



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0038504

(51)^{2006.01} B29C 45/22; B29C 45/00

(13) B

(21) 1-2018-00458

(22) 11/07/2016

(86) PCT/EP2016/066442 11/07/2016

(87) WO 2017/005935 12/01/2017

(30) 15176179.8 09/07/2015 EP

(45) 25/01/2024 430

(43) 25/09/2018 366A

(73) KEIRYO PACKAGING SA (LU)

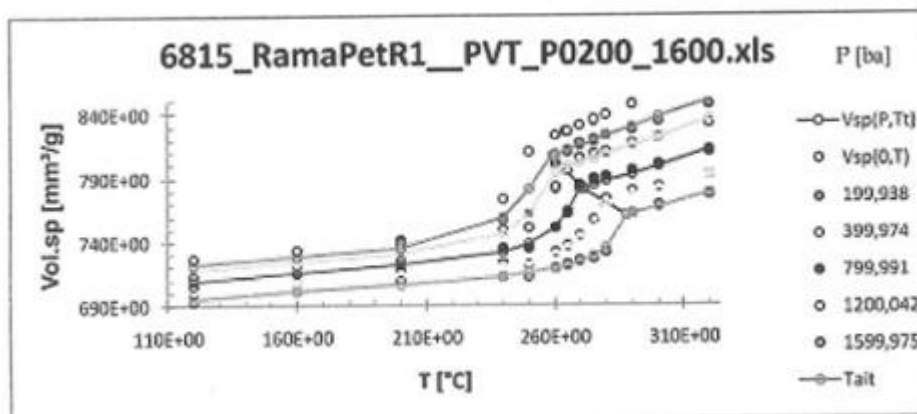
488, Route de Longwy, 1940 Luxembourg, Luxembourg

(72) ROBBRECHT, Johan (BE).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT SẢN PHẨM POLYME

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp tạo điều kiện thuận lợi cho việc lựa chọn, biến đổi các vật liệu polyme hiện có và/hoặc tạo ra các vật liệu polyme mới được phát triển, phương pháp này có thể tạo ra đáp ứng được cải thiện đối với sự gây ra biến dạng trượt cục bộ và/hoặc biến dạng giãn dài bên trong polyme nóng chảy trong các kỹ thuật sản xuất khác nhau như nhưng không chỉ giới hạn ở kỹ thuật đúc phun (Injection Molding: IM), đúc phun thổi căng (Injection Stretch Blow Molding: ISBM), ép phun trực tiếp (Direct Injection: DI), đúc ép đùn thổi (Extrusion Blow Molding: EBM), ép đùn tấm, tạo hình nhiệt, v.v.. Ngoài ra, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polypropylen, polyetylen hoặc polyester nóng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng (bán) thành phẩm trong khi gây ra biến dạng trượt và/hoặc biến dạng giãn dài trên polyme nóng chảy, trong đó bước gây ra biến dạng trượt và/hoặc biến dạng giãn dài trên polyme nóng chảy bao gồm bước biến đổi chọn lọc đường dòng chảy của polyme bán kết tinh nóng chảy dưới dạng hàm số của profin áp suất cục bộ trên ít nhất một phần đường dòng chảy, profin áp suất cục bộ này được xác định dưới dạng hàm số của đáp ứng tối ưu hóa của polyme nóng chảy với biến dạng trượt cục bộ và/hoặc biến dạng giãn dài được gây ra trên ít nhất một phần đường dòng chảy.



Lĩnh vực sử dụng sáng chế

Nói chung, sáng chế đề cập đến các phát triển mới trong phương pháp sản xuất các sản phẩm dẻo nhiệt.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các thành công trong thương mại của chất dẻo, đặc biệt là sản phẩm bao bì, là do sự kết hợp các yếu tố gồm độ linh hoạt (từ màng và túi đến khay và đồ chứa cứng), độ bền, độ nhẹ, độ ổn định, tính không thấm và khả năng dễ dàng tiệt trùng. Các đặc điểm này khiến cho chất dẻo trở thành vật liệu bao bì lý tưởng cho mọi nhóm người dùng trong thương mại và công nghiệp. Trong lĩnh vực bao bì thực phẩm chẳng hạn, chất dẻo được sử dụng rộng rãi vì nó thường không ảnh hưởng tới vị và chất lượng của thực phẩm và các tính chất cách ly của chất dẻo đảm bảo rằng thực phẩm giữ được vị tự nhiên trong khi vẫn bảo vệ được thực phẩm khỏi sự nhiễm bẩn bên ngoài.

Một vài loại chất dẻo đã được sử dụng, thuộc phạm vi từ polyolefin béo và thơm (polyetylen, polypropylen, polystyren), rồi tới polyme được halogen hóa (polyvinyl clorua, polyvinyliden clorua (PVDC)) và polyamit béo (nylon) cho đến polyeste thơm. Trong phạm vi liên quan đến lĩnh vực bao bì cứng dùng cho đồ uống và thực phẩm, polyetylen terephtalat (PET), một polyeste thơm, cho tới nay vẫn là nhựa được sử dụng rộng rãi nhất, tiếp theo là polypropylen (PP) và polyetylen (PE).

Chuỗi cung ứng bao bì nói chung, và chuỗi cung ứng bao bì polyme nói riêng, liên tục phải đương đầu với thử thách nâng cao khả năng phát triển bền vững toàn diện thông qua việc làm giảm dấu ấn cacbon của mình. Đến lượt mình, điều này lại đòi hỏi, ngoài các yếu tố khác, sự liên tục giảm mức tiêu thụ vật liệu thô trong khi vẫn phải duy trì được toàn bộ các đặc tính chức năng của các sản phẩm polyme có trọng lượng nhẹ này.

Đồng thời, chuỗi cung ứng bao bì (polyme) đang đối mặt với các thử thách quan trọng về khả năng sinh lợi, điều đó đòi hỏi sự tiếp cận các công nghệ sản xuất bao bì có chi phí hiệu quả mà có thể đồng thời đáp ứng được cả hai thử thách về sinh thái và kinh tế. Điều này thường được đề cập đến là “nguyên tắc 3BL”: nguyên tắc “tam giác phát

triển bền vững” (“triple bottom line”) nêu rằng sự cải tiến cần có lợi cho tất cả các bên liên quan (Con người, Hành tinh, Lợi nhuận).

Sáng chế có thể tạo ra sự đóng góp đáng kể để đạt được một nguyên tắc 3BL ưu việt hơn trong chuỗi cung ứng bao bì (polyme).

Một lĩnh vực như vậy, trong đó thử thách 3BL này có thể được thấy rõ liên quan đến việc sử dụng đồ chứa được chế tạo từ các loại vật liệu polyme khác nhau, như nhưng không chỉ giới hạn ở đồ chứa được chế tạo từ polyme có nền polyeste, polyme có nền polypropylen và polyme có nền polyetylen để dùng trên phạm vi rộng gồm cả ứng dụng thực phẩm lẫn ứng dụng phi thực phẩm.

Các ví dụ có thể bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, chẳng hạn việc sử dụng đồ chứa có nền polyme dùng cho các ứng dụng đồ uống (chưa) bão hòa khí cacbonic, sản phẩm thực phẩm được bao gói, sản phẩm gia dụng phi thực phẩm, sản phẩm mỹ phẩm hoặc sản phẩm vệ sinh, sản phẩm sữa, màng bọc, túi, v.v. trong tiêu dùng.

Các sản phẩm polyme như vậy nói chung, hoặc đồ chứa nói riêng có thể được sản xuất nhờ các công nghệ sản xuất khác nhau, như – nhưng không chỉ giới hạn ở – đúc phun (Injection Molding: IM), đúc phun thổi căng (Injection Stretch Blow Molding: ISBM), ép phun trực tiếp (Direct Injection: DI), đúc ép đùn thổi (Extrusion Blow Molding: EBM), ép đùn tấm, tạo hình nhiệt, v.v..

Trong toàn bộ các ứng dụng này, thử thách quan trọng đã trở thành việc “làm được nhiều hơn với chi phí ít hơn”, nghĩa là duy trì được toàn bộ các đặc điểm tính năng ở tổng trọng lượng polyme thấp hơn, hoặc đạt được các tính năng cải thiện ở trọng lượng polyme tương đương. Mức tiêu thụ vật liệu polyme giảm này sẽ đóng góp quan trọng cho sự phát triển sinh thái bền vững (mức phát thải CO₂ giảm, v.v.) cũng như các lợi ích kinh tế (chi phí cho vật liệu thô giảm, chi phí vận chuyển ít hơn, chi phí xử lý chất thải ít hơn, v.v.) của chuỗi cung ứng bao bì (polyme), với điều kiện là có thể đạt được các cải tiến này mà không làm tăng chi phí vận hành hoặc với chi phí vận hành tăng ở mức chấp nhận được.

