



УКРАЇНА

(19) UA (11) 81255 (13) C2

(51) МПК (2006)

B29B 9/00

B29B 11/00

B29C 44/34

B29K 25/00 (2006.01)

B29K 105/04 (2006.01)

C08J 9/16 (2006.01)

C08L 25/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ЗДАТНОГО СПІНЮВАТИСЯ ПОЛІСТИРОЛУ

1

2

(21) а200500351

(22) 06.06.2003

(24) 25.12.2007

(86) РСТ/ЕР03/05952, 06.06.2003

(31) 102 26 749

(32) 14.06.2002

(33) DE

(72) ДІТЦЕН ФРАНЦ-ЙОЗЕФ, ЕРМАНН ГЕРД,
ШМІД БЕРНХАРД, ЛАУН МАРТІН, ХАН КЛАУС,
РУХ ІОАХІМ, АЛЛЬМЕНДІНГЕР МАРКУС, ХОЛОХ
ЯН, ДАТКО АХІМ

(73) БАСФ АКЦІЕНГЕЗЕЛЬШАФТ

(56) WO, 0043442, A1, 27.07.2000

US, 5271886, A, 21.12.1993

US, 6340713, B1, 22.01.2002

US, 4606873, A, 19.08.1986

US, 4644013, A, 17.02.1987

(57) 1. Спосіб одержання здатних спінюватися полімерів стиролу з молекулярною масою M_w більше, ніж 170000 г/моль, який відрізняється тим, що розплав полістиролу, який містить спінювальний агент, з температурою від 140 до 300°C пропускають через соплову плиту з отворами, діаметр яких на виході сопла складає щонайбільше 1,5мм, та потім гранулюють.

2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що здатний спінюватися полістирол має молекулярну масу від 190000 до 400000 г/моль.

3. Спосіб за п. 1 або 2, який відрізняється тим, що здатний спінюватися полістирол має молекулярну масу з неоднорідністю M_w/M_n максимально 3,5.

4. Спосіб за одним із пп. 1-3, який відрізняється тим, що як полістирол застосовують чистий полістирол (GPPS), ударостійкий полістирол (HIPS), акрилонітрил-бутадієнполістирол (ABS), акрилонітрилстирол (SAN) або їх суміші або суміші з поліфеніловим етером (PPE).

5. Спосіб за одним із пп. 1-4, який відрізняється тим, що розплав полістиролу у гомогенному роз-

поділі містить від 2 до 10 мас. % одного або кількох спінювальних агентів, вибраних з групи, яка включає аліфатичні вуглеводні з 2-7 атомами вуглецю, спирти, кетони, етери або галогеновані вуглеводні.

6. Спосіб за одним із пп. 1-5, який відрізняється тим, що розплав полістиролу, який містить спінювальний агент, містить також пом'якшувачі, такі як мінеральні масла, олігомерні полістироли, фталати в кількості від 0,05 до 10 мас. %, залежно від загального вмісту полістиролу.

7. Спосіб за одним із пп. 1-6, який відрізняється тим, що розплав полістиролу, який містить спінювальний агент, при температурі від 160 до 240°C пропускають через соплову плиту.

8. Спосіб за одним із пп. 1-7, який відрізняється тим, що температуру соплової плити збільшують щонайменше до температури розплаву полістиролу, який містить спінювальний агент.

9. Спосіб за одним із пп. 1-8, який відрізняється тим, що діаметр (D) соплових отворів на сопловій плиті складає від 0,2 до 1,2мм.

10. Спосіб за одним із пп. 1-9, який відрізняється тим, що соплова плита має отвори із співвідношенням L/D (довжини (L) соплової зони, діаметр якої максимально відповідає діаметру на виході сопел, до діаметра (D) на виході сопел) щонайменше 2.

11. Спосіб за одним із пп. 1-10, який відрізняється тим, що діаметр (E) отворів на вході сопел соплової плити щонайменше вдвічі більше, ніж діаметр (D) на виході сопел.

