 iki T_2 , kur $T_1 = T_g - 20\ ^\circ C$, geriau $T_g - 10\ ^\circ C$, ir $T_2 = T_g + 70\ ^\circ C$, dar geriau $T_g + 30\ ^\circ C$ ir kur T_g atitinka termoplastinio poliesterio stiklėjimo temperatūrą.

Lyginant su žinomu technikos lygiu būdo pagal išradimą svarbiu dalyku laikomas ekstrudotos gijos mechaninis apkrovimas, būtent yra reikalaujama, pavyzdžiui, kad būtų pasiektas įmanomas

maksimalus gijos išsiplėtimas, kai ji išeina iš ekstruderio išleidimo kanalo. Ryšium su tuo, pareiškėjas pasiekė, kad, pavyzdžiui, labai didelis gijos išėjimo greitis ir naujai apibūdinamas technologinis režimas išreiškiamas santykiu gijos išėjimo greitį $v_{išej}$ dalinant iš ekstruderio išėjimo kanalo angos, per kurią išeina atitinkama gija, ploto f , kad gauta reikšmė būtų didesnė negu aukščiau paminėta reikšmė atitinkamos ekstruderio išėjimo kanalo angos. Minėtas naujas parametras taip pat ribiniai pjovimo režimai pagal išradimą garantuoja, kad, jei ekstruduotos gijos yra paveiktos mechaninio krūvio, tai neturi įtakos, pavyzdžiui, į gijos įplyšimą, įtrūkimą ar panašiai. Būdu pagal išradimą, kuris apima aukščiau aprašytus požymius, yra dar galima – imant identišką polimero tankį, su identišku masės praleidimo kiekiu, lyginant su žinomais būdais, ir su lygintinomis pagamintų granulių dimensijomis – ypatingai paprastu būdu pagal išradimą pagaminti granules su pageidaujamomis savybėmis, ypač atžvilgiu granulių sukibimo prevencijos.

Būde pagal išradimą gijoms išeinant iš atitinkamų ekstruderio išleidimo kanalų išeinančių gijų ištempimas suderinant gijos judėjimo greitį $v_{judėj}$ ir/arba gijos išėjimo greitį $v_{išej}$ gali būti sureguliuotas taip, kad $V = (v_{judėj} - v_{išej})/v_{išej}$ patenkintų sąlygą $V \leq 0$. Minėtas ištempimo parametras V pagal išradimą su atitinkama ribine reikšme yra gijų, pagamintų atitinkamu būdu pagal išradimą, plėtimosi matas, kuris įrodo, kad grynai teoriškai – net jei tokie paskaičiavimai čia nebuvo daryti – anksčiau žinomo technikos lygio būduose reikšmės V visada būdavo daug didesnės nei 0. Įvertinant žinomą technikos lygį tikslas buvo išvengti bet kokio gijų išsiplėtimo, būtent besiskiriančio ribiniais režimais pagal išradimą.

Būdu pagal išradimą atitinkamų gijų išėjimo iš ekstruderio išleidimo kanalo greitį $v_{išej}$ sureguliuoja ribose nuo bent 110 m/min. iki daugiausia 600 m/min., geriau ribose nuo bent 110 m/min. iki daugiausia 400 m/min. Tai leidžia paprastu būdu pasiekti patikimai labai gerą medžiagos praleidimo greitį.

Būdu pagal išradimą gijos judėjimo greitį $v_{judėj}$ geriau sureguliuoja atitinkamai reguliuojant traukimo velenėlių greitį ribose nuo bent 80 m/min. iki daugiausia 350 m/min.

Tam, kad nesudėtingai ir patikimai būtų gautos ekstruduotų gijų ir/arba iš jų pagamintų granulių mechaninės savybės, gaunamos būdais pagal išradimą, geriau kad ekstruderio išleidimo kanalų atitinkamo ekstruderio išleidimo kanalo angos plotas būtų sureguliuotas iki mažiau nei 12 mm², geriau iki mažiau nei 7 mm², dar geriau iki mažiau nei 4 mm². Taigi, minėtos reikšmės apytikriai sudaro nuo pusės iki vienos trečiosios tų reikšmių, kurios paprastai naudojamos žinomuose sprendimuose.

Kaip jau aptarta anksčiau išdėstyame aprašyme pagal išradimą, didinant mechaninį apkrovimą, t. y. generuojant kirpimo profilį, galima pasiekti reikalaujamas medžiagos savybes ir/arba ekstruduočių gijų ir iš jų pagamintų granulių pageidaujamas paviršiaus savybes ir „išaldyti“ minėtas savybes atitinkamu aušinimu.

Paprastai, jei naudojamo ekstruderio išleidimo kanalų apvalios angos, taip pat tuo atveju, kai ekstruderio išleidimo kanalų angos yra bet kokios norimos skerspjūvio formos, galima paskaičiuoti taip vadinamo pakeistą skersmenį (tai dažniausiai žinoma tos srities specialistui, todėl nėra aukščiau detaliau aprašyta), tai gali būti pasiekama tuo, kad ekstruderio išleidimo kanalų atitinkamo ekstruderio išleidimo kanalo angos skersmens arba pakeisto skersmens d santykis su kanalo ilgiu l pagal išradimą yra sureguliuotas keičiant ekstruderio išleidimo kanalo angos skersmenį d ir/arba kanalo ilgį l taip, kad santykis l/d patenkintų sąlygą $l/d \leq 1$, geriau, kad patenkintų sąlygą $l/d \leq 0,7$, dar geriau, kad būtų patenkinta sąlyga $l/d \leq 0,5$, tačiau dar geriau, jei būtų patenkinta sąlyga $l/d = 0,3$.

Kaip žinoma, ekstruderio išleidimo kanalų įrenginys gali turėti daugybę išleidimo kanalų (išleidimo kanalų angų), kiekviename iš kurių suformuojamos gijos. Atskiri ekstruderio išleidimo kanalai yra sujungti su skirstytuvo kamera, iš kur polimero lydalas yra paskirstomas į atskirus ekstruderio išleidimo kanalus. Paprastai ekstruderio išleidimo kanalai turi didesnę skersmenį jo išleidimo pusėje, negu išleidimo kanalo išleidimo angos pusėje. Atitinkamai kanalo išleidimo skerspjūvis šio kanalo išleidimo pusėje yra sumažinamas, kur tas skerspjūvio sumažinimas taip pat gali būti atliktas per daugybę pakopų ir kur paprastai šios pakopos veda link cilindrinės ekstruderio išleidimo kanalo angos.

Išspaudžiamos medžiagos padidintas mechaninis apkrovimas pagal išradimą taip pat gali būti pasiekiamas tuo, kad staigus skerspjūvio sumažinimas yra atliekamas tiesiog prieš ekstruderio išleidimo kanalo išėjimą. Tam, kad būtų paskaičiuotas pakankamai staigus skerspjūvio sumažėjimas, santykis gali būti sudaromas tarp įėjimo į ekstruderio išleidimo kanalo sritį skerspjūvinio ploto F , padalinto iš ekstruderio išleidimo kanalo išėjimo angos skerspjūvio ploto f . Priklausomai nuo ekstruderio išleidimo kanalo įėjimo geometrijos gali labai keistis įrangos projektavimas ir, priklausomai nuo to, ekstruderio išleidimo kanalo anga ne visada būna cilindrinės formos, kanalo įėjimo plotas F yra matuojamas nustatytame kanalo taške, kuris yra išsidėstęs prieš išleidimo kanalo išėjimo angą atstumu L nuo ekstruderio išleidimo kanalo angos. Pagal išradimą L yra mažesnis nei 8 mm, geriau mažesnis nei 7 mm ir dar geriau mažesnis nei 6

mm. Pakankamas mechaninis apkrovimas bus pasiektas, jeigu, pagal išradimą, santykis F/f atitinka dydį ≥ 3 , geriau ≥ 5 , dar geriau ≥ 10 ir dar geriau ≥ 20 . Tais atvejais, kai yra pakankamai mažos ekstruderio išleidimo kanalų angos, F/f gali pasiekti iki 1000; tačiau geriau, kuomet tas dydis yra mažesnis nei 250.

