

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 813514 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **813514**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification (IPC⁴)
B29F

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **09.11.1981**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **09.11.1981**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **13.05.1982**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **12.06.2019**

(32) (33) (31) Etu oikeus - Prioritet - Priority

12.11.1980 US 206,146

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Union Carbide Corporation, 270 Park Avenue, New York, N.Y. 10017, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Miller, John Clark, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

2 • Burnett, Archibald Louis, TOWN UNKNOWN, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Boco IP Oy Ab, Itämerenkatu 5, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Laite ja menetelmä etyleenipolymeerien suulakepuristamiseksi.

Anordning och förfarande för extrusion av etylenpolymerer.

Laite ja menetelmä eteenipolymeraattien
ruiskupuristamiseksi
Anordning och förfarande för sprutpressning
av etenpolymerat

Keksinnön kohteena on laite ja menetelmä sulassa tilassa olevien lineaaristen ahtaissa rajoissa olevan molekyylipainojakautuman omaavien eteenipolymeraattien ruiskupuristamiseksi.

Pienen tiheyden omaavaa polyeteeniä on tavanomaisesti ennen polymeroitu paksuseinämäisissä autoklaaveissa tai putkimaisissa reaktoreissa käyttämällä niinkin suuria paineita kuin noin 350 MPa ja enintään 300 °C lämpötiloja. Suuripaineisen, pienen tiheyden omaavan polyeteenin (HP-LDPE) molekyylirakenne on erittäin kompleksinen. Sen yksinkertaisten rakennekomponenttien sovitusermutaatioiden määrä on käytännöllisesti katsoen ääretön. HP-LDPE:lle on tunnusomaista ominaisesti pitkäketjuinen, haarautunut molekyylirakenne. Näillä pitkäketjuisilla haaroilla on varsin dramaattinen vaikutus näiden hartsien reologiaan eli juoksevuusominaisuuksiin. HP-LDPE:lla on myös lyhytketjuisten haarojen jakautuma, jossa nämä haarat sisältävät 1...6 hiiliatomia. Nämä lyhytketjuiset haarat keskeyttävät kiteiden muodostumista ja pienentävät hartsin tiheyttä.

Pienipaineisen teknologian viimeaikaisen kehityksen ansiosta voidaan ahtaissa rajoissa olevan molekyylipainojakautuman ja pienen tiheyden omaavia lineaarisia eteenin polymeraatteja nyt valmistaa pienissä paineissa ja alhaisissa lämpötiloissa sekapolymeroimalla eteeni erilaisten alfa-olefiinien kanssa. Näissä LP-LDPE-hartseissa on yleensä vähäistä pitkäketjuista haarautumaa, jos ollenkaan. Ne ovat lyhytketjuisesti haarautuneita, jolloin haarojen pituus ja esiintymistaajuus riippuvat polymeroinnin aikana käytetyn sekamonomeerin tyy-
pistä ja määrästä.

US-patenttihakemuksessa 892.325, jätetty 3.3.1978, ja jätetty uudelleen numerolla 014.414, 27.2.1979 F.J. Karol'in ja kumppanien nimissä "Eteenin sekapolymeraattien valmistus fluidaatiokerrosreaktorissa", joka hakemus vastaa eurooppalaista patenttihakemusta nro 79-100953.3, joka julkaistiin 17.10.1979 julkaisuna nro 004.645 on selitetty, että eteenin sellaisia sekapolymeraatteja, joiden tiheys on $0,91...0,96$, sulamis-juoksevuusindeksien suhde on $\geq 22... \leq 32$ ja jäljellä olevan katalysaattorin määrä on suhteellisen pieni, voidaan suhteellisen suurin tuottavuuksin valmistaa rakeisina siten, että yksi tai useampi monomeeri sekapolymeroidaan kaasufaa-simenetelmää soveltaen määrätyn suuren aktiviteetin omaavan Mg-Ti-pitoisen kompleksisen katalysaattorin avulla, joka on sekoitettu inerttiin kantoaineeseen.

US-patenttihakemuksessa 892.322, jätetty 31.3.1978 ja jätetty uudelleen numerolla 012.720, 16.2.1979 G.L. Goeken ja kumppanien nimissä "Kyllästetty polymerointikatalysaattori, menetelmä sen valmistamiseksi ja sen käyttäminen eteenin sekapolymeroinnissa", joka hakemus vastaa eurooppalaista patenttihakemusta nro 79-100958.2, julkaistu 17.10.1979 julkaisuna 004.647, on selitetty, että eteenin sekapolymeraatteja, joiden tiheys on $0,91...0,96$, sulamis-juoksevuusindeksien suhde on $\geq 22... \leq 32$, ja jäljellä olevan katalysaattorin määrä on suhteellisen pieni, voidaan valmistaa suhteellisen suurin tuottavuuksin rakeisina siten, että yksi tai useampi monomeeri sekapolymeroidaan kaasufaasimenetelmää soveltaen käyttämällä erikoista suuren aktiviteetin omaavaa Mg-Ti-pitoista kompleksista katalysaattoria, joka on kyllästetty huokoiseen, inerttiin kantoaineeseen.

US-patenttihakemuksessa 892.037, jätetty 31.3.1978 ja jätetty 17.2.1979 uudelleen sarjanumerolla 014.412, B.E. Wagnerin ja kumppanien nimissä "Polymerointikatalysaattori, menetelmä sen valmistamiseksi ja sen käyttäminen eteenin homopolymeroinnissa", joka hakemus vastaa eurooppalaista patenttihakemusta nro 79-100957.4, joka julkaistiin 7.10.1979 julkaisuna 004.646 on selitetty, että eteenin homopo-

lymeraatteja, joiden tiheys on noin $\geq 0,958 \dots \leq 0,972$ ja sulamis-juoksevuusindeksien suhde on noin $\geq 22 \dots \leq 32$, ja joiden katalysaattorijätteiden määrä on suhteellisen pieni, voidaan valmistaa suhteellisen suurin tuottavuuksin teollisuuskäyttöä varten soveltamalla pienipaineista kaasufaasisimenetelmää, kun eteeni homopolymeroidaan suuren aktiiviteetin omaavan Mg-Ti-pitoisen kompleksisen, inerttiin kantoineeseen sekoitetun katalysaattorin ollessa läsnä. Täten valmistetut rakeiset polymeeraatit soveltuvat lukuisiin erilaisiin käyttötapauksiin.

Tällä tavoin esim. edellä mainittujen patenttihakemusten mukaisten menetelmien ja Mg-Ti-pitoisten kompleksisten katalysaattoreiden avulla valmistetuilla polymeeraateilla on ahtaissa rajoissa oleva molekyylipainojakautuma, M_w/M_n , noin $\geq 2,7 \dots \leq 4,1$.

Vuosien mittaan on kelmun ruiskupuristuslaitteisto optimoitu HP-LDPE-hartsien reologiaa eli juoksevuutta varten. Pienipaineisten ja pienen tiheyden omaavien polyeteenien (LP-LDPE-hartsien) erilainen molekyylirakenne johtaa valmistettavan kelmun käyttäytymiseen, joka vaatii toisenlaisia ruiskupuristusparametrejä. Taustatietona esitettäköön, että HP-LDPE-hartseille tavanomaisesti käytetyissä ruiskupuristusruuveissa on pitkänomainen putki, jota voidaan lämmittää tai jäähdyttää eri kohdissa pitkin sen pituutta, ja tämän putken läpi pituussuunnassa ulottuva ruuvi. Ruuvin pinnassa on kierukkamainen sileä välialue, joka yhteistoimii putken lieriömäisen sisäpinnan kanssa pitkänomaisen kierukkamaisen kanavan muodostamiseksi. Vaikka ruuvin jakoväli voi vaihdella pitkin sen pituutta, käytetään nykyään tavallisesti vakiojakovälin omaavia ruuveja, joissa jakoväli on "neliömäinen", toisin sanoen viereisten siipikierrosten vastaavien kohtien välinen etäisyys on sama kuin halkaisija. Ruuvia pyöritetään sen oman akselin ympäri muovimateriaalin muokkaamiseksi ja sen syöttämiseksi kohti putken lähtöpäätä.

