

Винахід відноситься до способу виготовлення екструдованих виробів, при якому матеріал для екструдування у вигляді порошку, кульок або гранул подають через один або більш живильних пристроїв у робочу порожнину, яка складається з об'ємів канавок у роторі, канавок у статорі та зазору між ними.

Винахід відноситься також до пристрою для виготовлення виробу з екструдованої пластмаси, який містить принаймні один ротор, принаймні один статор і зазор живлення між ними, причому на другій стороні зазору живлення для видавлювання матеріалу, який екструдують, із пристрою при обертанні ротора виконані канавки, причому поперечний переріз канавки по суті є незмінним, а на протилежній стороні зазору живлення виконана зустрічна канавка принаймні по довжині зазору, при цьому напрямком витка зустрічної канавки є протилежним напрямку канавки, що виконана на другій стороні зазору живлення.

Винахід також відноситься до багатощарового виробу з пластмаси, який містить в'язкий матричний пластик, до якого додано від 1% до 30% «бар'єрного» пластика.

Дуже важко обробляти пластмаси з високою молекулярною вагою у звичайному екструдері, що складається з довгого шнека та циліндра. Продуктивність екструдера залишається дуже невисокою, оскільки температури легко підвищуються до дуже високих значень внаслідок виділення тепла при терті. До полімерів, які важко обробляти, відносяться, наприклад, фторопласти й поліетилени з великою молярною масою та молекулярною вагою, що перевищує 200000г/моль, а для дуже твердих пластиків навіть 300000г/моль. Існує ряд подібних матеріалів, які складні у обробці, які мають загальну властивість - високу молекулярну вагу, отже, низьку швидкість потоку розплаву, високу температуру плавлення, а у деяких випадках вузький діапазон для обробки, коли, наприклад, температура розпаду пластика близька до точки плавлення.

Екструдування особливо ускладнюється при низьких температурах, коли температуру екструдування підтримують тільки на декілька десятків градусів вище точки плавлення кристалічної структури, тобто ця температура, звичайно, на 30° - 40°С нижче, ніж необхідно для того, щоб додаткові компоненти не могли вступати в реакцію надто рано. Ця ситуація є звичайною особливо у випадках, коли виготовляють систему хімічно зшитих труб. Проблеми виникають у зв'язку з тим, що існують п'ять взаємозв'язаних процесів, які базуються на дії шнека й виконуються уздовж тієї самої осі й, отже, при тій самій швидкості обертання: подача, плавлення, перемішування, гомогенізація та створення тиску. В відомому екструдері шнек є довгим і співвідношення довжини шнека до його діаметра у більшості випадків становить від 20 до 30, а шнек містить одну, іноді дві або три спіралі. Канавка шнека поділена на різні ділянки шляхом змінення поперечного перерізу канавки шнека так, що спіралі часто є глибокими і розміщені з великими інтервалами одна від одної на ділянці, де відбувається подача, а поперечний переріз є постійним по всій довжині зони плавлення, але, звичайно, він значно більше, ніж на вихідному кінці. Таким чином, матеріал не може легко текти по канавці, обмеження на виході викликають велике виділення тепла від тертя. На ділянці перемішування канавка часто має свою геометрію і до кінця канавки вона стає менш глибокою і починається створення тиску. Через цей тиск для видавлювання маси потрібне навіть складне обладнання. З іншого боку, у відомих екструдерах загальна довжина канавки кругом усього шнека надто велика, тому відношення довжини канавки до її поперечного перерізу стає надто великим і робить екструдер абсолютно непридатним для пластиків, що погано течуть.

Патент США 3,314,108 описує екструдер, що містить конічний ротор і конічні статори, встановлені ззовні та усередині ротора. Проте, за допомогою цього пристрою дуже важко обробляти матеріали, які непрості у обробці. Крім того, його продуктивність теж обмежена.

Патент США 4,125,333 описує екструдер, що містить довгий шнек із спіралями та статор, розташований ззовні шнека, що має спіралі того ж напрямку. Спіралі статора однакового напрямку створюють протитечію, внаслідок чого відбувається змішування матеріалу, і кількість тепла, що виділяється від тертя, легко збільшується до неконтрольованого рівня.

Патент Німеччини 2,558,238 також описує екструдер, який має на своєму кінці ділянку змішування з канавками або одного, або протилежного напрямку, або прямі канавки у статорі. Такий пристрій змішує матеріал дуже ефективно, але його абсолютно не можна застосовувати у пристроях, де потрібно точно витримувати температуру матеріалу, оскільки кількість тепла, що виділяється від тертя, надто

швидко збільшується.

У патенті США 3,721,783 описаний екструдер, що містить розбіжну зону живлення. Після зони живлення матеріал нагнітають у звужену зону. Після цього масу під тиском екструдують через вихідний отвір. Конструкція пристрою дуже складна. Конструкція пристрою обумовлює дуже велике тертя, і через підвищення тиску екструдування біля вихідного отвору продуктивність пристрою дуже низька.

У документі EP 0,678,069 описують багат шарові труби, виготовлені екструдуванням зшитого поліетилену. Перший етап містить екструдування центрального шару труби, після чого центральний шар покривають оболонками. Оболонки використовують тільки для поліпшення характеристик текучості труби, коли труба проходить через нагрівальний пристрій. Особливою вадою цього пристрою є наявність обладнання з хрестоподібною опорою, оскільки хрестоподібна опора викликає створення зварних швів.

Найбільш близьким до даного винаходу за сукупністю суттєвих ознак є описаний у публікації WO 89/11961 від 14.12.1989 р., МПК B29C47/52 (прототип), спосіб виготовлення екструдованого виробу, у якому матеріал, що підлягає екструдуванню, у вигляді порошку, кульок або гранул подають у пристрій для виготовлення екструдованого виробу з пластмаси (екструдер) через один або декілька живильних пристроїв у робочу порожнину, що складається з об'ємів канавок у роторі, зустрічних канавок у статорі та зазору живлення між ними. Цей спосіб має ряд переваг, але робота з матеріалами, які важко обробляти, створює проблеми. Крім того, у даному способі матеріал розплавляють теплом, яке підводять ззовні, що створює труднощі для регулювання температури, а енергоспоживання є відносно великим.

Найбільш близьким до даного винаходу за сукупністю суттєвих ознак є описаний у тій самій публікації WO 89/11961 від 14.12.1989 р., МПК B29C47/52 (прототип), пристрій для виготовлення екструдованого виробу з пластмаси, який містить принаймні один ротор, принаймні один статор і зазор живлення між ними, причому на одній стороні зазору живлення у роторі виконані канавки для витискування матеріалу, що підлягає екструдуванню, із пристрою під час обертання ротора, при цьому поперечний переріз канавки по суті не змінюється, а на іншій стороні зазору живлення у статорі виконана зустрічна канавка принаймні по довжині зазору, при цьому напрямок витка зустрічної канавки є протилежним напрямку згаданої канавки. Звичайно, цей екструдер містить декілька конічних статорів і конічних роторів, розташованих між ними. За допомогою цього пристрою можна виготовляти вельми привабливі багат шарові пластикові труби, але робота з матеріалами, які важко обробляти, створює проблеми. Крім того, у даному пристрої виникає на вихідному кінці тиск формування і тому продуктивність пристрою не надто висока. Як уже було сказано, матеріал, що підлягає екструдуванню розплавляють теплом, яке підводиться ззовні, що створює труднощі для регулювання температури, а енергоспоживання відносно велике.

У патентному рефераті Японії JP, A, 3-97737 від 23.04.1991 (прототип) описаний багат шаровий пластмасовий виріб, що містить матричний пластик і бар'єрний пластик для створення шарової структури. Цей виріб містить 5 - 60 ваг. % бар'єрного пластика, наприклад поліаміду, і 40 - 95 ваг. % поліолефіну, наприклад зшитого поліолефіну. Для виготовлення цього виробу згадані компоненти плавлять і переміщують при температурі вище точки розм'якшування обох компонентів і формують суміш у розплавленому стані. Цей виріб має достатньо високу стійкість до проникнення газу та органічного розчинника, але, як сказано вище, для його виготовлення необхідне повне розм'якшування обох компонентів і добра текучість у розплавленому стані.

В основу даного винаходу поставлена задача запропонувати спосіб, за допомогою якого, завдяки змінам у процесі екструдування, відносно просто екструдувати також і матеріали, які важко обробляти, для виготовлення виробів із пластмаси, які мають кращі характеристики, ніж екструдовані вироби за попереднім рівнем техніки.

Поставлена задача вирішена тим, що запропонований спосіб виготовлення екструдованого виробу, у якому матеріал, що підлягає екструдуванню, у вигляді порошку, кульок або гранул подають у пристрій для виготовлення екструдованого виробу з пластмаси (екструдер) через один або декілька живильних пристроїв у робочу порожнину, що складається з об'ємів канавок у роторі, зустрічних канавок у статорі і зазору живлення між ними, в якому, за винаходом, поперечний переріз

вказаної порожнини зменшують принаймні частково безперервно уздовж осі пристрою і шляхом обертального руху ротора відносно статора вказаний матеріал переміщують уздовж осі пристрою, причому фрикційне нагрівання, що викликано зсувом, розплавляє частину матеріалу і створює масу, що складається в основному з нерозплавлених часток і деякої кількості розплаву, який оточує частки, причому ця маса обумовлює формування робочої порожнини, повністю заповнює цю робочу порожнину у її поперечному перерізі на певній відстані від кінця пристрою і в результаті збільшує тиск до рівня, який є вище необхідного для виштовхування матеріалу через філь'єру далі уздовж осі пристрою.