12. Спосіб за одним із пп. 1-11, який відрізняється тим, що соплова плита має отвори з кінічним входом, вхідний кут α яких менший від 180°.13. Спосіб за одним із пп. 1-12, який відрізняється тим, що соплова плита має отвори з кінічним виходом, вихідний кут β яких менший від 90°.

(13) C2

(11) 81255

(19) UA

14. Спосіб за одним із пп. 1-13, який **відрізняється** тим, що соплова плита має отвори з різним діаметром на виході (D).

15. Спосіб за одним із пп. 1-14, який **відрізняється** тим, що розплав полістиролу, який містить спінювальний агент, містить також від 0,05 до 1,5мас. % води, залежно від загального вмісту полістиролу.

16. Спосіб одержання здатних спінюватися полістиролів з молекулярною масою M_w більше, ніж 170000г/моль, який включає такі стадії:

- а) полімеризацію моностиролу,
- б) дегазацію одержаного розплаву полістиролу,
- с) введення спінювального агента за допомогою статичного або динамічного змішувача при температурі щонайменше 150°C,

д) охолодження розплаву полістиролу, що містить спінювальний агент, до температури щонайменше 120°C,

е) вивантаження суміші через соплову плиту з отворами, діаметр яких на виході складає максимально 1,5мм та

ф) грануляцію розплаву, що містить спінювальний агент.

17. Спосіб за п. 16, який **відрізняється** тим, що стадію ф) здійснюють безпосередньо за сопловою плитою під водою при тиску від 1 до 10 бар.

18. Спосіб за пп. 16 або 17, який **відрізняється** тим, що полімеризацію моностиролу здійснюють в присутності здатних до співполімеризації мономерів.

19. Спосіб за одним з пп. 16-18, який **відрізняється** тим, що у розплав полістиролу додатково вводять присадки.

Даний винахід стосується способу одержання здатних спінюватися полістиролів з молекулярною вагою M_w більше, ніж 170000г/моль, причому розплав полістиролу, який містить спінювальний агент, з температурою щонайменше 120°C пропускають через соплову плиту з отворами, діаметр яких на виході сопла складає щонайбільше 1,5мм, та після цього гранулюють, а також здатних спінюватися полістиролів (EPS) з молекулярною вагою M_w більше, ніж 170000г/моль, вміст внутрішньої води в яких становить від 0,05 до 1,5ваг. %.

Вже давно відомий спосіб одержання здатних спінюватися полістиролів, таких як здатний спінюватися полістирол (EPS), методом суспензійної полімеризації. Недолік цього методу полягає в тому, що при ньому утворюються великі кількості стічних вод, які необхідно утилізувати. Для виведення внутрішньої води полімери необхідно висушувати. Крім того суспензійна полімеризація, як правило, призводить до великого розподілу розмірів отриманих суспензійною полімеризацією полімерів, просівання яких є досить затратним та веде до одержання різних фракцій.

Спінені [наприклад, відомі з US 3,817 669] та здатні до спізнення полімери стирулу можуть також бути одержані екструзійним способом [GB-A-1 062 307]. [Європейська заявка EP-A 668 139] описує спосіб економічного одержання здатного спінюватися полістирольного гранулята EPS, причому розплав, що містить спінювальний агент, може бути одержаний за допомогою статичних змішувальних елементів на стадії диспергування, витримування та охолодження, після чого він може бути гранульований. Внаслідок охолодження розплаву на кілька градусів вище температури затвердіння необхідно вивести велику кількість тепла.

Міжнародна заявка [WO 98/51735] описує здатні спінюватися полістироли, що містять частинки графіту, зі зниженою теплопровідністю, які одержують методом суспензійної полімеризації або екструзії у двошнековому екструдері. Внаслідок високих зусиль зрізування у двошнековому екст-

рудері, як правило, спостерігають істотні зниження молекулярної ваги застосовуваних полімерів та/або часткове розкладання присадок, таких як антипірени. і

Для досягнення оптимальних ізолюючих властивостей та вигідної поверхні виробів з пінопласту число вічок та структура піни, яка утворюється при спінюванні здатних спінюватися полістиролів EPS, має вирішальне значення. Одержані екструзією EPS - і грануляти часто не піддаються спінюванню до одержання пінопластів з оптимальною структурою піни.