Đến lượt mình, điều này lại yêu cầu mức độ tận dụng hoặc hiệu quả cải thiện từ chính vật liệu polyme, mà không trở lại công nghệ sản xuất và/hoặc biến đổi vật liệu quá phức tạp, và do đó tốn kém chi phí.

WO2008145746, với toàn bộ nội dung được đưa vào bản mô tả này bằng cách viện dẫn, giải quyết vấn đề giá nhựa, dầu và năng lượng đã tạo ra áp lực đáng kể buộc các chủ sở hữu bao bì phải giảm tổng chi phí về quyền sở hữu đối với hỗn hợp bao bì chất dẻo của họ, và tạo ra các nỗ lực (trong số các nỗ lực khác) làm giảm hơn nữa độ dày thành của các đồ chứa chất dẻo (như PET) này (có trọng lượng nhẹ) trong khi duy trì toàn bộ các đặc điểm tính năng và độ linh hoạt thiết kế vốn có. Tài liệu này mô tả nguyên tắc kết tinh do dòng chảy gây ra, nguyên tắc này đề cập đến khả năng biến đổi cấu trúc hình thái bên trong của polyme (bán) kết tinh bằng cách gây biến dạng (biến dạng trượt) cục bộ có điều khiển đối với polyme nóng chảy. Tài liệu này còn bộc lộ phương pháp đúc phun và phương pháp đúc thổi căng để sản xuất đồ chứa trong đó hiện tượng ma sát hoặc biến dạng trượt cục bộ có điều khiển được gây ra thông qua việc gây ra các biến đổi bên trong hệ thống rãnh dẫn nóng, qua đó tạo ra quá trình sắp hàng sơ bộ/định hướng các đại phân tử trong polyme nóng chảy và qua đó có thể thu được các cải thiện về tính năng mong muốn.

Tuy nhiên, WO2008145746 lại không đề cập đến sự đáp ứng của các loại vật liệu polyme khác nhau với sự gây ra biến dạng trượt cục bộ, hoặc không đề cập đến mức độ tiếp xúc biến dạng trượt tối thiểu cần thiết, hoặc không đề cập đến bất kỳ cơ chế nào để chọn và/hoặc biến đổi polyme hiện có và/hoặc tạo ra polyme mới mà có thể đáp ứng tối ưu hơn với việc gây ra biến dạng trượt có điều khiển bên trong polyme nóng chảy.

Ngoài ra, mặc dù hầu hết các quá trình xử lý polyme được xem xét trong WO2008145746 bị chi phối bởi biến dạng trượt, tài liệu này không hề đề cập đến việc các dạng dòng chảy thắt, dòng chảy phân tỏa, hoặc dòng chảy nén bất kỳ thường xảy ra trong các quá trình xử lý và tạo hình polyme này cũng liên quan đến các biến dạng giãn dài. Do đó, trong khi hầu hết nội dung quan trọng liên quan đến sự biến dạng vật liệu polyme trong WO2008145746 tập trung vào các khía cạnh liên quan đến các biến dạng trượt, sự phân tích khắt khe hơn về công nghệ xử lý vật liệu nóng chảy được mô tả trong tài liệu này cũng xem xét các khía cạnh liên quan đến biến dạng giãn dài. Biến dạng giãn dài được đặc trưng bởi các dòng chảy kéo dài có khuynh hướng sắp thẳng, kéo căng và định hướng mạch polyme trong vật liệu nóng chảy. Tương tự với các dòng chảy trong biến dạng trượt, các dòng chảy giãn dài cũng có thể tạo ra sự kết tinh do dòng chảy gây ra trong quá trình xử lý vật liệu nóng chảy.

Như vậy, trong khắp các loại vật liệu polyme khác nhau, hiện nay không thể thiết lập bất kỳ sự đánh giá dự báo và lựa chọn nào về mức độ tiếp xúc biến dạng trượt tối thiểu cần thiết hoặc mức độ tiếp xúc tối thiểu cần thiết với biến dạng giãn dài, hoặc polyme thích hợp nhất để dùng cho các ứng dụng sử dụng quá trình kết tinh do dòng chảy gây ra.

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp tạo điều kiện thuận lợi cho việc lựa chọn các vật liệu polyme thích hợp nhất cho đáp ứng của các vật liệu này với việc áp dụng quá trình kết tinh do dòng chảy gây ra trong công nghệ sản xuất polyme.

Ngoài ra, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp biến đổi các thành phần nhựa polyme hiện có và/hoặc tạo ra các thành phần nhựa polyme mới để tạo ra đáp ứng tối ưu với việc gây ra biến dạng trượt cục bộ và/hoặc biến dạng giãn dài bên trong polyme nóng chảy.

Ngoài ra, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp thu được thể tích đồ chứa lớn hơn đối với trọng lượng polyme cụ thể được sử dụng so với tình trạng kỹ thuật đã biết. Hơn nữa, phương pháp theo sáng chế có thể thu được sản phẩm, cụ thể là đồ chứa với toàn bộ đặc tính chức năng tương đương hoặc tốt hơn so với sản phẩm, cụ thể là đồ chứa, thuộc tình trạng kỹ thuật đã biết có trọng lượng polyme tương đương hoặc cao hơn.

Mục đích khác nữa của sáng chế là làm giảm các ràng buộc về thiết kế đối với lỗ cổ trong quá trình sản xuất đồ chứa có thể tích lớn.

Theo mục đích khác, phương pháp theo sáng chế cũng có thể tạo ra đồ chứa ít bị co ngót và/hoặc kết tinh khả kiến khi tiếp xúc nhiệt, ví dụ trong các ứng dụng nạp nóng, so với tình trạng kỹ thuật đã biết.

Mục đích khác nữa của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất đồ chứa polyme, cụ thể là thổi tạo hình trước và đồ chứa được đúc thổi căng thu được, có chi phí bao bì giảm bằng cách tạo ra thể tích chai lớn hơn với cùng trọng lượng thổi tạo hình trước.

Mục đích nữa của sáng chế có thể là đặc tính chức năng được cải thiện của các sản phẩm polyme được ép phun đối với các ứng dụng sử dụng cuối khác nhau (bao bì cấp một, cấp hai và cấp ba, xây dựng và kết cấu, tự động, điện và điện tử), thể hiện các cải tiến về chức năng bao gồm nhưng không chỉ giới hạn ở: độ ổn định kích thước tốt

hơn (ví dụ ít vênh hơn, dẫn đến ít khiếm khuyết chất lượng hơn), độ cách ly khí và/hoặc nước tốt hơn (tránh được việc cần sử dụng bao bì cách ly bậc hai), độ bền va đập cao hơn, hoặc độ bền nhiệt cao hơn.

Mục đích khác nữa của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất các sản phẩm được ép đùn, cụ thể là tấm và màng thổi có sự định hướng phân tử được cải thiện trước khi rời khuôn ép đùn nên có thể làm giảm các nhược điểm của việc kéo vật liệu ép đùn khi rời khuôn và sự mất ổn định trong quá trình xử lý đã biết liên quan đến các nhược điểm này. Hơn nữa, sự định hướng phân tử được cải thiện trong quá trình ép đùn sẽ làm tăng cường hơn nữa tính chất kết tinh do dòng chảy gây ra của các sản phẩm dạng tấm và màng được ép đùn và kéo.

Mục đích nữa của sáng chế có thể là sự biến đổi cấu trúc polyme và hàm lượng monome sao cho nhiệt độ kết tinh polyme đáp ứng tốt hơn với các thay đổi áp suất để tăng cường tác dụng kết tinh do dòng chảy gây ra trong công nghệ sản xuất polyme.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập đến phương pháp tạo điều kiện thuận lợi cho việc lựa chọn, biến đổi các vật liệu polyme hiện có và/hoặc tạo ra các vật liệu polyme mới được phát triển, phương pháp này có thể tạo ra đáp ứng được cải thiện đối với sự gây ra biến dạng trượt cục bộ và/hoặc biến dạng giãn dài bên trong polyme nóng chảy trong các kỹ thuật sản xuất khác nhau như nhưng không chỉ giới hạn trong kỹ thuật đúc phun (Injection Molding: IM), đúc phun thổi căng (Injection Stretch Blow Molding: ISBM), ép phun trực tiếp (Direct Injection: DI), đúc ép đùn thổi (Extrusion Blow Molding: EBM), ép đùn tấm, tạo hình nhiệt, v.v..