Ryšium su gijų, gautų pagal išradimą, įvedimu į kontaktą su aušinimo skysčiu, pageidaujama, kad gijos, išeinančios iš ekstruderio išleidimo kanalų, per oro tarpą kontaktuotų su aušinimo skysčiu, oro tarpo ilgis yra labai mažas ir yra nustatomas ne didesnis kaip 30 mm, geriau ne didesnis kaip 10 mm, dar geriau ne didesnis kaip 5 mm ir geriausia ne didesnis kaip 2 mm.

Pagal išradimą taip pat yra išsprendžiama galimybė, kad gijos, išeinančios iš atitinkamų ekstruderio išleidimo kanalų, iš karto patektų tiesiog į kontaktą su aušinimo skysčiu, tai yra nebūtų oro tarpo.

Pagal išradimą yra galimas bet kokios rūšies tinkamas aušinimo skystis, tačiau paprastai pirmenybė teikiama vandeniui.

Aušinimo skystis gali būti arba vonioje, arba jis ant gijų gali būti tiekiamas iš išorės. Prieš kontaktuojant su ekstruduojamomis gijomis aušinimo skysčio temperatūra turi būti sureguliuota taip, kad būtų užtikrinamas mechaninio apkrovimo sudarytos paviršinės struktūros šaldymas. Naudojamų aušinimo skysčių temperatūra turi būti žemesnė nei jų virimo temperatūra. Naudojamo vandens temperatūra gali būti apytikriai iki 95°C , geriau, jeigu temperatūros yra termoplastinio poliesterio stiklėjimo temperatūros ribose, kaip paprastai intervale tarp 50 ir 90°C , dar geriau intervale tarp 60 ir 85°C . Gijų temperatūra nuo pradinio kontakto su aušinimo skysčiu iki iškrovimo sekcijos gali sutapti su aušinimo skysčio temperatūra arba gali būti reguliuojama individualiai.

Būdu pagal išradimą poliesterio lydalas yra arba gali būti tiekiamas į ekstruderio išleidimo kanalus esant lydymosi temperatūrai $T_{\text{lydimosi}} \leq 280^{\circ}\text{C}$, geriau $\leq 270^{\circ}\text{C}$, dar geriau esant lydymosi temperatūrai ribose $T_{\text{lydimosi}} 260^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{lydimosi}} \leq 280^{\circ}\text{C}$, ir dar geriau ribose $T_{\text{lydimosi}} 260^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{lydimosi}} \leq 270^{\circ}\text{C}$. Tai sudaro galimybę labai paprastu ir patikimu būdu pagaminti granulės, turinčias pageidaujamas savybes.

Kaip jau anksčiau minėta ekstruderio išleidimo kanalų panelė paprastai apima daugybę išėjimo kanalų (ekstruderio išleidimo kanalų angų). Ekstruderio išleidimo kanalų panelė apgaubia atstumą

tarp išėjimo kanalų. Geriau, jeigu ekstruderio išėjimo kanalų panelės temperatūra galėtų būti individualiai reguliuojama, todėl ir ekstruderio išėjimo kanalų temperatūra gali būti individualiai reguliuojama. Tam, kad būtų palaikomas mechaninis apkrovimas, ekstruderio išėjimo kanalų temperatūra geriau, kai yra sureguliuota žemesnė nei ekstruduojamos medžiagos lydymosi temperatūra. Geriau ekstruderio išėjimo kanalų temperatūra yra nuo 10 iki 60°C, ypač daugiau nei 15°C žemesnė nei ekstruduojamos medžiagos lydymosi temperatūros. Dažniausiai termoplastinis poliesteris arba kopoliesteris yra pagamintas ir perdirbtas žymiai aukštesnėje temperatūroje nei jo lydymosi temperatūra. Ekstruderio išleidimo kanalų panelės temperatūra ir be to ekstruderio išleidimo kanalų temperatūra normaliai yra ribose arba žemesnė nei poliesterio arba kopoliesterio kristalų lydymosi temperatūros, tai yra galima naudoti nuo 20°C aukštesnės iki 50°C žemesnės temperatūros, negu jų lydymosi temperatūros, kur kristalų lydymosi pikas yra temperatūros pikas, išmatuojama DSC sekundės intervalu esant kaitinimo greičiui 10°C/min. Jei apdorojamas polietilentereftalatas ir jo kopolimerai, ekstruderio išėjimo kanalų panelės temperatūros suderinamos ribose nuo 200 iki 270°C, dar geriau ribose nuo 210 iki 260°C, ir geriausia žemiau 250°C. Taip pat galima naudoti elektriniu būdu kaitinamas ekstruderio išėjimo kanalų paneles, pirmenybė yra teikiama šildymo perdavimo terpės šildymui tam, kad būtų galima individualiai reguliuoti ekstruderio išėjimo kanalų panelės temperatūrą.

Gautų granulių savybės dėl jų nesulipimo yra ypač veiksmingai pasiekiamos pagal išradimą tuo būdu, kad gijų granuliavimas granuliavimą įrenginyje vykdomo geriau tuoju pat, pavyzdžiui, terminio apdorojimo metu, kristalizacijos metu, grūdinant, kondicionuojant, apspaudžiant ir/arba taip pagamintų granulių kietos fazės polikondensavimo metu, geriau po to, kai granulės yra atskirtos nuo aušinimo skysčio.

Privalumas pagal išradimą yra tai, kad aušinimo skysčiui yra leidžiama tik trumpai kontaktuoti su gijomis ir greitai aušinimo skystį atskiria nuo granulių. Tam poliesterio medžiagos kontaktavimo su aušinimo skysčiu laikas turi būti ribose nuo 0,3 iki 10 sekundžių, geriau, kad būtų ribose nuo 1 iki 4 sekundžių, dar geriau, kad būtų ribose nuo 1 iki 3 sekundžių. Jeigu polietilentereftalato arba jo kopolimero aušinimui kaip aušinimo skystis yra naudojamas vanduo, tuomet, po aušinimo skysčio atskyrimo granulių temperatūra yra nuo 100 iki 170°C, geriau yra nuo 110 iki 150°C. Tam, kad būtų pasiekta pakankama paviršiaus kristalizacija, kontaktavimo su aušinimo skysčiu laikas taip pat gali būti pailgintas iki 20 minučių, geriau nuo 1 iki 10 minučių. Granulių temperatūra tuo atveju atitinka aušinimo skysčio temperatūrą.