Основною відзнакою такого рішення є те, що матеріал екструдують у робочому просторі, який складається з канавок ротора й статора та зазору між ними, а також тим, що об'єм цього простору зменшується, у всякому разі, частково в осьовому напрямку так, що матеріал витісняється в осьовому напрямку у сторону меншого по площі поперечного перерізу, причому тепло, що виділяється за рахунок тертя шарів приводить до плавлення матеріалу, у всякому разі, частково, що приводить до зростання тиску вже на деякій відстані від кінцевої частини пристрою.

Доцільно зменшувати об'єм робочої порожнини уздовж осі пристрою принаймні до кінця зони зсуву, яка, звичайно, закінчується приблизно в середині загальної довжини ротора 1, переважно у межах від $1/3$ до $2/3$ довжини його шнека. Переважно також об'єм робочої порожнини після зони зсуву залишати постійним або збільшувати. Доцільно матеріал, що складається з розплаву і, можливо, нерозплавлених часток, гомогенізувати та перемішувати на ділянці після зони зсуву, де ступінь зсуву менше, ніж у зоні зсуву, через геометрію канавок, і тиск матеріалу після зони зсуву по суті не збільшувати.

Таким чином, енергія деформації, витрачена на плавлення та гомогенізацію матеріалів, може бути мінімальною.

Доцільно швидкість потоку матеріалу по канавці в роторі змінювати прошовхуванням матеріалу через кільцеву канавку для його надходження у наступні гвинтові канавки.

Таке рішення забезпечує більш рівномірне подання матеріалу і додаткову його гомогенізацію.

Переважно матеріал, що підлягає екструдуванню, піддавати настільки незначній обробці, щоб на вихідному кінці пристрою перед можливим засобом нагрівання матеріалу, потік матеріалу містив частково нерозплавлені частки, взаємно з'єднані, головним чином, на поверхні, під час безперервного спікання, що виникає у способі, при цьому ротор і/або статор охолоджувати у зоні подачі так, щоб тепловий потік від вихідного кінця пристрою не розплавляв матеріал передчасно.

Істотною ознакою такого рішення є те, що пластмаса може бути оброблена до того малого ступеня, що на виході з екструдера за відсутності нагрівальних засобів потік маси містить частки, які до кінця не розплавлялись. Наприклад, у поліетилені такі частки видні як більш легкі частки у прозорій масі. Згідно проведеним випробуванням, нерозплавлені частки ні в якому разі не погіршують властивостей виробу.

Переважно температуру матеріалу усередині нагрівального засобу підвищувати вище температури матеріалу усередині пристрою і температуру нагрівального засобу та тривалість обробки матеріалу у зоні дії нагрівального засобу регулювати таким чином, щоб потік матеріалу на виході був в основному гомогенним.

Доцільно у середині виробу розміщувати оправку, на кінці якої встановлений торсіон, причому оправку центрувати шляхом її вигину на місці за допомогою торсіона, який спирається на внутрішню поверхню вже готового виробу.

Таке рішення забезпечує легке та точне центрування оправки без необхідності використання хрестоподібної опори, тобто забезпечує виготовлення безшовного виробу з малим допуском на товщину стінки.

В основу даного винаходу поставлена також задача запропонувати пристрій для виготовлення екструдованого виробу з пластмаси, який, завдяки змінам у конструкції, забезпечував би реалізацію вищезгаданого способу, дозволяв би відносно просто екструдувати матеріали, що погано обробляються, і виготовляти багатошарові вироби з пластмаси, що мають кращі характеристики, ніж екструдовані вироби за попереднім рівнем техніки.

Поставлена задача вирішена тим, що запропонований пристрій для виготовлення екструдованого виробу з пластмаси, який містить принаймні один ротор, принаймні один статор і зазор живлення між ними,

причому на одній стороні зазору живлення у роторі виконані канавки для витискування матеріалу, що підлягає екструдуванию, з пристроєм під час обертання ротора, при цьому поперечний переріз канавки по суті не змінюється, а на іншій стороні зазору живлення у статорі виконана зустрічна канавка принаймні по довжині зазору, при цьому напрямком витка зустрічної канавки є протилежним напрямку канавки в роторі, в якому, за винаходом, зона зсуву починається за зоною подачі матеріалу, при цьому зустрічна канавка виконана по суті уздовж всій зони зсуву, а поперечний переріз робочої порожнини, яка складається з об'ємів канавок у роторі, об'ємів зустрічних канавок у статорі і зазору між ними, виконаний із зменшенням принаймні частково безперервно уздовж осі екструдера. При цьому переважно, щоб ротор і статор були виконані циліндричними, а поперечний переріз зустрічних канавок зменшувався б по суті рівномірно до кінця зони зсуву. Доцільно, щоб ширина зустрічної канавки була менше ширини проміжку між канавками, переважно, щоб ширина зустрічної канавки була менше ширини канавки в роторі приблизно на 30 - 50%.

Перевагою такого рішення є те, що плавлення та гомогенізація маси вимагає настільки мало енергії деформації, наскільки це можливо. Коли тиск значно піднімається на порівняно ранній стадії, продуктивність пристрою може бути значно підвищена. Можна визначити теоретичну продуктивність екструдера, указуючи кількість ідеального матеріалу, яку пристрій виробляє за один оберт ротора. Для пристрою попереднього рівня техніки фактична продуктивність досить низька, звичайно, 15% - 20% від теоретичного максимуму. Для пристрою за даним винаходом продуктивність може досягти 50% від теоретичного максимуму завдяки використанню зустрічних канавок і зменшення площі поперечного перерізу їх порожнини. Незмінний поперечний переріз канавки, що подає розплав, не примушує пластмасу видалятися з області канавки навіть в останній секції канавки. Коли зустрічна канавка виконана на другій стороні зазору живлення, проміжок між канавками, що подають розплав, може бути виконаний широким, оскільки зустрічна канавка захоплює матеріал, що підлягає екструдуванию, який таким чином ефективно просувається вперед, тобто енерговитрати значно зменшуються. Коли крок канавок відповідає кроку зустрічних канавок на другій стороні зазору живлення, зворотний потік не виникає і одночасно матеріал обертається слухним чином. За допомогою пристрою, який за цим винаходом використовує гвинтову геометрію, також можна легко екструдувати масу, яка інакше важко обробляється. Наприклад, можна піддавати обробці зшитий поліетилен із молекулярною вагою понад 200000г/моль, а також дуже тверді пластмаси з вагою понад 300000г/моль. Навіть з такими матеріалами продуктивність пристрою може бути легко збережена на рівні, наприклад, понад 100кг/год., у той час як продуктивність відомого поршневого екструдера звичайно становить, наприклад, 25кг/год.

Доцільно, щоб градієнт зустрічної канавки становив від 1° до 90°, переважно половину градієнта канавки в роторі, найбільш переважно від 3° до 10°.

Доцільно, щоб зазор живлення був конічним принаймні вздовж частини його довжини, так що діаметр зазору живлення з боку подачі матеріалу був більше, ніж його діаметр ближче до вихідного кінця, а відношення діаметру широкої частини конуса до діаметру його вузької частини приблизно дорівнювало б відношенню щільності твердої маси матеріалу, що підлягає екструдуванию, до загальної щільності маси.

Коли зустрічну канавку або робочий об'єм або зазор живлення виконують із змінним співвідношенням, яке дорівнює відношенню щільності твердої маси матеріалу, що підлягає екструдуванию, до його об'ємної щільності, можна запобігти проникненню повітря у потік маси. Також надмірне живлення не приводить до виникнення надмірного тиску, який у відомих пристроях приводить до поломок або, у всякому разі, до появи крутного моменту. За допомогою конічного ротора можна зменшити загальну довжину канавки ротора й, таким чином, знизити кількість тепла, що виділяється за рахунок тертя потоку. Крім того, поверхня конічного ротора звичайно приблизно на 50% більше, ніж поверхня ротора звичайного циліндричного екструдера, що має ту саму продуктивність. Це є великою перевагою при необхідності забезпечення охолодження або нагрівання. Коли пристрої із круглими однозахідними шнеками виконані із зовнішніми канавками, зону живлення екструдера необхідно охолоджувати з-за надлишку тиску й тертя. Важливим удосконаленням пристрою за даним винаходом є те, що він не вимагає додаткового охолодження, а процес є дуже стійким і регульованим. Також

не потрібні додаткові охолоджуючі пристрої (охолоджуючі вентилятори і т. п.) для корпусу пристрою, не дивлячись на дуже високі вихідні параметри, що досягаються.

Переважно, щоб пристрій був обладнаний кількома живильними засобами для подавання матеріалу в зазор живлення, причому ці живильні засоби були б розташовані на відстані один від одного в осьовому напрямку і/або радіальному напрямку пристрою.

При такому рішенні, коли об'ємна щільність пластмаси, яку екструдують, більше, ніж та, на яку розрахований шнек, можна досягти оптимального результату просто тим, що подавати матеріал до зазору живлення за допомогою засобів живлення, розташованих ближче до вихідного кінця.