Việc sử dụng theo sáng chế có thể tạo ra bên trong polyme nóng chảy sự có mặt riêng rẽ hoặc kết hợp của các loại cấu trúc hình thái học khác nhau, như sự sắp thẳng đại phân tử, sự định hướng đại phân tử, tiền chất, nhân, tinh thể hình cầu hoặc các dạng khác nhau của cấu trúc tinh thể.

Theo phương án thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polypropylen nóng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng (bán) thành phẩm trong khi gây ra tốc độ trượt ở thành bằng ít nhất là 500 1/giây để ép đùn và ít nhất là 750 1/giây để ép phun, trong đó

polyme có nền polypropylen có trị số MFR (Melt Flow Rate: lưu lượng nóng chảy) nằm trong khoảng từ ít nhất là 0,3 đến 100 g/10 phút và có trị số x nằm trong khoảng từ 5 đến 25 (rad/giây)*(10 phút/g), x bằng $\omega 1$ chia cho MFR ở nhiệt độ 240°C.

Theo phương án thứ hai, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polyetylen nóng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng (bán) thành phẩm trong khi gây ra tốc độ trượt ở thành bằng ít nhất là 500 1/giây để ép đùn và ít nhất là 1500 1/giây để ép phun, trong đó polyme có nền polyetylen có trị số MFR nằm trong khoảng từ ít nhất là 0,08 đến 25 g/10 phút và có trị số y nằm trong khoảng từ 5 đến 115 (rad/giây)*(10 phút/g), y bằng $\omega 1$ chia cho MFR ở nhiệt độ 190°C.

Theo phương án thứ ba, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polyeste nóng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng (bán) thành phẩm trong khi gây ra tốc độ trượt ở thành bằng ít nhất là 500 1/giây để ép đùn và ít nhất là 1500 1/giây để ép phun, trong đó polyme có nền polyeste có trị số MW (Molecular Weight: trọng lượng phân tử) nằm trong khoảng từ 35000 đến 143000 g/mol, và có trị số z nằm trong khoảng từ 1,00E+07 đến 2,70E+08 (g.rad)/(mol.giây), trong đó z bằng MW nhân với $\omega 1$ khi được đo ở nhiệt độ 275°C.

Theo phương án cụ thể liên quan đến vật liệu polyme có nền polyeste, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun polyme có nền polyeste nóng chảy trong khuôn phôi tạo hình trước để biến đổi polyme này thành phôi tạo hình trước, và gây ra trên polyme có nền polyeste nóng chảy tốc độ trượt ở thành bằng 1500 1/giây, trong đó polyme có nền polyeste có trị số MW nằm trong khoảng từ 35000 đến 143000 g/mol, và có trị số z nằm trong khoảng từ 1,00E+07 đến 2,70E+08 (g.rad)/(mol.giây), trong đó z bằng MW nhân với $\omega 1$ khi được đo ở nhiệt độ 275°C, và trong đó phương pháp này còn bao gồm bước kéo căng phôi tạo hình trước theo hai trục bằng cách thổi, nhờ đó tạo ra đồ chứa.

Theo một phương án cụ thể nữa liên quan đến vật liệu polyme có nền polyeste, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép đùn (đúc ép đùn thổi hoặc ép đùn tấm) polyme có nền polyeste nóng chảy để biến đổi polyme này thành sản phẩm polyme như tấm hoặc màng chẳng hạn, và gây ra trên polyme có nền polyeste nóng chảy tốc độ trượt ở thành bằng ít nhất là 500 1/giây, trong đó polyme có

nền polyeste có trị số MW nằm trong khoảng từ 35000 đến 143000 g/mol, và có trị số z nằm trong khoảng từ $1,00E+07$ đến $2,70E+08$ (g.rad)/(mol.giây), trong đó z bằng MW nhân với $\omega 1$ khi được đo ở nhiệt độ 275°C .

Theo một phương án nữa, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polypropylen nóng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng (bán) thành phẩm, polyme này có số Weissenberg được sử dụng bằng ít nhất là 0,125 để ép đùn và ít nhất là 0,187 để ép phun và số Deborah bằng ít nhất là 0,25 để ép đùn và ít nhất là 0,375 để ép phun, trong đó polyme có nền polypropylen có trị số MFR nằm trong khoảng từ ít nhất là 0,3 đến 100 g/10 phút.

Theo một phương án nữa, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polyetylen nóng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng (bán) thành phẩm, polyme này có số Weissenberg được sử dụng bằng ít nhất là 0,125 để ép đùn và ít nhất là 0,375 để ép phun và số Deborah bằng ít nhất là 0,25 để ép đùn và ít nhất là 0,75 để ép phun, trong đó polyme có nền polyetylen có trị số MFR nằm trong khoảng từ ít nhất là 0,08 đến 25 g/10 phút.

Theo một phương án nữa, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polyeste nóng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng (bán) thành phẩm, polyme này có số Weissenberg được sử dụng bằng ít nhất là 0,125 để ép đùn và ít nhất là 0,375 để ép phun và số Deborah bằng ít nhất là 0,25 để ép đùn và ít nhất là 0,75 để ép phun, trong đó polyme có nền polyeste có trị số MW nằm trong khoảng từ 35000 đến 143000 g/mol.

Ngoài các phương án trên đây, đã được thừa nhận rằng áp suất cục bộ mà polyme nóng chảy tiếp xúc với trong đường dòng chảy ảnh hưởng đến mức độ biến dạng trượt và/hoặc mức độ biến dạng giãn dài cần thiết để tạo ra một cách có hiệu quả sự có mặt riêng rẽ hoặc kết hợp của các loại cấu trúc hình thái học khác nhau bên trong polyme nóng chảy. Do đó, đường dòng chảy của polyme nóng chảy có thể được biến đổi dưới dạng hàm số của mức độ giảm biến dạng trượt và/hoặc biến dạng giãn dài theo đường dòng chảy và/hoặc có thể được biến đổi dưới dạng hàm số của mức độ giảm áp suất cục bộ do sự loãng ra do biến dạng trượt theo đường dòng chảy.

Tốt hơn, nếu đường dòng chảy của polyme nóng chảy có thể được biến đổi dưới dạng hàm số của profin áp suất cục bộ trên ít nhất một phần đường dòng chảy, profin áp suất cục bộ này được xác định dưới dạng hàm số của đáp ứng tối ưu hóa của polyme nóng chảy với biến dạng trượt cục bộ và/hoặc biến dạng giãn dài được gây ra trên ít nhất một phần đường dòng chảy.

Ngoài ra, đường dòng chảy của polyme nóng chảy có thể được biến đổi dưới dạng hàm số của profin áp suất cục bộ trên ít nhất một phần đường dòng chảy, profin áp suất cục bộ này được xác định dưới dạng hàm số của mức trượt tới hạn cần thiết trên ít nhất một phần đường dòng chảy.

Theo phương án cụ thể, vật liệu polyme được sử dụng có thể được tạo ra từ bước tạo hỗn hợp hoặc trộn lẫn nhiều vật liệu polyme có trị số MW hoặc MFR khác nhau để thu được trị số ω_1 thấp hơn mà hầu như không làm tăng trị số MW hoặc làm giảm trị số MFR của hỗn hợp hoặc thành phần thu được.

Ngoài ra, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polypropylen, polyetylen hoặc polyeste nóng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng (bán) thành phẩm trong khi gây ra biến dạng trượt và/hoặc biến dạng giãn dài trên polyme nóng chảy, trong đó bước gây ra biến dạng trượt và/hoặc biến dạng giãn dài trên polyme nóng chảy bao gồm bước biến đổi chọn lọc đường dòng chảy của polyme bán kết tinh nóng chảy dưới dạng hàm số của profin áp suất cục bộ trên ít nhất một phần đường dòng chảy, profin áp suất cục bộ này được xác định dưới dạng hàm số của đáp ứng tối ưu hóa của polyme nóng chảy với biến dạng trượt cục bộ và/hoặc biến dạng giãn dài được gây ra trên ít nhất một phần đường dòng chảy. Tốt hơn, nếu profin áp suất cục bộ đã nêu có thể còn được xác định dưới dạng hàm số của mức trượt tới hạn cần thiết trên ít nhất một phần đường dòng chảy.

Theo phương án cụ thể theo sáng chế, đường dòng chảy của polyme nóng chảy được biến đổi dưới dạng hàm số của profin áp suất cục bộ trên ít nhất một phần đường dòng chảy, và polyme nóng chảy được biến đổi ở nhiệt độ xử lý cụ thể, trong đó nhiệt độ xử lý này cao hơn nhiệt độ kết tinh của nhựa polyme ở áp suất môi trường như được xác định từ đồ thị PVT tương ứng của nhựa, và trong đó profin áp suất cục bộ gây ra trên polyme nóng chảy đã nêu được lựa chọn để làm tăng nhiệt độ kết tinh đến gần nhiệt

độ xử lý vật liệu nóng chảy cụ thể hoặc tốt hơn là đến nhiệt độ tối thiểu bằng nhiệt độ xử lý vật liệu nóng chảy cụ thể.