Ruiskupuristusruuvissa on tavallisesti joukko osastoja, jotka on erikoisesti muotoiltu siten, että ne soveltuvat määrättyjen tehtävien suorittamiseen. Esimerkkeinä mainittakoon "syöttö"-osastot ja "annostus"-osastot, jotka ovat ratkaisevan tärkeitä, ja jotka esiintyvät melkein kaikissa kestopuovipolymeraattien käsittelyä varten tarkoitetuissa ruiskupuristimissa.

Tyypillisen ruiskupuristusruuvin syöttöosasto ulottuu syöttöaukon alitse ja tästä eteenpäin, josta syöttöaukosta polymeraatti pelletteinä tai jauhemaisena syötetään ruiskupuristimeen siirrettäväksi eteenpäin pitkin putken sisäsivua ruuvin syöttöosaston vaikutuksesta. Tässä osastossa on ruuvin kanavan syvyys yleensä riittävän suuri kiinteän polymeraatin syöttämiseksi ylimäärin. Tämä on edullinen vaikutus, koska tämä ylimäärin tapahtuva syöttö tiivistää ja paineistaa polymeraattihiukkaset ja muodostaa etenevän materiaalin kiinteän kerroksen.

Materiaalin muokkaus kehittää lämpöä, ja polymeraatin sulaminen edistyy sitä mukaa kuin materiaali siirtyy pitkin ruuvin syöttöosastoa. Itse asiassa sulaminen tapahtuu valtaosaltaan lähellä putken pintaa ohuen, sulan kalvon ja polymeraatin kiinteän kerroksen välipinnassa. Tämä yleinen käyttäytyminen jatkuu, kunnes polymeraatin huomattava osa saavuttaa sulaneen tilan. Sen jälkeen, kun noin 40...70% polymeraatista on sulanut, tapahtuu tavallisesti kiinteän kerroksen murtumista ja tässä vaiheessa voi kiinteän polymeraatin hiukkasia dispergoitua polymeraattisulatteeseen. Tästä kohdasta alkaen on usein edullista perusteellisesti sekoittaa polymeraattisulatte sulamattomaan materiaaliin sulamisen nopeuttamiseksi ja paikallisten epätasaisuuksien vähentämiseksi.

Ruiskupuristusruuvin "annostus"-osaston erikoistehtävänä on kohdistaa pumppuava vaikutus sulaan polymeraattiin. Ruuvilla saavutettua syöttöä pidetään usein annostusosaston "laahausvirtauksen" ja "puristusvirtauksen" yhdistelmän funktiona.

Laahausvirtaus on perimmiltään se virtaus, joka aiheutuu ruuvin ja ruiskupuristimen putken sisäpinnan välisestä suhteellisesta liikkeestä. Sitä voidaan mahdollisesti pitää verrannollisena keskimääräisen suhteellisen nopeuden ja kanavan poikkileikkausalan tuloon. Tämä laahausvirtauskomponentti on suunnattu kohti ruuvin lähtöpäätä. Sitä voidaan suurentaa suurentamalla ruuvin nopeutta ja/tai suurentamalla virtauskanavan syvyyttä ruuvissa.

Laahausvirtausta vastaan vaikuttaa puristusvirtauskomponentti, joka aiheutuu materiaaliin kohdistuvasta vastuksesta, kun materiaalin on virrattava ruiskupuristimen kanavan päässä olevan kuristetun lähtöaukon läpi. Ruuvin nopeus ei suoraan vaikuta puristusvirtauskomponenttiin, mutta tämä nopeus voi tietenkin vaikuttaa sellaisiin tekijöihin kuin takapaineeseen ja materiaalin viskositeettiin, mitkä tekijät puolestaan merkityksellisesti vaikuttavat puristusvirtauskomponenttiin. Toisaalta ruuvikanavan sekä syvyys että pituus vaikuttavat suoraan puristusvirtaukseen, jolloin kanavan syvyyden suureneminen pyrkii huomattavasti suurentamaan puristusvirtauskomponenttia, ja kanavan pituuden suureneminen pyrkii puolestaan pienentämään tätä taaksepäin vaikuttavaa virtauskomponenttia.

Näiden "syöttö"- ja "annostus"-perusosastojen lisäksi voi ruiskupuristusruuvissa myös olla joukko muita toisistaan erottuvia osastoja. Melkein kaikissa ruuveissa on esim. ns. "siirto"-osastoja.

Vuosien kuluessa on pyrkimyksenä ollut käyttää ruiskupuristimia, joilla saavutetaan suuri tuotanto. Monissa sovellutuksissa voidaan erilaisia säästöjä saavuttaa tuotannossa siinä tapauksessa, että voidaan luotettavasti saavuttaa ruiskupuristuksen suuria tuotoksia.

Vaikka LP-LDPE-hartsit voidaan ruiskupuristaa laitteistoissa, jotka on suunniteltu HP-LDPE-hartseja varten, kuten

edellä on selitetty, tarvitaan usein laitteiston määrättyjä muunnoksia pienipaineisten, suuren viskositeetin omaavien hartsi- en ruiskupuristamiseksi optimiolosuhteissa ja määrin, jotka ovat verrattavissa suuripaineisilla hartseilla saavutettaviin määriin. Tämä koskee erikoisesti sellaisen LP-LDPE-hartsin ruiskupuristamista, joka sitten muotoillaan kelmuksi.

Ongelmana näyttää olevan, että uusia pienipaineisia hartseja ruiskupuristettaessa laitteistojen läpi, joiden puristusruuvi on suunniteltu aikaisempia suuripainehartsia olevia pellettejä varten, vahingoittuvat hartsit liian korkeiden lähtölämpötilojen takia, energiahyötysuhde on pienempi ja tuotanto pienempi tehorajoitusten takia.

Nykyään käytetyt ruiskupuristuruuvit ja menetelmät LP-LDPE-hartsien ruiskupuristamiseksi eivät näin ollen ole täysin tyydyttäviä käytännölliseltä ja kaupalliselta kannalta arvosteltuina, joten nykyään esiintyy tarvetta aikaansaada sellainen ruiskupuristusruuvi ja ruiskupuristusmenetelmä, joka mahdollistaa suuria tuotantomääriä.

Keksinnön päätarkoituksena on aikaansaada parannettu menetelmä edellä mainittuja tyyppisiä olevien ongelmien ratkaisemiseksi.

Keksinnön toisena tarkoituksena on aikaansaada menetelmä puristeen hyvän annostuksen aikaansaamiseksi suurilla tuotantomäärillä toimittaessa.

Keksinnön tarkoituksena on edelleen aikaansaada uusi ruiskupuristusruuvi, jota voidaan käyttää ennestään tunnetuissa ruiskupuristimissa lineaaristen pienen tiheyden ja ahtaissa rajoissa olevan molekyyli- painojakautuman omaavien eteenipolymeraattien ruiskupuristamiseksi.