Kristalizacija gali įvykti iškart po to, kuomet granulės yra atskiriamos nuo aušinimo skysčio. Geriau tolimesnį granulių kaitinimą atlikti kristalizacijos metu tam, kad, jei galima, būtų gautos pastovios granulių išėjimo sąlygos nepriklausomai nuo jų būklės įeinant į kristalizacijos stadiją. Šiluma gali būti tiekama per šildomus išorinius paviršius arba per vidinius kristalizatoriaus komponentus, geriau karštomis technologinėmis dujomis, tokiomis kaip azotas, CO₂ arba oras, kur technologinių dujų temperatūra įeinant į kristalizatorių turėtų būti aukštesnė nei granulių temperatūra, kuomet jos patenka į granuliavimo įrenginį, ir geriau yra nuo 10 iki 100°C, dar geriau bent 20°C aukštesnė nei granulių temperatūra tuo metu, kuomet jos patenka į granuliavimo įrenginį. Technologinių dujų kiekis paprastai turėtų būti pakankamas pastumti, geriau suskystinti granules kristalizacijos metu. Priklausomai nuo granulių dydžio, šiam tikslui yra reikalaujama vamzdinio sukimosi greičiai nuo 0,5 iki 5 m/s, dar geriau nuo 0,8 iki 2,5 m/s. Jei yra apdorojamas polietilentereftalatas arba vienas iš jo kopoliesterių, granulių temperatūra išėjime iš kristalizavimo įrenginio yra tarp 140 ir 200°C, geriau tarp 150 ir 180°C. Vidutinis išlaikymo kristalizatoriuje laikas gali būti intervale tarp 0,5 ir 30 minučių, dar geriau intervale tarp 1 ir 10 minučių.

Kristalizacija gali būti vykdoma stambių frakcijų, aglomerato ir/arba smulkių frakcijų atskyrimo stadijos metu, kaip aprašyta, pavyzdžiui, šaltinyje WO01/12698 Borer ir kt.

Geriau, kad būdu pagal išradimą taip gautų kristalinių granulių kristalizacija gali būti vykdoma po kondensavimo. Priešingai, turint atskirtas nuo aušinimo skysčio granulės jos gali būti atšaldomos ir apdorojamos tolimesniu laiko momentu.

Be to būdams pagal išradimą techninis sprendimas pagal išradimą taip pat pateikia gijų granuliatorių, skirtą gaminti polimerų granules iš termoplastinių poliesterių arba kopoliesterių iš poliesterio lydalo. Minėtas gijų granuliatorius taip pat yra galimas, jei reikia įgyvendinti polimerų granulių būdus pagal išradimą, tuo atveju minėtas gijų granuliatorius taip pat turi kai kokius būtinus specifinius įrenginius, atitinkančius anksčiau aprašytiems būdams atitinkamai papildomus ir/arba reikalingus jų įgyvendinimui. Į minėtą gijų granuliatorių gali būti tiekiamos ir kitos tinkančios medžiagos, taigi jis gali gaminti granules iš kitų tinkamų medžiagų. Gijų granuliatorius pagal išradimą apima: ekstruderio išėjimo kanalus, pro kuriuos poliesterio lydalas išleidžiamas gijų pavidalo; išleidimo lataką, minėtas išleidimo latakas perduoda gijas veikiant skysčiui; granuliavimo įrenginį ir traukimo velenėlius, kur minėti traukimo velenėliai traukia gijas iš ekstruderio išėjimo kanalų ir tiekia jas pro išleidimo lataką į granuliavimo įrenginį. Pagal išradimą, panardinimo priemonės yra numatytos tarp ekstruderio išėjimo kanalų ir išleidimo latako, minėtos panardinimo priemonės veikia gijas, išeinančias pro atitinkamus ekstruderio

išėjimo kanalus, į aušinimo skysčio srautą iki tol, kol gijos yra valdomos skystį tiekiančio išleidimo latako. Dėl tos priežasties, nevaldomos gijos, išeinančios iš atitinkamų ekstruderio išėjimo kanalų yra veikiamos aušinimo skysčio srauto iki tol, kol gijos yra valdomos išleidimo latako pernešančios/transportuojančios tokios terpės. Pagal išradimo būdus, veikiamos skysčio srauto priemonių, atitinkamos gijos yra pilnai arba daugiau ar mažiau pilnai apsuptos aušinimo skysčio ir yra atitinkamai nukreipiamos arba tiekiamos esančio aušinimo skysčio srovės į išleidimo lataką. Paprastai, aušinimo skystis tiekiamas į išleidimo lataką ir srauto įrenginyje cirkuliuoja grandine, kur į minėtą cirkuliavimo grandinę galima įjungti papildomus mazgus, tokius kaip šilumokaitį, rezervuarus, filtrus, siurblius ir sujungimo vamzdžius. Papildomai yra numatyti tiekimo vamzdžiai naujam aušinimo skysčiui tiekti. Išleidimo latakas ir srauto įrenginys gali būti sujungti ir valdomi kartu su arba atskirai valdomais šilumokaičiais. Taip pat yra įmanoma srauto įrenginį prijungti tiesiogiai prie tiekimo vamzdžio su nauju aušinimo skysčiu.

Gijų granulatorius pagal išradimą leidžia paprastu būdu iš esmės saugiai valdyti ir gijų granulatoriuje patikimai aušinti gijas, išeinančias iš atitinkamų ekstruderio galvutės išėjimo kanalų. Iki šiol žinomuose sprendimuose, ekstruduotų gijų tarp ekstruderio išėjimo kanalų ir iškrovimo latako valdymo trūkumas yra, kad šiame etape gijos nėra valdomos, o tai iki šiol žinomuose sprendimuose gali neabejotinai privesti prie gijų pažeidimo, priklausančio, pavyzdžiui, nuo to, kokia yra naudojama medžiaga, o pagal šį išradimą to išvengiama, be to pagal išradimą yra atveju, kad aušinimo skystis gali veikti gijas staigiai ir efektyviai, kuomet jos yra ekstruduos iš ekstruderio išėjimo kanalų. Pagal išradimą gijų, išeinančių iš ekstruderio išėjimo kanalų, medžiagos savybės gali būti „iššaldytos“. Taigi, pagal išradimą geriau yra tai, kad tarp ekstruderio išėjimo kanalų ir gijų granulatoriaus panardinimo įrenginio yra oro tarpas, pro kurį gijos laisvai praeina, dar geriau, kad jos būtų transportuojamos per trumpą atstumą, kur oro tarpo ilgis yra ne didesnis nei 30 mm, geriau ne didesnis nei 10 mm, dar geriau ne didesnis nei 5 mm, ir dar geriau ne didesnis nei 2 mm. Pasirinktinai, gijų granulatoriuje pagal išradimą yra galima, kad tokio oro tarpo ir nebūtų. Oro tarpas gali būti naudojamas arba nenaudojamas priklausomai nuo medžiagos, kuri yra ekstruduojama.

Gijų granulatorius pagal išradimą gali, ypač dėl „iššaldymo efekto“, taip pat būti naudojamas įgyvendinti anksčiau aprašytiems polimerų granulių gamybos būdams pagal išradimą.

Papildomai būdams pagal išradimą ir gijų granulatoriui pagal išradimą techninis sprendimas taip pat numato poliesterių granules iš termoplastinių poliesterio arba kopoliesterių. Tokios granulės gali būti pagamintos būdais pagal išradimą ir gijų granulatoriaus priemonėmis pagal išradimą.

Granulės pagal išradimą susideda iš termoplastinių poliesterių arba kopoliesterių. Granulės yra gaminamos gijų granulatoriumi, kuriuo gautos granulės yra cilindro formos, kaip paprastai cilindro ilgis yra tarp 0,3 ir 10 mm, pirmenybė teikiama granulėms, kurių cilindrinės dalies ilgis yra nuo 1 iki 5 mm. Būdingas cilindro skersmuo yra nuo 0,2 iki 8 mm, pirmenybė teikiama cilindrams, kurių cilindro diametras yra nuo 0,5 iki 5 mm.