Theo phương án chung, polyme nóng chảy được biến đổi ở áp suất cục bộ cụ thể và nhiệt độ xử lý cụ thể, trong đó nhiệt độ xử lý này cao hơn nhiệt độ kết tinh của nhựa polyme ở áp suất môi trường, và trong đó áp suất cục bộ gây ra trên polyme nóng chảy đã nêu được lựa chọn để làm tăng nhiệt độ kết tinh đến gần nhiệt độ xử lý vật liệu nóng chảy cụ thể hoặc tốt hơn là đến nhiệt độ tối thiểu bằng nhiệt độ xử lý vật liệu nóng chảy cụ thể. Ngoài ra, polyme nóng chảy có thể được làm biến dạng thích đáng để thu được sự sắp thẳng phân tử sao cho quá trình hình thành nhân mầm tinh thể có thể xảy ra với tập hợp cụ thể của các điều kiện nhiệt độ và áp suất xử lý.

Tốt hơn, nếu nhiệt độ xử lý cụ thể đã nêu có thể cao hơn trong khoảng từ 5 đến 40°C so với nhiệt độ kết tinh của nhựa polyme ở áp suất môi trường như được xác định từ đồ thị PVT tương ứng của nhựa, hoặc trong khoảng từ 10 đến 40°C, hoặc trong khoảng từ 20 đến 40°C. Nhiệt độ kết tinh ở áp suất môi trường được hiểu là nhiệt độ trên đồ thị PVT trong đó thể tích cụ thể của nhựa tăng ở mức lớn nhất đối với nhiệt độ ở áp suất môi trường.

Tốt hơn, nếu áp suất cục bộ gây ra có thể được chọn trong khoảng từ 0 đến 500 MPa, hoặc từ 0 đến 400 MPa, hoặc tốt hơn là từ 0 đến 200 MPa để làm tăng nhiệt độ kết tinh của polyme nóng chảy đến gần nhiệt độ xử lý vật liệu nóng chảy cụ thể hoặc tốt hơn là đến nhiệt độ tối thiểu bằng nhiệt độ xử lý vật liệu nóng chảy cụ thể.

Tốt hơn, nếu nhiệt độ kết tinh của polyme nóng chảy có thể được làm tăng cao hơn trong khoảng từ 0 đến 5°C so với nhiệt độ xử lý vật liệu nóng chảy, hoặc trong khoảng từ 0 đến 3°C so với nhiệt độ xử lý vật liệu nóng chảy.

Phương pháp theo phương án bất kỳ trong số các phương án được đề cập trên đây có thể được sử dụng để sản xuất:

- đồ chứa dùng cho các ứng dụng thực phẩm và phi thực phẩm khác nhau;
- dạng bất kỳ của các sản phẩm polyme được ép phun để dùng cho các ứng dụng bao bì, xây dựng và kết cấu, tự động, điện và điện tử;
- dạng bất kỳ của các sản phẩm polyme được ép đùn bao gồm các màng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Theo phương án thứ nhất của sáng chế liên quan đến các polyme có nền polypropylen, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polypropylen nóng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng (bán) thành phẩm trong khi gây ra tốc độ trượt ở thành bằng ít nhất là 500 1/giây để ép đùn và ít nhất là 750 1/giây để ép phun, hoặc để ép đùn hoặc ép phun ở tốc độ trượt ở thành bằng ít nhất là 800, hoặc ít nhất là 1000, hoặc ít nhất là 2000, hoặc ít nhất là 4000, hoặc ít nhất là 6000, hoặc ít nhất là 10000, hoặc ít nhất là 20000, hoặc ít nhất là 50000 hoặc ít nhất là 75000, và dưới 100000 1/giây, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 800 đến 70000 1/giây, trong đó polyme có nền polypropylen có trị số MFR nằm trong khoảng từ ít nhất là 0,3 đến 100 g/10 phút, hoặc nằm trong khoảng từ 0,3 đến 40, hoặc nằm trong khoảng từ 1 đến 80, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1 đến 30 g/10 phút, và có trị số x nằm trong khoảng từ 5 đến 25 (rad/giây)*(10 phút/g), tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến 23 (rad/giây)*(10 phút/g), x bằng $\omega 1$ chia cho MFR ở nhiệt độ 240°C.

Theo phương án thứ hai của sáng chế liên quan đến các polyme có nền polyetylen, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polyetylen nóng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng (bán) thành phẩm trong khi gây ra tốc độ trượt ở thành bằng ít nhất là 500 hoặc 1000 1/giây để ép đùn và ít nhất là 1500 1/giây để ép phun, hoặc để ép đùn hoặc ép phun ở tốc độ trượt ở thành bằng ít nhất là 2000, hoặc ít nhất là 4000, hoặc ít nhất là 6000, hoặc ít nhất là 10000, hoặc ít nhất là 20000, và dưới 50000 1/giây, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1000 đến 30000 1/giây, trong đó polyme có nền polyetylen có trị số MFR nằm trong khoảng từ ít nhất là 0,08 đến 25 g/10 phút, hoặc nằm trong khoảng từ 0,1 đến 20, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,1 đến 10 g/10 phút, và có trị số y nằm trong khoảng từ 5 đến 115 (rad/giây)*(10 phút/g), tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến 110 (rad/giây)*(10 phút/g), y bằng $\omega 1$ chia cho MFR ở nhiệt độ 190°C.

Theo phương án của sáng chế liên quan đến các polyme có nền polyeste, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polyeste nóng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng (bán) thành phẩm trong khi gây ra tốc độ trượt ở thành bằng ít nhất là 500 1/giây để ép đùn và ít nhất là 1500 1/giây để ép phun, hoặc để ép đùn hoặc ép phun ở tốc độ trượt ở thành bằng ít nhất là 2000 hoặc ít nhất là 5000, hoặc ít nhất là 10000, hoặc ít nhất là 25000 hoặc ít

nhất là 50000 hoặc ít nhất là 75000, hoặc ít nhất là 100000, và dưới 160000 1/giây, và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1800 đến 100000 1/giây, trong đó polyme có nền polyeste có trị số MW nằm trong khoảng từ 35000 đến 143000 g/mol, hoặc nằm trong khoảng từ 46000 đến 116000, hoặc nằm trong khoảng từ 46000 đến 68000 g/mol và có trị số z nằm trong khoảng từ $1,00E+07$ đến $2,70E+08$ (g.rad)/(mol.giây), tốt hơn là nằm trong khoảng từ $3E+07$ đến $21E+07$ (g.rad)/(mol.giây), trong đó z bằng MW nhân với ω 1 khi được đo ở nhiệt độ 275°C.

Theo phương án cụ thể theo sáng chế, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun polyme có nền polyeste nóng chảy trong khuôn phôi tạo hình trước để biến đổi polyme này thành phôi tạo hình trước, và gây ra trên polyme có nền polyeste nóng chảy tốc độ trượt ở thành bằng 1500 1/giây, hoặc ít nhất là 2000 hoặc ít nhất là 5000, hoặc ít nhất là 10000, hoặc ít nhất là 25000 hoặc ít nhất là 50000 hoặc ít nhất là 75000, hoặc ít nhất là 100000, và dưới 160000 1/giây, và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2000 đến 50000 1/giây, trong đó polyme có nền polyeste có trị số MW nằm trong khoảng từ 35000 đến 143000 g/mol, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 46000 đến 68000 g/mol và có trị số z nằm trong khoảng từ $1,00E+07$ đến $2,70E+08$ (g.rad)/(mol.giây), tốt hơn là nằm trong khoảng từ $3E+07$ đến $21E+07$ (g.rad)/(mol.giây), trong đó z bằng MW nhân với ω 1 khi được đo ở nhiệt độ 275°C. Phương pháp này có thể còn bao gồm bước kéo căng phôi tạo hình trước theo hai trục bằng cách thổi, nhờ đó tạo ra đồ chứa.