Переважно, щоб відношення ширини канавки в роторі до її глибини становило від 2 до 7, щоб канавки в роторі мали по суті напівкруглий або трикутний поперечний переріз. Доцільно також, щоб принаймні деякі проміжки між канавками в роторі були виконані з ухилом таким чином, щоб зазор між ротором і статором був більше коло передньої кромки проміжку, ніж коло задньої кромки проміжку.

Рух матеріалу у канавці по суті трикутної або напівкруглої форми не ускладнений, перепади температури менше, а обертальний рух матеріалу у межах поперечного перерізу канавки є дуже ефективним. Збільшення зазору від задньої до передньої кромки проміжку дозволяє збільшити загальний об'єм робочої порожнини без виникнення зворотної течії матеріалу.

Переважно, щоб у пристрої зовні ротора був розташований зовнішній статор, а усередині - внутрішній статор, а також, щоб пристрій був обладнаний одним живильним засобом для подавання матеріалу до зовнішньої і внутрішньої сторони ротора, причому ротор містив би отвори живлення зі скошеними фасками, пристосованими для подання матеріалу до зовнішньої сторони ротора через кожний другий отвір живлення і до внутрішньої сторони ротора через кожний інший отвір живлення. Доцільно, щоб живильний засіб був виконаний у вигляді шнека примусової подачі для подавання матеріалу в зазор живлення.

При такому рішенні скошені фаски забезпечують рівномірний розподіл матеріалу, який подається до зовнішньої та внутрішньої області ротора. Шнек примусової подачі розвиває достатньо високий тиск у матеріалі, що подається, по мірі його проходження в пристрій для екструдування. За допомогою шнека примусової подачі та за рахунок орієнтації скошених фасок отворів живлення поперемінно до зовнішньої та внутрішньої області ротора 1 у канавки ротора подається достатня кількість матеріалу, що підлягає екструдуванню, що, у свою чергу, гарантує ефективну та рівномірну продуктивність пристрою для екструдування.

Доцільно, щоб ротор і статор були покриті зносостійким покриттям, а матеріал, із якого вони виготовлені, мав кращу теплопровідність, ніж інструментальна сталь.

За рахунок правильного вибору компонентів покриття ротора й статора та матеріалу, із якого вони виготовлені, можна досягти прийняттого рівня тертя, зменшити знос робочих поверхонь, а також забезпечити потрібний рівень теплопередачі.

Переважно, щоб після зсуву канавки в роторі та зустрічні канавки в статорі були однаково направленими.

Таке рішення забезпечує збільшення ефективності перемішування. В основу цього винаходу поставлена також задача створити багатошарові вироби з пластмаси, що мають кращі характеристики, ніж екструдовані вироби за попереднім рівнем техніки.

Поставлена задача вирішена тим, що за допомогою вищеписаних способу і пристрою створений багатошаровий пластмасовий виріб, що містить матричний пластик і бар'єрний пластик для створення шарової структури, в якому, за винаходом, бар'єрний пластик розміщується у виробі обертальним потоком у канавці пристрою для виготовлення екструдованого виробу з пластмаси таким чином, що він створює шарову структуру у вигляді сплющеного рулону, причому вміст бар'єрного пластика у виробі становить 1 - 30%. Матричним пластиком може бути поліетилен, а бар'єрним пластиком - поліамід, сплавлюваний з поліетиленом. Матричним пластиком може бути також поліетилен, а бар'єрним пластиком - поліпропілен. Матричним пластиком може бути також аліфатичний полікетон або зшитий поліетилен.

Така структура забезпечує значно кращу ударну міцність і значно поліпшує проникність, особливо при додаванні у матричний пластик, що

підлягає екструзуванню, від 1% до 30% бар'єрного пластика, такого як поліамід або ПЕВ (LCP).

Матричний пластик і бар'єрний пластик можуть взаємно не змішуватися, але переважною є добра взаємна адгезія матричного та бар'єрного пластика.

У такому випадку найбільш легко забезпечується ламінарна структура.

За винаходом, багатошаровий пластмасовий виріб, що містить матричний пластик і бар'єрний пластик для створення шарової структури, може мати більш товстий зовнішній шар, виконаний зі зшитого поліетилену, і більш тонкий внутрішній шар із бар'єрного пластика, причому бар'єрний пластик призначений для запобігання проникнення залишкових продуктів зшиття зовнішнього шару на внутрішню поверхню виробу і може бути аліфатичним полікетонем.

Винахід буде більш докладно описаний з використанням доданих рисунків, де:

Фіг.1 ілюструє схематичний вигляд збоку в розрізі пристрою за цим винаходом;

Фіг.2 ілюструє схематичний вигляд збоку у розрізі іншого варіанта деталі пристрою за цим винаходом;

Фіг.3 показує схематичний розріз деталі пристрою на фіг.1;

Фіг.4 демонструє схематичний вигляд збоку у розрізі деталі третього варіанта пристрою за цим винаходом;

Фіг.5 демонструє вигляд збоку частини ротора в пристрої за цим винаходом;

Фіг.6 показує переріз частини ротора на фіг.5;

Фіг.7 показує схематичний рух матеріалу у канавці ротора;

Фіг.8 схематично ілюструє косий переріз труби з пластмаси, яку виготовлено за допомогою пристрою за цим винаходом;

Фіг.9 показує схематичний вигляд збоку в розрізі ротора в пристрої за винаходом;

Фіг.10 ілюструє діаграму тиску в пристрої за цим винаходом;

Фіг.11 демонструє схематичний вигляд збоку в розрізі пристрою за цим винаходом.

Фіг.12 демонструє схематичний вигляд збоку у розрізі частини ще одного пристрою за цим винаходом.

На фіг.1 показаний екструдер, що містить конічний ротор 1, виконаний з можливістю обертання, конічний зовнішній статор 2, розташований ззовні ротора і конічний внутрішній статор 3, розташований усередині ротора. Між ротором 1 і статорами 2 і 3 розташовані кільцеві звукуванні або конічні зазори живлення 4. Зазори живлення 4 на фіг. 1 для наочності показані значно більш широкими, ніж у дійсності. Ротор 1 приводять в обертання відомими приводними засобами 5. Крім того, пристрій містить живильні засоби 6 для подачі у зазор живлення 4 матеріалу, що підлягає екструзуванню. Пристрій містить декілька живильних засобів 6, так що матеріал можна подавати до потрібної частини зазору живлення 4, наприклад, до найбільш широкої частини ротора 1 або до більш вузької частини ближче до вихідного кінця. Засобів живлення у окружному напрямку також може бути більш одного. Для відомого екструдера проблемою є те, що він є оптимальним тільки для одного типу матеріалу та одного значення продуктивності. Наприклад, коли пристрій, призначений для порошку, використовують для гранул, продуктивність помітно падає, звичайно як мінімум на 30%, але часто і на 50%. З іншого боку, якщо шнек призначений для виходу продукції 500 кг/год., він працює дуже погано, якщо швидкість екструзування потрібно підтримувати на рівні 200 кг/год. Пристрій за даним винаходом може мати декілька засобів живлення для того, щоб, коли об'ємна щільність пластмаси, яку екструдують, більше, ніж та, на яку розрахований шнек, можна було б усе ж таки досягти оптимального результату просто тим, що подавати матеріал до зазору живлення 4 за допомогою засобів живлення, розташованих ближче до вихідного кінця.

Ротор 1 містить канавки 7, тобто гвинтові порожнини, що просувають матеріал, який екструдують, уздовж екструдера при обертанні ротора 1. На другій стороні зазору живлення 4, тобто у статорах 2 і 3, виконані зустрічні канавки 8. Зустрічні канавки 8 забезпечують екструзування через екструдер матеріалу, який в іншому випадку важко обробляти. Витки зустрічних канавок 8 виконані у протилежному напрямку відносно канавок 7 ротора 1. Коли зустрічні канавки 8 розміщені в зонах живлення й зсуву, вони створюють додаткове тертя з-за прилипання подаваних гранул або порошку до зустрічних канавок 8, що є бажаним на початку

процесу обробки матеріалу. За зоною живлення зустрічні канавки 8 захоплюють матеріал, який підлягає екструзуванню так, що він ефективно рухається в екструдері уперед. Тому зустрічні канавки знижують кількість витраченої енергії і примушують матеріал ефективно переміщуватись без зайвого підвищення температури. Якщо матеріал, який підлягає екструзуванню, такий, що він, наприклад, не прилипає до гладкого статора за рахунок тертя, такий матеріал можна змусити ефективно переміщатися через екструдер навіть при низьких температурах за рахунок зустрічних канавок 8. Прийнятний рівень тертя також можна досягти за рахунок правильного вибору компонентів покриття ротора й статора. Статор переважно покривають нанокерамічними тонкоплівковими матеріалами, наприклад, синтетичним алмазом (DLC). Ротор переважно покривають матеріалом із малим тертям, таким як нітратне чорніння або хром - PTFE покриття, як це розкрито у заявці на патент РСТ/ЕР96/02801 того ж заявника, яка вказана тут як посилання.

