

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 813296 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 813296

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

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date 21.10.1981

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 21.10.1981

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 23.04.1982

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 12.06.2019

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

22.10.1980 US 199,651

(71) Hakija - Sökande - Applicant

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

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Blakeslee, III, Theodore Robert, TOWN UNKNOWN, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

2 • Kurtz, Stuart Jacob, TOWN UNKNOWN, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

3 • Scarola, Leonard Sebastian, TOWN UNKNOWN, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

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

5 • Engle, James David, TOWN UNKNOWN, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

6 • Horner, Jerome Thomas, United States, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Boco IP Oy Ab, Itämerenkatu 5, 00180 Helsinki

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

Menetelmä korkean viskositeetin omaavien lineaaristen polyolefiiniainesten suulakepuristamiseksi.

Förfarande för extrudering av lineära polyolefinmaterial med hög viskositet.

Menetelmä suuren viskositeetin omaavien
lineaaristen polyolefiinimateriaalien
ruiskupuristamiseksi

Förfarande för sprutpressning av linjära
polyolefinmaterial med hög viskositet

Keksinnön kohteena on menetelmä suuren viskositeetin omaavien lineaaristen polyolefiinimateriaalien, varsinkin eteenin sekapolymeraattien 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) molekyyli-rakenne on erittäin kompleksinen. Sen yksinkertaisten rakennekomponenttien sovitusermutaatioiden määrä on käytännöllisesti katsoen ääretön. HP-LDPE:lle on tunnusomaista ominaisesti pitkäketjuinen, haarautunut molekyyli-rakenne. 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 molekyyli-painojakautuman 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 esiintymistajuuus 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 kaasufaasimenetelmää 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, julkaissut 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 julkai-

suna 004.646 on selitetty, että eteenin homopolymeraatteja, joiden tiheys on noin $\geq 0,958 \dots \leq 0,972$ ja sulamis-juoksevuusindeksien suhde on noin $\geq 22 \dots \leq 32$, ja joiden katalyysaattorijätteen määrä on suhteellisen pieni, voidaan valmistaa suhteellisen suurin tuottavuuksin teollisuuskäyttöä varten soveltamalla pienipaineista kaasufaasimenetelmää, kun eteeni homopolymeroidaan suuren aktiviteetin omaavan Mg-Ti-pitoisen kompleksisen, inerttiin kantoaineeseen sekoitetun katalyysaattorin ollessa läsnä. Täten valmistetut rakeiset polymeraattit soveltuvat lukuisiin erilaisiin käyttötapauksiin.

Tällä tavoin esim. edellä mainittujen patenttihakemusten mukaisten menetelmien ja Mg-Ti-pitoisten kompleksisten katalyysaattoreiden avulla valmistetuilla polymeraateilla 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 mainitakoon "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 sisäisivua ruuvien syöttöosaston vaikutuksesta. Tässä osastossa on ruuvien 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 ruuvien 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 polymeraattisulata sulamattomaan materiaaliin sulamisen nopeuttamiseksi ja paikallisten epätasaisuuksien vähentämiseksi.

Ruiskupuristusruuvien "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. Voidaan myös edullisesti käyttää myötävirran puolella lopullista sekoitusosastoa.

Vuosien kuluessa on pyrkimyksenä ollut käyttää ruiskupuristimia, joilla saavutetaan suuri tuotanto. Monissa sovelluksissa 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 hartsien ruiskupuristamiseksi optimiolosuhteissa ja määrin, jotka ovat verrattavissa suuripaineisilla hartseilla saavutettaviin määriin. Tämä koskee erikoisesti sellaisen LP-LDPE-hartsin ruiskupuristamista, joka sitten muotoillaan kelmuksi saattamalla hartsi menemään ruiskupuristimen hajotuslevyn läpi ja käyttämällä tämän alan tekniikasta ennestään tunnettuja kelmunvalmistussuulakkeita.

Ruiskupuristimen kulumien pintojen nopea turmeltuminen ei ole pelkästään yksinkertainen kulumisongelma, vaan on hankautumisen aiheuttama syöpymisongelma, jossa esiintyy metallien välistä suoraa kosketusta. Ruuvimateriaalin ja putkimateriaalin väliin muodostuu pienen pieniä hitsautumia. Ruuvien pyöriessä nämä hitsautumat repeytyvät pois, ja niistä muodostuvat hiukkaset poistuvat ruuvista ja putkesta. Nämä hiukkaset esiintyvät seulapakassa vakavan kulumisongelman aikaisena oireena. Toinen, nopeaa kulumista osoittava oire, on tuotoksen nopea pieneneminen ruuvien määrättyllä nopeudella. Tämä esiintyy, koska kulumisilmiöiden aikaansaamat ruuvit ja putken väliset suuret välykset pienentävät pumppauskykyä ja pienentävät tuotosta/kierros.

Hankautuma-syöpymistä aiheuttavien voimien luullaan johtuvan ruuvien kehän ympäri vaikuttavista eri suurista paineista, jotka kohdistavat ruuviin sivusuuntaista painetta. Nämä sivusuuntaiset paineet esiintyvät todennäköisemmin ruuvien siirto-osastossa, jossa paine-erot ovat suurimmat. Ruuvien siipikärjen ja putken välissä on normaalisti olemassa sula kalvo, mutta tämä voitelu voi pettää useista eri syistä:

1. sivusuuntainen voima on riittävän suuri kalvon murtamiseksi
2. sulatteen murtumisilmiö voi hävittää kalvon jatkuvuuden

3. polymeraatti voi olla huono voiteluaine.