Задача винаходу полягає в тому, щоб усунути зазначені недоліки та знайти економічний спосіб одержання здатних спінюватися полістирольних гранулятів з малим розміром гранул та однорідним розподілом розмірів гранул, які можна спінювати до одержання пінопластів з гомогенною структурою та високим числом вічок.

Таким чином був описаний наведений вище спосіб, а також здатні спінюватися полістироли (EPS) з молекулярною вагою M_w більше, ніж 170000г/моль, які містять від 0,05 до 1,5ваг. % внутрішньої води.

З'ясували, що грануляція полістиролів з молекулярною вагою M_w нижче 170000г/моль призводять до зношування полімеру. Здатний спінюватися полістирол має молекулярну вагу переважно в межах від 190000 до 400000г/моль, особливо переважно в межах від 220000 до 300000г/моль. В результаті зниження молекулярної ваги за рахунок зрізання та/або впливу температури молекулярна вага здатного спінюватися полістиролу, як правило, є приблизно на 10000г/моль нижчою молекулярної ваги застосовуваного полістиролу.

Для одержання якомога менших частинок грануляту розширення струменя екструдера на виході із сопла повинно бути якомога меншим. Було встановлено, що на розширення струменя може впливати також розподіл молекулярної ваги полістиролу. Тому здатний спінюватися полістирол повинен мати розподіл молекулярної ваги з нерівно-

мірністю M_w/M_n не більше 3,5, переважно в межах від 1,5 до 2,8 та особливо переважно від 1,8 до 2,6.

Як полістироли переважно застосовують чистий полістирол (GPPS), ударостійкий полістирол (HIPS), аніонно-полімеризований полістирол або ударостійкий полістирол (A-IPS), співполімер стиролу та α -метилстиролу, акрилонітрил-бутадієнполістирол (ABS), акрилонітрилстирол (SAN), акриловий естер акрилонітрилстиролу (ASA), метакрилатбутадієнстирол (MBS), метилметакрилат-акрилонітрилбутадієнстирол (MABS)-або їх суміші або суміші з поліфеніловим етером (PPE).

Названі полістироли для покращення механічних властивостей або термостійкості, в разі необхідності, при застосуванні агентів, які забезпечують сумісність, можуть бути змішані з термопластичними полімерами, такими як поліаміди (PA), поліолефіни, наприклад, поліпропілен (PP) або поліетилен (PE), поліакрилати, такі як поліметилметакрилат (PMMA), полікарбонат (PC), поліестери, такі як поліетилентерефталат (PET) або полібутилентерефталат (PBT), поліетерсульфони (PES), поліетеркетони або поліетерсульфіди (PES) або їх суміші, як правило, у кількості максимум 30 ваг. %, переважно інтервалі від 1 до 10 ваг. %, залежно від загального вмісту полімерного розплаву. Можливими в названих кількісних межах є також суміші з гідрофобно модифікованими або функціоналізованими полімерами або олігомерами, каучуками, таким як поліакрилати або полідієни, наприклад, блокспівполімери стиролу та бутадієну або, зі здатними до біологічного розщеплення аліфатичними або аліфатично-ароматичними співполіестерами.

До розплавів полістиролів можна також домішувати полімерециклати вказаних вище термопластичних полімерів, зокрема полістироли та здатні спінюватися полістироли (EPS) у кількостях, які значною мірою не погіршують їх властивості, як правило, у кількості щонайбільше 30 ваг. %, зокрема від 1 до 10 ваг. %.