Коли пристрій виконаний із застосуванням відповідного вищезгаданого покриття, що має чудову зносостійкість, для виготовлення ротора і/або статора можна використати більш м'який матеріал із кращою теплопровідністю, наприклад, берилієву бронзу, яка має більш ніж п'ятикратну теплопровідність у порівнянні з інструментальною сталлю. Якщо пристрій має конічну форму, коротка конструкція пристрою забезпечує ту перевагу, що тепло може ефективно відводитись від вихідного кінця до більш холодної його частини у початковій зоні, де пристрій можна охолоджувати, щоб запобігти надто швидкого плавлення матеріалу. У цьому випадку потік маси можна подавати з більш сприятливим градієнтом температури, ніж у відомому екструдері. Конічна форма є також переважною, оскільки співвідношення довжини шнека до його найбільшого діаметра таке, що кріплення, яке оснащено підшипниками, може бути виконано жорстким через установку підшипників, наприклад, у найбільш широкій частині екструдера, а шнек не виявляє значного відхилення, тому, наприклад, безпосередній контакт метал - метал, що має місце у відомому циліндричному екструдері, тут повністю виключений.

Для пластмас, що мають велику молекулярну вагу, зварний шов є слабким місцем. Тому шнек за винаходом, що має внутрішній отвір, забезпечує можливість певного збільшення міцності виробу, оскільки на рамі екструдера можна закріпити інструмент без хрестоподібної опори. На фіг.1 показана оправка 9, яка розташована в отворі, який виконаний усередині статора 3, і встановлена на внутрішньому статорі 3. Таким чином, навіть без використання хрестоподібної опори оправка 9 залишається жорстко на місці і матеріал подається до оправки 9 без його розщеплення у будь-якій частині екструдера. Особливо при використанні даного способу, який допускає вихід із пристрою нерозплавлених часток, ніжки хрестоподібної опори могли б викликати появу дуже слабких швів.

Поперечний переріз канавок 7 у роторі 1 залишається по суті незмінним від ділянки живлення до кінця шнека. Таким чином, енергія деформації, яку витрачають на плавлення та гомогенізацію матеріалів, може бути мінімальною. У пристрої згідно цьому винаходу тиск матеріалу, який екструдують, переважно створюється у самому початку зони зсуву і потім підтримується по суті на постійному рівні. Якщо діаметр ротора дорівнює максимально, наприклад, приблизно 400мм, а мінімально приблизно 200мм, ротор у цьому випадку має, звичайно, приблизно 20 канавок шириною близько 6мм. Звичайно, продуктивність такого пристрою дорівнює приблизно 300кг/год. Дивно, що кількість і якість екструдату можна підтримувати високими для цілого ряду матеріалів. В деякому смислі можна сказати, що конічний екструдер складається з декількох паралельно з'єднаних циліндричних екструдерів. У цьому випадку потік можна краще регулювати. Випробування показали, що відхилення тривалості обробки матеріалу в даному екструдері менше, ніж у звичайних екструдерів. Це особливо важливо для реактивного екструзування, коли, наприклад, пероксид змішують із пластмасою і тривалість обробки повинна бути короткою, а діапазон відхилень має бути вузьким, щоб запобігти зшиванню усередині екструдера. Далі, малі канавки забезпечують орієнтацію молекул по напрямку канавки при зменшенні тертя матеріалу в канавці. Крім того, поверхня контакту між пристроєм і пластмасою велика і теплообмін вельми ефективний. Наприклад, при середній тривалості обробки як у звичайному екструдері поверхня теплопередачі, з якою вступає в контакт пластмаса в конічному пристрої, у два рази більше. Це означає, що температуру важкої для

обробки пластмаси можна регулювати охолодженням і нагріванням більш ефективно.

Коли для обробки матеріалу використовують пристрій за даним винаходом, густина матеріалу змінюється при його проходженні від пристроїв живлення до кінця шнека. Це відбувається завдяки тому, що матеріал подають у пристрій, головним чином, у вигляді порошку або гранул. У цьому випадку густина становить, звичайно, від 20% до 50% від густини твердого матеріалу. Тому пористість виробу і низька продуктивність часто є проблемою. Оскільки пристрій, показаний на фіг. 1, має конічну форму, колова швидкість ротора 1 вище у зоні живлення, ніж біля вихідного отвору. Співвідношення діаметра ротора 1 у початковій зоні до його діаметра в останній зоні переважно дорівнює відношенню густини твердої маси матеріалу, який екструдують, до об'ємної густини матеріалу. Іншими словами, діаметр ротора 1 у початковій зоні, звичайно, в 1,25 - 5 разів більше, ніж діаметр ротора 1 в останній зоні, причому найбільш переважним є співвідношення, що дорівнює 2.

Якщо пристрій не є конічним, вельми схожий на описаний у попередньому абзаці ефект можна досягти, якщо розмір поперечного перерізу зустрічних канавок 8 змінювати між кінцевою та початковою зонами пристрою так, щоб співвідношення поперечного перерізу початку зустрічної канавки 8 до поперечного перерізу кінця зустрічної канавки приблизно дорівнювало відношенню густини твердої маси матеріалу, який екструдують, до об'ємної густини матеріалу.

У пристроях за цим винаходом зона живлення в осьовому напрямку така ж широка, як діаметр зазору живлення. Довжину зони зсуву, що починається після зони живлення, можна визначити в осьовому напрямку шляхом вимірювання датчиком тиску, коли канавка заповнена матеріалом. Після зони зсуву знаходиться зона гомогенізації та змішування, яка простирається до кінця пристрою. Окрема зона зростання тиску не потрібна, оскільки матеріал у зоні зсуву плавиться незначно та одночасно росте тиск. Пристрій може створювати тиск, який дорівнює втратам тиску вже у зоні зсуву.

Після зони зсуву напрямок зустрічної канавки 8 переважно змінюється, тобто канавки стають одного напрямку, для того, щоб вони збільшували ефективність перемішування. Пристрій може бути у цій зоні або конічним, або циліндричним. Крім того, протилежна сторона на цій ділянці може бути виконана, наприклад, із перекривними півсферичними вирізами, які поліпшують гомогенізацію, як це описано у заявці на патент РСТ/FI96/00658 того ж заявника, яка вказана тут як посилання.

Випробування показали, що відомий екструдер, наприклад, із прямими канавками у зоні живлення швидко переповнюється так, що тиск досягає значення 1000 бар. За даним винаходом, зменшення робочого об'єму та зменшення швидкості зсуву забезпечує швидке створення маси, яка складається з частково нерозплавленого матеріалу та часток, що примушує матеріал у канавці рухатись швидше, а оскільки поперечний переріз самої канавки є переважно постійним, матеріал може виходити з пристрою дуже швидко та ефективно, тому виникнення надто високого тиску усередині пристрою стає неможливим. Випробування показали, що було практично неможливо створити тиск, який міг би зруйнувати пристрій або привести до критичного обертового моменту в пристрої за винаходом. Крім того, оскільки загальна довжина екструдера за винаходом невелика, протитиск не може підвищуватись. В результаті, при збільшенні швидкості обертання виявили зменшення температури матеріалу, іншими словами, пристрій забезпечує дуже широкий діапазон обробки, особливо для цілей зшивання, завдяки широкому діапазону швидкостей обертання, коли можливо створення постійного протитиску шляхом змінення співвідношення шнека і примусового підживлення.

На фіг.2 показаний переріз ще одного варіанта деталі пристрою за даним винаходом. Цифрові позначення на фіг.2 відповідають позначенням на фіг.1. Проміжки 10 між зустрічними канавками 8 виконані так, що по суті в кожній точці у напрямку зазору живлення, тобто, наприклад, на фіг.2 у напрямку стрілки А, принаймні частина проміжку 10 між зустрічними канавками 8 співпадає з кожним іншим проміжком 11 між канавками 7 ротора. Таким чином, зворотний потік може тільки вийти за проміжок 11 однієї канавки 7 ротора.

Фіг.2 показує, як приклад, що матеріал, який екструдують, знаходиться у двох верхніх канавках 7. Ці дві канавки представляють зону зсуву, де невелика частина пластмаси розплавляється через зусилля зсуву й одночасно збільшується тиск. Задача полягає в тому, щоб за допомогою сил тертя розплавити з найбільшою можливою

швидкістю тільки таку кількість матеріалу, яка дозволить підняти тиск. Це відбувається швидко, коли матеріал є компактным, тобто коли він розплавився принаймні з поверхні. Несподівано встановлено, що частка розплавленого матеріалу повинна складати близько 10%. Канавка, що знаходиться біля позиції 1, заповнена сухим порошком. Отже, сигналу тиску не буде. З іншого боку, канавка, яка розташована біля позиції 7, заповнена гранулами порошку і деякою кількістю розплавленої пластмаси, яка є достатньою для створення тиску. Істотною ознакою даного винаходу є те, що тиск на шнеці розвивається дуже рано і як тільки цей тиск досягає величини, яка є достатньою для перевищення втрат тиску уздовж пристрою значно далі в напрямку шнеку, матеріал плавно транспортується по канавках.