Kalvon murtuessa tulevat siipikierrosten kärjissä ja putkessa käytetyt metallityypit erittäin tärkeiksi, ja ne on valittava huolellisesti hankautumasyöpymisen välttämiseksi. Kokemus on osoittanut, että vakavan hankautumasyöpymisongelman esiintyessä ruiskupuristusjärjestelmässä tulee tämä ongelma esiintymään hyvin nopeasti sen jälkeen, kun ruuvi on alkanut pyöriä, ja normaalisti tämä syöpyminen on edistynyt niin pitkälle, että se voidaan havaita paljain silmin jo ensimmäisten 4...12 käyttötunnin aikana.

Nykyiset menetelmät LP-LDPE-hartsien ruiskupuristamiseksi eivät näin ollen ole täysin tyydyttäviä käytännöllisen kaupallisen näkökohdan kannalta, ja esiintyy tarvetta sellaisen ruiskupuristusmenetelmän aikaansaamiseksi, jolla voidaan kehittää entistä suurempi kokoonpuristuminen ilman tähän liittyvien mekaanisten ongelmien esiintymistä.

Keksinnön yleistarkoituksena on aikaansaada entistä parempi menetelmä edellä mainittua tyyppiä olevien ongelmien voittamiseksi.

Keksinnön muut kohteet selviävät seuraavasta selityksestä ja oheisista patenttivaatimuksista.

Keksinnön mukaan saadaan menetelmä pienen tiheyden ja suuren viskositeetin omaavien lineaaristen polyolefiinimateriaalien ruiskupuristamiseksi, jonka menetelmän mukaan nämä materiaalit jatkuvasti syötetään pyörivään ruiskupuristimeen ja tämän läpi, jossa ruiskupuristimessa on vaippa, joka muodostaa lieriömäisen sisätilan ja sisältää ruiskupuristusruuvin, jossa on kierukkamainen siipi, ja jossa on syöttö-, siirto- ja annostusosastot, minkä menetelmän mukaan käytetään ruiskupuristusruuvissa, joka yhteistoimii ruiskupuristimen ulkovaipan lieriömäisen sisätilan kanssa, näiden osastojen ruuvi- ja siipien avattuja johtavia reunoja, ja näiden osastojen

ruuvisiivissä hankautumasyöpymää vastustavalla tavalla päällystettyjä pintoja.

Sanonnalla "avatut johtavat reunat" tarkoitetaan muotoa, jossa siiven ainakin eräällä osalla on ahtaampi välys (tai rako) kuin johtavan reunan luona.

Keksinnön mukaisen menetelmän avulla savutetuista parannuksista mainittakoon, että käytetään:

- ruuvin syöttö-, siirto ja annostusosastojen siipiä, joiden kärkevevyyttä on suurennettu vähintään 20% tavanomaisiin ruiskupuristusruuveihin verrattuna ruuvin kantavan pinnan suurentamiseksi
- ruuvin syöttöosaston vähintään 10% pienempää tyvisyvyyttä, verrattuna tavanomaisiin ruiskupuristusruuveihin, ruuvin jäykistämiseksi
- siirto-osaston vähintään 50% suurempaa pituutta, verrattuna tavanomaisiin syöttö- ja annostusosastojen välisten osastojen pituuteen paineen nousunopeuden pienentämiseksi
- ja ruiskupuristusruuvin ja ruiskupuristimen lieriömäisen sisätilan seinämien noin 100% suurempaa säteittäisvälystä, verrattuna tavanomaisesti käytettyihin säteittäisväläyksiin, ruiskupuristimessa vallitsevan paineen pienentämiseksi siten, että aikaansaadaan lisävarmuustekijä koneiston ja sen varusteiden suuntaukseen nähden.

On todettu voitavan poistaa paljon mekaanisista ongelmista, kuten ruiskupuristimen sisäpinnan hankautuma-syöpymästä aiheutuvia ongelmia parantamalla ruiskupuristusruuveja siten, että ruuvin siipikärkien johtavat reunat ovat avatut ja ruuvin siivissä lisäksi on hankautumasyöpymistä kestävästi päällystetyt pinnat. Kuten edellä määriteltiin, tarkoitetaan sanonnalla "avattu" ruuvin siipien pienemmän halkaisijan omaavan johtavan reunan kaltevuutta, kuten piirustusten kuviossa 2a on kaaviollisesti näytetty. Tässä käytetyllä sanonnalla ruuvin siipien "hankautumasyöpymistä kestävästi päällystetty pinta" tarkoitetaan kovapintaaisia lejeerinkipäällysteitä, joilla tämän alan tekniikassa tunnetulla ta-

valla on hankautumasyöpyymistä vastustavia ominaisuuksia. Tällaisten lejeerinkien esimerkkeinä mainittakoon nikkeliin perustuvat kromi-, pii-, rauta- ja booripitoiset lejeeringit, joita valmistaa ja myy tähän tarkoitukseen Wall Colmonoy Corporation, Detroit, Michigan, USA. Nämä lejeeringit sovitetaan yleensä ohuina pintakerroksina joko paljaasta tai päällystetystä tangosta tai murskatusta jauheesta kaasu- tai sähköhitsaus-pinnoituskäsittelyn avulla. Eräs tällainen lejeerinki on Colmonoy No. 56, jonka normaali kemiallinen analyysi on: Cr 12,5%; Fe 4,5%; Si 4,0%; B 2,75%, Co 70% ja loput nikkeliä.