Theo một phương án cụ thể nữa theo sáng chế, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép đùn (đúc ép đùn thổi hoặc ép đùn tấm) polyme có nền polyeste nóng chảy để biến đổi polyme này thành sản phẩm polyme, như tấm hoặc màng chẳng hạn, và gây ra trên polyme có nền polyeste nóng chảy tốc độ trượt ở thành bằng ít nhất là 500 1/giây, hoặc ít nhất là 2000 hoặc ít nhất là 5000, hoặc ít nhất là 10000, hoặc ít nhất là 25000 hoặc ít nhất là 50000 hoặc ít nhất là 75000, hoặc ít nhất là 100000, và dưới 160000 1/giây, và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1800 đến 100000 1/giây, trong đó polyme có nền polyeste có trị số MW nằm trong khoảng từ 35000 đến 143000 g/mol, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 46000 đến 116000 g/mol và có trị số z nằm trong khoảng từ $1,00E+07$ đến $2,70E+08$ (g.rad)/(mol.giây), tốt hơn là nằm trong

khoảng từ $3E+07$ đến $21E+07$ (g.rad)/(mol.giây), trong đó z bằng MW nhân với $\omega 1$ khi được đo ở nhiệt độ 275°C .

Lưu lượng nóng chảy là số đo mức độ dễ chảy của polyme nóng chảy và là chỉ số điển hình để kiểm tra chất lượng của chất dẻo nhiệt. Tuy được gọi ban đầu là chỉ số dòng nóng chảy hoặc chỉ số nóng chảy (thường dùng cho polyetylen, nhưng cũng áp dụng cho nhiều vật liệu khác), nhưng tên gọi tiêu chuẩn ngày nay là lưu lượng khối nóng chảy hoặc MFR, mà là dòng khối được thể hiện (theo đơn vị SI (Standard International: tiêu chuẩn quốc tế)) theo g/10 phút. Đại lượng thay thế là dòng thể tích được thể hiện (theo đơn vị SI) theo $\text{cm}^3/10$ phút, được gọi là lưu lượng thể tích nóng chảy hoặc MVR. MVR nhân với tỷ trọng nóng chảy (nghĩa là tỷ trọng của vật liệu ở trạng thái nóng chảy) thì thu được MFR. Trị số lưu lượng nóng chảy (MFR) của polyme có nền propylen và polyetylen trong các phương án trên đây được đề cập ở dạng dòng khối được thể hiện (theo đơn vị SI) theo g/10 phút và như được xác định bằng cách sử dụng vật liệu có nền polypropylen với lượng 2,16 kg ở nhiệt độ 230°C và sử dụng vật liệu có nền polyetylen với lượng 2,16 kg ở nhiệt độ 190°C . Xem các tài liệu tham khảo sau đây:

- ISO 1133:2005 "Plastics - Determination of the Melt Mass-Flow Rate (MFR) and Melt Volume-Flow Rate (MVR) of Thermoplastics"
- ASTM D1238-10 "Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer"

Trị số trọng lượng phân tử (MW) của polyme có nền polyeste trong các phương án trên đây là trị số trọng lượng phân tử trung bình như được xác định bởi phép phân tích sắc ký thẩm gel (Gel Permeation Chromatography: GPC) trong các điều kiện sau đây:

Thử nghiệm

Cột: PSS PFG Linear M

Dung môi: HFIP

Nhiệt độ: 30°C

Lưu lượng: 1,0ml/phút

Thể tích bơm mẫu: 25 μl

Bộ dò: M-150-C

Môđun dữ liệu: GPC PRO 3.13

Trị số ω_1 (rad/giây) sẽ được xác định bằng cách đo đáp ứng tần số của polyme ở nhiệt độ cụ thể bằng phép phân tích cơ động lực trong biến dạng trượt đơn giản bằng cách sử dụng lưu tốc kế quay có bán trên thị trường. Lưu tốc kế quay cần được trang bị phương tiện kiểm soát nhiệt độ môi trường như khoang lò. Thử nghiệm cơ động lực bao gồm bước gây ra biến dạng trượt dao động có kiểm soát đối với vật liệu và đo ứng suất thu được dưới dạng hàm số của tần số biến dạng trượt được sử dụng. Độ dịch chuyển pha trong đáp ứng ứng suất và tỷ số của độ lớn ứng suất và độ lớn biến dạng cho phép tính toán các môđun động lực, môđun tích lũy ($G'(\omega)$) và môđun tổn hao ($G''(\omega)$) cũng như độ nhớt phức dưới dạng hàm số của tần số. Đối với nhiệt độ cụ thể, giao điểm giữa $G'(\omega)$ và $G''(\omega)$ xác định trị số ω_1 , giao điểm này được hiểu mà không bị ràng buộc bởi bất kỳ lý thuyết nào là điểm mà tại đó môđun tích lũy bắt đầu đi qua môđun tổn hao, nghĩa là polyme nhớt đàn hồi biểu hiện tính chất giống 'chất rắn' hơn là 'chất lỏng'. Trong trường hợp trong đó giao điểm này nằm ngoài phạm vi đo được tạo ra bởi thiết bị đo được sử dụng, trị số tương ứng của giao điểm cần được xác định thông qua việc áp dụng phép ngoại suy (phi) tuyến tính của các điểm dữ liệu thu được trong phạm vi đo. Điều này sẽ đặc biệt, nhưng không phải là duy nhất, hợp lý đối với giao điểm của vật liệu nhựa polyme. Thủ tục đo quét tần số thích hợp đối với các polyme nóng chảy được bao gồm trong phụ lục A.

Phụ lục này cũng đóng vai trò là cơ sở để đo ω_1 của polyme có nền polypropylen hoặc polyetylen.

Trong trường hợp đơn giản của đường dòng chảy nóng chảy (nghĩa là kênh) có tiết diện tròn và vật liệu Newton (nghĩa là có độ nhớt không đổi), thu được tốc độ trượt ở thành (1/giây) từ lưu lượng theo thể tích và bán kính kênh, theo phương trình sau đây:

$$\dot{\gamma}_w = \frac{4Q}{\pi R^3}$$

với:

Q = lưu lượng theo thể tích

R = bán kính kênh

Đối với vật liệu phi Newton (ví dụ có sự loãng ra do biến dạng trượt) và/hoặc đối với kênh không tròn, thu được tốc độ trượt ở thành từ sự phân bố vận tốc bên trong kênh mà được xác định bằng cách sử dụng mô hình số học, giải phương trình vi phân riêng phần. Trị số tốc độ trượt ở thành như được đề cập trong bản mô tả này được xác định bằng cách sử dụng cái gọi là “mô hình Carreau”, trong đó chất lưu Carreau là một loại chất lưu Newton phổ biến trong đó độ nhớt, μ_{eff} , phụ thuộc vào tốc độ trượt, $\dot{\gamma}$, theo phương trình sau đây:

$$\mu_{\text{eff}}(\dot{\gamma}) = \mu_{\text{inf}} + (\mu_0 - \mu_{\text{inf}}) \left(1 + (\lambda \dot{\gamma})^2\right)^{\frac{n-1}{2}}$$

Trong đó: μ_0 , μ_{inf} , λ và n là các hệ số vật liệu.

μ_0 = độ nhớt ở tốc độ trượt bằng không (Pa.giây)

μ_{inf} = độ nhớt ở tốc độ trượt vô hạn (Pa.giây)

λ = thời gian hồi phục (giây)

n = chỉ số lũy thừa

Biết dạng hình học của đường dòng chảy (nghĩa là kênh) và lưu lượng theo thể tích của polyme nóng chảy qua đường dòng chảy, và biết bốn hệ số vật liệu được đề cập trên đây, thì có thể thu được tốc độ trượt ở thành.

Việc gây biến dạng trượt có thể được thực hiện bằng cách biến đổi đường dòng chảy của polyme nóng chảy từ quan điểm tiết diện và liên quan đến độ dài của đường này theo cách cho polyme nóng chảy tiếp xúc với biến dạng trượt cần thiết để có thể tạo ra cấu trúc hình thái học yêu cầu hoặc hỗn hợp gồm các cấu trúc hình thái học khác nhau bên trong polyme nóng chảy. Đường dòng chảy được hiểu là toàn bộ đường mà polyme nóng chảy phải đi theo từ vị trí polyme này đi vào thiết bị đúc phun hoặc thiết bị ép đùn ở dạng nóng chảy đến hốc khuôn được sử dụng cho (bán) thành phẩm, hoặc trong trường hợp quá trình ép đùn thì là phía trước, trong hoặc phía sau khuôn ép.

Ngoài biến dạng trượt, cần lưu ý rằng việc biến đổi đường dòng chảy của polyme nóng chảy thường liên quan đến dòng chảy giãn dài. Dòng chảy giãn dài, hoặc biến dạng liên quan đến sự kéo căng của vật liệu nhớt, là loại biến dạng chiếm ưu thế trong dòng chảy hội tụ và dòng chảy nén xảy ra trong các quá trình xử lý polyme thông thường.