На фіг.3 показана деталь пристрою, зображеного на фіг.1. Цифрові позначення на фіг.3 відповідають позначенням на фіг.1 і фіг.2. Для наочності зазор 4 живлення показаний більш широким, ніж він є у дійсності. Ширина зустрічних канавок 8 менше ширини b проміжку 11 між канавками 7. Таким чином дуже ефективно запобігається зворотний потік. Проте, незважаючи на вузьку форму, зустрічні канавки 8 ефективно сприяють тому, що матеріал, який екструдується, просувається уперед по пристрою для екструзування. Переважно, ширина a зустрічної канавки 8 приблизно на 30% - 40% менше, ніж ширина c канавок 7. Витки зустрічних канавок 8 виконані у напрямку, протилежному виткам канавок 7 на роторі 1. Градієнт зустрічних канавок 8 становить від 1° до 90° , причому найбільш переважна величина становить приблизно половину відповідного градієнта канавок на роторі 1. Якщо градієнт дорівнює 90° , ця пряма канавка при нормальному використанні поліпшує пряму подачу матеріалу. Пристрій за цим винаходом можна використати як пластифікатор інжекційного преса, і коли прямий потік матеріалу стримується на кінці інжекції за допомогою, наприклад, поршня, ротор 1 може безперервно обертатись, оскільки інакше матеріал, який підлягає формуванню, може потекти у зворотному напрямку у пристрій по прямим канавках і тиск матеріалу не може піднятися надто високо біля вихідного кінця пристрою. В абсолютних значеннях вельми придатні для зустрічних канавок градієнти від 3° до 10° . Кількість зустрічних канавок 8 переважно більше, ніж кількість канавок 7 на роторі 1. Експерименти показали, що, коли поперечний переріз канавок 7 ротора залишається практично однаковим, по суті не залишається матеріалу, який екструдується, між статором і проміжком 11, розташованим між канавками, навіть при значному зазорі, наприклад, близько 0,4мм.

Переважним є по суті трикутний поперечний переріз канавок 7, такий, що одна сторона трикутника в основному розташована в осьовому напрямку, а друга сторона по суті перпендикулярна до неї, як показано на фіг.3. У по суті трикутній канавці матеріал тече легко і температурні градієнти менше. В канавці матеріал тече вперед і одночасно обертається, і цей поліпшений обертальний потік також істотно зменшує нерегульоване виділення тепла, що створюється при терті.

Проміжки 11 між канавками 7 на роторі 1, можна виконувати похилими так, щоб зазор між ротором 1 і статором 2 був більше на передній кромці проміжку 11, ніж на задній кромці проміжку 11. Проміжок 11 піддається тиску, завдяки чому осьовий потік незначний. Детальна конструкція переважного варіанта виконання проміжків між канавками описана у заявці Фінляндії 964988 того ж заявника, яка приведена тут як посилання.

Фіг.4 представляє собою переріз іншого варіанта пристрою за цим винаходом. Цифрові позначення на фіг.4 відповідають позначенням на фіг.1 - фіг.3. На фіг.4 показаний тільки один зазор живлення 4, ззовні якого розташований статор 2, а усередині - ротор 1. Для наочності на фігурі не показані засоби живлення, привід для обертання ротора 1, а також канавки. Внутрішня частина ротора 1 містить конічний шнек 12, який приводиться у обертання приводом 5. У цьому варіанті кінець зазору живлення 4 має трубчасту форму. За шнеком 12 може знаходитись спрямовуюча оправка 9, на якій виріб розширюється, що дає можливість виготовляти орієнтовані вироби 13. Коли виготовляють звичайні неорієнтовані вироби 13, природно, поперечний переріз не змінюється. Виріб 13 може бути, наприклад, трубою з пластмаси, плівкою або обплетенням кабелю.

Конічний ротор 1 можна легко переміщати у осьовому напрямку так, що зазор живлення 4 можна легко регулювати. Через регулювання зазору живлення можна регулювати вихід продукції, здатність пристрою продукувати тиск, а також кількість тепла, що виділяється через тертя,

без змінення швидкості обертання ротора 1. Шнек 12 може також бути рухомим в осьовому напрямку, так що пристрій можна легко перетворити в інжекційний прес. Продуктивність звичайного поршневого екструдера звичайно становить близько 25 кг/год., у той час як пристрій за даним винаходом забезпечує продуктивність понад 200 кг/год. Коли довжина циліндричного шнека змінюється в осьовому напрямку, легко оптимізувати рівень тиску, який є необхідним тільки для продавлення маси через пристрій. Шнек 12 і спрямовуючу оправку 9 можна виготовити з відповідними каналами і маленькими отворами, через які можна подавати мастило і/або охолоджуючий агент. У цьому випадку можна здійснити змащення в пристрої з, наприклад, розплавленою пластмасою, а охолодження, що відбувається у кінцевій зоні пристрою, можна здійснювати за допомогою будь-якого іншого середовища.

Після випускного отвору екструдера ззовні виробу 13 можна розмістити нагрівальний засіб 14, який працює, наприклад, на мазуті або електриці. Для здійснення зшивання частину нагрівального засобу 14 можна виготовити особливо переважно з кварцового скла, щоб ця частина нагрівального засобу 14 була прозорою і для здійснення зшивання можна було використати інфрачервоне нагрівання, як це докладно описане у заявці PCT/SE96/01169 того ж заявника, приведений тут як посилання. Температуру виробу та час перебування матеріалу усередині нагрівача, тобто тривалість обробки, можна регулювати, наприклад, заданням довжини нагрівача таким чином, щоб матеріал міг достатньо нагріватись також, наприклад, за рахунок конвекції. Температуру нагрівача та тривалість обробки матеріалу регулюють до такого рівня, щоб більша частка вихідного матеріалу була гомогенізована.

Задача такого пристрою, у якому енергія деформації залишається низькою, полягає в тому, щоб скупчені частки пластику не обов'язково повністю розплавлялись, але робота тертя підтримується на рівні, коли частки взаємно пов'язуються поверхнями. Тому можливо дозволити масі з явно нерозплавленими частками проходити через екструдер, який не містить нагрівальні засоби. Цей процес називається безперервним спіканням. Особливо, коли зшитий поліетилен із великою молекулярною вагою обробляють при низькій температурі, тобто, наприклад, у діапазоні від 140°C до 180°C, коли пероксид не вступає у реакцію протягом розумного часу, нерозплавлені частки не важливі для властивостей кінцевого виробу, проте, оскільки за винаходом екструдер з'єднаний з нагрівальним блоком, у якому температура маси швидко підвищується, наприклад, до 250°C, у цьому випадку нерозплавлені частки повністю розплавляються, тобто потік матеріалу стає повністю гомогенізованим і пероксид швидко розпадається.

Як сказано вище, у цьому процесі вельми бажано підтримувати оправку 9 без допомоги хрестоподібної опори, оскільки у такому випадку потік матеріалу не розділяється ні на одній зі стадій. Проте, використання довгої оправки 9 створює проблеми з регулюванням допуску на ширину стінки й центруванням оправки 9. Наприклад, стінка труби товщиною близько 10мм і діаметром 100мм вимагає нагрівача довжиною більш 2м. У цьому випадку оправка 9 легко згинається і не вдається забезпечити її центрованого положення. Цю проблему можна усунути шляхом установки на кінці оправки 9 торсіона 15, діаметр якого менше найбільшого діаметра оправки 9 для зменшення тертя. На кінці торсіона 15 розміщують пробку 16, яка виготовлена з дуже слизького матеріалу, такого як політетрафторетилен, і яка частково прилягає до виробу 13. Таким чином, пробка 16 вільно ковзає по внутрішній стінці виробу 13. Коли пробка 16 знаходиться, наприклад, всередині охолоджувача 17 або навіть далі - на рівні витягаючого пристрою 18, пробка 16 обпирається на вже створену стінку виробу. У цьому випадку центрування оправки 9 у зоні розплавленого матеріалу можна легко провести до абсолютно правильного положення, наприклад, відхиленням осьового положення витягаючого пристрою 18. Довгий торсіон 15 згинає оправку 9 так, що вона центрується так, як потрібно.

Фіг.5 ілюструє вигляд збоку частини ротора 1 пристрою за винаходом. Цифрові позначення на фіг.5 відповідають позначенням на фіг.1 - фіг.4. Фіг.5 показує ротор 1 у зоні подачі матеріалу. У випадку, що показаний на фіг. 5, матеріал, який підлягає екструдуванию, подають за допомогою одного засобу живлення як у внутрішню, так і у зовнішню область ротора 1. При такому засобі живлення ротор 1 містить отвори живлення 19, скрізь які певна кількість матеріалу може текти від засобу живлення у внутрішню область ротора 1. Кромки отворів живлення 19

оснащені скошеними фасками 20 так, щоб поперемінно одна скошена фаска 20 була направлена до зовнішньої поверхні ротора 1, а кожна наступна - до внутрішньої поверхні.

Таким чином, при обертанні ротора 1 матеріал, що подається, поперемінно проходить через один отвір живлення 19 до зовнішньої області ротора 1, а через наступний отвір живлення - до внутрішньої області ротора. Так скошені фаски 20 забезпечують рівномірний розподіл матеріалу, який подається до зовнішньої та внутрішньої області ротора 1. На фіг.5 скошені фаски 20, які направляють матеріал до внутрішньої області ротора 1, зображені пунктирною лінією.