Keksinnön mukaisen menetelmän muut parannukset, jotka myös ovat tehokkaita vaikkakin vähemmässä määrin mekaanisten vaikeuksien voittamisessa, ovat seuraavat:

- ruuvin syöttö-, siirto- ja annostusosastojen ruuvin siipien kärkelevyyden vähintään 20% lisääminen, verrattuna tavanomaisesti käytettyihin ruuveihin, ruuvin ja ruiskupuristimen sisäpinnan välisen työpinnan suurentamiseksi
- ruuvin syvyyden vähentäminen syöttöosastossa vähintään 10% ennestään tunnettuihin ruuveihin verrattuna, ruuvin jäykistämiseksi ja sen säännöttömän taipumisen vähentämiseksi, joka voisi aiheuttaa ruuvin pinnan ja ruiskupuristimen vaipan sisäpinnan välisissä kosketuspisteissä suurentunutta kulumista
- ruuvin pituuden lisääminen siirto-osastossa ainakin 50%, verrattuna tässä osastossa nykyään käytettyyn pituuteen, tässä osastossa tapahtuvan paineen nousun nopeuden pienentämiseksi, ja
- ruiskupuristusruuvin kierukkamaisten siipien ja ruiskupuristimen vaipan sisäseinämien välisen säteittäisväläyksen suurentaminen suuremman varmuustekijän saavuttamiseksi koneiston ja laitteiston suuntaukseen nähden.

Keksintö selitetään seuraavassa lähemmin oheisten piirustusten perusteella.

Kuvio 1 esittää sivulta katsottuna ja osittain leikkauksena

kaaviollisesti pystyä ruiskupuristusruuvia, jota voidaan käyttää aikaisemmin tunnetuissa moniosastoisissa ruiskupuristusmenetelmissä.

Kuvio 2 näyttää kuvion 1 kaltaisena kaaviollisena kuviona moniosastoista laitetta, jota voidaan käyttää keksinnön mukaisessa menetelmässä.

Kuvio 2a esittää kaaviollisena osittain leikattuna kuviona kuvion 2 näyttämän ruiskupuristusruuvin kärjen ympyrällä merkittyä osaa.

Kuvio 3 esittää kaaviollisesti kuvion 2 kaltaista ruuvia, jossa on kaksinkertainen annostusosasto.

Vaikka piirustukset ensikädessä kuvaavat ruiskupuristusruuveja, jotka soveltuvat aikaisemmin tunnettujen menetelmien ja keksinnön mukaisen menetelmän soveltamiseksi, on ymmärrettävä, että näitä ruiskupuristusruuveja käytetään niiden normaalissa ympäristössä, toisin sanoen toiminnallisesti liitettyinä tavanomaiseen kehykseen, vaakasuorassa ulottuvaan putkeen, syöttö- ja suppilolaitteisiin ja käyttölaitteeseen samoin kuin hajotuslevyyn, jotka kaikki osat ovat tämän alan tekniikassa tunnettua laitteistoa, eikä tässä ole näytetty. Pelkkänä esimerkkinä mainittakoon, että ruiskupuristusruuveja voidaan käyttää US-patenteissa 4.155.655 ja 4.053.143 selitettyä tyyppiä olevassa laitteessa.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä on ruiskupuristimissa, jotka ovat US-patenttihakemuksessa 064.399, jätetty 8.8.1979 "Menetelmä eteenin polymeraattien ruiskupuristamiseksi" (joissa on ruiskupuristusruuvi, jonka pituuden ja halkaisijan suhde on noin 15:1...21:1) ja joka on kuvion 1 kaaviollisesti näyttämää tyyppiä, ruiskupuristimen vaippa 10 ja moniosastoinen ruiskupuristusruuvi 12, jonka takapäässä on vetävä niskaosa 14, tästä välittömästi myötävirtaan sijaitseva syöttöosasto 16, tästä lähinnä myötävirtaan sijaitseva siirto-osasto 18, tästä myötävirtaan lähinnä sijaitseva

annostusosasto 20, ja valinnaisesti tämän myötävirrannpuoleisessa päässä loppusekoitusosasto 22.

Ruuvien syöttö-, siirto- ja annostusosastojen kierteillä on sama nousu (nousu = jakoväli/siipien määrä) kuten piirustuksissa on merkitty P_F , P_T ja P_M .

Ruiskupuristettava lineaarinen polyolefiinimateriaali syötetään rakeisena (ei näytetty) ruiskupuristimen vaipan 10 läpi lähellä syöttöosaston 16 vastavirrannpuoleista päätä 24.

Rakeinen materiaali saatetaan täten siirtymään syöttöosaston läpi, jossa on vakio tyvisyvyys H_F , ja tämä materiaali tulee alkutiivistetyksi ja kokoonpuristetuksi syöttöosastossa, minkä tehtävänä on kehittää lämpöä materiaalissa ja aikaansaada kiinteän materiaalin alkusulamista siinä vaiheessa, jossa tämä materiaali siirtyy siirto-osastoon 18.