Keksinnön tarkoituksena on myös aikaansaada ruiskupuristus-

ruuvi, joka voi ruiskupuristaa polymeraatteja suurin tuotantomäärin.

Keksinnön nämä ja muut tavoitteet toteutetaan käyttämällä uutta menetelmää lineaaristen pienen tiheyden ja ahtaissa rajoissa olevan molekyylipainojakautuman omaavien eteenipolymeraattien ruiskupuristamiseksi, minkä menetelmän mukaan nämä polymeraatit saatetaan menemään ruiskupuristimen läpi, jossa on ruiskupuristusruuvi ja sen siipi, tulopää ja lähtöpää, ja jossa jakovälisuhde jaettuna syvyyssuhteella on suurempi kuin $2/3$.

1/ Tässä käytetyllä sanonnalla "jakovälisuhde" tarkoitetaan ruiskupuristusruuvien tulopäässä olevaa jakoväliä jaettuna ruuvien minimijakovälillä.

2/ Sanonnalla "syvyyssuhde" tarkoitetaan ruuvien syvyyttä tulopäässä jaettuna ruuvien minimisyvyydellä.

Keksinnön mukaan saadaan myös eteenipolymeraattien ruiskupuristamiseksi uusi ruiskupuristusruuvi, jossa on ruuvien tyvi ja vähintään yksi siipi, jossa on tulopää ja lähtöpää, ja tämä ruuvi on jaettu vähintään kolmeen segmenttiin, joissa jakoväli pysyy vakiona jokaisessa segmentissä, mutta muuttuu äkkiä segmentistä toiseen, ja jossa jakovälisuhde jaettuna syvyyssuhteella on suurempi kuin $2/3$.

Keksinnön mukaisen menetelmän soveltamiseen käytettävässä ensimmäisessä suoritusmuodossa on ruiskupuristusruuvien syvyys vakio, ja jakoväli pienenee tasaisesti yli ruuvien pituuden, jolloin ruuvien jakovälisuhde jaettuna syvyyssuhteella on suurempi kuin $2/3$.

Keksinnön toisen suoritusmuodon mukaan saadaan samoin segmentteihin jaettu ruiskupuristusruuvi, jossa on 3...4 segmenttiä, joilla jokaisella on vakiosyvyys ja jakoväli on vakio jokaisessa segmentissä, mutta pienenee segmentistä segmenttiin ruuvien tulopäästä sen lähtöpäähän, ja jakoväli-

suhde jaettuna syvyyssuhteella on suurempi kuin $2/3$.

Keksinnön kolmannen suoritusmuodon mukaan on ruiskupuristusruuvi segmentoitu eri tavoin, ja siinä on 3...8 erilaista segmenttiä, jolloin jakoväli on vakio jokaisessa segmentissä mutta pienenee segmentistä segmenttiin, jokaisen segmentin syvyys on pääasiallisesti vakio tai pienenee segmentistä segmenttiin, ja jakovälisuhde jaettuna syvyyssuhteella on suurempi kuin $2/3$.

Tässä käytetyllä sanonnalla "segmentti" tarkoitetaan ruuvin kokonaispituuden erästä osaa, joka on vähintään 1 L/D siiven kierrosta.

Oli todella yllätyksellistä havaita, että tässä selitetty pääasiallisesti tasaisesti pienenevän jakovälin omaava ruuvi on erittäin sopiva tämän keksinnön mukaisten hartsi-ruiskupuristamiseksi, varsinkin ottaen huomioon ennestään tunnetun tekniikan opetukset, joiden mukaan tämäntyyppisillä ruuveilla on huonompi suorituskyky kuin ennestään tunnetuilla neliömäisen jakovälin omaavalla ruuvilla.

Riippumatta tähän vaikuttavista syistä tai ilmiöistä on todettu, että keksinnön mukaan ruiskupuristettavia määrättyjä eteenipolymeraatteja, toisin sanoen LP-LDPE-hartseja, voidaan käsitellä suhteellisen suurin tuotantomäärin ja suhteellisen alhaisten lähtölämpötilojen esiintyessä.

Keksinnön edellä mainitut ja muut tunnusmerkit ja edut selitetään seuraavassa oheisten piirustusten kuvaamien eräiden suoritusmuotojen perusteella.

Kuvio 1 esittää sivulta katsottuna ruiskupuristusruuvia ja sekoitinta keksinnön mukaisen menetelmän soveltamiseksi.

Kuvio 2 esittää sivulta katsottuna uutta ruiskupuristusruuvia, jossa on samanlaiset segmentit, ja jossa jakoväli pienenee tasaisesti segmentistä segmenttiin.

Kuvio 3 esittää sivulta katsottuna uuden ruiskupuristusruuvin erästä toista suoritusmuotoa, jossa on erilaiset segmentit.

Vaikka piirustuksissa ainoastaan on näytetty keksinnön soveltamiseksi käytettäviä ruiskupuristusruuveja ja sekoittimia, on selvää, että näitä käytetään niiden normaalissa ympäristössä, toisin sanoen toiminnallisesti yhdistettyinä tavanomaiseen kehykseen, vaakasuoraan putkeen, syöttö- ja suppilolaitteisiin ja käyttölaitteeseen, joita ei ole tässä näytetty, koska ne edustavat ennestään tunnettuja, kaupan saatavia laitteita. Esimerkkinä mainittakoon, että ruiskupuristusruuvit voidaan asentaa laitteeseen, joka on selitetty US-patenteissa 4.155.655 ja 4.053.143.

Kuvion 1 näyttämä ruuvi 10 on yksikierteinen ruuvi, jossa on kierukkamainen siipi 12, jolla on vakio ulkohalkaisija, ja jossa on ruuvin tyvi 14.

Keksinnön esittämän menetelmän mukaan syötetään haluttu eteenipolymeraatti laitteeseen pehmennettäväksi ja ruiskupuristettavaksi, ja tämä polymeraatti tulee ruiskupuristusruuvin 10 tulopäähän 16. Viitenumero P tarkoittaa tulopään 16 jakoväliä, ja kuvion 1 mukaan tämä jakoväli pienenee tasaisesti pitkin ruiskupuristusruuvin 10 pituutta. Sekoituspään 18 luona on ruiskupuristusruuvin lähtöpää 20. Viitenumero P_D tarkoittaa puristusruuvin 10 lähtöpään jakoväliä. Kuvion 1 mukaan tämä jakoväli pienenee, edullisesti suoraviivaisesti, ruuvin tulopäästä sen lähtöpäähän, ja pienenevä jakoväli on pääasiallisesti tasainen sen edistyesä alueelta P_F alueelle P_D .

Toisaalta ruuvin syvyys D pysyy pääasiallisesti vakiona kautta ruuvin koko pituuden.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä käytettävän ruuvin erikoismitat voidaan määrittää kokeellisesti tai laskea käyttä-

mällä tavanomaisia yhtälöitä. Pelkästään havainnollisuuden vuoksi mainittakoon, että jakoväli P_F voi olla noin 64 mm, ja kaikki seuraavat jakovälit voivat olla suoraviivaisen tasaisesti pieneneviä, päättyen jakoväliin P_D , joka voi olla noin 25 mm.

Ruiskupuristusruuvien syvyys D on pääasiallisesti vakio ruuvien koko pituudelta, ja syvyys voi vaihdella riippuen ruiskupuristimen koosta. Ruiskupuristusruuvien 10 pituuden ja halkaisijan suhde voi olla noin 14 L/D ...24 L/D , edullisesti 16 L/D ...20 L/D . Siiven leveys, joka on merkitty W , voi vaihdella arvosta 0,001 x D mm...arvoon 0,003 x D mm.