Фіг.6 представляє собою переріз частини ротора пристрою за винаходом, показаного на фіг.5. Цифрові позначення на фіг.6 відповідають позначенням на фіг.1 - фіг.5. Засіб живлення 6 переважно є шнеком примусової подачі, який розвиває достатньо високий тиск у матеріалі, що подається, по мірі його проходження в пристрій для екструджування. За допомогою шнека примусової подачі й за рахунок орієнтації скошених фасок 20 отворів живлення 19 поперемінно до зовнішньої і внутрішньої області ротора 1 у канавки 7 ротора подається достатня кількість матеріалу, що підлягає екструджуванню, що в свою чергу гарантує ефективну та рівномірну продуктивність пристрою для екструджування. На фіг.6 пунктирною лінією показана скошена фаска, яка пропускає матеріал усередину від отвору живлення 19, розташованого за площиною перерізу. Природно, немає необхідності виконувати отвір у місцях, де скошена фаска 20 направлена до зовнішньої поверхні ротора 1. Достатньо, щоб у цьому місці було поглиблення, через яке матеріал може текти до канавок, які розташовані над ротором.

Фіг.7 представляє собою поперечний переріз канавки ротора 1. У прикладі, показаному на фіг.7, форма поперечного перерізу канавки по суті напівкругла. Завдяки розташуванню проміжків 11 між канавками 7 ротора за винаходом, а також проміжків 10 між зустрічними канавками 8, матеріал, що підлягає екструджуванню, гарантовано залишається у канавці 7 і тому залучається у обертальний рух. Напівкругла форма, показана на фіг.7, вельми вигідна для обертального руху. На фіг.7 обертальний рух матеріалу ілюструється стрілками. По суті трикутна форма поперечного перерізу, показана на фіг.3, також є сприятливою для обертання матеріалу, тобто матеріалу надається відповідний обертальний рух, як показано стрілками на фіг.7.

Обертальний потік у канавці шнека, викликаний тертям об циліндр звичайного екструдера, створює значний градієнт температури у канавці. Ця незбалансована температура є шкідливою з двох причин. По перше, вона заважає екструджуванню компонентів, які чутливі до температури, оскільки ясно, що, коли локальна температура, наприклад, на 40°C вище, ніж установлена температура екструдера, наприклад, для зшитого поліетилену, це приводить до створення маси з локальними зшитими зонами. Коли відбувається обробка матеріалу ПВХ (PVC), нерівномірна температура викликає термічне розкладання маси. З іншого боку, нерівномірна температура ускладнює процес обробки, оскільки більшість пластмас легко змінює свою в'язкість при зміні температури. Наприклад, для діапазону швидкості зсуву, типового для поліетилену, при зростанні температури на 60°C в'язкість зменшується зі значення 1000 Па*с приблизно наполовину. Коли канавка виконана напівкруглою або трикутною, матеріал тече більш вільно і температурні градієнти мають меншу величину. Поліпшений обертальний потік також істотно зменшує неконтрольоване виділення тепла від тертя. Відстань між гребенями канавки шнека у відомому екструдері приблизно дорівнює діаметру шнека, тому, звичайно, співвідношення ширини до висоти канавки шнека перевищує 10. Проте, при обробці пластмас із високою молекулярною вагою енергія деформації повинна бути якомога меншою, тобто повинно створюватись якомога менше тепла від тертя. Очевидно, що значно важкіше створити обертальний потік у неглибокій канавці, ніж, наприклад, у напівкруглій або трикутній канавці. Оптимальне співвідношення ширини канавки до її глибини дорівнює переважно від 2 до 7 для конічного екструдера з прямокутними канавками.

Фіг.8 є частковим розрізом виробу за винаходом. Через те що обертальний потік у канавці шнека за винаходом легко здійснюється, проявляються дві його переваги: загальне тертя між статором і ротором набагато менше, ніж передбачалось, що частково обумовлено також наявністю зустрічних канавок, і матеріалу, який тече й обертається, надається шарова структура, тобто матеріал у вигляді стрижня, що проходить по канавці, стає схожим на рулон паперу. В результаті

одержують пластмасову трубу, приклад якої показаний на фіг.8 у вигляді ділянки труби з десятками поперечних смуг, обумовлених обертальним рухом у канавці. У стінці товщиною, наприклад, 4 мм можна виявити більше 50 ламінарних шарів. На фіг.8 ламінарна структура труби 13 показана тонкими лініями. Ця ламінарна структура забезпечує значно кращу ударну міцність і значно поліпшує проникність, особливо при додаванні у матричний пластик, що підлягає екструзуванню, від 1% до 30% бар'єрного пластика, такого як поліамід або ПЕВ (LCP). Ламінарна структура найбільш легко забезпечується, коли матричний і бар'єрний пластики взаємно не змішуються, але переважно мають хорошу взаємну адгезію. Було також виявлено, що бар'єрний пластик має переважно більшу в'язкість при тій самій температурі. Використовуваним бар'єрним пластиком є переважно поліетон (відомий під товарним знаком Ketopex фірми British Petroleum). Труба 13 на фіг.8 виготовлена, наприклад, шляхом екструзування суміші, що складається з 1% поліпропілену в поліетилени.

Коли використовують пероксиди або азосполуки, у пластмасі створюються низькомолекулярні компоненти з неприємним смаком і/або запахом, і вони можуть мігрувати до поверхні поліетилену. В відомому способі виробництва трубу треба вимочувати або піддавати термообробці, щоб її можна було використовувати сумісно з харчовими продуктами. У пристрої за даним винаходом можна виготовити багатошаровий виріб із пластмаси, в якому зовнішній більш товстий шар складається зі зшитого поліетилену, а внутрішній більш тонкий шар, створений бар'єрним пластиком, запобігає міграції продуктів, які залишилися від зшивання зовнішнього шару, до внутрішньої поверхні виробу.

Фіг.9 є виглядом збоку ротора пристрою за даним винаходом. Цифрові позначення на фіг. 9 відповідають позначенням на фіг.1 - фіг.8. На роторі 1 виконана проміжна канавка 21, яка по суті перпендикулярна осьовому напрямку ротора. Проміжна канавка 21 забезпечує додаткову гомогенізацію матеріалу, що підлягає екструзуванню. У проміжній канавці 21 маса може переміщатись на відстань декількох канавок у радіальному напрямку, перш ніж вона знов повертається до канавки 7. Проміжна канавка 21 може розміщуватись або на роторі, або на статорі, або на обох. Особливо для циліндричного ротора 1 об'єм зустрічних канавок 8 переважно зменшується до проміжної канавки 21, а після проміжної канавки 21 зберігається на постійному рівні. В осьовому напрямку проміжна канавка 21 переважно розміщена за серединою екструдера у місці, що знаходиться на відстані 2/3 довжини пристрою в осьовому напрямку. Градієнт канавки 7 ротора можна легко змінити після проміжної канавки 21. Коли градієнт канавки 7 роблять більш крутим, можна легко досягти тієї ж продуктивності, що і в пристрої з постійним градієнтом, але при більш крутому градієнті загальна кількість тепла, що виділяється від тертя, може бути знижена зменшенням довжини канавок. За даним винаходом поперечний переріз канавок 7 залишається по суті незмінним, але визначення «по суті незмінний» також включає випадок, коли ротор і/або статор містить проміжну канавку 21, де частки матеріалу перерозподіляються для забезпечення гомогенності.

У випадку, показаному на фіг.9, зона зсуву продовжується до проміжної канавки 21. Змішування відбувається у проміжній канавці 21 із подальшою гомогенізацією після проміжної канавки 21.