Розплав полістиролу, як правило, містить один або кілька гомогенно розподілених спінювальних агентів у кількості від 2 до 10 ваг. %, залежно від загального вмісту розплаву. Придатними спінювальними агентами є зазвичай застосовувані в EPS фізичні спінювальні агенти, такі як аліфатичні вуглеводні, що містять від 2 до 7 атомів вуглецю, спирти, кетони, етери або галогеновані вуглеводні. Перевагу надають ізо-бутану, н-бутану, ізо-пентану, н-пентану.

Для покращення здатності спінювання в полістирольну матрицю можуть бути введені тонкодисперсні крапельки внутрішньої води. Це можна, наприклад, здійснювати шляхом додавання води в розплавлену полістирольну матрицю. Переважно додавання відбувається перед дозуванням спінювального агента. Гомогенний розподіл води можна досягнути за допомогою пластифікатора або статичних змішувачів.

Кількість води, яку додають, обирають таким чином, що здатність спінювання α полістиролів (EPS) (визначена як насипна вага до спінення / насипна вага після спінення) становить максима-

льно 125. Як правило, достатня кількість води складає від 0,05 до 1,5 ваг. % води, залежно від загального вмісту полістиролу.

Здатні спінюватися полістироли (EPS), які містять щонайменше 90% внутрішньої води у формі крапельок внутрішньої води з діаметром від 0,5 до 15 мкм, при спінюванні утворюють пінопласти з достатньою кількістю вічок та гомогенною структурою піни.

Насипна вага гранулятів здатного спінюватися полістиролу (EPS) складає, як правило, максимум 700 г/л.

Крім того до розплаву полістиролу можна додавати присадки, затравки, пом'якшувачі, антипірени, розчинні та нерозчинні неорганічні та/або органічні барвники та пігменти, наприклад, абсорбери інфрачервоного світла, такі як сажа, графіт або алюмінієвий порошок, разом або окремо. Як правило, барвники та пігменти додаються в кількостях від 0,01 до 30, переважно від 1 до 5 ваг. %. Для гомогенного та мікродисперсного розподілу пігментів у полістиролі, особливо коли йдеться про полярні пігменти, доцільно застосовувати допоміжний засіб диспергування, наприклад, ораносіляни або щеплені ангідридом maleїнової кислоти полістироли, та домішувати їх при низьких зусиллях зрізування, наприклад, менш 30/сек., за допомогою бічного екструдера або статичного змішувача. Переважними пом'якшувачами є мінеральні масла, олігомерні полістироли, фталати в кількості від 0,05 до 10 ваг. %, залежно від загального вмісту полістиролу.

Високомолекулярні полістироли дозволяють пропускати розплав полістиролів, який містить спінювальний агент, через соплову плиту при температурі від 140 до 300°C, переважно від 160 до 240°C. Охолодження до температури склування не потрібне.

Температура соплової плити збільшується щонайменше на температуру спінювального агента полістирольного розплаву. Переважно температура соплової плити на 20-100°C вище температури спінювального агента полістирольного розплаву. Це перешкоджає осадженню полімерів у соплах та забезпечує грануляцію без перешкод.

Для одержання конкурентоздатних розмірів гранул діаметр (D) соплових отворів на виході сопла повинен складати від 0,3 до 1,2 мм, особливо переважно від 0,3 до 0,8 мм. Тому навіть після розширення струменя екструдера можна ціле направлено встановлювати розмір гранул менше 2 мм, особливо від 0,4 до 0,9 мм.

Поряд з розподілом молекулярної ваги на розширення струменя екструдера може впливати також форма сопел. Приклади придатних форм сопла показані на Фіг. 1. Довжина (L) позначає зону сопла, діаметр якої максимально відповідає діаметру (D) на виході сопла. Соплова плита має переважно отвори, співвідношення L/D яких становить щонайменше 2. Перевагу надають отворах соплової плити, співвідношення L/D яких становить від 3 до 10.

Загалом діаметр (E) отворів на вході сопла соплової плити повинен бути щонайменше вдвічі більше, ніж діаметр (D) на виході сопла.