Kuvion 1 mukaan käytetään ruiskupuristusruuvia yhdessä sekoituspään eli sekoitusosaston 18 kanssa. Sekoitusosasto voi olla tyyppiä, josta käytetään nimitystä "uuritettu sekoituspää" ja joka on selitetty US-patentissa nro 3.406.192, myönnetty 30.12.1969, G. LeRoy, nimellä "Laitte kestomuovien ruiskupuristamiseksi", tai vaihtoehtoisesti tyyppiä Maddock Mixing Head.

Erään tyyppillisen käyttötavan mukaan ruiskupuristettava lineaarinen polyolefiinimateriaali syötetään joko rakeisena tai pelletteinä ruiskupuristusruuvien tulopäähän 16. Materiaali pakotetaan sitten menemään pitkin ruiskupuristusruuvien pituutta, jolloin se tiivistyy ja puristuu kokoon, mikä kehittää lämpöä materiaalissa niin, että kiinteän materiaalin sulaminen alkaa. Materiaalin edetessä pitkin ruuvia sen sulaminen jatkuu, alussa jo sulaneen polymeraatin ja kiinteän tiivistetyn materiaalin välipinnassa pisteeseen, jossa kiinteät hiukkaset murtuvat ja kiinteän polymeraatin pienet hiukkaset dispergoituvat aikaisemmin sulaneen polymeraattimateriaalin päämassaan. Tätä jatkuu, kunnes polymeraattisulate siirtyy valinnaiseen viimeiseen osastoon eli sekoituspäähän 18. Polymeraattimateriaalin lopullinen sekoittuminen ja homogenoituminen tapahtuu puristusruuvien uurretussa sekoitusosastossa. Materiaalin jakautuessa useiksi virroiksi jotka kukin virtaavat peräkkäisiin uurrettuihin tulokana-

viin, puristuu materiaali näistä kanavista sileiden välialueiden kautta lähtöuriin, jotka syöttävät erittäin perusteellisesti sekoittuneen materiaalin uurretusta sekoituspäästä 18 ruiskupuristimen vaipan lähtöpäähän (ei näytetty). Käyttöolosuhteet, kuten lämpötilat, paineet, jne., ovat edullisella tavalla alemmat kuin voitaisiin olettaa.

Kuviot 2 ja 3 esittävät keksinnön mukaisen uuden ruiskupuristusruuvien eri suoritusmuotoja. Näitä uusia ruiskupuristusruuveja voidaan käyttää erikoisten eteenipolymeraattien käsittelemiseksi keksinnön mukaisella tavalla, mutta näitä ruuveja voidaan edullisesti myös käyttää muuntyyppisten polymeraattien yhteydessä.

Kuvion 2 mukaan, joka näyttää keksinnön mukaisen uuden ruiskupuristusruuvien erästä suoritusmuotoa, ja jossa samat osat on merkitty samoin viitenumeroin kuin kuviossa 1, on ruiskupuristusruuvi 22 jaettu yhtä pitkiin segmentteihin S_1 , S_2 ja S_3 , ja keksinnön mukaan voidaan myös käyttää lisäsegmenttejä, vaikka tätä ei ole näytetty. Jokainen segmentti on pääasiallisesti samanlainen. Jokaisen segmentin jakoväli on vakio mutta pienenee segmentistä segmenttiin, toisin sanoen $S_1 - S_2 - S_3$, ja syvyys D pysyy vakiona jokaisessa segmentissä. Ruiskupuristusruuvien eräs tärkeä tunnusmerkki on, että jakovälisuhde jaettuna syvyyssuhteella on suurempi kuin $2/3$. Ammattimies voi täten asianmukaisesti valita jakovälit, pituudet ja syvyydet tässä esitettyjen periaatteiden mukaan siten, että jakovälisuhde jaettuna syvyyssuhteella aina on suurempi kuin $2/3$.

Kuvion 3 mukaan, joka näyttää keksinnön erästä toista suoritusmuotoa ja jossa samat osat on merkitty samoin viitenumeroin, on ruiskupuristusruuvi 24 jaettu erilaisiin segmentteihin, jotka on merkitty US_1 , US_2 , US_3 ja US_4 , ja keksinnön mukaan voidaan lisätä muita segmenttejä siten, että segmenttien määrä on kaikkiaan kahdeksan, vaikka tätä ei ole näytetty. Jokainen segmentti on pituudeltaan erilainen. Jakoväli on yleensä vakio jokaisessa segmentissä, mutta pienenee

segmentistä segmenttiin, toisin sanoen $US_1 - US_2 - US_3$, jne. Tässä tapauksessa tulisi jakovälisuhde olemaan ruuvin tulopäässä 16 käytetty jakoväli, esim. noin 64 mm jaettuna ruuvin minimijakovälillä. Havainnollisuuden vuoksi mainittakoon, että minimijakoväli tulisi olemaan segmentin US_5 jakoväli, joka olisi 25 mm.

Syvyyssuhde tulisi olemaan ruuvin tulopään syvyys D_1 jaettuna ruuvin minimisyvyydellä, joka voisi olla esim.

Laskentaa varten tulisi tässä tapauksessa jakovälisuhde jaettuna syvyyssuhteella olemaan suurempi kuin $2/3$.

Toisaalta voi syvyys D_1 , joka on näytetty yhtä suureksi kuviossa 3, olla erilainen edellyttäen, että jakovälisuhde jaettuna syvyyssuhteella on suurempi kuin $2/3$.

Kuten edellä mainittiin, voidaan keksinnön periaatteiden mukaan suunnitellun ruuvin erikoismitat määrittää empiirisesti tai laskea tavanomaisia yhtälöitä käyttäen.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä käytettävät eteenipolymeraattit ovat eteenin polymeraatteja tai sekapolymeraatteja, jotka sisältävät suuren mooliprosentin ($\geq 90\%$) eteeniä ja pienen mooliprosentin ($\leq 10\%$) yhtä tai useampaa $C_3...C_8$ -alfaolefiinia. Näissä $C_3...C_8$ -alfaolefiineissa ei saa olla haarautumaa minkään hiiliatomin luona, joka on lähempänä kuin neljäs hiiliatomi. Edullisesti käytetyt $C_3...C_8$ -alfaolefiinit ovat propeenit, buteeni-1, penteeni-1, hekseeni-1 ja okteeni-1.

Eteenipolymeraattien sulamis-juoksevuusindeksien suhde on $\geq 18... \leq 32$, edullisesti $\geq 22... \leq 32$. Sulamis-juoksevuusindeksien suhde on toinen keino osoittaa polymeraatin molekyylipainojakautuma. Rajoissa $\geq 22... \leq 32$ oleva sulamisjuoksevuusindeksien suhde (MFR) vastaa täten M_w/M_n -arvojen aluetta noin 2,7...4,1. Tässä kysymykseen tulevien polymeraattien M_w/M_n -arvo on rajoissa noin 2,2...4,1.

Homopolymeraattien tiheys on noin $\geq 0,958 \dots \leq 0,972$, edullisesti noin $\geq 0,961 \dots \leq 0,968$.