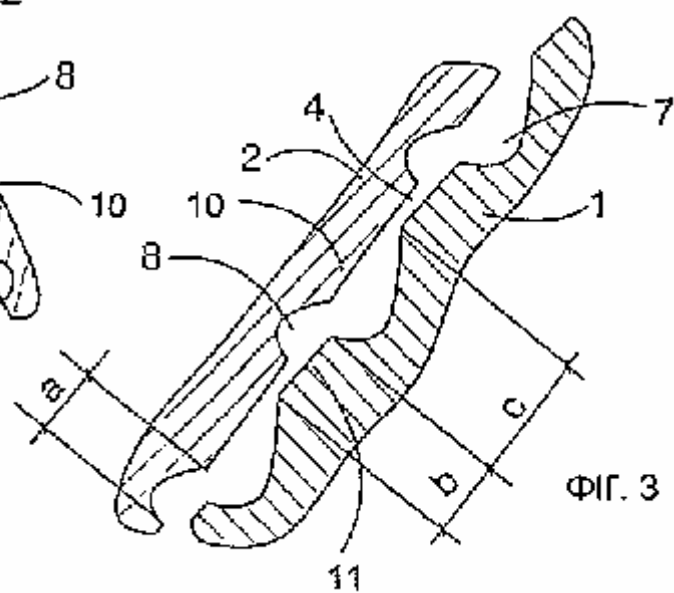
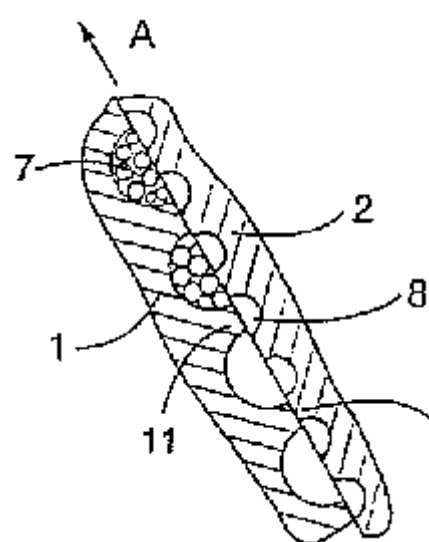
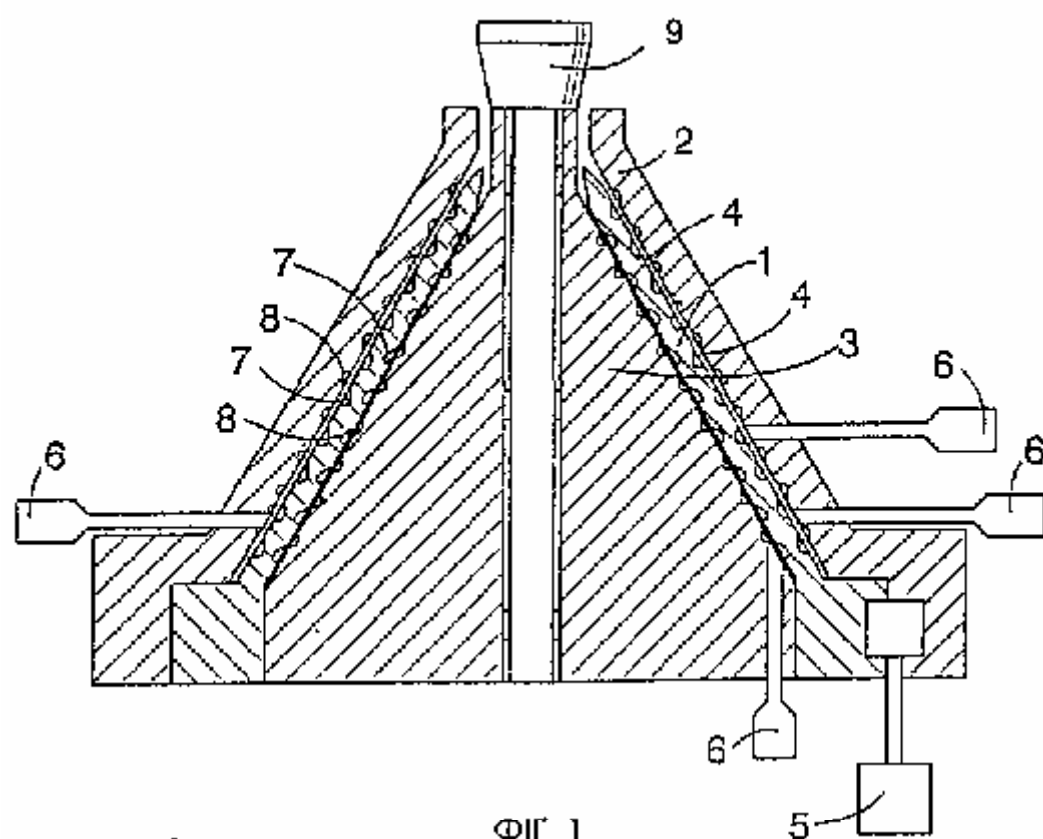
На фіг.10 суцільною лінією показаний графік функції тиску для пристрою за даним винаходом і пунктирною лінією - графік функції тиску для відомого пристрою. В відомому екструдері тиск Р збільшується на кінці довжини І екструдера, і тому він, природно, має найвище значення в точці А, яка відповідає положенню вихідного отвору пристрою. У пристрої за даним винаходом тиск усередині пристрою збільшується вже на ранній стадії у зоні зсуву. В кінці він може навіть зніжуватись в напрямку до вихідного отвору.

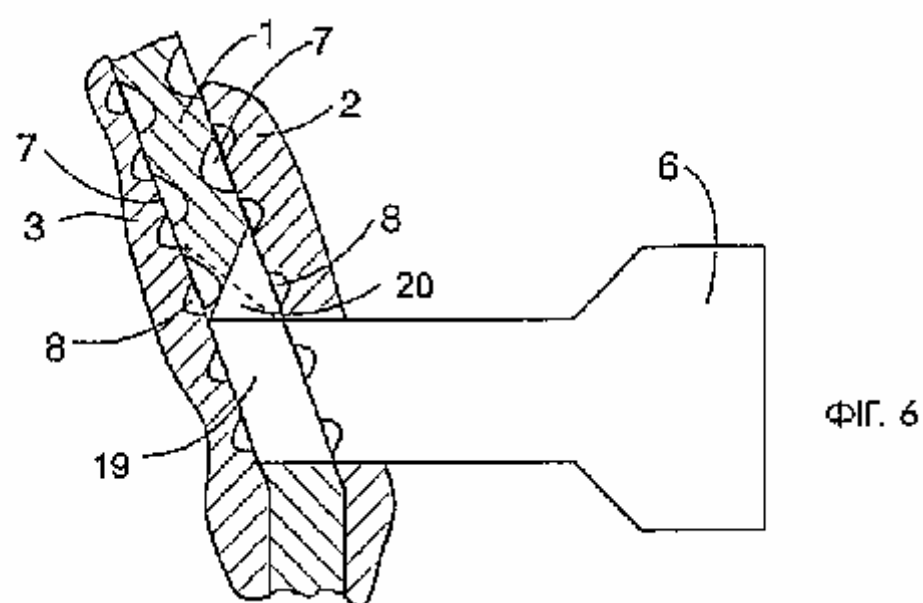
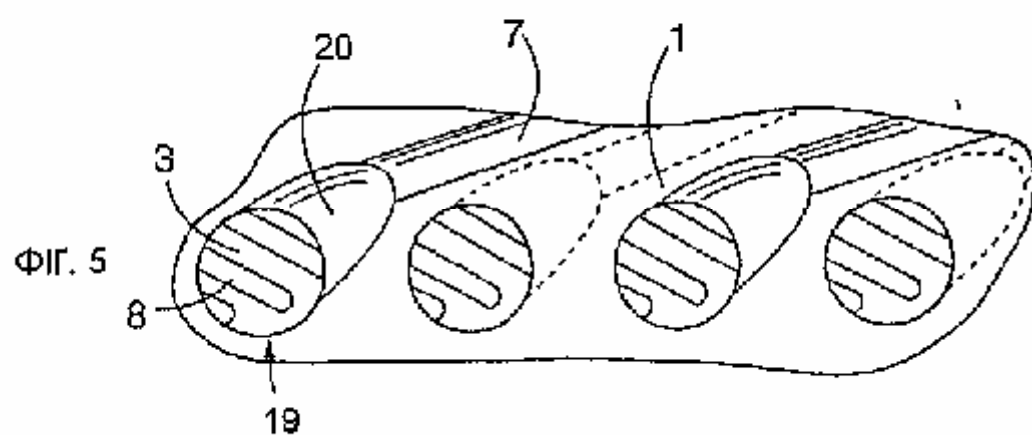
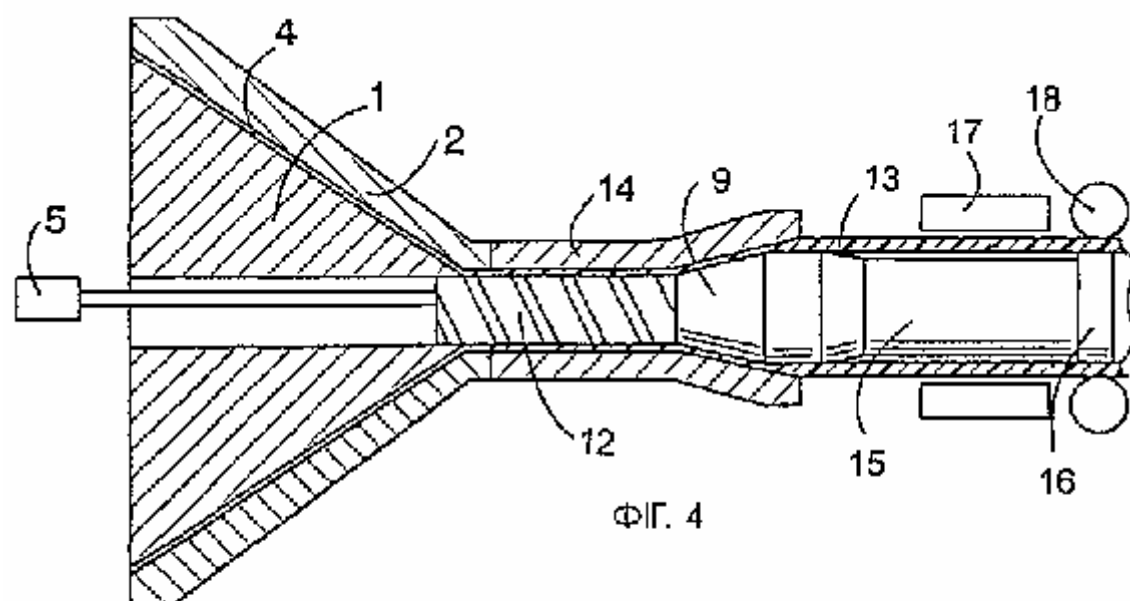
Фіг.11 є частковим перерізом екструдера за даним винаходом. Цифрові позначення на фіг. 11 відповідають позначенням на попередніх кресленнях. Ротор 1 і статор 2 мають циліндричну форму. Канавки 7 ротора мають по суті однаковий поперечний переріз по всій довжині ротора 1. Площа поперечного перерізу зустрічних канавок 8, виконаних у статорі 2, постійно зменшується. Зустрічні канавки 8 простираються до приблизно середини пристрою, переважно до точки, яка лежить на віддаленні 1/3 довжини пристрою.