Tương tự với các dòng chảy trong biến dạng trượt, các dòng chảy giãn dài có khuynh hướng sắp thẳng, kéo căng và định hướng mạch polyme trong vật liệu nóng chảy cũng có thể tạo ra hiện tượng kết tinh do dòng chảy gây ra trong quá trình xử lý vật liệu nóng chảy.

Tính chất của các dòng polyme ở trạng thái biến dạng giãn dài đơn trục thường được thể hiện thành đường cong tăng trưởng độ nhót giãn dài, đường cong này là đồ thị thể hiện độ nhót giãn dài tức thời (hoặc tạm thời) dưới dạng hàm số của thời gian đối với nhiệt độ và tốc độ giãn dài cụ thể, thường được vẽ đồ thị theo thang log-log. Đường cong tăng trưởng tạo ra sự phản ánh về đáp ứng vật liệu với trạng thái biến dạng có điều khiển bằng cách lập đồ thị sự tăng sức cản của vật liệu đối với dòng chảy (độ nhót) dưới dạng hàm số của thời gian ở tốc độ giãn dài không đổi. Đồ thị tăng trưởng gồm nhiều đường cong tăng trưởng độ nhót giãn dài đối với các tốc độ giãn dài khác nhau, các đường cong này ở độ biến dạng nhỏ thì có khuynh hướng chồng lên đường cong đơn cơ sở được gọi là đường bao độ nhót đàn hồi tuyến tính (Linear Viscoelastic Envelope: LVE). Các đường cong tăng trưởng độ nhót giãn dài đối với nhựa mà thể hiện độ lệch nhỏ so với LVE ở trạng thái nóng chảy thường thể hiện độ lệch tăng đáng chú ý so với LVE ở các nhiệt độ gần nhiệt độ kết tinh vì hiện tượng kết tinh do dòng chảy gây ra (Flow Induced Crystallization: FIC). Khi nhiệt độ giảm, tính chất FIC được thể hiện bởi các độ lệch về độ nhót giãn dài ngày càng tăng lên so với LVE kèm theo độ biến dạng ngày càng giảm ở các điểm lệch so với LVE. Do vậy, tính chất FIC của nhựa polyme khi giãn dài đơn trục thường được mô tả đặc điểm bằng cách đánh giá tính chất dòng chảy giãn dài của nhựa này theo LVE trên đồ thị tăng trưởng ở các nhiệt độ thử nghiệm nguội dần ở gần và ngay bên dưới nhiệt độ kết tinh nóng chảy cao nhất.

Phép đo dòng chảy giãn dài được thực hiện ở gần nhiệt độ kết tinh nóng chảy yêu cầu rằng nhựa polyme trước hết phải trở nên nóng chảy ở nhiệt độ nằm trong khoảng cao hơn 10-20°C so với nhiệt độ nóng chảy cao nhất trước khi được làm nguội dần đến nhiệt độ thử nghiệm mong muốn. Điều này có ích cho việc mô tả đặc điểm của tính chất kết tinh polyme nóng chảy dưới dạng hàm số của nhiệt độ trước khi sử dụng kỹ thuật như phép đo nhiệt lượng bằng tia quét vi phân (Differential Scanning Calorimetry: DSC) hoặc phép phân tích nhiệt sai phân (Differential Thermal Analysis: DTA) để xác định khoảng nhiệt độ nóng chảy thích hợp cho nhựa polyme cụ thể. Các thử nghiệm dòng

chảy giãn dài thường được tiến hành trên lưu tốc kế có tang quán kép để đo biến dạng giãn dài như cơ cấu lưu tốc kế Sentmanat để đo biến dạng giãn dài (Sentmanat Extensional Rheometer: SER), cơ cấu này có thể được chứa trong khoang lò của lưu tốc kế quay có bán trên thị trường mà trên đó cơ cấu SER được ghép. Các thử nghiệm FIC yêu cầu sự kiểm soát nhiệt độ và độ chính xác nghiêm ngặt và gradien nhiệt độ tối thiểu bên trong mẫu và khoang lò trong thủ tục làm nguội mẫu và thử nghiệm kéo căng. Thủ tục đo thích hợp đối với phép đo FIC thực hiện trên các polyme nóng chảy khi giãn dài đơn trục được bao gồm trong phụ lục B.

Do đó, vì sự biến đổi đường dòng chảy và nhiều quá trình xử lý polyme liên quan đến sự kết hợp cả dòng chảy trượt và dòng chảy giãn dài, nên sẽ hữu ích nếu mô tả đặc điểm các biến dạng dòng theo các điều kiện khái quát hơn, không thứ nguyên như số Deborah và số Weissenberg mà thường được sử dụng để mô tả đặc điểm tính chất lưu biến của vật liệu.

Số Deborah (De) điều chỉnh mức độ mà độ đàn hồi tự biểu hiện khi đáp ứng với hiện tượng biến dạng tạm thời cho dù là biến dạng trượt hay biến dạng giãn dài. Một cách chính thức, số Deborah được xác định là tỷ số của thời gian hồi phục tính chất của chất lưu và thời gian quan sát để dò đáp ứng của chất lưu. Ở số Deborah thấp, vật liệu biểu hiện theo cách giống chất lưu hơn, với dòng chảy nhớt Newton kèm theo. Ở số Deborah cao, tính chất vật liệu đi vào chế độ phi Newton có độ đàn hồi ngày càng chiếm ưu thế và thể hiện tính chất giống chất rắn.

Số Weissenberg (Wi) so sánh lực nhớt với lực đàn hồi của chất lưu gây ra bởi hiện tượng biến dạng được sử dụng ở dạng trượt hoặc dạng giãn dài. Một cách chính thức, số Weissenberg được xác định là tích số của thời gian hồi phục tính chất của chất lưu và tốc độ biến dạng được sử dụng. Với số Weissenberg thấp, mức độ biến dạng là rất nhỏ hoặc rất chậm và đáp ứng ứng suất của chất lưu với biến dạng trượt hoặc biến dạng giãn dài tỷ lệ thuận với nhau và biểu hiện tính chất nhớt đàn hồi tuyến tính. Với số Weissenberg cao, mức độ biến dạng là lớn hoặc nhanh và đáp ứng ứng suất của chất lưu với biến dạng trượt hoặc biến dạng giãn dài không tỷ lệ với nhau và biểu hiện tính chất nhớt đàn hồi không tuyến tính.

Hai số không thứ nguyên này cùng nhau phục vụ cho việc mô tả đặc điểm tính chất lưu biến của chất lưu bằng cách sử dụng đồ thị Pipkin vốn là đồ thị của số

Weissenberg theo số Deborah đối với tập hợp cụ thể của các điều kiện biến dạng vật liệu. Đối với dòng chảy thất thông thường trong các quá trình tạo hình, số Weissenberg và số Deborah thường được viết dưới dạng:

$$Wi = \lambda \dot{\gamma}_w$$

$$De = \lambda/t'$$

trong đó λ ($= 1/\omega_1$) là thời gian hồi phục tính chất của polyme nóng chảy và t' ($= \pi R^3/[8Q]$) là thời gian cần thiết cho dòng chảy đi qua chỗ thất trên khoảng cách trục tương đương với 4 lần đường kính kênh dòng chảy.

Giờ đây bằng cách xác định sự lựa chọn nhựa có nền polypropylen theo đáp ứng với biến dạng dòng và mô tả đặc điểm sự lựa chọn này theo số Deborah và số Weissenberg, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polypropylen nóng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng (bán) thành phẩm với số Weissenberg được sử dụng bằng ít nhất là 0,125 để ép đùn và ít nhất là 0,187 để ép phun và số Deborah bằng ít nhất là 0,25 để ép đùn và ít nhất là 0,375 để ép phun, hoặc để ép đùn hoặc ép phun thì số Weissenberg và số Deborah lần lượt bằng ít nhất là 0,2 và 0,4, hoặc ít nhất là 0,3 và 0,6, hoặc ít nhất là 0,4 và 0,8, hoặc ít nhất là 0,5 và 1,0, trong đó polyme có nền polypropylen có trị số MFR nằm trong khoảng từ ít nhất là 0,3 đến 100 g/10 phút.

Tương tự đối với polyme có nền polyetylen, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polyetylen nóng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng (bán) thành phẩm với số Weissenberg được sử dụng bằng ít nhất là 0,125 để ép đùn và ít nhất là 0,375 để ép phun và số Deborah bằng ít nhất là 0,25 để ép đùn và ít nhất là 0,75 để ép phun, hoặc để ép đùn hoặc ép phun thì số Weissenberg và số Deborah lần lượt bằng ít nhất là 0,2 và 0,6, hoặc ít nhất là 0,3 và 0,9, hoặc ít nhất là 0,4 và 1,2, hoặc ít nhất là 0,5 và 1,5, trong đó polyme có nền polyetylen có trị số MFR nằm trong khoảng từ ít nhất là 0,08 đến 25 g/10 phút.