Sekapolymeraattien tiheys on noin $\geq 0,91 \dots \leq 0,96$, edullisesti $\geq 0,917 \dots \leq 0,955$, ja varsinkin noin $\geq 0,917 \dots \leq 0,935$. Sekapolymeraatin tiheys polymeraatin määrättyllä sulamisindeksitasolla säädetään ensikädessä sillä $C_3 \dots C_8$ -sekamonomeerimäärällä, joka sekapolymeroidaan eteenin kanssa. Sekamonomeerin puuttuessa eteeni homopolymeroituu keksinnön mukaista katalysaattoria käytettäessä homopolymeraateiksi, joiden tiheys on noin $\geq 0,96$. Lisättäessä sekamonomeerejä yhä suuremmin määrin sekapolymeraatteihin, pienenee sekapolymeraatin tiheys yhä enemmän. Saman tuloksen saavuttamiseksi tarvittava määrä eri $C_3 \dots C_8$ -sekamonomeerejä vaihtelee samoissa reaktio-olosuhteissa monomeeristä monomeeriin.

Samojen tulosten saavuttamiseksi sekapolymeraateissa määrätyn tiheyden ja määrätyn sulamisindeksitason puitteissa tarvitaan eri sekamonomeerejä yhä suuremmin moolimäärin järjestyksessä $C_3 > C_4 > C_5 > C_6 > C_7 > C_8$.

Homopolymeraatin tai sekapolymeraatin sulamisindeksi riippuu sen molekyylipainosta. Suhteellisen suuren molekyylipainon omaavilla polymeraateilla on suhteellisen pieni sulamisindeksi. Erittäin suuren molekyylipainon omaavien eteenipolymeraattien sulamisindeksi on noin 0,0 suuren kuormituksen alaisina (HLMI) ja hyvin suuren molekyylipainon omaavien eteenipolymeraattien sulamisindeksi on noin 0,0...noin 1,0 suuren kuormituksen alaisina (HLMI). Keksinnön mukaisten polymeraattien standardi- eli normaalin kuormituksen alainen sulamisindeksi on $\geq 0,0 \dots$ noin 50, edullisesti noin 0,5...-35, ja suuren kuormituksen alainen sulamisindeksi (HLMI) on noin 11...noin 950. Keksinnön mukaisessa menetelmässä käytettävien polymeraattien sulamisindeksi on reaktion polymeroitilämpötilan, sekapolymeraatin ja reaktiojärjestelmässä käytetyn vety/monomeerisuhteen yhdistelmän funktio. Näin

ollen sulamisindeksi suurenee polymerointilämpötilaa kohotettaessa ja/tai polymeraatin tiheyttä pienennettäessä ja/tai vety/monomeerisuhdetta suurennettaessa.

Keksinnön mukaisten eteenipolymeraattien tyydyttämättömyysaste on ≤ 1 , ja tavallisesti $\geq 0,1 \dots \leq 0,3$ $C = C/1000$ hiili-atomia, ja sykloheksaanilla uutettavissa olevien komponenttien pitoisuus pienempi kuin noin 3 ja edullisesti pienempi kuin noin 2 paino-%.

Keksinnön mukaisten eteenipolymeraattien katalysaattori-jäännöspitoisuus on titaanimetallin miljoonaosina (ppm) lausuttuna suuruusluokkaa ≤ 20 ppm, kun tuottavuustaso on ≥ 50.000 , ja suuruusluokkaa ≤ 10 ppm, kun tuottavuustaso on ≥ 100.000 , ja suuruusluokkaa ≤ 3 ppm, kun tuottavuustaso on ≥ 300.000 . Valmistettaessa polymeraatteja halogeenipitoisilla katalysattoreilla, joissa halogeenina on kloori, on polymeraattien Cl-jäännöspitoisuus ≤ 140 ppm, kun tuottavuus on ≥ 50.000 , Cl-pitoisuus ≤ 70 ppm, kun tuottavuus on ≥ 100.000 ja Cl-pitoisuus ≤ 21 ppm, kun tuottavuus on ≥ 300.000 . Eteenipolymeraatteja voidaan helposti valmistaa jopa noin 300.000 suuruisin tuottavuuksin.

Keksinnön mukaan käsiteltäviä polymeraatteja valmistetaan rakeisina materiaaleina, joiden keskimääräinen hiukkaskoko on halkaisijaltaan suuruusluokkaa noin 0,13...noin 1,5 mm, edullisesti noin 0,5...noin 1,0 mm. Hiukkaskoko on tärkeä polymeraattihiukkasten saattamiseksi helposti fluidaatiotiilaan fluidaatiokerrosreaktorissa. Keksinnön mukaisten polymeraattien laskeutunut irtotiheys on noin 240...noin 512 g/l.

Keksinnön mukaiset homopolymeraatit ja sekapolymeraatit soveltuvat kelmun valmistamiseksi.

Kelmun valmistukseen edullisesti käytettävät keksinnön mukaiset sekapolymeraatit ovat sellaisia, joiden tiheys on noin $\geq 0,917 \dots \leq 0,924$, molekyylipainojakautuma (M_w/M_n) $\geq$

2,7... $\leq$ 3,6, edullisesti noin $\geq$ 2,8... $\leq$ 3,1, ja standardi-sulamisindeksi $\geq$ 0,5... $\leq$ 5,0, edullisesti noin $\geq$ 1,0... $\leq$ 4,0. Kelmujen paksuus on $> 0...$ $\leq$ 0,25 mm, edullisesti $> 0...$ $\leq$ 0,13 mm.

Keksinnön yleinen luonne on selitetty edellä, ja seuraavat esimerkit kuvaavat keksinnön eräitä erikoisia suoritusmuotoja. Keksintö ei kuitenkaan rajoitu näihin esimerkkeihin, koska keksintöä voidaan soveltaa käyttämällä erilaisia muunnoksia.

Esimerkki I

Käytettiin kuvion 1 mukaista pienenevän jakovälin omaavaa ruiskupuristusruuvia sekä HP-LDPE-hartsien että LP-LDPE-polyeteenihartsien ruiskupuristamiseksi keksinnön mukaista menetelmää soveltaen. Ruuvi oli asennettu tavanomaiseen ruiskupuristimeen, joka oli rakennettu pääasiallisesti teollisuuskäyttöä varten. LP-LDPE-hartsia oli eteenin ja buteenin sekapolymeraattia, jota Union Carbide Corp. myy kauppanimellä GRSM 7047. Sekapolymeraatin nimellisominaisuudet olivat seuraavat:

tiheys	0,918 g/cm ³
sulamisindeksi	1,0 g/10 min
sulamis-juoksevuusindeksien suhde	27
irtotiheys	432 g/l

HP-LDPE-hartsia oli tavanomaista teollisuudessa käytettävää tyyppiä, jota Union Carbide Corp. myy kauppanimellä DFD 4140. Tämän polymeraatin nimellisominaisuudet olivat seuraavat:

tiheys	0,918 g/cm ³
sulamisindeksi	2,0
sulamis-juoksevuusindeksien suhde	60

irtotiheys

544 kg/l

Ruiskupuristusruuvissa oli US-patentissa 3.406.192 selitettyä tyyppiä oleva sekoituspää, ja koko yhdistelmän pituuden ja halkaisijan suhde oli 22:1 ja ilman sekoituspäätä tämä suhde oli 20:1. Pituus oli 127 cm ja siipien syvyys oli 8,8 cm. Nousun pituus oli seuraavan luettelon mukainen:

Siipikier- ros	Nousu cm	Siipikier- ros	Nousu cm
1 (syöttö)	6,35	16	4,14
2	6,20	17	3,96
3	6,05	18	3,81
4	5,71	19	3,81
5	5,71	20	3,66
6	5,71	21	3,51
7	5,41	22	3,33
8	5,23	23	3,33
9	5,23	24	3,17
10	5,08	25	3,02
11	4,93	26	2,63
12	4,78	27	2,54
13	4,60	28	2,54
14	4,44	29	2,54
15	4,29		

Jakovälisuhde jaettuna syvyyssuhteella oli 2,5.