Pageidaujama, kad granulės būtų iš esmės kietos. Išpūstų granulių, kurių tankis yra sumažintas granulėse esančių dujų tarpų arba kurios turi atvirų porų, struktūra čia neapžvelgiama. Pirmenybė teikiama granulėms, kurių dozuota masė nukrypsta mažiau nei 10 % nuo jų masės, kaip paskaičiuota priklausomai nuo granulės tūrio ir polimero tankio.

Granulės iš esmės yra amorfinės, kur visų granulių DSC (Diferencinė skenuojanti kalorimetrija) kalorimetru išmatuotas kristališkumas yra mažesnis nei 10 %, dar geriau mažesnis nei 7 %, ir dar geriau mažesnis nei 5 %.

Granulės pagal išradimą savo šoninio paviršiaus srityse yra dalinai kristalinės struktūros. Šoninio paviršiaus srityse esančios dalinai kristalinės struktūros paviršiaus sluoksnio storis yra bent 5 μm , geriau bent 10 μm , sluoksnio storis yra ribojamas ne daugiau kaip iki 10 % granulės spindulio arba apytikriai 100 μm .

Pirmenybė teikiama granulėms, turinčioms savo šoninio paviršiaus srityse labai branduolėta struktūrą, yra pageidaujama, kad ten būtų bent dešimt kartų didesnis kristalizacijos centrų susidarymo tankis, nei dar laisvose nuo įtempimų medžiagos srityse.

Palyginus su įprastai pagamintomis granulėmis, toks paviršiaus sluoksnis turi žymiai mažesnę tendenciją sulipti vėlesniame kristalizacijos procese, o taip pat yra mažesnė tendencija sulipti vėlesniame kietos fazės polikondensacijos procese, tai leidžia naudoti apytikriai nuo 5 iki 15°C aukštesnę apdorojimo temperatūrą.

Kaip jau minėta, didėjant mechaniniam apkrovimui, yra galima, pagal išradimą, pasiekti ekstruduočių gijų pageidaujamas medžiagos savybes ir/arba paviršiaus savybes ir iš jų pagamintų granulių ir minėtas savybes „išaldyti“ atitinkamo aušinimo priemonėmis. Pagal išradimą, jei pageidaujama, tai gali būti įgyvendinama įvairias pasiūlytais būdais ir priemonėmis, turinčiomis skirtingas specifines savybes, įgyvendinamas individualiai arba, jei pageidaujama, yra galimas jų derinys, taip pat yra galima tiksliai, jei derinamos kelios galimybės pagal išradimą, taip pat

tobulinti sinergetinius efektus, kurie gali padaryti atitinkamus būdus ir/arba įrenginius pagal išradimą dar efektyvesnius ir patikimesnius.

Toliau išradimas yra detaliau paaiškinamas pateikiant jo įgyvendinimą, bet neapsiribojant juo, kur įgyvendinimas paaiškinamas remiantis pridėtais brėžiniais, kuriuose:

Figūra 1 parodytas gijų granulatoriaus pagal išradimą scheminis vaizdas; ir

Figūra 2 a-c Figūros 1 vaizdas A, kur kiekvienas a-c vaizdas rodo būdų įgyvendinimo pagal išradimą vaizdus.

Figūra 1 rodo gijų granuliavimo įrenginio pagal išradimą įgyvendinimo scheminį vaizdą. Minėtas gijų granuliavimo įrenginys, sukonstruotas pagal išradimą, gali atlikti visą granulių gamybos procesą bei visus pagal išradimą granulių gamybos būdų reikalavimus. Gijų granuliavimo įrenginys, schemiškai pavaizduotas Figūroje 1, apima gijų granuliatorių, skirtą polimerų granulių iš termoplastinio poliesterių arba kopoliesterių iš poliesterio lydalo gamybai. Minėtu gijų granuliavimo įrenginiu, reikalui esant, taip pat galima apdoroti kitas medžiagas. Gijų granulatorius yra aprūpintas: ekstruderio išėjimo kanalais 1 (parodytas tik vienas), pro kuriuos poliesterio lydalas išeina gijų 2 pavidalu (parodyta tik viena); iškrovimo zona arba iškrovimo sekcija, čia pavaizduota, pavyzdžiui, kaip iškrovimo latakas 3 perduoda gijas 2 veikiant skysčiui granuliavimo įrenginiu 4 ir traukimo velenėliais 5. Minėti traukimo velenėliai 5 tempia gijas 2 iš ekstruderio išėjimo kanalų 1 ir paduoda jas iškrovimo latakui 3 į granuliavimo įrenginį 4, kur ekstruduoję gijų 2, išėjusių iš ekstruderio išleidimo kanalų 1, išėjimo greitis $v_{išėj.}$. Iš išleidimo kanalų išėjusios gijos yra tiekiamos traukimo velenėliu 5 sureguliuotu gijų judėjimo greičiu $v_{judėj.}$ į granuliavimo įrenginį 4. Gijų granuliavimo įrenginys pagal išradimą, pavaizduotas Figūroje 1, detaliau parodytas vaizde A, kur minėtas vaizdas A Figūroje 1 apibrėžtas apskritimu. Tikslus minėto vaizdo A įgyvendinimas pagal išradimą yra pavaizduotas ir apibūdintas Figūros 2 a-c vaizduose.

Remiantis Figūra 1, granulės 11, praėjusios pro granuliavimo įrenginį, toliau perduodamos į skysčio srautą ir per papildomo aušinimo sekciją 12 tiekiamos į granulių džiovintuvą 13. Granulių džiovintuvas 13 turi variklį M, kurio pagalba granulės yra judinamos. Iš granulių džiovintuvo 13 amorfinės granulės 14, per sąsają 15 yra perduodamos į kristalizatorių 16. Minėtas kristalizatorius 16 yra aprūpintas ventiliatoriumi 18 ir dujų šildytuvu 17, tiekiančiais karštas dujas tam, kad tolimesnė (pilna) granulių kristalizacija galėtų būti atliekama kristalizatoriuje 16. Visas procesas, parodytas Figūroje 1, baigiamas gaunant kristalizuotas granules 19.

Figūros 2 a-c vaizduose parodyti trys skirtingi gijų granulatoriaus pagal išradimą, pavaizduoto Figūroje 1, įgyvendinimo atvejai. Figūros 2 a-c vaizduose, kiekviename iš jų pateiktas panardinimo priemonių 6 išsidėstymas pagal išradimą tarp ekstruderio išleidimo kanalų 1 ir išleidimo latako 3, kur minėtos panardinimo priemonės 6 veikia nevaldomas gijas 2, išeinančias iš atitinkamų ekstruderio išleidimo kanalų (arba iš esmės nevaldomas gijas 2) į aušinimo skysčio 7 srautą anksčiau nei gijos 2 pernešančio skysčio yra nukreipiamos į iškrovimo lataką 3. Iškrovimo latako 3 srityje gali papildomai būti numatytos gijų aušinimo priemonės 9, kurios ant gijų išpurškia papildomą aušinimo skystį ir toliau aušina gijas 2, kuomet minėtos gijos pernešančio skysčio yra nukreipiamos į iškrovimo lataką 3. Be to, Figūros 2 a-c vaizduose kiekviename papildomai parodytas gijas pernešančio skysčio tiekimo įtaisas 10, kurio tiekiamas skystis veikia gijas 2 iškrovimo latake 3.