Форма виконання соплової плити має отвору з конічним входом та з кутів входу α менше 180° , переважно від 30 до 120° . Згідно з іншою формою виконання соплова плита має отвори з конічним виходом та з кутом виходу β менш 90° , переважно від 15 до 45° . Для забезпечення відповідного розподілу розміру гранул полістиролу соплова плита може бути оснащена отворами з різним вихідним діаметром (D). Різні форми виконання сопел можуть бути комбіновані.

Особливу перевагу надають способу одержання здатного спінюватися полістиролу з молекулярною вагою M_w більше, ніж 170000 г/моль, який включає такі стадії:

а) полімеризацію моностиролу та, в разі необхідності, здатних до співполімеризації мономерів,
б) дегазацію одержаного розплаву полістиролу,

с) введення спінювального агента, та, в разі необхідності, присадок, у розплав полістиролу за допомогою статичного або динамічного змішувача при температурі щонайменше 150°C ,

д) охолодження спінювального агента розплаву полістиролу до температури щонайменше 120°C ,

е) вивантаження суміші через соплову плиту з отворами, діаметр яких на виході складає максимум $1,5$ мм та

ф) грануляцію спінювального агента розплаву.

На стадії ф) грануляція може бути здійснена безпосередньо за сопловою плитою під водою при тиску від 1 до 10 бар.

Внаслідок полімеризації на стадії а) та дегазації на стадії б) для просочення спінювальним агентом на стадії с) безпосередньо використовують розплав полімерів, тому розплавляють полістирол немає необхідності. Цей спосіб є не тільки більш рентабельним, він також сприяє одержанню здатних спінюватися полістиролів (EPS) з низьким вмістом моностиролів, оскільки в даному випадку вдається уникнути механічного впливу зусиль зрізування у зоні екструдера, що, як правило, призводить до розщеплення мономерів. Щоб утримувати низький вміст мономерів стирулу, зокрема нижче 500 м.ч., доцільно на всіх наступних стадіях подавати якомога менше механічної та термічної енергії. Тому зусилля зрізування особливо переважно становлять нижче 30 /сек., температура - нижче 260°C , а час перебування в зоні - від 1 до 10 , переважно від 2 до 5 хвилин на стадіях с) - е). Особливо переважно застосовують лише статичні змішувачі. Розплав полімерів можна подавати та вивантажувати нагнітаючим насосом, наприклад, шестерним насосом.

Інша можливість зниження вмісту мономерів стирулу та/або залишків розчинника, такого як етилбензол, полягає в тому, що на стадії б) передбачають високу дегазацію за допомогою таких агентів, як, наприклад, вода, азот або діоксид вуглецю, або на стадії а) полімеризацію здійснюють аніонно. Аніонна полімеризація стирулу приводить до одержання полістиролу не тільки з низьким вмістом мономерів стирулу, але й одночасно з низьким вмістом олігомерів стирулу.

Для покращення здатності до перероблювання готовий гранулят полістиролу може бути покритий гліцериновими естерами, антистатиками або засобами проти злипання.

Приклади

Якщо не вказано нічого іншого, при виконанні прикладів застосовують розплав полістиролу, який містить спінювальний агент, з PS 158K фірми BASF Aktiengesellschaft із в'язкістю 98 мл/г ($M_w = 280000$ г/моль, неоднорідність $M_w/M_n = 3,0$) та 6 ваг. % н-пентану.

Приклад 1

Розплав полістиролу, який містить спінювальний агент (6 ваг. % н-пентану), пропускна здатність якого складає 100 кг/год. подають через соплову плиту, яка містить 300 отворів (діаметр на виході сопла (D) $0,4$ мм відповідає формі А на Фіг.1). Температура розплаву складає 160°C . Одержаний здатний спінюватися полістирольний гранулят має діаметр гранул $1,0$ мм. Вміст мономера стирулу складає до 400 м.ч.

Шляхом підвищення температури плавлення зменшують діаметр гранулята.