Siirto-osastossa 18 ruuvien tyvisyvyys vähitellen pienenee arvosta H_F arvoon H_M , joka on ruuvien annostusosaston tyvisyvyys. Siirto-osaston pituus on noin kolme kertaa niin suuri kuin ruuvien normaali halkaisija. Tämän osaston läpi siirtyvä materiaali jatkaa sulamistaan ja tunkeutuu alussa jo sulan polymeraatin kiinteäksi tiivistetyn rakeisen materiaalin väliin vaiheeseen asti, jossa kiinteät hiukkaset alkavat murtua ja kiinteän polymeraatin pienet hiukkaset dispergoituvat ensi vaiheessa sulaneen polymeraattimateriaalin päämassaan.

Sulan polymeraatin lopullinen mekaaninen työstö ja pumppaus aikaansaadaan ruuvien annostusosastossa 20 (kuvio 1), josta polymeraattisulate siirtyy valinnaiseen viimeiseen osastoon eli sekoitusosastoon 22. Tämä sekoitusosasto voi olla tyyppiä, jota sanotaan "uurretuksi sekoituspääksi", joka on selitetty US-patentissa 3.486.192, myönnetty 30.12.1969, G. LeRoy, nimellä "Laitte kestomuovien ruiskupuristamiseksi".

Polymeraattimateriaalin lopullinen sekoittuminen ja homogeenoituminen tapahtuu ruuvien uurretussa sekoitusosastossa.

Materiaalin jakautuessa useiksi virroiksi, jotka kukin virtaavat uurrettuun tulokanavaan 26, pakotetaan tämä materiaali näistä kanavista välillä olevien sileiden alueiden 28 kautta lähtöuurteisiin 30, jotka siirtävät perusteellisesti sekoittuneen sulan materiaalin uurretusta sekoitusosastosta ruiskupuristimen vaipan 10 lähtöpäähän 32.

Keksinnön mukaisessa parannetussa menetelmässä käytetään kuvioiden 2 ja 2a kaaviollisesti näyttämää ruiskupuristinta, jossa on pääasiallisesti samat laitteiston elementit, jotka edellä on selitetty kuvion 2 näyttämän laitteen yhteydessä, ja jota käytetään nykyään tunnettuja ruiskupuristusmenetelmiä sovellettaessa. Yhteiset numerot on kuviossa 2 merkitty samoin viitenumeroin, jotka on pilkutettu niiden erottamiseksi piirustuksen numeroista.

Kuviossa 2 nähdään, että ruuvin tyvisyvyys H_F on pienennetty kuvion 1 näyttämässä laitteessa käytetystä syvyydestä. Lisäksi nähdään, että siirto-osaston ruuvin kierrosten määrä on suurennettu noin $2/3$, verrattuna kuvion 1 näyttämän siirto-osaston ruuviosan kierrosten määrään. Lisäksi nähdään, että ruuvin siipien kärkeveyttä syöttö-, siirto- ja annostusosastoissa on suurennettu noin 25%, verrattuna kuvion 1 mukaisen vastaavan ruuvin siipien kärkeveeyteen.

Kuvion 2 näyttämä osaleikkaus näyttää "avattua" reunaa 34' ruuvin siiven kärjen 36' johtavan reunan luona kuvion 2 näyttämän ruuvin syöttöosastossa 16'.

Kuvion 3 näyttämässä ruiskupuristimen ruuvissa on kaksinkertaiset annostusosastot (joiden pituudet on merkitty L^{M1} ja L^{M2}) ja kaksinkertaiset siirto-osastot (joiden pituudet on merkitty L^{TR1} ja L^{TR2}). Kaikissa muissa suhteissa kuvioiden 1 ja 2 elementtejä vastaavat elementit on merkitty kaksoispilkuin. Seuraavissa esimerkeissä 1 ja 2 käytetyn kuvion 3 näyttämän ruiskupuristusruuvin elementtien todelliset mitat ovat seuraavat:

Osa	mm tai suhde
D	114,3 mm
L _T	2171,7 mm
L/D	19/1
L _F	5 L/D
L _{TR1}	1 L/D
L _{TR2}	1 L/D
L _{M1}	5 L/D
L _{M2}	4 L/D
L _{MIX}	3 L/D
H _F	17,8 mm
H _{M1}	9,8 mm
H _{M2}	6,35 mm
W _M	11,43

Esimerkki 1

Kuvion 3 näyttämä ruuvi, joka oli konstruoitu soveltamalla ruiskupuristuteollisuudessa yleisesti sovellettua käytäntöä, asennettiin ruiskupuristimen putkeen, joka myös oli konstruoitu teollisuuden standardikäytännön mukaan (jossa toisin sanoen oli putken vuorauksena lejeerinkiä Xaloy 101, jota myy Xaloy Corp. New Brunswick, New Jersey, USA). Ruuvien konstruktiossa sovelletut eräät yleisesti tunnetut käytännöt ovat seuraavat: Siiven kärkileveys = $0,1 \times$ ruuvien nimellishalkaisija, siiven kärjet päällystetty kovalla pinnoitusmateriaalilla, jota kaupallisesti myy Stellite Division, Cabot Corp., Kokomo, Indiana, USA, ja joka tunnetaan nimellä Stellite 6, siipien laakeat kärkipinnat, siipien välitys (nimellishalkaisijasta) = $0,001 \times$ ruuvien nimellishalkaisija.