Išradimo įgyvendinimo atvejai, parodyti Figūros 2 a-c vaizduose, gijas 2, dar nenukreiptas į išleidimo lataką 3, veikia aušinimo skysčio 7 srautu, gijas 2 pilnai apsupa aušinimo skysčiu ir veikia juo, kuomet gijas pernešantis skystis transportuoja jas į išleidimo lataką 3. Dėl to gijų 2 priklausomybė nuo skysčio yra nenutraukiama tarp srauto priemonių 6 ir į išleidimo lataką 3 pernešančio skysčio. Pagal išradimą tai teikia pranašumą, iš vienos pusės, pradinio aušinimo skysčio 7 srautu ir, iš kitos pusės, gijų 2 pagerinto traukimo, transportuojančio aušinimo skysčio 7 srautu į išleidimo lataką 3, t. y. panardinimo priemonės 6 pagal išradimą tiekia skysčio 7 srautą, kuriame gijos 2 yra transportuojamos arba nukreipiamos į išleidimo lataką 3 be jokių kitų papildomų (mechaninių) nukreipimo priemonių.

Panardinimo priemonės 6 gali būti taip sukonstruotos, kad būtų tiesiog greta prie ekstruderio išėjimo kanalų 1 be papildomo oro tarpo 8, netgi yra galima, kad ekstruderio išėjimo kanalai 1 būtų panardinti į panardinimo priemonę 6 (Fig. 2a); arba tarp panardinimo priemonės 6 ir atitinkamo ekstruderio išėjimo kanalo 1 gali būti numatytas toks oro tarpas 8, per kurį gijos 2 yra laisvai transportuojamos, kur atstumas per oro tarpą yra ne didesnis nei 30 mm, geriau ne didesnis nei 10 mm, dar geriau ne didesnis nei 5 mm ir vis dėlto dar geriau ne didesnis nei 2 mm (kaip parodyta brėžiniuose Figūrose 2b ir 2c).

Panardinimo priemonės 6, pro kurias pagal išradimą praeina gijos 2, gali būti latako arba lovio formos. Taip pat gijos 2 gali praeiti pro atitinkamas angas arba atitinkamą angą (Figūrose 2a ir 2b), arba panardinimo priemonės 6 gali būti suformuotos su purkštukais, kurie atitinkamas gijas 2 (Figūra 2c) apgaubia aušinimo skysčiu 7, taip pat panardinimo priemonės gali turėti vieną arba daugiau tokių purkštukų. Purkštukai, kurie, kaip parodyta įgyvendinimo atveju Figūroje 2c,

panardinimo priemonėse 6, gali būti nukreipti norima kryptimi atžvilgiu gijų 2, ir geriau jie yra nukreipti kampu žemyn gijų 2 transportavimo kryptimi. Figūroje 2c parodytas tokio įgyvendinimo vaizdas, kur panardinimo priemonės 6 turi du tokius panardinimo purkštukus.

Gijų granulatoriaus ekstruderio išėjimo kanalai 1 pagal išradimą gali būti profiliuojančios plokštės arba tiektuvo galvutės dalis.

1 pavyzdys

Polietilentereftalato kopolimeras, turintis 2 % IPA, DSC išmatuota lydymosi temperatūra 245°C ir vidinis klampumas 0,6 dl/g, buvo išspausintas per ekstruderio išleidimo kanalą 60 kg/val. slėgiu, esant 280°C lydymosi temperatūrai. Ekstruderio išleidimo kanalo išėjimo angos skersmuo 2 mm ir jos ilgis 1 mm; 7 mm atstume iki ekstruderio išleidimo kanalo išėjimo angos išleidimo kanalo skersmuo buvo 14 mm. Atitinkamai, gaunami tokie pagrindiniai duomenys: $l/d = 0,5$; $F/f = 49$; $v_{išej} = 261 \text{ m/min}$; $v_{išej}/f = 83 \text{ (m/min)/mm}^2$.

Ekstruderio išleidimo kanalų temperatūra buvo 230°C. 4 mm atstumu nuo išėjimo iš ekstruderio išleidimo kanalo išėjimo angos gijos buvo apdorojamos vandeniu, kurio temperatūra buvo apie 84°C, ir po to gijo buvo tiekiamos į granuliavimo įrenginį 3,2 m ilgio išleidimo lataku taip pat apdorojant vandeniu, kurio temperatūra buvo apie 84°C. Gijų judėjimo greitis buvo 200 m/min, tai leido pagaminti granules apie 3 mm ilgio ir 15 mg masės. Laiko trukmė, kol susiformuoja granulė, buvo apytikriai 1 sekundė.

Per 1,2 m ilgio traukimo vamzdį granulės ir vanduo perėjo į granulių džiovintuvą, kuriame granulės buvo atskiriamos nuo vandens. Granulių išlaikymo laikas tiekimo vamzdyje taip pat buvo 1 sekundė, o granulių džiovintuve 0,2 sekundės. Išdžiovintos granulės buvo perduodamos tiesiog į pseudoverdančiojo sluoksnio kristalizatorių su 0,05 m² sieto lėkštelės plotu. Granulių temperatūra prieš patenkant į kristalizatorių buvo 96°C. Kristalizatorius buvo aprūpinamas 3,7 Nm³/min 180°C temperatūros oru, kuris veikė granules 163°C temperatūra. Vidutinė laiko trukmė buvo 9 minutės. Granulės buvo homogeniškai kristalizuotos. Sulipimo nebuvo.

2 pavyzdys

Išėjusias iš granulių džiovintuvo, granulės, gautos 1 pavyzdyje, iškart buvo ataušintos, išdžiovintos vakuume esant 60°C temperatūroje ir po to kristalizuotos talpoje 20 minučių nemaišant ir esant 170°C temperatūrai.

Granulės buvo laisvai slenkančios, kur 88 % jų buvo atskirų granulių pavidale, 12 % sudarė mažus aglomeratus, kur aglomeracija kiekvienu atveju buvo stebima prie granulių pjūvių paviršių.

Plonas iki 2 μm storio pjūvis rodė kristalinę struktūrą iki apytikriai 5 μm skersmens kristalais granulės centre, vidutinis kristalo skersmuo buvo mažesnis link išorės. Prie briaunų buvo apytikriai 40 μm tankus sluoksnis, kuriame atskiri kristalai buvo tokie maži, kad, atsižvelgiant į gauto pavyzdžio tankį, jo struktūra buvo nebežiūrima. Taigi kristalų skersmuo buvo $< 1\mu\text{m}$. Atitinkamai branduolių tankis paviršiniame sluoksnyje iki maždaug 40 μm buvo didesnis nei centre > 125 kartus.

1 palyginimo pavyzdys

1 pavyzdžio eksperimentas buvo pakartotas, bet ekstruderio išleidimo kanalų temperatūra buvo iki 280 °C. Kristalizatoriuje nedelsiant susidarė aglomeratai. Pseudoverdantysis sluoksnis sugedo. Naudoti nebuvo galima.

2 palyginimo pavyzdys

Panašiai kaip 2 pavyzdyje kristalizacija buvo vykdoma naudojant granules iš 1 palyginimo pavyzdžio. Granulės toliau laisvai nebejudėjo. Susidarė stambus aglomeratas, kuriame granulės taip pat buvo sulipusios jų cilindriniais paviršiais.

