



УКРАЇНА

(19) UA (11) 77333 (13) C2
(51) МПК (2006)
B29C 47/36МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ВІДЦЕНТРОВИЙ ЕКСТРУДЕР ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ПОЛІМЕРІВ

1

2

(21) а200501964

(22) 03.03.2005

(24) 15.11.2006

(46) 15.11.2006, Бюл. № 11, 2006 р.

(72) Кузяєв Іван Михайлович, Кузяєва Світлана
Іванівна(73) УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(56) SU 765000, 1980

SU 852611, 1981

SU 939266, 1982

SU 1065233, 1984

US 3912799, 1975

US 3784339, 1974

GB 1208964, 1970

UA 20040705277, 2004

(57) Відцентровий екструдер для переробки полі-
мерів, що містить обертовий, вертикально розта-
шований розплавлювач з циліндричним корпусом і

робочою порожниною, поверхня якої має конічні й дискові ділянки, а на боковій поверхні виконані виступи з дренажними канавками, що зв'язані з периферійними каналами для відведення розплавленого полімерного матеріалу, нагромаджувач з робочою зоною та системи нагрівання й охолодження, який відрізняється тим, що оснащений двома електроприводами асинхронного типу з короткозамкненими роторами, при цьому обмотки роторів виконані з подвійною "білячою кліткою" і встановлені безпосередньо на корпусах розплавлювача й нагромаджувача, робоча зона нагромаджувача обмежена тільки обертовими поверхнями й утворена периферійним і центральним дисковими зазорами, які з'єднані конічним зазором, причому на поверхні периферійного зазору виконані нагнітальні лопаті, а на поверхні центрального зазору - дозувальні лопаті.

Винахід відноситься до полімерного машинобудування та призначений для переробки термопластичних полімерних матеріалів і композицій на їх основі.

Відомий дисковий екструдер для переробки полімерних матеріалів, що містить нерухомий корпус, у середині якого розміщений обертовий диск, який утворює з поверхнею корпусу два робочі дискові зазори. При цьому на поверхнях корпусу виконані спіральні нарізки. Завантаження перероблюваного матеріалу відбувається на периферійній частині дискових зазорів за допомогою двох черв'ячних живильників [Пат. 3784339 США, МКИ В29f3/00. Disk extruder / Artur Springfield (Германія); Kunststoffwerk Gebr. Anger GMBH, Munich. - №210354; Заявл. 21.12.71; Опубл. 08.06.74; НКИ 425/131.-8с.].

До недоліків відомого екструдера слід віднести великі енерговитрати на процес пластикації полімерного матеріалу в робочих зазорах та низький ступінь змішування внаслідок нерозвинених зсувних деформацій.

Відомий екструдер для переробки полімерів,

який містить вертикально встановлений корпус з конічною порожниною, де розташований конічний шнек і конус. При цьому зовнішня поверхня конуса утворює з внутрішньою поверхнею корпусу конічний щільний зазор, який звужується в бік розширення конуса [А.с. 216242 СССР, МКИ³ В29F3/00. Конусно-шнековый экструдер для переработки полимерных материалов / В.А.Силин (СССР). - №1054614/23 - 05; Заявл. 10.02.66; Опубл. 15.06.79, Бюл. №22. - 2с.].

До недоліків відомого екструдера слід віднести значні енерговитрати на плавлення полімерного матеріалу внаслідок значних сил тертя, які виникають у конічному зазорі.

Відомий дисковий екструдер для переробки полімерних матеріалів, який містить нерухомий корпус і обертовий диск із порожниною, де встановлена крильчатка з індивідуальним приводом обертання. При цьому в екструдері утворені дві робочі зони, які знаходяться між торцевими поверхнями обертового диска й корпусу та зв'язані між собою через порожнину диска й крильчатку [А.с. 1065233 СССР, МКИ³ В29F3/012. Дисковый экструдер для

(13) C2

(11) 77333

(19) UA

переработки полимерных материалов / Ю.А.Кузнецов, В.А.Успенский, И.М.Кузьев (СССР). - №3441208/23 - 05; Заявл. 24.05.82; Опубл. 07.01.84, Бюл. №1 - 3с.].

До недоліків відомого екструдера слід віднести підвищені енерговитрати на плавлення полімерного матеріалу в першій робочій зоні й низьку продуктивність внаслідок виникнення нестабільності руху перероблюваного матеріалу в другій робочій зоні.