Taulukossa 1 on esitetty käyttöolosuhteet ja tulokset.

Taulukko I

Käyttäytyminen ruiskupuristamisen yhteydessä

	LP-LDPE	HP-LDPE
Ruuvien nopeus (kierr/min)	50	50
syöttöpaine (MPa)	32,43	31,74
tuotos (kg/h)	55,4	36,3
lähtölämpötila (°C)	176	183

ominaistehonkulutus/h/kg	0,149	0,114
teho (kW)	8,35	4,18

Kuten taulukon I tuloksista nähdään saatiin LP-LDPE-hartseilla huomattavasti eli noin 50% suurempi tuotos kuin tavanomaisilla HP-LDPE-hartseilla.

Puristeen ulkonäkö LP-LDPE-hartseja käytettäessä oli tasainen, kun taas HP-LDPE-hartsit sisälsivät kimpaleita eivätkä soveltuneet kelmun puhaltamiseen.

Esimerkki II

Käytettiin pääasiallisesti kuvion 3 kaltaista ruiskupuristusruuvia, jossa oli pienenevä jakoväli ja viisi erilaista segmenttiä sekä vakiosyvyys, ja verrattiin tällä ruuvilla saavutettuja tuloksia, kun käsiteltiin HP-LDPE-polyeteeni-hartseja ja LP-LDPE-polyeteenihartseja keksinnön mukaista menetelmää soveltaen. Ruuvi oli asennettu tavanomaiseen ruiskupuristimeen, joka oli rakennettu teollisuuskäyttöä varten. LP-LDPE-hartsi oli eteenin ja buteenin sekapolymeraattia, jota Union Carbide Corp. myy kauppanimellä GRSN 7047. Sekapolymeraatin nimellisominaisuudet olivat seuraavat:

tiheys	0,918 g/cm ³
sulamisindeksi	1,0 g/10 min
sulamis-juoksevuusindeksien suhde	27
irtotiheys	432 g/l

HP-LDPE-hartsi oli tavanomaista teollisuudessa käytettyä tyyppiä, jota Union Carbide Corp. myy kauppanimellä DFD 4140. Tämän polymeraatin nimellisominaisuudet olivat seuraavat:

tiheys	0,918
sulamisindeksi	2,0
sulamis-juoksevuusindek-	
sien suhde	60
irtotiheys	544 g/l

Ruiskupuristusruuvissa oli US-patentissa 3.406.192 selitettyä tyyppiä oleva sekoituspää ja koko yhdistelmän pituuden ja halkaisijan suhde oli 18:1 ja ilman sekoituspäätä 16:1. Pituus oli 104 cm. Jakovälisuhde jaettuna syvyyssuhteella oli 2,0. Nousujen pituus ja siipisyvyydet on merkitty seuraavaan luetteloon:

Siipikierrös nro	Nousu cm	Syvyys cm
1	7,62	0,922
2	7,62	0,914
3	7,62	0,914
4	6,68	0,909
5	6,35	0,906
6	6,35	0,902
7	6,35	0,902
8	6,35	0,904
9	5,71	0,906
10	5,71	0,909
11	5,71	0,906
12	5,08	0,906
13	4,45	0,902
14	4,14	0,902
15	4,14	0,894
16	4,14	0,883
17	3,81	0,894
18	3,81	0,899

Taulukossa II on esitetty käyttöolosuhteet ja tulokset.

Taulukko II

	LP-LDPE	HP-LDPE
ruuvien nopeus (kierr/min)	50	50
syöttöpaine (MPa)	31,74	31,74
tuotos (kg/h)	48,1	15,6
lähtölämpötila °C	172	203
ominaistehonkulutus/h/kg	0,249	0,319
teho (kW)	7,91	3,06

Kuten taulukon II tuloksista nähdään, valmistettiin LP-LDPE-hartseja huomattavasti suuremmin tuotoksin kuin alemmalla lähtölämpötilalla ja paremmalla tehonkulutushyötysuhteella.

Esimerkki III

Keksinnön mukaisessa käsittelyssä käytettiin ruiskupuristusruuvia, jossa oli pienenevä jakoväli ja kolme erilaista segmenttiä sekä pienenevä syvyys LP-LDPE-polyeteenihartsien ruiskupuristaamiseksi. LP-LDPE-hartsia oli eteenin ja buteenin sekapolymeraattia, jota Union Carbide Corp. myy kauppanimellä GRSN 7047. Sekapolymeraatin ominaisuudet olivat seuraavat:

tiheys	0,918
sulamisindeksi	1,0
sulamis-juoksevuusindeksien suhde	27
irtotiheys	432 g/l

Ruiskupuristusruuvissa oli US-patentissa 3.406.192 selitettyä tyyppiä oleva sekoituspää. Ruuvien pituus oli 104 cm ja siipien syvyys ja nousu olivat seuraavat:

Siipikierros nro	Nousu cm	Syvyys cm
1	7,62	1,011
2	7,62	1,028
3	7,62	1,028

4	7,62	1,024
5	7,62	1,016
6	6,35	0,939
7	6,35	0,825
8	6,35	0,706
9	5,08	0,643
10	5,08	0,640
11	5,08	0,637
12	5,08	0,648
13	5,08	0,645
14	5,08	0,643
15	5,08	0,645
16	5,08	0,645
17	5,08	0,637

Jakovälisuhde jaettuna syvyysuhteella oli suurempi kuin 2:3.

Taulukko III kuvaa käyttöolosuhteita ja tuloksia.

Taulukko III

Käyttäytyminen ruiskupuristettaessa

	LP-LDPE
ruuvien nopeus (kierr/min)	50
syöttöpaine (MPa)	31,05
tuotos (kg/h)	50,8
lähtölämpötila (°C)	165
ominaistehonkulutus/h/kg	0,139
teho (kW)	7,16

Esimerkki IV

Ruiskupuristettiin esimerkissä I selitettyä sekapolymeraattia GRSN käyttämällä ruiskupuristusruuvia, jossa oli neljä likimain samanlaista segmenttiä ja noin 28 siipikierrosta.

Ruiskupuristusruuvissa oli US-patentissa 3.406.192 selitettyä tyyppiä oleva sekoituspää ja koko yhdistelmän pituuden

ja halkaisijan suhde oli 20:1 ja ilman sekoituspäätä 18:1.

Jakoväli, syvyys ja nousu on esitetty seuraavassa luettelossa:

Siipikierros nro	Nousu cm	Syvyys cm
1	6,35	0,924
2	6,35	0,960
3	6,35	0,952
4	6,35	0,952
5	6,35	0,952
6	5,08	0,960
7	5,08	0,963
8	5,08	0,963
9	5,08	0,956
10	5,08	0,968
11	3,81	0,952
12	3,81	0,956
13	3,81	0,950
14	3,81	0,947
15	3,81	0,950
16	3,81	0,947
17	3,81	0,952
18	3,17	0,947
19	2,54	0,952
20	2,54	0,947
21	2,54	0,942
22	2,54	0,942
23	2,54	0,940
24	2,54	0,942
25	2,54	0,940
26	2,54	0,940
27	2,54	0,942
28	2,54	0,945

Taulukossa IV on esitetty käyttöolosuhteet ja ruuvilla suoritettujen kahden ajon tulokset:

Taulukko IV

ruuvien nopeus (kierr/min)	50	100
syöttöpaine (MPa)	31,74	31,05
tuotos (kg/h)	47,2	87,6
sulamislämpötila (°C)	176	188
teho (kW)	8,28	18,0
ominaistehonkulutus/h/kg	0,173	0,195

Kokemuksen mukaan ovat tuotantomäärät suuret ja sulatteen lämpötilat matalat, verrattuna tavanomaisiin neliömäisiin nousun omaaviin ruuveihin, joiden syvyys pienenee.