Edellä selitettyä ruuvi-putkiyhdistelmää käytettiin sen normaalissa ympäristössä, toisin sanoen toiminnallisesti yhdistettynä käyttölaitteeseen, tavanomaiseen kehykseen ja syöttö- ja suppilolaitteisiin. Erilaisia eteenin ja buteenin sekapolymeraatteja, joita valmistaa Union Carbide Corpo-

ration, New York, USA, syötettiin ruuviin suppilon aukosta normaalia teollisuuskäytäntöä soveltaen. Ruuvien annettiin pyöriä normaalisti (toisin sanoen likimain jatkuvasti) noin 6 viikkoa (jolloin kokonaissyöttömäärä oli noin 19 tonnia). Tässä vaiheessa ruuvi poistettiin ja tutkittiin. Huomattavaa kulumista oli esiintynyt ruuvien siivissä, kuten seuraavassa taulukossa on esitetty:

Akselin suuntainen etäisyys syöttöaukosta, cm	Säteittäinen kuluminen, mm
11,4	0,00
22,9	0,025
34,3	0,076
45,7	0,23
57,1	0,25
68,6	0,33
80,0	0,36
91,4	0,41
102,9	0,43
114,3	0,46
125,7	0,41
137,6	0,41
148,6	0,33
160,0	0,30
182,9	0,30

Tämä kulumisnopeus ylittää suuresti teollisuudessa normaalisti esiintyvän kulumisen. Ruuvia tutkittaessa nähtiin lisäksi, että kuluminen oli hankautuma-syöpymätyyppistä kulumista (kahden metallin väliset pienet osat olivat hitsautuneet yhteen ja repeytyneet pois pinnoista).

Esimerkki 2

Kuvion 3 näyttämä ruuvi, joka oli konstruoitu ruiskupuristusteollisuudessa käytettyjä normaaleja menetelmiä soveltaen, paitsi että kerros kaupan saatavaa materiaalia, joka tunnetaan nimellä Colmonoy 56 (hankautumalujuutta lisäävä

pinnan päällystysmateriaali), muodostettiin siipien kärkipintaan, jolloin siipien välys oli $0,002 \times$ ruuvien nimellishalkaisija, ja siiven johtavan reunan viistoaminen oli noin 10° , asennettiin ruiskupuristimen putkeen, joka myös oli konstruoitu teollisuuden standardikäytännön mukaan (siinä oli tuotetta Xaloy 101 oleva vuoraus). Ruuvien konstruktiossa sovellettiin yleisestä käytännöstä seuraavaa: siiven kärkileveys = $0,1 \times$ ruuvien nimellishalkaisija. Edellä selitettyä ruuvi-putkiyhdistelmää käytettiin sen normaalissa ympäristössä, toisin sanoen toiminnallisesti yhdistettynä käyttölaitteeseen, tavanomaiseen kehykseen ja syöttö- ja suppilolaitteisiin. Erilaisia eteenin ja buteenin sekapolymeraatteja, joita on kaupan saatavissa toiminimeltä Union Carbide Corporation, New York, N.Y., USA, syötettiin ruuviin suppiloaukon läpi normaalin teollisuuskäytännön mukaan. Ruuvien annettiin pyöriä normaalisti (toisin sanoen likimain jatkuvasti) noin 30 tuntia, minkä jälkeen ruuvi poistettiin ja tutkittiin mahdollisten kulumismerkkin esiintymistä (toisin sanoen rosoontumista, siipikierrosten sienimäistä syöpymistä tai siipien väläyksen suurenemista). Mitään osoitusta kulumisesta ei todettu missään kohdassa pitkin ruuvien siipiä.

Esimerkki 3

Kuvion 1 näyttämä ruuvi, joka oli konstruoitu soveltamalla ruiskupuristusteollisuuden normaalikäytäntöä, asennettiin ruiskupuristimen putkeen, joka myös oli konstruoitu teollisuuden standardikäytännön mukaan. Eräät ruuvien konstruktiossa sovelletut yleiset käytännöt ovat seuraavat: Siiven kärkileveys = $0,1 \times$ ruuvien nimellishalkaisija, siiven kärjet kovetettu liekkikovetusmenetelmällä, siiven laakeat kärkipinnat, siiven välys (nimellishalkaisijasta) = $0,001 \times$ ruuvien nimellishalkaisija.

Edellä mainittua ruuvi-putkiyhdistelmää käytettiin sen normaalissa ympäristössä, toisin sanoen toiminnallisesti liitettynä käyttölaitteeseen, tavanomaiseen kehykseen ja syöt-

tö- ja suppilolaitteisiin. Erilaisia eteenin ja buteenin sekapolymeraatteja, joita on kaupan saatavissa toiminimeltä Union Carbide Corporation, New York, N.Y., USA, syötettiin ruuviin suppiloaukosta soveltamalla teollisuuden standardikäytäntöä. Ruuvien annettiin pyöriä normaalisti (likimain jatkuvasti) noin 10 viikkoa, jolloin kokonaissyöttömäärä oli noin 80 tonnia. Tässä vaiheessa ruuvi poistettiin ja tutkittiin. Huomattavan suurta kulumista esiintyi ruuvien siivissä, kuten seuraavassa taulukossa on esitetty:

Akselinsuuntainen etäisyys syöttöaukosta, cm	Säteittäinen kuluminen mm
125	0,788
250	0,610
375	0,00
500	0,228
625	0,330
750	0,330
875	0,432
1000	0,559
1125	0,863

Tämä kulumisnopeus ylittää suuresti teollisuudessa normaalisti esiintyvän kulumisen. Lisäksi ruuvia tutkittaessa havaittiin, että kuluminen oli hankautuma-syöpymätyyppiä (keskenään kosketukseen joutuvien metallikomponenttien pienet osat olivat hitsautuneet yhteen ja repeytyneet pois pinnoista).