3 pavyzdys

Polietileno tereftalato kopolimeras kaip 1 pavyzdyje buvo ekstruduotas pro du ekstruderio išleidimo kanalus 200 kg/val., esant 276 °C lydymosi temperatūrai. Ekstruderio išleidimo kanalų išėjimo angos skersmuo buvo 5 mm ir ilgis 1 mm.; 5 mm atstume prieš išėjimą, ekstruderio išleidimo kanalų skersmuo buvo 18,3 mm. Buvo gauti tokie pagrindiniai duomenys: $l/d = 0,2$; $F/f = 13,4$; $v_{išėj} = 70 \text{ m/min}$, $v_{išėj}/f = 3,5 \text{ (m/min.)}/\text{mm}^2$. Ekstruderio išleidimo kanalo temperatūra buvo 260 °C. Gijos, išėjusios iš ekstruderio išleidimo kanalo, nuo 4 iki 5 mm atstume nuo išėjimo angos buvo apdorojamos vandeniu, kurio temperatūra buvo 84 °C, toliau buvo tiekiamos į granuliavimo įrenginį 2,2 m ilgio iškrovimo lataku ir taip pat buvo apdorojamos vandeniu, kurio temperatūra 84 °C. Gijų judėjimo greitis buvo 250 m/min. Taip gautos granulės buvo 3 mm ilgio ir 20 mg masės. Granulės susiformavimo trukmė buvo apytikriai 0,5 sekundės. 1,2 m ilgio tiekimo vamzdžiu granulės ir vanduo pateko į granulių džiovintuvą, kuriame granulės buvo atskirtos nuo vandens. Tiekimo vamzdyje granulės užsilaikė 1 sekundę ir 0,2 sekundės granulių džiovintuve. Sausos granulės buvo perkeliamos į pseudoverdančiojo sluoksnio kristalizatorių su 0,05 m² sieto

lėkštelės plotu. Granulių temperatūra įeinant į kristalizatorių buvo 127 °C. Į kristalizatorių buvo tiekiamas 3,7 Nm³/min. 180 °C temperatūros oras, kuris veikė granules 163 °C temperatūra. Vidutinis veikimo laikas buvo 2,8 minutės. Nepaisant trumpo išlaikymo laiko (gaminio atžvilgiu) ir mažo dujų kiekio (dujų masės srautas/gaminių masės srautas = 1,44), granulės buvo homogeniškai kristalizuotos ir nebuvo sukibusios. Gijos, išeinančios iš ekstruderio išleidimo kanalų, buvo šiek tiek drumzlinos. Granulės, kurios vėliau buvo atšaldytos granulių džiovintuve, turėjo šiurkštų paviršių.

3 palyginimo pavyzdys

Buvo pakartotas 3 pavyzdys, tik poliesterio gijos, išėjusios iš ekstruderio išleidimo kanalų, nebuvo apdorojamos vandeniu. Pasibaigus apdorojimui vandeniu kristalizatoriuje nedelsiant susiformavo aglomeratai. Panardinimo vonia sugedo. Tęsti procesą buvo nebeįmanoma. Gijos, išeinančios iš ekstruderio išleidimo kanalų išliko skaidrios. Granulės, kurios buvo ataušintos granulių džiovintuve, turėjo lygų paviršių.

4 palyginimo pavyzdys

3 pavyzdžio bandymas buvo pakartotas, tik su ekstruderio išleidimo kanalais, kur ekstruderio išleidimo kanalų ilgis buvo 5 mm; 5 mm atstume iki išėjimo, ekstruderio išleidimo kanalų skersmuo buvo 5 mm. Tai davė tokius pagrindinius duomenis: $l/d = 1$; $F/f = 1$; $v_{išėj} = 70$ m/min., $v_{išėj}/f = 3,5$ (m/min)/mm². Aglomeratai susiformavo kristalizatoriuje. Panardinimo vonia sugedo. Procesą tęsti buvo nebeįmanoma.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Polimerų granulių gamybos būdas iš termoplastinių poliesterių arba kopoliesterių iš poliesterio lydalo gijų granuliavimo įrenginiu, kuriame poliesterio lydalą tiekia į ekstruderio išleidimo kanalus ir po to gijų pavidale traukimo velenėliais per iškrovimo sekciją tiekia į granuliavimo įrenginį, kur gijos judėjimo greitį $v_{judėj}$ reguliuoja traukimo velenėliais, besiskiriantis tuo, kad gijos išeina pro ekstruderio išleidimo kanalus išėjimo greičiu $v_{išėj}$ bent 110 m/min., kur išėjimo iš atitinkamo ekstruderio išleidimo kanalo greičio $v_{išėj}$, padalinto iš ekstruderio išleidimo kanalo angos ploto f , santykį $v_{išėj}/f$ taip sureguliuoja, kad būtų patenkinta sąlyga $v_{išėj}/f \geq 30$ (m/min.)/mm², ir kur gijos, išeinančios iš atitinkamo ekstruderio išleidimo kanalo, kontaktuoja su aušinimo skysčiu.
2. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad gijoms išeinant, išeinančių gijų įtempimą $V = (v_{judėj} - v_{išėj})/v_{išėj}$ reguliuoja taip, ypač reguliuojant gijų judėjimo greitį $v_{judėj}$ ir/arba išėjimo greitį $v_{išėj}$, kad patenkintų sąlyga $V \leq 0$.
3. Būdas pagal 1 arba 2 punktą, besiskiriantis tuo, kad išėjimo greitį $v_{išėj}$ reguliuoja ribose nuo bent 110 m/min. iki daugiausia 600 m/min., geriau ribose nuo bent 110 m/min. iki daugiausia 400 m/min.
4. Būdas pagal bet kurį iš 1-3 punktų, besiskiriantis tuo, kad gijos išėjimo greitį $v_{judėj}$ reguliuoja ribose nuo bent 80 m/min. iki daugiausia 350 m/min.
5. Būdas pagal bet kurį iš 1-4 punktų, besiskiriantis tuo, kad ekstruderio išleidimo kanalų atitinkamo ekstruderio išleidimo kanalo angos plotą f sureguliuoja taip, kad jis būtų mažesnis nei 12 mm², geriau mažesnis nei 7 mm², dar geriau mažesnis nei 4 mm².
6. Būdas pagal bet kurį iš 1-5 punktų, besiskiriantis tuo, kad ekstruderio išleidimo kanalų atitinkamo ekstruderio išleidimo kanalo angos skersmenį d ir/arba ilgį l sureguliuoja taip, kad santykis l/d patenkintų sąlygą $l/d \leq 1$, geriau patenkintų sąlygą $l/d \leq 0,7$, dar geriau patenkintų sąlygą $l/d \leq 0,5$, ir dar geriau patenkintų sąlygą $l/d = 0,3$.
7. Būdas pagal bet kurį iš 1-6 punktų, besiskiriantis tuo, kad gijos, išeinančios iš ekstruderio išleidimo kanalų, per oro tarpą kontaktuoja su aušinimo skysčiu, oro tarpo ilgį sureguliuoja taip,

kad jis būtų ne didesnis kaip 30 mm, geriau ne didesnis kaip 10 mm, dar geriau ne didesnis kaip 5 mm, ir dar geriau ne didesnis kaip 2 mm.