*tuulopäästä lähtöpäästä
jakovälisuhde = menemä j.
syvyysuhde = tulopäästä lähtöpäästä
menemä j.*

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä ahtaissa rajoissa olevan molekyylipainojakautuman ja pienen tiheyden omaavien lineaaristen eteenipolymeraattien ruiskupuristamiseksi, t u n n e t t u siitä, että nämä polymeeraatit saatetaan menemään ruiskupuristimen läpi, jossa on ruiskupuristusruuvi, jossa on siipi ja tulopää ja lähtöpää, ja jossa jakovälisuhde jaettuna syvyysuhteella on suurempi kuin $2/3$.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että siiven jakoväli pienenee tulopäästä lähtöpäähän.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että jakoväli pienenee tasaisesti tulopäästä lähtöpäähän.
4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ruuvissa on 3...4 samanlaista segmenttiä, jolla jokainen on vakiosyvyys, jakoväli on vakio jokaisessa segmentissä ja jakoväli pienenee äkkiä segmentistä segmenttiin.
5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ruuvissa on 3...8 erilaista segmenttiä, jakoväli on vakio jokaisessa segmentissä ja pienenee segmentistä segmenttiin, ja ruuvilla on vakiosyvyys jokaisessa segmentissä ja pienenevä syvyys segmentistä segmenttiin.
6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ruiskupuristusruuvista lähtevä polymeeraatti syötetään tähän ruiskupuristusruuviin liittyvään sekoitusvyöhykkeeseen ja läpäisee tämän vyöhykkeen.
7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että polymeeraatti on eteenin ja vähintään yhden

C₃...C₈-alfaolefiinin sekapolymeraatti, jonka sulamisindeksi on noin $\geq 0,1 \dots \leq 20$.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että polymeraatti on sekapolymeraatti, jossa on ≥ 90 mooli-% eteeniä ja ≤ 10 mooli-% vähintään yhtä C₃...C₈-alfaolefiinia.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että sekapolymeraatin molekyyllipainojakautuma on noin $\geq 2,7 \dots \leq 6,0$, ja tyydyttämättömyysaste on noin $> 0,1 \dots \leq 0,3$ $C=C/1000$ C-atomia.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että sekapolymeraatin sulamis-juoksevuusindeksien suhde on noin $\geq 22 \dots \leq 40$, ja tyydyttämättömyysaste on noin $> 0,1 \dots \leq 0,3$ $C=C/1000$ C-atomia.

11. Uusi ruiskupuristusruuvi polymeraattien ruiskupuristamiseksi, t u n n e t t u siitä, että siinä on ruuvin tyvi, jossa on vähintään yksi siipi, jossa on tulopää ja lähtöpää, tämä ruuvi on jaettu vähintään kolmeen segmenttiin, jolloin jakoväli on vakio jokaisessa segmentissä ja muuttuu äkkiä segmentistä seuraavaan segmenttiin, ja jossa jakovälisuhde jaettuna syvyysuhteella on suurempi kuin 2/3.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen ruiskupuristusruuvi, t u n n e t t u siitä, että se on jaettu 3...8 segmenttiin.

13. Patenttivaatimuksen 11 mukainen ruiskupuristusruuvi, t u n n e t t u siitä, että jakoväli pienenee äkkiä segmentistä seuraavaan segmenttiin.

14. Patenttivaatimuksen 11 mukainen ruiskupuristusruuvi, t u n n e t t u siitä, että se on jaettu kolmeen yhtä suureen segmenttiin, joissa jakoväli on vakio jokaisessa segmentissä, ja pienenee segmentistä segmenttiin.

15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen ruiskupuristusruuvi, tunnettu siitä, että sen syvyys on pääasiallisesti vakio jokaisessa segmentissä.

16. Patenttivaatimuksen 11 mukainen ruiskupuristusruuvi, tunnettu siitä, että se on jaettu noin viiteen erillaiseen segmenttiin, jokaisen segmentin jakoväli on vakio, ja tämä jakoväli pienenee segmentistä segmenttiin.

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen ruiskupuristusruuvi, tunnettu siitä, että sen syvyys on pääasiallisesti vakio jokaisessa segmentissä.

18. Patenttivaatimuksen 16 mukainen ruiskupuristusruuvi, tunnettu siitä, että sen syvyys pienenee segmentistä segmenttiin.

Patentkrav

1. Förfarande för sprutpressning av linjära etenpolymerat med liten täthet och en molekylviktsfördelning inom snäva gränser, k ä n n e t e c k n a t därav, att man bringar polymeratet att passera en sprutpressningsapparat med en sprupressningsskruv med en vinge och en inloppsände och en utloppsände, varvid delningsförhållandet dividerat med djupförhållandet är större än $2/3$.
2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k - n a t därav, att vingens delning minskar från inloppsändan mot utloppsändan.
3. Förfarande enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k - n a t därav, att delningen minskar jämnt från inloppsändan mot utloppsändan.
4. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att skruven omfattar tre till fyra lika segment, vilka ettvarvt har ett konstant djup, varvid delningen är konstant i varje segment och minskar abrupt från segment till segment.
5. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k - n a t därav, att skruven omfattar 3...8 olika segment med konstant delning i varje segment och minskande delning från segment till segment, och skruven har ett konstant djup i varje segment och ett minskande djup från segment till segment.
6. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k - n a t därav, att polymeratet som lämnar sprutpressnings skruven införs i och bringas att passera genom en tillsprutpressningsskruven ansluten blandningszon.
7. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -

n a t därav, att polymeratet är ett kopolymerat av eten och minst en C₃...C₈-alfaolefin med ett smältindex om ca $> 0,1 \dots \leq 20$.

8. Förfarande enligt patentkravet 7, k ä n n e t e c k - n a t därav, att polymeratet är ett kopolymerat av ≥ 90 mol-% eten och ≤ 10 mol-% av minst en C₃...C₈-alfaolefin.

9. Förfarande enligt patentkravet 8, k ä n n e t e c k - n a t därav, att kopolymeratet har en molekyylviktsfördelning om ca $\geq 2,6 \dots \leq 6,0$ och en total omättningsgrad om ca $> 0,1 \dots \leq 0,3$ $C=C/1000$ C-atomer.

10. Förfarande enligt patentkravet 9, k ä n n e t e c k - n a t därav, att kopolymeratet har ett smält-flytbarhetsindexförhållande om ca $\geq 22 \dots \leq 40$ och en total omättningsgrad om ca $> 0,1 \dots \leq 0,3$ $C=C/1000$ C-atomer.

11. Ny sprutpressningsskruv för sprutpressning av polymerat, k ä n n e t e c k n a d därav, att den omfattar en skruvrot med minst en vinge med en inloppsände och en utloppsände, vilken skruv är delad i minst tre segment, där delningen är konstant inom varje segment och ändrar abrupt från ett segment till följande segment, och delningsförhållandet dividerat med djupförhållandet är större än 2/3.