Esimerkki 4

Kuvion 2 näyttämä ruuvi, joka oli konstruoitu ruiskupuristusteollisuudessa yleisesti sovelletun käytännön mukaan, lukuunottamatta seuraavia toimenpiteitä: siipien pintaan oli sovitettu kerros kaupan saatavaa materiaalia, joka tunnetaan nimellä Colmonoy 56, siipien johtavaan reunaan oli tehty noin 10 viistous, siipien kärkileveys oli 0,12 x nimellis-

halkaisija (20% yli teollisuusnormin), siipien vällys = 0,002 x nimellishalkaisija (kaksinkertainen teollisuusnormi), syöttöosasto matalampi kuin teollisuusnormi suuritehoista ruuvia varten, siirto-osasto = 5 x ruuvin nimellishalkaisija (verrattuna tyypilliseen arvoon, joka on 3 x LDPE-hartsia varten tarkoitetun ruuvin nimellishalkaisija). Tämä ruuvi asennettiin ruiskupuristimen putkeen, joka myös oli konstruoitu teollisuuden standardikäytännön mukaan (siihen oli toisin sanoen tehty tuotetta Xaloy 101 oleva vuoraus).

Edellä mainittua ruuvi-putkiyhdistelmää käytettiin sen normaalissa ympäristössä, toisin sanoen toiminnallisesti yhdistettynä käyttölaitteeseen, tavanomaiseen kehykseen ja syöttö- ja suppilolaitteisiin. Erilaisia eteenin ja buteenin sekapolymeraatteja, joita on kaupan saatavissa toiminimeltä Union Carbide Corporation, New York, N.Y., USA, syötettiin ruuviin suppilon aukosta teollisuuden standardikäytännön mukaan. Ruuvin annettiin pyöriä normaalisti (melkein jatkuvasti) noin 8 viikkoa (jolloin kokonaistuotanto oli noin 240 tonnia). Tämän jälkeen ruuvi poistettiin ja tutkittiin kulumista osoittavien mahdollisten merkkien suhteen (esim. rosoutumista, siipien sienimäistä syöpymistä tai siipyvälyksen suurenemista). Mitään osoitusta kulmisesta ei todettu missään kohdassa pitkin ruuvin siipiä.

Edellä selitetyissä esimerkeissä käytettyjä eri sekapolymeraatteja valmistettiin soveltamalla menetelmää, joka on selitetty US-patenttihakemuksessa nro 892.322, jätetty 31.3.1978 F.I. Karolin ja kumppanien nimissä, ja jätetty uudelleen 16.2.1979 sarjanumerolla 012.720 (mikä vastaa nyt julkaistua japanilaista hakemusta 79-037157). Näissä sekapolymeraateissa oli vähintään 90% eteeniä ja enintään 10% buteenia-1, niiden tiheys oli rajoissa 9,17...9,20, sulamisindeksi rajoissa 0,9...1,0 ja sulamis-juoksevuusindeksien suhde rajoissa 25...30.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä pienen tiheyden ja suuren viskositeetin omaavien lineaaristen polyolefiinimateriaalien ruiskupuristamiseksi, jonka menetelmän mukaan nämä materiaalit jatkuvasti syötetään pyörivään ruiskupuristimeen ja tämän läpi, jossa ruiskupuristimessa on vaippa, joka muodostaa lieriömäisen sisätilan ja sisältää ruiskupuristusruuvin, jossa on kierukkamainen siipi, ja jossa on syöttö-, siirto- ja annostusosastot, t u n n e t t u siitä, että käytetään ruiskupuristusruuvissa, joka yhteistoimii ruiskupuristimen ulkovaiipan lieriömäisen sisätilan kanssa, näiden osastojen ruuvi-siipien avattuja johtavia reunoja, ja näiden osastojen ruuvi-siivissä hankautumasyöpymää vastustavalla tavalla päällystettyjä pintoja.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että syöttö-, siirto- ja annostusosastojen ruuvi-siipien kärkileveyttä on suurennettu vähintään 20% verrattuna ennestään tunnettuihin leveyksiin ruuvin kantavan pinnan suurentamiseksi.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ruuvin syvyyttä syöttöosastossa on pienennetty vähintään 10% ennestään tunnetuista syvyyksistä tämän ruuvin jäykistämiseksi.
4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että syöttö- ja annostusosaston välisen siirto-osaston pituutta on suurennettu vähintään 50% tällaisessa osastossa käytettyihin tavanomaisiin pituuksiin verrattuna paineen nousun pienentämiseksi tässä osastossa.
5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ruiskupuristimen vaipan lieriömäisen sisätilan seinämien ja ruiskupuristusruuvin välistä säteittäis-

välystä on suurennettu noin 100% tavanomaisiin välyksiin verrattuna.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että sekoitusosastoa lisäksi käytetään ruiskupu-
ristusruuvien mainittujen osastojen myötävirran puolella.