Температура розплаву ($^\circ\text{C}$)	Діаметр гранулята (мм)
160	1,0
180	0,8
200	0,65

Приклад 2

Розплав полістиролу, який містить спінювальний агент (6 ваг. % н-пентану), пропускна здатність якого складає 100 кг/год. подають через соплову плиту, яка містить 300 отворів (діаметр на виході сопла (D) $0,4$ мм відповідає формі А на Фіг.1). Температура розплаву складає 200°C . Одержаний здатний спінюватися полістирольний гранулят має діаметр гранул $0,65$ мм.

Температура розплаву ($^\circ\text{C}$)	Температура соплової плити ($^\circ\text{C}$)	Діаметр гранул (мм)
200	180	0,80
200	200	0,65
200	220	0,60
200	240	0,55

Приклад 3

Розплав полістиролу, який містить спінювальний агент (6 ваг. % н-пентану), пропускна здатність якого складає 100 кг/год. подають через соплову плиту, яка містить 300 отворів (діаметр на виході сопла (D) $0,4$ мм з конічним вхідним кутом відповідає формі В на Фіг.1). Температура розплаву складає 180°C .

Вхідний кут (α)	Діаметр гранул (мм)
180°	0,8
90°	0,7
45°	0,65
30°	0,60

Приклад 4

Розплав полістиролу, який містить спінювальний агент (6ваг. % н-пентану), пропускна здатність якого складає 100кг/год. подають через соплову плиту, яка містить 150 отворів (діаметр на виході сопла (D) складає 0,6мм). Температура розплаву становить 180°C.

Форма сопла згідно Фіг. 1	Діаметр гранул (мм)
В	1,1
С	0,72

Приклад 5

Розплав полістиролу, який містить спінювальний агент (6ваг. % н-пентану), пропускна здатність якого складає 100кг/год. подають через соплову плиту, яка містить 150 отворів (діаметр на виході сопла (D) 0,6мм, відповідає формі А на Фіг.1). Температура розплаву складає 180°C.

Добавка	Діаметр гранул (мм)
без	1,1
3 ваг. % мінерального масла	0,8
5 ваг. % бутилбензилфталату	0,8
5 ваг. % низькомолекулярного GPPS ($M_w = 5000$)	0,75

Приклад 6

Застосовують полістироли з властивостями з прикладу 1, однак з різною неоднорідністю M_w/M_n . Розплав полістиролу, який містить спінювальний агент (6ваг. % н-пентану), пропускна здатність якого складає 100кг/год. подають через соплову плиту, яка містить 300 отворів (діаметр на виході сопла (D) 0,4мм, відповідає формі А на Фіг.1). Температура розплаву складає 180°C.

M_w/M_n	Діаметр гранулята (мм)
3	0,8
2	0,6
1,5	0,5

Приклад 7

До розплаву полістиролу (PS 158 K) додають 0,1ваг. % води та 6ваг. % н-пентану та при пропускній здатності 100кг/год пропускають через соплову плиту, яка містить 300 отворів (діаметр на виході сопла (D) 0,4мм, відповідає формі А на Фіг.1). Температура розплаву складає 160°C. Отриманий здатний спінюватися полістирольний гранулят має діаметр гранул 1,00мм. Отриманий гранулят спі-

нюють потоком водяної пари до одержання частинок піни, що мають структуру вічок, які оцінюють під мікроскопом. Число вічок складає приблизно від 4 до 4,5 вічок/мм. Більше 90% крапельок внутрішньої води має діаметр 1,5мкм.

Приклад 8

Приклад 7 повторюють з тією різницею, що до розплаву полістиролу додають 0,6ваг. % води. Отриманий, здатний спінюватися полістирольний гранулят має діаметр гранул 1,0мм. Отриманий гранулят спінюють потоком водяної пари до одержання частинок піни, що мають структуру вічок, які оцінюють під мікроскопом. Число вічок складає приблизно від 8 до 8,5 вічок/мм. Більше 90% крапельок внутрішньої води має діаметр 10,5мкм.