Відомий черв'ячно-дисковий екструдер для переробки полімерних матеріалів, що містить нерухомий корпус, де розміщений транспортуючий черв'як з порожниною, в якій установлений диск, що утворює з корпусом робочий зазор. На валу диска змонтована втулка, яка має привод зворотно-поступального руху. Крім того, диск і черв'як мають індивідуальні приводи обертального руху [А.с. 852611 СССР, МКН³ В29F3/012. Червячно-дисковый экструдер / В.А.Успенский, И.М.Кузьев (СССР). - №2772193/25 - 05; Заявл. 30.05.79; Опубл. 07.08.81, Бюл. №29 - 3с.].

До недоліків відомого екструдера слід віднести значні енерговитрати на створення поступального руху, що викликано подоланням достатньо великих зусиль від пружних і в'язких властивостей розплавів полімерів, а також низьку якість отримуваного виробу внаслідок пульсуючого руху матеріалу.

Найбільш близьким за технічною сутністю й досяжному результату до запропонованого винаходу є відцентровий екструдер для переробки полімерів, який містить обертовий, вертикально розташований розплавлювач з циліндричним корпусом і робочою порожниною, поверхня якої має конічні й дискові ділянки, а на боковій поверхні виконані виступи з дренажними канавками, що зв'язані з периферійними каналами для відведення розплавленого полімерного матеріалу, а також нагромаджувач з робочою зоною, утвореною нерухомим корпусом й обертовим елементом, що є продовженням розплавлювача. Крім того, розплавлювач і нагромаджувач постачені системами нагрівання й охолодження за схемою подачі теплоносіїв [А.с. 765000 СССР, МКИ³ В29F3/012. Центробежный экструдер для полимеров / Н.М.Климашевич, Ю.И.Пушкарев (СССР). - №2673572/23 - 05; Заявл. 16.10.78; Опубл. 23.09.80, Бюл. №35. - 3с.] (прототип).

До недоліків прототипу варто віднести значні енерговитрати, які викликані такими причинами: по-перше, внаслідок втрат потужності на передачу крутного моменту від електродвигуна до обертового розплавлювача в елементах трансмісії (у редукторі, у клинопасовій передачі, у муфтах, тощо); по-друге, внаслідок нагрівання теплоносіїв для систем нагрівання й, навпаки, охолодження теплоносіїв для систем охолодження, а також на їх переміщення по трубопроводам; по-третє, внаслідок значних дисипативних виділень у робочій зоні нагромаджувача, що зв'язано з великою відносною швидкістю оберткових і нерухомих елементів нагромаджувача, а також жорсткою обумовленістю роботи розплавлювача й нагромаджувача. Крім того, впровадження систем нагрівання з використанням теплоносіїв у швидкооберткових вузлах

зв'язано зі значною трудоемністю виготовлення й налагодження такого агрегату внаслідок постійного динамічного балансування й встановлення складної ущільнювальної системи.

В основу винаходу поставлена задача зменшення енерговитрат на переробку полімерного матеріалу й зниження трудоемності виготовлення й налагодження відцентрового екструдера шляхом роз'єднання функціональних можливостей розплавлювача й нагромаджувача, а також суміщення енергетичних ресурсів для плавлення й переміщення полімерного матеріалу в робочих зонах відцентрового екструдера.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому відцентровому екструдері для переробки полімерів, який містить обертовий, вертикально розташований розплавлювач з циліндричним корпусом і робочою порожниною, поверхня якої має конічні й дискові ділянки, а на боковій поверхні виконані виступи з дренажними канавками, що зв'язані з периферійними каналами для відведення розплавленого полімерного матеріалу, а також нагромаджувач з робочою зоною та системи нагрівання й охолодження, відповідно до винаходу екструдер постачений двома електроприводами асинхронного типу з короткозамкненими роторами, при цьому обмотки ротора виконані з подвійною "білячою кліткою" і встановлені безпосередньо на корпусах розплавлювача й нагромаджувача; крім того, робоча зона нагромаджувача обмежена тільки обертовими поверхнями й утворена двома дисковими зазорами (периферійним і центральним), які з'єднані конічним зазором, причому на поверхні периферійного зазору виконані нагнітальні лопаті, а на поверхні центрального зазору - дозувальні лопаті.