✓ 7. Menetelmä suuren viskositeetin omaavien lineaaristen polyolefiinimateriaalien ruiskupuristamiseksi, jolloin nämä materiaalit jatkuvasti syötetään pyörivään ruiskupuristimeen ja tämän läpi, jossa ruiskupuristimessa on syöttö-, siirto- ja annostusosastot, t u n n e t t u siitä, että nämä osastot yhdessä ulkopuolisen ruiskupuristimen vaipan lieriömäisen sisätilan kanssa muodostavassa ruiskupuristusruuvissa käytetään näissä osastoissa olevien ruuvien siipikärkien avattuja johtavia reunoja, näiden osastojen ruuvien siipien pinnat on päällystetty hankautuma-syöpymistä kestäväällä materiaalilla, näiden syöttö-, siirto- ja annostusosastojen ruuvien siipien kärkileveyttä on suurennettu vähintään 20% ruuvien kantavan pinnan suurentamiseksi, syöttöosaston ruuvien syvyyttä on vähennetty vähintään 10% tämän ruuvien jäykistämiseksi, siirto-osaston pituutta on suurennettu vähintään 50% tällaisessa syöttö- ja annostusosastojen välillä käytetyssä osastossa normaalisti käytetystä arvosta paineen nousun pienentämiseksi tässä osastossa, ja ruiskupuristimen ruuvien ja ruiskupuristimen vaipan lieriömäisen sisätilan seinämien välistä säteittäisvälystä on suurennettu noin 100%.

✓ 8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n n e t -
t u siitä, että myötävirtaan ruiskupuristimen mainituista osastoista lisäksi käytetään sekoitusosastoa.

Patentkrav

1. Förfarande för sprutpressning av linjära polyolefinmaterial med låg täthet och hög viskositet, varvid dessa material kontinuerligt matas till och genom en roterande sprutpressningsanordning, omfattande ett hölje som avgränsar ett cylindriskt innerrum och innehåller en sprutpressningsskruv med spiralformiga skruvningar med matnings-, överförings- och doseringssektioner, k ä n n e t e c k n a t därav, att man i sprutpressningsskruven använder i samverkan med det cylindriska innerrummet i höljet, öppnade ledande kanter för skruvningarna i denna sektion, och ytorna av skruvningarna i denna sektion är överdragna med friktions-korrosionsbeständigt material.
2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att bredden av skruvvingarnas spetsar i nämnda matnings-, överförings- och doseringssektioner är ökad med minst 20% jämfört med tidigare använda breddar, för att öka skruvens bärande yta.
3. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att skruvens djup i matningssektionen är minskat med minst 10% jämfört med tidigare använda djup, för att förstyyva skruven.
4. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att överföringssektionens längd är ökad med minst 50% över tidigare använda längder i en dylik sektion mellan en matnings- och doseringssektion, för att minska tryckstegringshastigheten i denna sektion.
5. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att radialtoleransen mellan sprutpressningsskruven och väggarna i höljets cylindriska inneryta är ökad med ca 100% i förhållande till tidigare använda toleranser.

6. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -
n a t därav, att en blandningssektion dessutom används
nedströms om nämnda sprutpressningssektioner.

7. Förfarande för sprutpressning av linjära polyolefinma-
terial med hög viskositet, varvid dylika material kontinuer-
ligt matas till och genom en roterande sprutpressningsanord-
ning med matnings-, överförings- och doseringssektioner,
k ä n n e t e c k n a t därav, att man i sprutpressnings-
skruven som bildar dylika sektioner i samverkan med det
yttre sprutpressningshöljets cylindriska innerrum, använder
öppnade ledande kanter för skruvvingarnas spetsar i denna
sektion, överdrar skruvvingarnas yta i dessa sektioner med
friktions-korrosionsresistent material, ökar bredden av
skruvvingarnas spetsar i dessa matnings-, överförings- och
doseringssektioner minst 20% för att öka skruvens bärande
yta, minskar skruvens djup i matningssektionen minst 10% för
att förstyya skruven, ökar längden av överföringssektionen
med minst 50% över längder som normalt används i en dylik
sektion mellan en matnings-och doseringssektion för att
minska tryckstegringshastigheten i denna sektion, och ökar
radialtoleransen mellan sprutpressningsskruven och väggarna
i höljets cylindriska innerrum med ca 100%.

8. Förfarande enligt patentkravet 7, k ä n n e t e c k -
n a t därav, att en blandarsektion dessutom används ned-
ströms om nämnda sprutpressningssektioner.