Và tương tự với polyme có nền polyeste, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polyeste nóng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng (bán) thành phẩm số Weissenberg được sử dụng

bằng ít nhất là 0,125 để ép đùn và ít nhất là 0,375 để ép phun và số Deborah bằng ít nhất là 0,25 để ép đùn và ít nhất là 0,75 để ép phun, hoặc để ép đùn hoặc ép phun thì số Weissenberg và số Deborah lần lượt bằng ít nhất là 0,4 và 0,8, hoặc ít nhất là 0,5 và 1,0, hoặc ít nhất là 0,6 và 1,2, hoặc ít nhất là 0,75 và 1,5, trong đó polyme có nền polyeste có trị số MW nằm trong khoảng từ 35000 đến 143000 g/mol.

Đã biết rằng trong các phương pháp sản xuất sản phẩm polyme, sự lựa chọn phù hợp đối với các thông số xử lý chính cho phép tác động tới các tính chất kết tinh của: tốc độ biến dạng, nhiệt độ xử lý, áp suất cục bộ, và sự định hướng phân tử.

Tốc độ biến dạng của dòng polyme nóng chảy trong đường dòng chảy cần đủ nhanh để gây ra phản ứng kết tinh cho phép vật liệu biểu hiện tính đàn hồi hơn so với tính nhớt trong quá trình tạo hình sản phẩm polyme. Do đó, tốc độ biến dạng của polyme nóng chảy phải tỷ lệ với số nghịch đảo của thời gian hồi phục tính chất của polyme này – nói cách khác, vật liệu phải được tạo hình ở tốc độ xử lý tỷ lệ với tốc độ hồi phục tính chất.

Các thử nghiệm quét tần số trong các điều kiện biến dạng trượt đơn giản được sử dụng để xác định tần số giao chéo đối với polyme nóng chảy ở nhiệt độ cụ thể liên quan đến quá trình xử lý. Tần số giao chéo này tạo ra sự chỉ báo về mức độ biến dạng tại đó polyme bắt đầu biểu hiện tính chất giống chất rắn (đàn hồi) hơn là giống chất lỏng (nhớt).

Ngoài ra, polyme nóng chảy cần được xử lý ở nhiệt độ gần nhiệt độ kết tinh phụ thuộc áp suất của nhựa polyme – nói cách khác, vật liệu phải được xử lý ở nhiệt độ mà quá trình hình thành nhân mầm tinh thể có thể xảy ra với tập hợp cụ thể của các điều kiện áp suất xử lý và sự định hướng phân tử. Hiện tượng vật lý cơ sở có thể là, khi mạch polyme bắt đầu đông đặc thì độ linh động phân tử của mạch này bị hạn chế, do đó làm giảm trạng thái entropi cấu hình của mạch, điều này tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình biến đổi thành trạng thái kết tinh. Do đó, nhiệt độ mà tại đó vật liệu bắt đầu đông đặc được xác định bởi sự thiếu độ linh động phân tử của mạch polyme đối với tập hợp cụ thể của các điều kiện xử lý.

Các thử nghiệm đo độ nở nóng chảy có thể được sử dụng để xác định. Nhiệt độ kết tinh nóng chảy dưới dạng hàm số của áp suất sẽ được xác định từ dữ liệu PVT đặc

trung của nhựa polyme cụ thể. Đồ thị PVT như vậy thường được đo bằng cách sử dụng các thử nghiệm đo độ nở nóng chảy.

Ngoài ra, áp suất cục bộ trên polyme nóng chảy tại thời điểm sự định hướng phân tử được gây ra phải đủ cao để làm tăng nhiệt độ kết tinh đến nhiệt độ gần hoặc nhiệt độ ngay bên trên nhiệt độ xử lý vật liệu nóng chảy để thúc đẩy quá trình hình thành nhân mầm tinh thể. Polyme nóng chảy cần được xử lý ở áp suất đủ cao sao cho sự dịch chuyển phụ thuộc áp suất ở nhiệt độ kết tinh của nhựa polyme là gần nhiệt độ xử lý của quá trình tạo hình – nói cách khác, vật liệu phải được xử lý ở áp suất mà quá trình hình thành nhân mầm tinh thể có thể xảy ra với tập hợp cụ thể của các điều kiện nhiệt độ xử lý và sự định hướng phân tử. Hiện tượng vật lý cơ sở có thể là sự tăng áp suất gây ra sự giảm thể tích tự do bao quanh mạch polyme, điều này dẫn tới sự giảm trạng thái entropi cấu hình và tạo điều kiện thuận lợi cho sự biến đổi thành trạng thái kết tinh. Sự giảm tổng entropi ngưng tụ này cho phép quá trình kết tinh xảy ra ở nhiệt độ cao hơn so với nhiệt độ có thể xảy ra trong các điều kiện tĩnh.

Hình.1 và Hình.2 minh họa cách thức mà sự tăng áp suất cục bộ được sử dụng từ 0 đến 1600 ba trên polyme có nền PET nóng chảy gây ra sự tăng nhiệt độ kết tinh nóng chảy của polyme nóng chảy. Bằng cách biến đổi đường dòng chảy của polyme nóng chảy sao cho áp suất cục bộ tăng, nhiệt độ kết tinh có thể được làm tăng sao cho nhiệt độ này gần hoặc ở ngay bên trên nhiệt độ xử lý vật liệu nóng chảy của quá trình xử lý polyme mẫu.

Các mẫu được đo bằng thiết bị Rheograph 75 có hai lỗ 15mm sử dụng một trong hai ống để đo PVT. Phương pháp thử nghiệm đẳng nhiệt được chọn.

Đối với RamaPET, nhiệt độ kết tinh được xác định nằm trong khoảng từ 250°C ở áp suất môi trường đến 287°C ở áp suất 1600 ba. Đối với Turbo LT, nhiệt độ kết tinh cao hơn một chút ở áp suất môi trường và bằng 287°C ở áp suất 1600 ba.

Cuối cùng, sự định hướng phân tử được gây ra phải đủ lớn để thúc đẩy sự sắp thẳng phân tử để tạo điều kiện thuận lợi và đẩy nhanh tốc độ kết tinh. Quá trình tạo hình sản phẩm polyme phải gây ra mức độ định hướng phân tử thích hợp trong mạch polyme để tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình kết tinh được gây ra/tăng cường bởi dòng - nói cách khác, vật liệu phải được biến dạng theo cách sao cho thu được mức độ sắp thẳng

phân tử phù hợp sao cho quá trình hình thành nhân mầm tinh thể có thể xảy ra với tập hợp cụ thể của các điều kiện nhiệt độ và áp suất xử lý. Hiện tượng vật lý cơ sở có thể là các biến dạng trượt và biến dạng dòng chảy giãn dài lớn, mà tạo ra sự kéo căng và sự định hướng mạch polyme ở mức độ cao, gây ra sự biến dạng đáng kể của mạch polyme so với cấu hình có thể xảy ra nhất của chúng (cuộn ngẫu nhiên) và dẫn đến sự giảm trạng thái entropi cấu hình mà tạo điều kiện thuận lợi cho sự biến đổi thành trạng thái kết tinh. Sự giảm tổng entropi ngưng tụ này cho phép quá trình kết tinh xảy ra ở nhiệt độ cao hơn so với nhiệt độ có thể xảy ra trong các điều kiện tĩnh. Mức độ sắp xếp theo thứ tự và sắp thẳng gia tăng của mạch polyme cũng dẫn đến tốc độ kết tinh tăng so với mạch polyme đẳng hướng.

Các thử nghiệm lưu biến giãn dài có thể được sử dụng để xác định tính chất kết tinh do dòng chảy gây ra ở nhiệt độ gần nhiệt độ kết tinh nóng chảy của nhựa polyme cụ thể.

Ngoài ra, giờ đây đã được thừa nhận rằng áp suất cục bộ mà polyme nóng chảy tiếp xúc với sẽ ảnh hưởng đến mức độ biến dạng trượt và/hoặc mức độ biến dạng giãn dài cần thiết để tạo ra một cách có hiệu quả sự có mặt riêng rẽ hoặc kết hợp của các loại cấu trúc hình thái học khác nhau bên trong polyme nóng chảy. Áp suất cục bộ bên trong polyme nóng chảy có thể giúp làm tăng độ ma sát giữa các phân tử ở giữa các đại phân tử có mặt bên trong polyme nóng chảy, do đó khiến cho sự tiếp xúc biến dạng trượt gây ra cục bộ và/hoặc sự tiếp xúc với biến dạng giãn dài trở nên hữu hiệu hơn. Vì mức độ tiếp xúc biến dạng trượt cần thiết bị ảnh hưởng bởi áp suất ở đó biến dạng trượt và/hoặc biến dạng giãn dài được gây ra, nên tốt hơn là biến dạng trượt và/hoặc biến dạng giãn dài có thể được gây ra ở áp suất cục bộ thích hợp nhất, sao cho bản chất hình thái học của polyme có thể thay đổi một cách tối ưu nhất theo các đặc tính chức năng dự định được mong muốn với sản phẩm polyme (bán) thành phẩm.