На Фіг.1 поданий відцентровий екструдер для переробки полімерів; на Фіг.2 - переріз А-А на Фіг.1; на Фіг.3 дисково-конічний робочий елемент; на Фіг.4 - вид на робочу поверхню вкладня нагромаджувача; на Фіг.5 - обмотка ротора з подвійною "білячою кліткою".

Відцентровий екструдер містить нерухомий корпус 1, де на підшипниках 2 встановлений обертовий циліндричний корпус розплавлювача 3, а на підшипниках 4 встановлений обертовий корпус нагромаджувача 5 (Фіг.1)

На корпус розплавлювача 3, у його нижній частині, жорстко насаджений дисково-конічний робочий елемент 6, який зверху має центральну конічну поверхню 7 і периферійну дискову поверхню 8 з прохідними вікнами 9, а знизу має центральну 10 і периферійну 11 дискові поверхні, що з'єднані між собою конічною поверхнею 12 (Фіг.3). Корпус розплавлювача 3 і робочий елемент 6 утворюють робочу порожнину 13, на боковій поверхні якої виконані виступи 14 з дренажними канавками 15, що зв'язані з периферійними каналами 16 для відведення розплавленого полімерного матеріалу (Фіг.1 і Фіг.2).

У центральній частині корпуса нагромаджувача 5 встановлений вкладень 17, який зафіксований у корпусі через штифти 18. Робоча поверхня вкладня 17 повторює конфігурацію нижньої поверхні робочого елемента 6, причому на периферійній дисковій поверхні виконані нагнітальні лопаті 19, а

на центральній дисковій поверхні - дозувальні лопаті 20 (Фіг.4).

Відповідні поверхні нижньої частини дисково-конічного робочого елемента 6 і робочої поверхні вкладня 17 утворюють три функціональні зазори робочої зони нагромаджувача, а саме: периферійний (нагнітальний) дисковий зазор 21; конічний (змішувальний) зазор 22; центральний (дозувальний) дисковий зазор 23.

Привод розплавлювача складається з обмотки 24, яка виконана за аналогією з обмоткою статора асинхронного двигуна, і обмотки 25, яка виконана за аналогією з обмоткою ротора асинхронного двигуна. Причому обмотка 25 виконана за схемою для подвійної "білячої клітини" (Фіг.2 і Фіг.5). Таке виконання дає змогу, крім покращення пускових характеристик двигуна, регулювати температуру в обмотці, а отже й в корпусі розплавлювача 3, підбираючи відповідні параметри обмотки, а саме, діаметри D стержнів 26 внутрішньої клітки, діаметри d стержнів 27 зовнішньої клітки, відстань h між осями стержнів, а також величину зазору δ_1 між внутрішньою поверхнею обмотки 24 і зовнішньою поверхнею обмотки 25.

Привод нагромаджувача має таку ж основну схему, як і для розплавлювача. Однак, внаслідок можливих дисипативних виділень у робочій зоні нагромаджувача (функціональні зазори 21, 22 і 23), для більш інтенсивного охолодження корпусу нагромаджувача 5 і обмоток ротора, останній виконаний з двох частин - верхньої 28 і нижньої 29, між якими в корпусі 5 виконані радіальні охолодні отвори 30. Обмотки статора також мають верхню 31 і нижню 32 частини.

Для постійного охолодження обмоток статора 24, 31 і 32 на корпусі розплавлювача встановлена крильчатка 33, а в корпусі 1 виконані осьові охолодні отвори 34. Для регулювання охолодження корпусу нагромаджувача 5 на ньому встановлена крильчатка 35.

Нерухомий корпус 1 змонтований через болти 36 на плиті 37, в центральній частині якої виконана філь'єра 38 з вихідним отвором 39. На зовнішній поверхні філь'єри знаходиться нагрівач 40 і закріплені жалюзі 41.

Для запобігання виходу перероблюваного матеріалу з робочих зон встановлені ущільнювальні вузли 42 і 43.

У верхню частину робочої порожнини 13 входить завантажувальний патрубок 44, який кріпиться до нерухомого корпусу 1 (на рисунках не показано).

Для зменшення теплових втрат встановлені теплоізоляційні екрани 45 і 46.

Для охолодження корпусу нагромаджувача в ньому виконані осьові охолодні отвори 47, а на периферійній частині вкладня 17 виконані пази 48.