12. Sprutpressningsskruv enligt patentkravet 11, k ä n n e t e c k n a d därav, att den är delad i 3...8 segment.

13. Sprutpressningsskruv enligt patentkravet 11, k ä n n e t e c k n a d därav, att delningen minskar abrupt från ett segment till följande segment.

14. Sprutpressningsskruv enligt patentkravet 11, k ä n n e t e c k n a d därav, att den är delad i tre lika segment, där delningen är konstant i varje segment och delningen minskar från segment till segment.

15. Sprutpressningsskruv enligt patentkravet 14, k ä n -
n e t e c k n a d därav, att dess djup är väsentligen kons-
tant i varje segment.

16. Sprutpressningsskruv enligt patentkravet 11, k ä n -
n e t e c k n a d därav, att den är delad i ca fem olika
segment, varje segment har en konstant delning och delningen
minskar från segment till segment.

17. Sprutpressningsskruv enligt patentkravet 16, k ä n -
n e t e c k n a d därav, att dess djup är väsentligen kons-
tant i varje segment.

18. Sprutpressningsskruv enligt patentkravet 16, k ä n -
n e t e c k n a d därav, att dess djup minskar från segment
till segment.

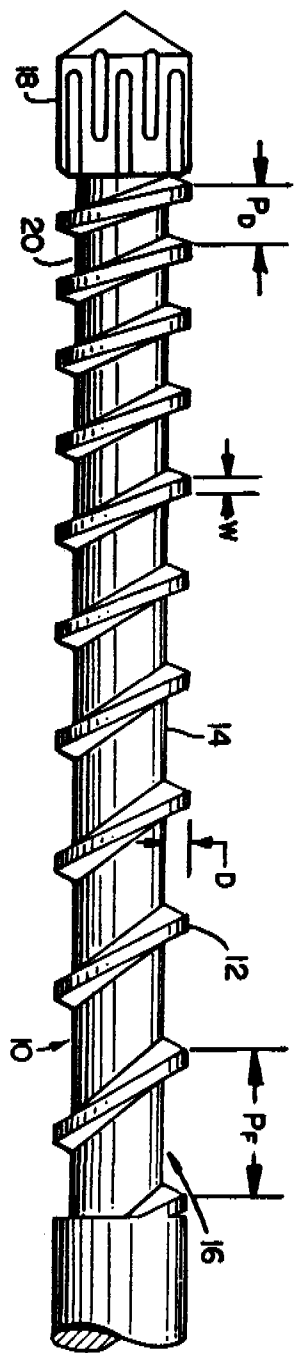


FIG. 1

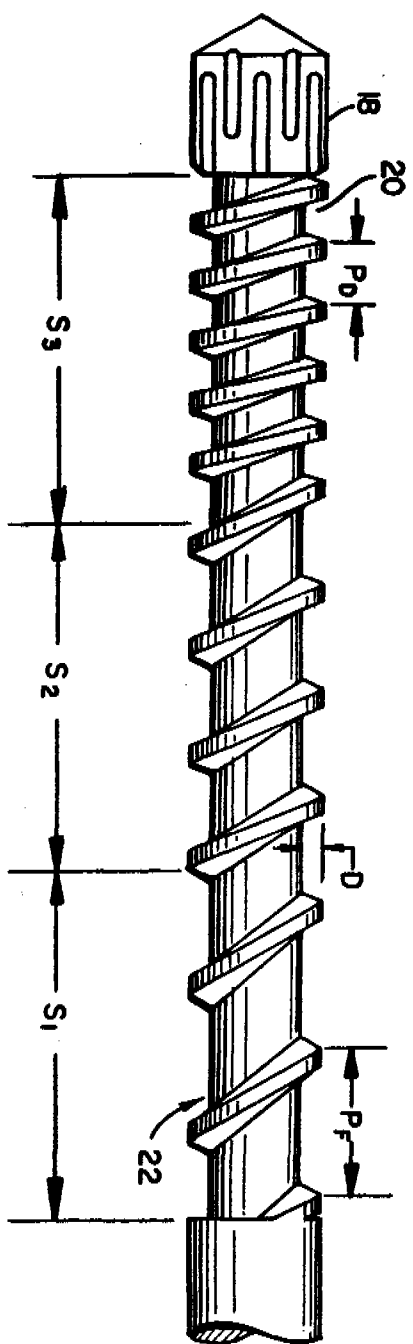


FIG. 2

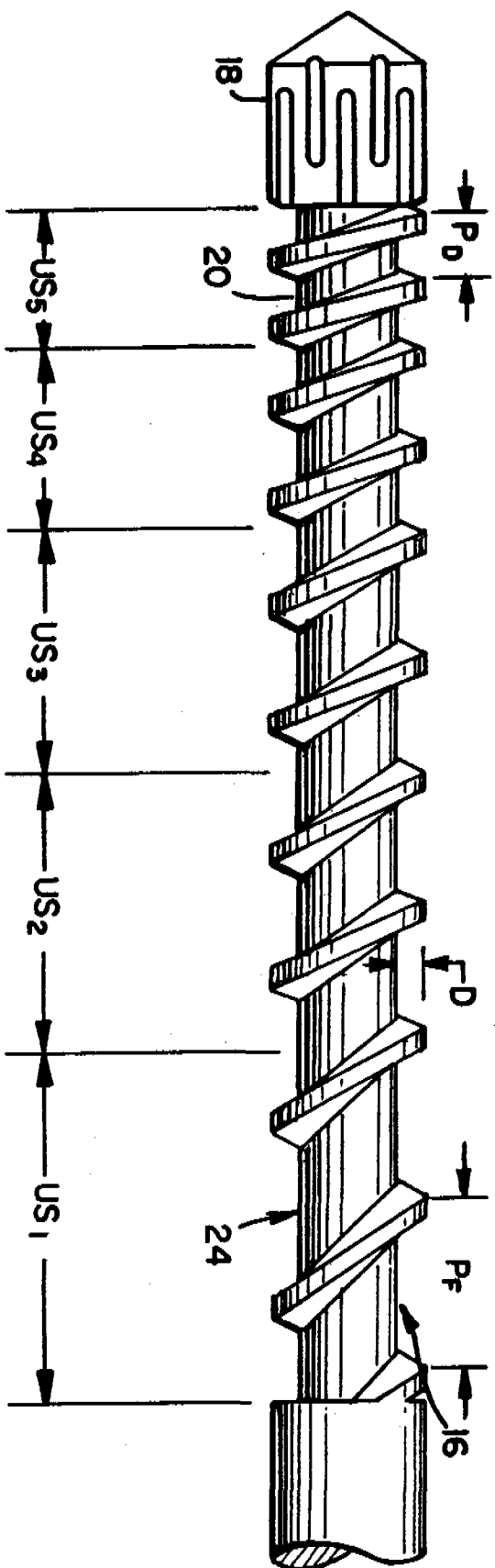


Fig. 3

Viitejulkaisuja - Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia: - Offentliga finska patentansökningar:

812354

Hakemus-, kuulutus- ja patenttijulkaisuja: - Ansökningspublikationer,
utläggnings- och patentskrifter:

FI

CH

DE

DK

FR

P 1589723 (B29 P)

GB

P 749919 (2(2))

NO

SE

US

Merkitse hakemusjulkaisun (esim. saksal. Offentl. Antragschrift) numeron eteen H ja vastaavasti kuulutus- ja patenttijulkaisun numeron eteen K ja P.

EP

H 0045501 (B29F 3/00)

WO

Muita julkaisuja: - Andra publikationer:

Allekirjoitus