8. Polimerų granulių gamybos būdas iš termoplastinių poliesterių arba kopoliesterių iš poliesterio lydalo gijų granuliavimo įrenginiu, kuriame poliesterio lydalą tiekia į ekstruderio išleidimo kanalus ir po to gijų pavidale traukimo velenėliais per iškrovimo sekciją tiekia į granuliavimo įrenginį, besiskiriantis tuo, kad ekstruderio išleidimo kanalų atitinkamo išleidimo kanalo angos skersmenį d ir/arba ekstruderio išleidimo kanalo ilgį l taip sureguliuoja, kad santykis l/d patenkintų sąlygą $l/d \leq 1$, ir kad gijos, išeinančios iš ekstruderio išleidimo kanalų per oro tarpą kontaktuoja su aušinimo skysčiu, oro tarpo ilgį sureguliuoja taip, kad jis būtų ne didesnis kaip 30 mm.

9. Būdas pagal 8 punktą, besiskiriantis tuo, kad oro tarpo ilgį sureguliuoja taip, kad jis būtų ne didesnis kaip 10 mm, geriau ne didesnis kaip 5 mm, ir dar geriau ne didesnis kaip 2 mm.

10. Polimerų granulių gamybos būdas iš termoplastinių poliesterių arba kopoliesterių iš poliesterio lydalo gijų granuliavimo įrenginiu, kuriame poliesterio lydalą tiekia į ekstruderio išleidimo kanalus ir po to gijų pavidale traukimo velenėliais per iškrovimo sekciją tiekia į granuliavimo įrenginį pagal 8 punktą, besiskiriantis tuo, kad ekstruderio išleidimo kanalų atitinkamo ekstruderio išleidimo kanalo angos skersmenį d ir/arba ilgį l taip sureguliuoja, kad santykis l/d patenkintų sąlygą $l/d \leq 1$, ir kad gijos, išeinančios iš ekstruderio išleidimo kanalų, tiesiogiai kontaktuoja su aušinimo skysčiu prie ekstruderio išleidimo kanalo išėjimo.

11. Būdas pagal bet kurį iš 8-10 punktų, besiskiriantis tuo, kad santykis l/d patenkina sąlygą $l/d \leq 0,7$, geriau patenkina sąlygą $l/d \leq 0,5$, ir dar geriau patenkina sąlygą $l/d = 0,3$.

12. Polimerų granulių gamybos būdas iš termoplastinių poliesterių arba kopoliesterių iš poliesterio lydalo gijų granuliavimo įrenginiu, kuriame poliesterio lydalą tiekia į ekstruderio išleidimo kanalus ir po to gijų pavidale traukimo velenėliais per iškrovimo sekciją tiekia į granuliavimo įrenginį pagal 8 punktą, besiskiriantis tuo, kad ekstruderio išleidimo kanalų angas taip sukonstruoja, kad būtų staigus skerspjūvio sumažėjimas tiesiogiai t prieš ekstruderio išleidimo kanalo išėjimą, kur įėjime į ekstruderio išleidimo kanalą įėjimo angos ploto F , išmatuoto prieš išėjimą iš ekstruderio išleidimo kanalo angą per atstumą L nuo angos, kur L yra < 8 mm, padalinto iš ekstruderio išleidimo kanalų atitinkamo ekstruderio išleidimo kanalo angos ploto f ,

santykį suderina taip, kad būtų patenkinta sąlyga $F/f \geq 3$, ir kad gijos, išeinančios iš ekstruderio išleidimo kanalų, kontaktuoja su aušinimo skysčiu per oro tarpą, oro tarpo ilgį sureguliuoja taip, kad jis būtų ne didesnis kaip 30 mm.

13. Būdas pagal 12 punktą, besiskiriantis tuo, kad oro tarpo ilgį sureguliuoja taip, kad jis būtų ne didesnis kaip 10 mm, geriau ne didesnis kaip 5 mm, ir dar geriau ne didesnis kaip 2 mm.

14. Polimerų granulių gamybos būdas iš termoplastinių poliesterių arba kopoliesterių iš poliesterio lydalo gijų granuliavimo įrenginiu, kuriame poliesterio lydalą tiekia į ekstruderio išleidimo kanalus ir po to gijų pavidale traukimo velenėliais per iškrovimo sekciją tiekia į granuliavimo įrenginį pagal 12 punktą, besiskiriantis tuo, kad ekstruderio išleidimo kanalų angas sukonstruoja taip, kad būtų staigus skerspjuvio sumažėjimas tiesiogiai prieš ekstruderio išleidimo kanalo išėjimą, kur įėjimo į ekstruderio išleidimo kanalų angos ploto F , išmatuoto prieš išėjimą iš ekstruderio išleidimo kanalo angą per atstumą L nuo angos, kur L yra < 8 mm, padalinto iš ekstruderio išleidimo kanalų atitinkamo ekstruderio išleidimo kanalo angos ploto f santykį taip sureguliuoja, kad būtų patenkinta sąlyga $F/f \geq 3$, ir kad gijos, išeinančios iš ekstruderio išleidimo kanalo angos, kontaktuoja su aušinimo skysčiu iškart prie ekstruderio išleidimo kanalų.

15. Būdas pagal bet kurį iš 12-14 punktų, besiskiriantis tuo, kad santykis F/f patenkina sąlygą $F/f \geq 5$, geriau patenkina sąlygą $F/f \geq 10$, ir dar geriau patenkina sąlygą $F/f \geq 20$.

16. Būdas pagal bet kurį iš 12-15 punktų, besiskiriantis tuo, kad atstumas L patenkina sąlygą $L < 7$ mm, geriau patenkina sąlygą $L < 6$ mm.

17. Būdas pagal bet kurį iš 1-16 punktų, besiskiriantis tuo, kad granulės turi labai branduolėtą struktūrą jų šoninio paviršiaus srityje.

18. Būdas pagal 17 punktą, besiskiriantis tuo, kad granulių labai branduolėtos struktūros sluoksnio storis yra bent $5 \mu\text{m}$, dar geriau bent $10 \mu\text{m}$.

19. Būdas pagal bet kurį iš 1-18 punktų, besiskiriantis tuo, kad granulės jų šoninio paviršiaus srityje turi dalinai kristalinę struktūrą.

20. Būdas pagal 19 punktą, besiskiriantis tuo, kad dalinai kristalinės struktūros sluoksnio storis yra bent $5\text{ }\mu\text{m}$, dar geriau bent $10\text{ }\mu\text{m}$.
21. Būdas pagal bet kurį iš 19-20 punktų, besiskiriantis tuo, kad dalinai kristalinės struktūros kristalizacijos laipsnis yra bent 10 %, dar geriau bent 15 %.
22. Būdas pagal bet kurį iš 1-21 punktų, besiskiriantis tuo, kad aušinimo skysčio temperatūra yra T , kuri yra ribose nuo T_1 iki T_2 , kur $T_1 = T_g - 20^\circ\text{C}$ ir $T_2 = T_g + 70^\circ\text{C}$, ir kur T_g atitinka termoplastinio poliesterio stiklėjimo temperatūrą.
23. Būdas pagal bet kurį iš 1-22 punktų, besiskiriantis tuo, kad poliesterio lydalas į ekstruderio išleidimo kanalus yra tiekiamas esant lydymosi temperatūrai $T_{\text{lydymosi}} \leq 280^\circ\text{C}$, geriau $\leq 270^\circ\text{C}$, dar geriau esant lydymosi temperatūrai T_{lydymosi} ribose $260^\circ\text{C} \leq T_{\text{lydymosi}} \leq 280^\circ\text{C}$, ir dar geriau $260^\circ\text{C} \leq T_{\text{lydymosi}} \leq 270^\circ\text{C}$.
24. Būdas pagal bet kurį iš 1-23 punktų, besiskiriantis tuo, kad ekstruderio išleidimo kanalo temperatūra yra nuo 10 iki 60°C žemesnė nei lydalo temperatūra, geriau yra daugiau nei 15°C žemesnė nei lydalo temperatūra.
25. Būdas pagal bet kurį iš 1-24 punktų, besiskiriantis tuo, kad poliesterio lydalo kontaktavimo su aušinimo skysčiu laikas yra ribose nuo $0,3$ iki 10 sekundžių, geriau yra ribose nuo 1 iki 4 sekundžių, dar geriau yra ribose nuo 1 iki 3 sekundžių.
26. Būdas pagal bet kurį iš 1-25 punktų, besiskiriantis tuo, kad granuliavimo įrenginyje gijų granuliavimą vykdo tiesiogiai granules apdorojant termiškai, geriau po to, kai granules atskiria nuo aušinimo skysčio.
27. Būdas pagal 26 punktą, besiskiriantis tuo, kad terminis apdorojimas apima kristalizaciją.
28. Būdas pagal 27 punktą, besiskiriantis tuo, kad kristalizaciją vykdo kristalizacijos kameroje apdorojant technologinių dujų srautu, kur technologinių dujų, įeinančių į kristalizacijos kamerą, temperatūra yra aukštesnė nei temperatūra granulių, išeinančių iš kristalizacijos kameros.