Екструдер працює наступним чином. Подають напругу на обмотки статорів 24, 31 і 32, у результаті чого виникає обертове магнітне поле, яке індукує електрорушійну силу (ЕРС) у статорній та роторній обмотках. У результаті виникнення ЕРС в обмотках роторів 25, 26 і 29 починають обертатися корпуси розплавлювача 3 і нагромаджувача 5. Причому, задаючи необхідні параметри напруги й частоти струму, відповідно з параметрами обмоток

ротора 25 і роторів 28 та 29, виходять на режим з однаковими кутовими швидкостями ω_1 і ω_2 і однаковим напрямком обертання. У цей же момент також починають обертатися крильчатки 33 і 35. Причому осьові охолодні отвори 34 у корпусі 1 постійно відкриті, що дає змогу для постійного охолодження корпусу 1 і підшипників 2 і 4. Що ж стосується дії крильчатки 35, то на початковій стадії роботи екструдера вона працює вхолосту, тому що потік повітря від неї видихається жалюзями 41, які у даний момент закриті.

Після досягнення необхідної швидкості обертання через завантажувальний патрубок 44 у робочу порожнину 13 подається перероблюваний матеріал, який відтискується за рахунок значних відцентрових сил до бокової поверхні. Коли бокова поверхня робочої порожнини 13 набуде температури, яка відповідає температурі плавлення полімерного матеріалу, за рахунок нагрівальних властивостей обмотки 25, що досягається підбором діаметрів D і d , відстаней h і δ_1 а також відповідного матеріалу для стержнів 26 і 27 (від міді, через латунь і бронзу, до сплавів з більшим омичним опором), полімерний матеріал починає плавитися. Розплав полімеру через дренажні канавки 15 витискується у канали 16, через які прямує до прохідних вікон 9 і далі у периферійний дисковий зазор 21 робочої зони нагромаджувача.

На наступній стадії кутова швидкість корпусу нагромаджувача уповільнюється, тобто стає справедливим відношення $\omega_2 < \omega_1$. При цьому, внаслідок увігнутості лопатів 19 до напрямку обертання, перероблюваний матеріал буде подаватися до центру. Необхідно чітко слідкувати за даною умовою. Якщо змінити напрямок обертання, тобто, згідно з Фіг.4 зробити напрямок обертання за годинниковою стрілкою, то при даній увігнутості матеріал буде відкидатися до периферії. Робоча зона нагромаджувача може також функціонувати й при умові $\omega_2 > \omega_1$, але в даному випадку будуть більші енерговитрати на переробку матеріалу.

Виходячи з лопатів 19, матеріал потрапляє в конічний зазор 22, де відбувається його інтенсивне змішування, після чого він надходить до центрального дискового зазора 23, де відбувається стабілізація потоку розплаву після змішувального зазора 22 і надання необхідного тиску для подолання опору вихідного отвору 39. Лопаті 20 у центральному дисковому зазорі 23 мають аналогічну конфігурацію з лопатями 19.

При проходженні розплавом полімеру через робочі зазори 21, 22, 23 нагромаджувача можуть виникати значні дисипативні виділення, у результаті яких буде підвищуватися температура. Для запобігання перегріву перероблюваного матеріалу, у разі необхідності, тобто при перевищенні необхідної температури, жалюзі 41 відкриваються й потік повітря, який викликаний обертанням крильчатки 35 подається в корпус нагромаджувача 5 по шляху: осьові охолодні отвори 47 - пази 48 - радіальні охолодні отвори 31.