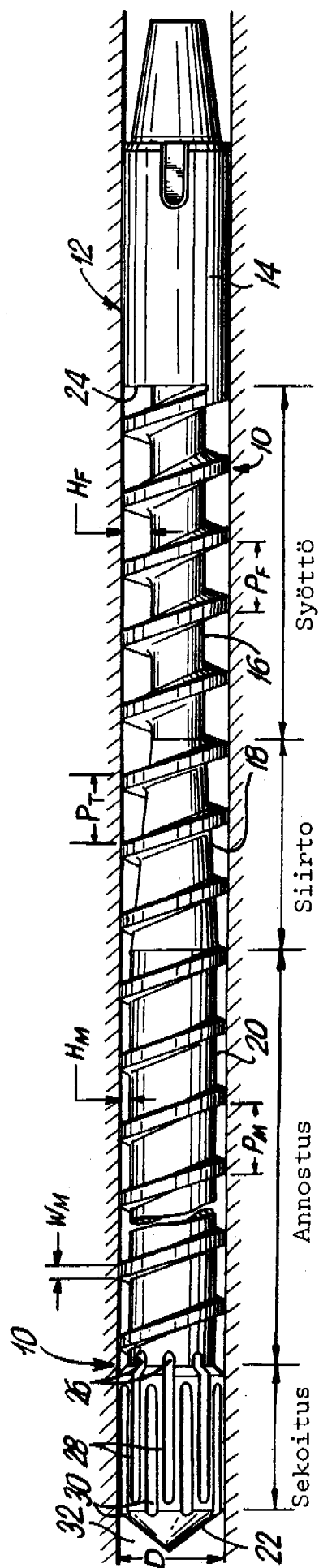


FIG. 1

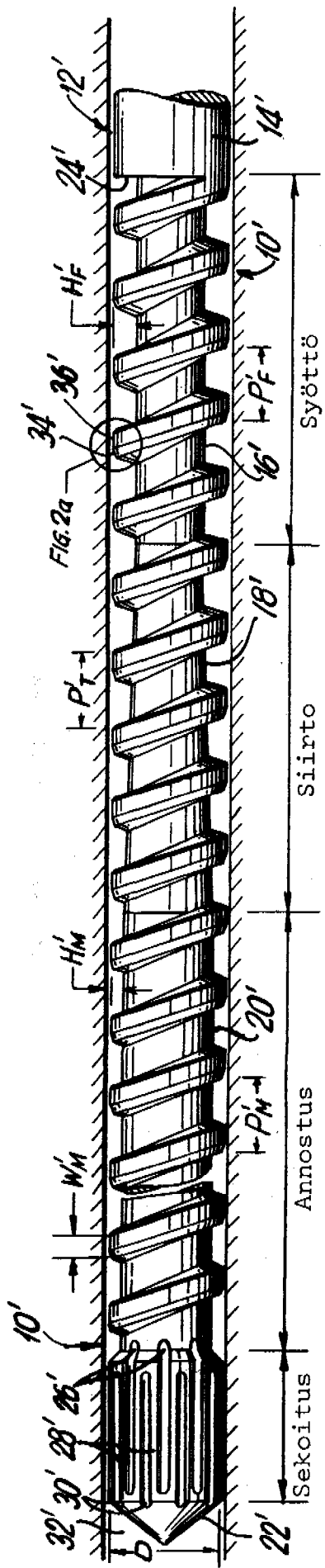


FIG. 2

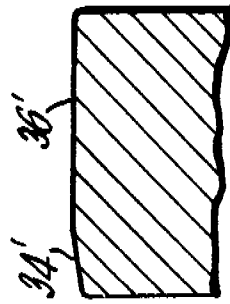
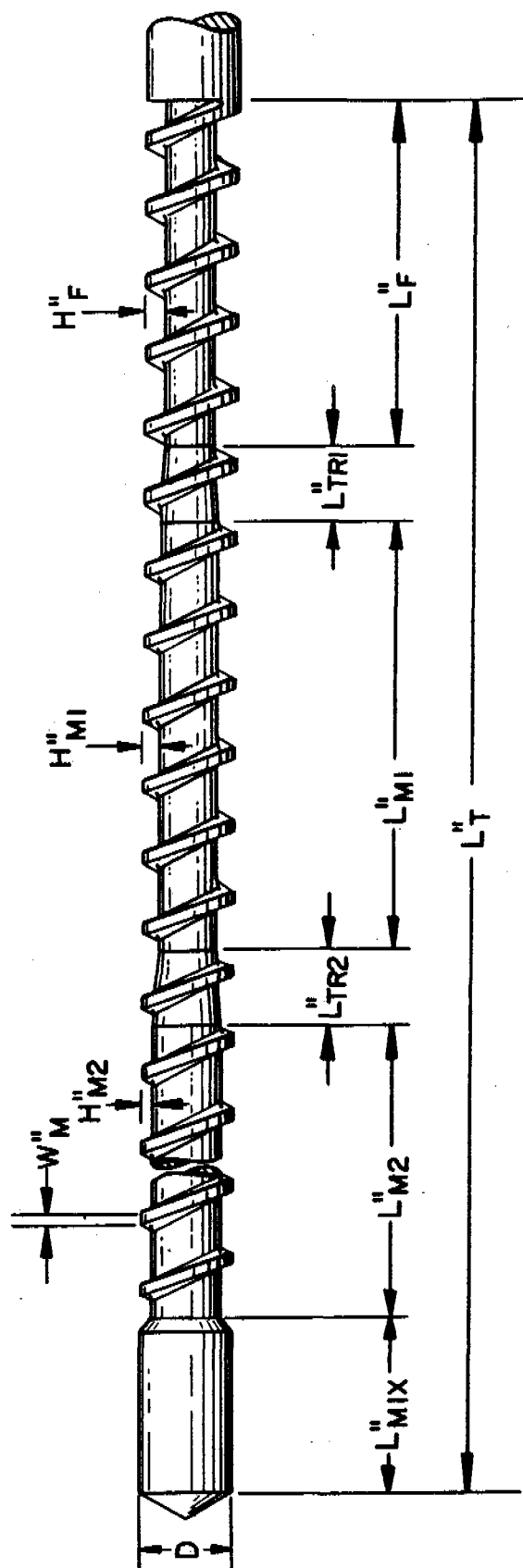


FIG. 2a

FIG. 3



Viitejulkaisuja - Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia: - Offentliga finska patentansökningar:

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

FI

CH

DE

DK

FR

GB

NO

SE

US

P 2653348 (18-12), P 3375549 (18-12)

Merkitse hakemusjulkaisun (esim. suomen. Offenlegungsschrift) numeron eteen H ja vastaavasti kuulutus- ja patenttijulkaisun numeron eteen K ja P.