Приклад 9

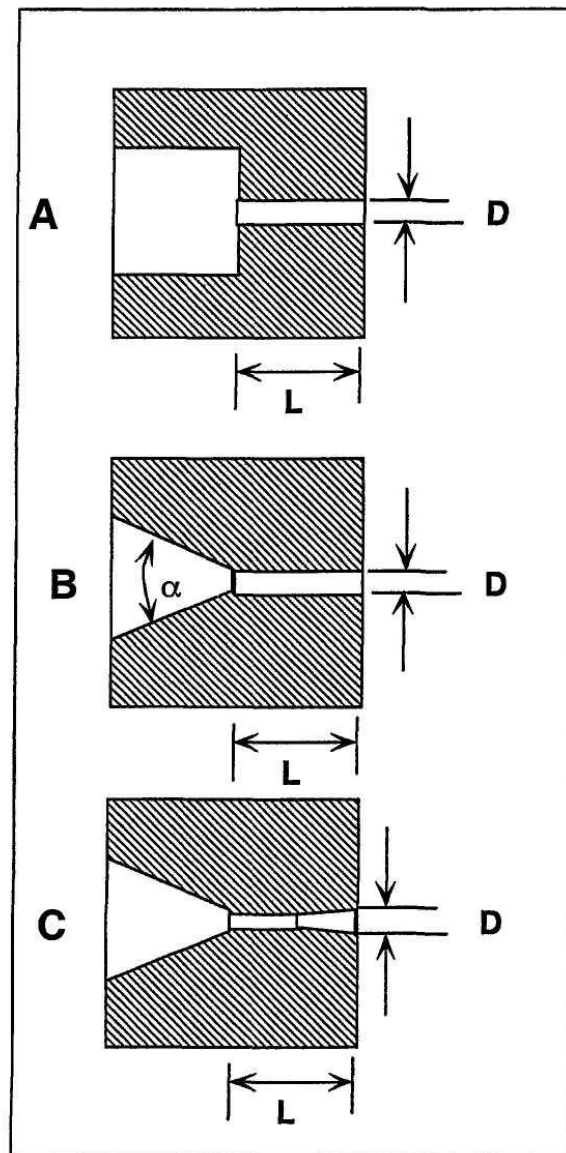
До розплаву полістиролу (PS 158K) додають 6ваг. % н-пентану, 0,3ваг. % щепленого співполімеру полістиролу та ангідриду maleїнової кислоти як допоміжного диспергатора та 0,8ваг. % срібного пігменту металу, залежно від загального вмісту розплаву полімеру, та при пропускній здатності в 100кг/год пропускають через соплову плиту, яка містить 300 отворів (діаметр на виході отворів (D) 0,4мм відповідає формі А на Фіг.1). Температура розплаву складає 160°C. Отриманий здатний спінюватися гранулят має діаметр гранул 1,0мм, його спінюють потоком водної пари до одержання частинок піни з гомогенною структурою.

Приклад 10

Приклад 9 повторюють з тією різницею, що додають 0,8ваг. % золотого пігменту металу та 0,3ваг. % органосілану як допоміжного диспергатора. Отриманий здатний спінюватися полістирольний гранулят має діаметр гранул 1,0мм, його спінюють потоком водяної пари до одержання частинок піни з гомогенною структурою.

Приклад 11

Розплав полістиролу, який містить спінювальний агент (при в'язкості полістиролу 74мл/г, середній молекулярній вазі M_w 190000г/моль, неоднорідності M_w/M_n 3,0 та 6ваг. % н-пентану), при пропускній здатності 300кг/год за допомогою пропускного клапана регульованого дросельного пристрою, який працює на рідкому пальному (тиск початкового розплаву приблизно 180бар) пропускають через соплову плиту, яка містить 300 отворів діаметром 0,6мм на виході сопла. Отриманий здатний спінюватися гранулят полістиролу має майже однаковий розподіл часток за розмірами, причому 80% часток мають діаметр від 0,62 до 0,8мм. Вміст залишкового мономера складає 325м.ч.



Фіг. 1