29. Būdas pagal bet kurį iš 1-28 punktų, besiskiriantis tuo, kad gijų granuliavimą vykdo granuliavimo įrenginyje tiesiog kristalizuojant taip pagamintas granules geriau po to, kai granules atskiria nuo aušinimo skysčio.

30. Būdas pagal bet kurį iš 1-29 punktų, besiskiriantis tuo, kad vykdo taip gautų granulių postkondensaciją.

31. Gijų granulatorius, skirtas polimero granulėms gaminti iš termoplastinių poliesterių arba kopoliesterių iš poliesterio lydalo, turintis ekstruderio išleidimo kanalus (1), pro kuriuos poliesterio lydalas išeina gijų (2) pavidalu; išleidimo lataką (3), minėtas išleidimo latakas (3), nešantis gijas veikiant skysčiui; turintis granuliavimo įrenginį (4) ir traukimo velenėlius (5), minėti traukimo velenėliai (5), traukiantys gijas (2) iš ekstruderio išleidimo kanalų (1) ir tiekiantys juos per išleidimo lataką (3) į granuliavimo įrenginį (4) tam, kad būtų įgyvendintas būdas pagal bet kurį iš 1-30 punktų, besiskiriantis tuo, kad ekstruderio išleidimo kanalų atitinkamo ekstruderio išleidimo kanalo angos skersmuo d ir/arba ilgis l yra taip sureguliuoti, kad santykis l/d patenkintų sąlygą $l/d \leq 1$, geriau patenkintų sąlygą $l/d \leq 0,7$, dar geriau patenkintų sąlygą $l/d \leq 0,5$, ir dar geriau patenkintų sąlygą $l/d = 0,3$.

32. Gijų granulatorius pagal 31 punktą, besiskiriantis tuo, kad ekstruderio išleidimo kanalų angos yra suprojektuotos taip, kad būtų staigus skerspjuvio sumažėjimas tiesiogiai prieš ekstruderio išleidimo kanalo išėjimą, kad įėjime į ekstruderio išleidimo kanalo angą skerspjuvio ploto F , išmatuoto taške, esančiame prieš išėjimą iš ekstruderio išleidimo kanalo angą per atstumą L nuo angos, kur L yra < 8 mm, padalinto iš ekstruderio išleidimo kanalų atitinkamo ekstruderio išleidimo kanalo išėjimo angos ploto f santykis yra taip sureguliuotas, kad būtų patenkinta sąlyga $F/f \geq 3$.

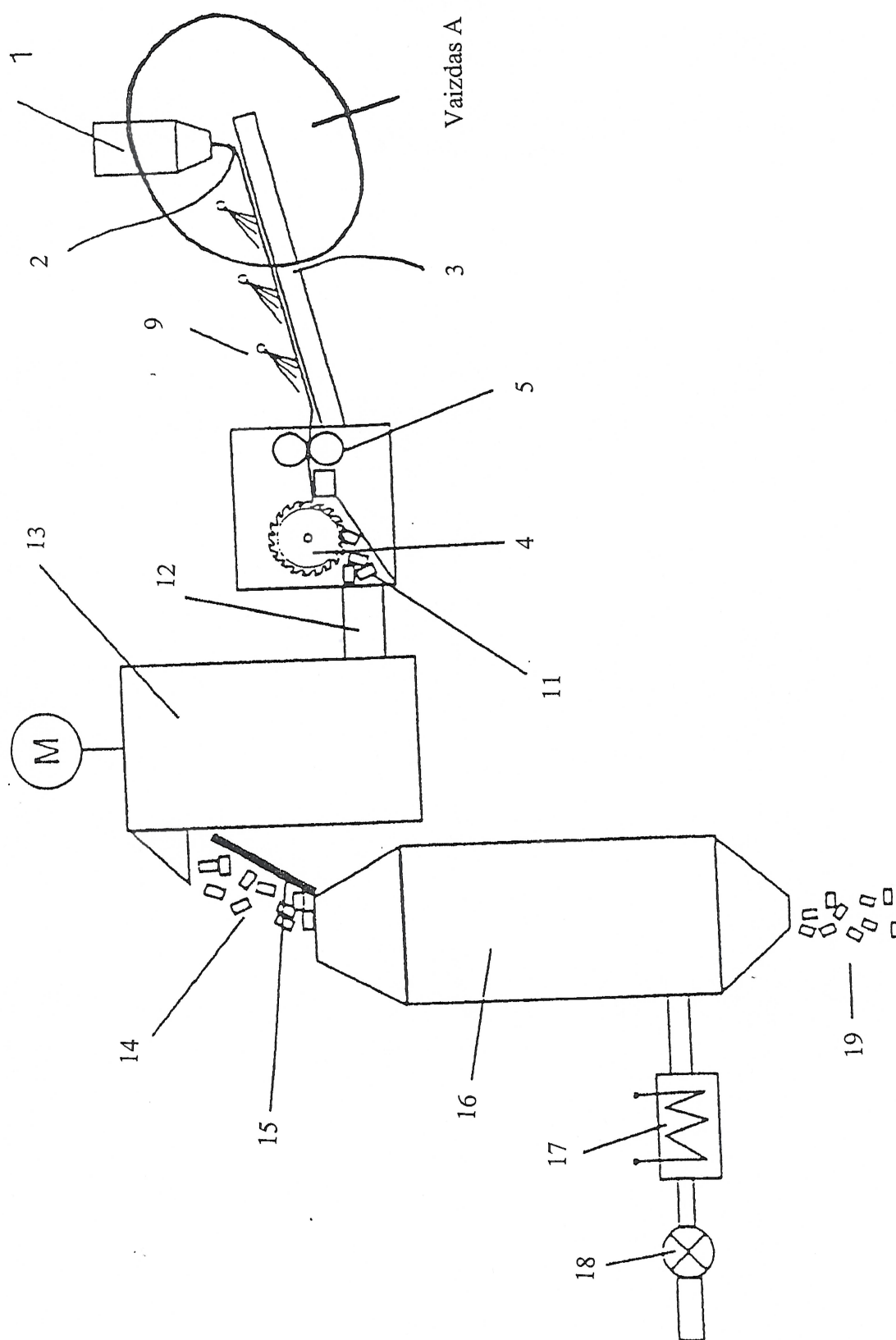


Fig. 1