На фіг.12 показаний розріз частини пристрою за даним винаходом. Цифрові позначення на фіг.12 відповідають позначенням на попередніх

кресленнях. Ротор 1 і статори 2 і 3 мають конічну форму. Ротор 1 виконаний так, що у кінцевій зоні зазор між ротором 1 і статорами 2 і 3 збільшується значно більше, ніж у початковій зоні. Наприклад, у початковій зоні зазор може становити близько 0,5мм, а у кінці - близько 6 мм. Крім того, канавки 7 і зустрічні канавки 8 закінчуються в останній зоні ротора й матеріал тече тільки у вищезгаданому великому зазорі. У цьому випадку можна збільшити швидкість обертання ротора, оскільки в останній зоні швидкість зсуву в матеріалі низька завдяки великому зазору. Вихід продукту також зростає, тобто можна забезпечити високу продуктивність навіть із пристроєм малого розміру. Окрім цього, на кінці можна забезпечити рівномірне поле зсуву так, що можна підтримувати дуже рівномірну температуру матеріалу, що особливо важливо при обробці, наприклад, поліетиленоксиду (PEX). Це також дає можливість почати процес зшивання, якщо це потрібно, вже в екструдері. Ця конструкція також дозволяє виготовити виріб із шаровою структурою, яка не містить ніяких еліптичних частин, показаних на фіг.8, а є повністю шаровою. Потрібне приводне обладнання також має менші розміри, оскільки швидкість обертання може бути високою, а момент меншим при постійній потужності. Крім того, виробничі допуски пристрою можуть бути значно більшими на кінці ротора, тобто собівартість виробництва зменшується. Переважно, щоб більш тонка частина ротора 1 становила принаймні половину довжини ротора; найбільш переважно, щоб пряма секція становила 2/3 довжини ротора. Зустрічні канавки 8 статора виконані так, що вони доходять до точки, де ротор починає звужуватись, тобто зазор збільшується. Метою звуження ротора також може бути створення можливості орієнтації, і ротор може також містити отвори, через які може текти матеріал, іншими словами, конструкція останньої секції ротора може бути такою, як конструкція, що описана в заявці на патент PCT/FI96/00261 того ж заявника, яка приведена тут як посилання.

Додані рисунки і опис мають метою тільки ілюструвати ідею винаходу. Деталі цього винаходу можуть мінятися у обсязі формули винаходу. Тому, наприклад, термін «конічний» також включає форми параболи й гіперболи або конструкцію, де початкова секція має форму зрізаного конуса, а остання секція має циліндричну форму. Крім того, пристрій може мати декілька роторів і/або статорів. А також, при необхідності, ротор може бути розміщений зовні статора.





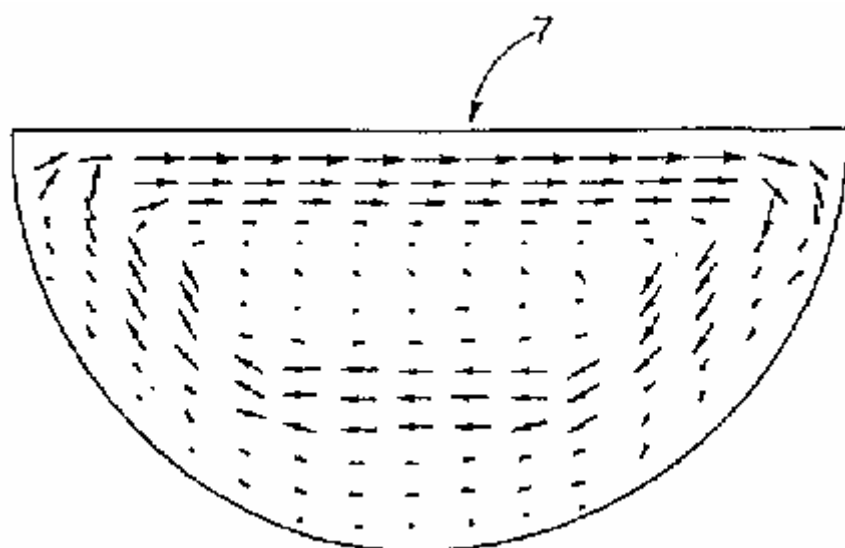


FIG. 7

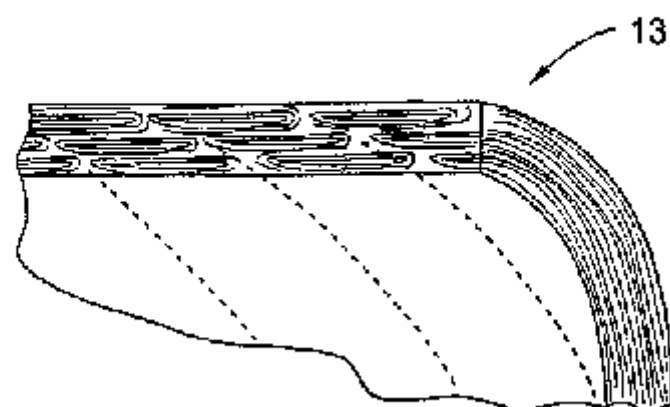


FIG. 8

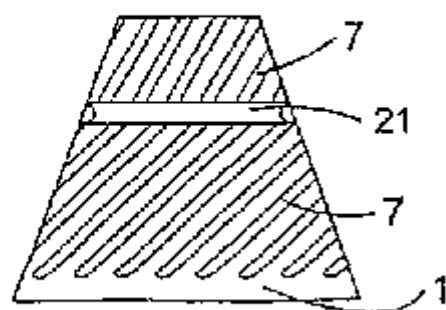
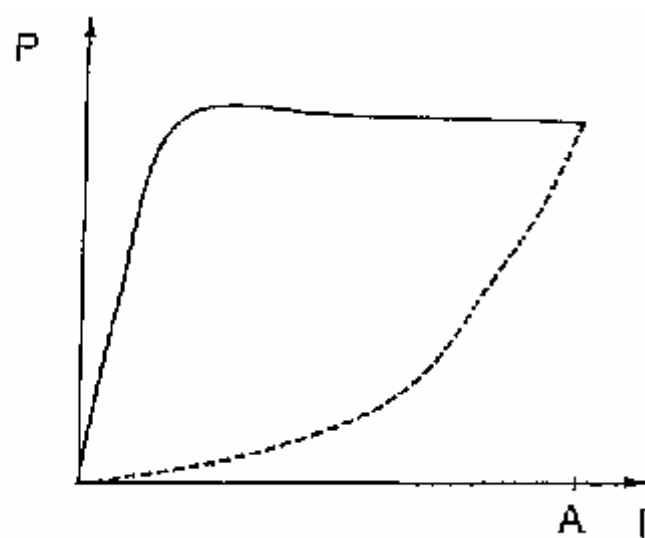
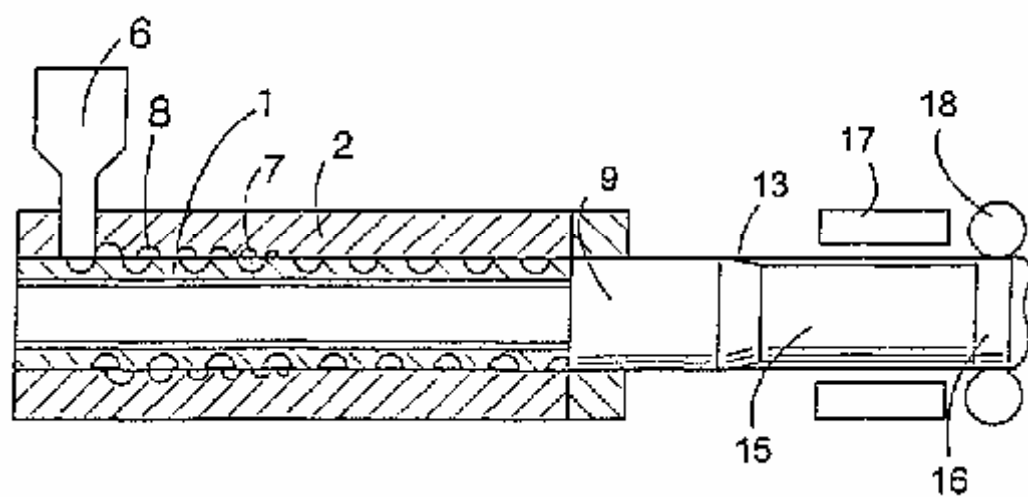


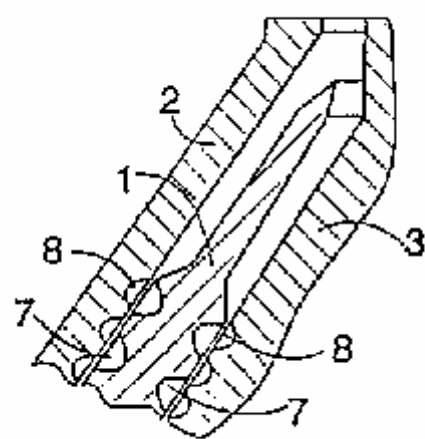
FIG. 9



Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12