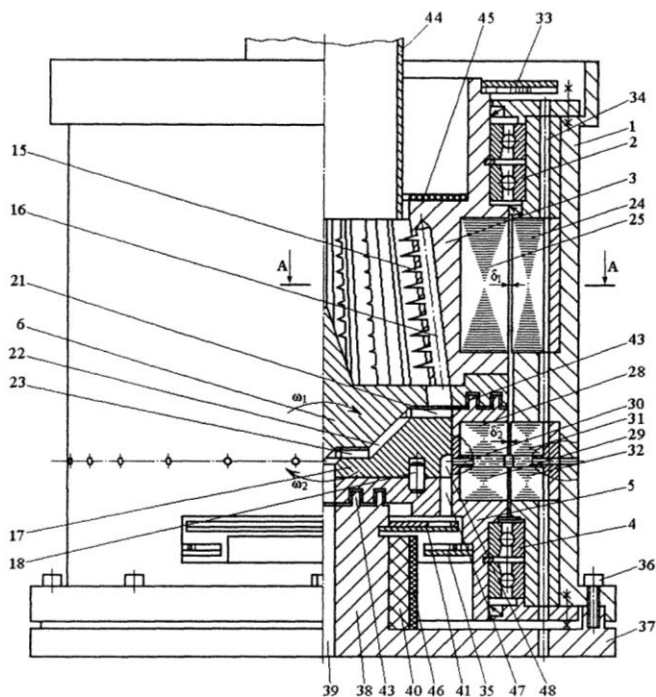
Нагрівач 40 використовується, як правило, у ролі стартового нагрівача, тобто на початковій стадії роботи екструдера. У подальшому, після прогрівання філь'єри 38 і за умови надійності теплоізоляційного екрану 46 нагрівач 40 може бути

вимкнутим.

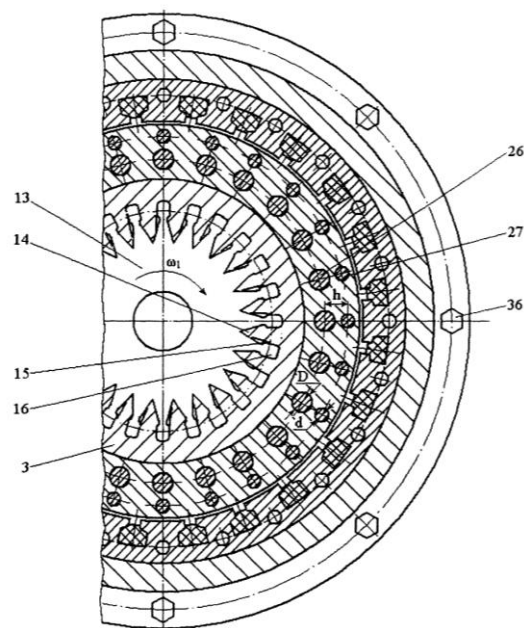
Таким чином, у запропонованому екструдері роз'єднані функціональні можливості розплавлювача й нагромаджувача, шляхом застосування індивідуальних приводів, що дає змогу окремого регулювання режимів плавлення в робочій зоні розплавлювача й режимів змішування в робочій зоні нагромаджувача. Крім того, суміщені енергетичні ресурси для плавлення й переміщення полі-

мерного матеріалу в робочих зонах відцентрового екструдера шляхом встановлення обмоток ротора безпосередньо на корпусах розплавлювача й нагромаджувача, що дає змогу одночасно створювати й обертовий момент, і відповідну температуру.

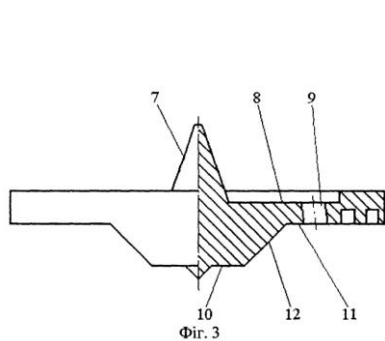
Запропонований винахід можна застосовувати на будь-якому підприємстві, де переробляється полімерний матеріал.



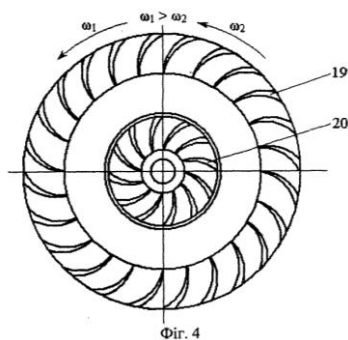
Фиг. 1



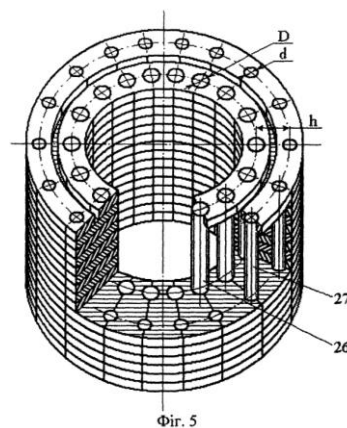
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5