Do đó, đường dòng chảy của polyme nóng chảy có thể còn được biến đổi dưới dạng hàm số của mức độ tổn hao biến dạng trượt hoặc mức độ tăng biến dạng giãn dài trong đường dòng chảy và/hoặc có thể được biến đổi dưới dạng hàm số của mức độ giảm áp suất cục bộ do sự loãng ra do biến dạng trượt hoặc mức độ tăng áp suất cục bộ do sự biến cứng do biến dạng giãn dài trong đường dòng chảy.

Tốt hơn, nếu đường dòng chảy của polyme nóng chảy có thể được biến đổi dưới dạng hàm số của profin áp suất cục bộ trên ít nhất một phần đường dòng chảy, profin áp suất cục bộ này được xác định dưới dạng hàm số của đáp ứng tối ưu hóa của polyme nóng chảy đối với biến dạng trượt cục bộ và/hoặc biến dạng giãn dài được gây ra trên ít nhất một phần đường dòng chảy. Đáp ứng tối ưu hóa của polyme nóng chảy được hiểu là hiệu quả tối ưu hóa của biến dạng trượt cục bộ và/hoặc biến dạng giãn dài được gây ra.

Biến thể đã nêu của đường dòng chảy polyme có thể cũng bao gồm dạng cấu hình kích thước bất kỳ cho phép điều khiển áp suất cục bộ có mặt bên trong polyme nóng chảy, và tại đó sự tiếp xúc biến dạng trượt và/hoặc biến dạng giãn dài sẽ được thực hiện, xuất phát từ quan điểm xét theo tiết diện ngang cũng như theo độ dài của đường dòng chảy.

Trong trường hợp đúc phun (đúc phun trực tiếp hoặc đúc phun thổi căng), trong số nhiều phương pháp, việc biến đổi đường dòng chảy có thể được thực hiện bằng phương pháp cho polyme nóng chảy đi qua các biến thể rãnh dẫn nóng được thiết kế riêng như gia công định hình hộp vôi phun của rãnh dẫn, và/hoặc van kim ngắt, hoặc đặt các ống lót trong hệ thống rãnh dẫn nóng (ví dụ, cấu hình hình học như nhưng không chỉ giới hạn ở ống đồng tâm, bánh xe hình sao, hoặc các dạng hình học mặt cắt ngang khác và sự chuyển hướng đường dòng chảy, hoặc các vùng có đường kính thay đổi) ở các vị trí được chọn trong rãnh dẫn nóng. Việc này có thể được kết hợp với áp suất ép phun cao hoặc các chu trình nén và giải nén lặp lại. Trong trường hợp ép đùn (đúc ép đùn thổi, ép đùn tấm, hoặc ép đùn màng thổi), đường dòng chảy của polyme nóng chảy có thể được biến đổi ở phía trước hoặc trong hoặc phía sau khuôn ép đùn.

Đáng ngạc nhiên phát hiện ra rằng polyme có trị số MW cao (trong trường hợp polyme có nền polyeste) hoặc trị số MFR thấp (trong trường hợp polyme có nền polypropylen/polyetylen) có thể thể hiện đáp ứng cải thiện với việc gây ra biến dạng trượt cục bộ và/hoặc biến dạng giãn dài. Không bị ràng buộc bởi bất kỳ lý thuyết nào, được cho rằng polyme có trị số MW cao (trong trường hợp polyme có nền polyeste) hoặc trị số MFR thấp (trong trường hợp polyme có nền polypropylen/polyetylen) thể hiện đáp ứng cải thiện với việc gây ra biến dạng trượt cục bộ và/hoặc biến dạng giãn dài bên trong polyme nóng chảy.

Hơn nữa, cũng được quan sát thấy rằng sự loãng ra do biến dạng trượt, hiện tượng lưu biến trong đó độ nhớt của polyme nóng chảy giảm khi chịu biến dạng trượt cục bộ, cũng đóng vai trò. Độ nhớt giảm làm giảm sự tích tụ áp suất cục bộ ở polyme nóng chảy do quá trình sản xuất gây ra. Vì sự tích tụ áp suất cục bộ giảm ảnh hưởng đến hiệu quả của sự ma sát phân tử ở giữa các đại phân tử polyme, nên mức độ biến dạng trượt cao có thể cần phải tỷ lệ với các tính chất loãng ra do biến dạng trượt của polyme được chọn.

Do đó, theo một phương án nữa của sáng chế, đường dòng chảy của polyme nóng chảy có thể được biến đổi bởi các giới hạn đường dòng chảy để thu được profin sụt áp suất được ưu tiên trong đường dòng chảy có tính đến tính chất loãng ra do biến dạng trượt của polyme nóng chảy. Ví dụ, ống lót được lắp trong hệ thống rãnh dẫn nóng có thể được thiết kế sao cho có thể thu được profin sụt áp suất nhất định dọc theo đường dòng chảy bằng cách thu hẹp mặt cắt ngang kênh theo quy định về phía khuôn, hoặc bằng cách đưa vào diện tích giới hạn cao bên trong đường dòng chảy của polyme nóng chảy, tốt hơn là ở gần hốc khuôn được sử dụng cho (bán) thành phẩm, hoặc trong trường hợp quá trình ép đùn, thì ở trước, trong hoặc sau khuôn ép.

Ngoài ra, vì không phải là toàn bộ polyme đều nhạy như nhau đối với sự loãng ra do biến dạng trượt, trong phương pháp theo sáng chế, polyme có thể được chọn, biến đổi hoặc tạo mới không những dựa trên trị số MW hoặc MFR và ω_1 tương ứng, hoặc số Weissenberg và số Deborah mà còn tính đến độ nhạy của polyme đối với sự loãng ra do biến dạng trượt.

Polyme có nền polyeste có thể, ví dụ, là polyme có nền PET, PET có độ nhớt nội tại cao hoặc PET cải biến, PBT (polybutylen terephthalat), PGA, PEN, hoặc tổ hợp của chúng, và tùy ý có thể bao gồm copolyme thích hợp để biến đổi tính chất vật lý của sản phẩm. Polyme có nền polyeste có thể là polyeste dẻo nhiệt thơm, hoặc polyeste dẻo nhiệt béo. Ngoài ra, polyme có nền polyeste có thể là chất dẻo phân hủy sinh học, như axit polylactic (PLA), polyhydroxyalkanoat (PHA), polyetylen furanoat (PEF), polybutylen suxinat (PBS), hoặc axit polyglycolic (PGA) chẳng hạn.

Polyme có nền polypropylen (PP) có thể là, ví dụ, polyme có nền homopolyme, copolyme khối, copolyme ngẫu nhiên, v.v., hoặc tổ hợp của chúng và tùy ý có thể bao gồm copolyme thích hợp để biến đổi tính chất vật lý của sản phẩm.

Polyme có nền polyetylen có thể, ví dụ, là polyme có nền polyetylen tỷ trọng thấp, tỷ trọng cao hoặc siêu cao và tùy ý có thể bao gồm copolyme thích hợp để biến đổi tính chất vật lý của sản phẩm.

Có thể thu được vật liệu có nền polypropylen, polyethylen hoặc polyeste bằng cách tạo hỗn hợp, trộn lẫn, điều chế hỗn hợp nước cái, hoặc đồng trùng hợp và có thể có nguồn gốc một phần hoặc hoàn toàn từ tài nguyên thiên nhiên.

Ngoài ra, polyme được sử dụng trong sáng chế có thể bao gồm các loại chất phụ gia khác nhau, được sử dụng riêng rẽ hoặc ở các dạng tổ hợp khác nhau, bao gồm nhưng không chỉ giới hạn ở các chất phụ gia như chất chống oxy hóa, chất hấp thụ UV, thuốc nhuộm, chất tạo màu, chất tạo nhân, chất độn và hỗn hợp của chúng.

Theo lợi ích thứ nhất, phương pháp theo sáng chế giờ đây cho phép gây ra biến dạng trượt cục bộ và/hoặc biến dạng giãn dài trên các vật liệu polyme được chọn để thể hiện mức độ đáp ứng cải thiện xét theo các thay đổi hình thái có thể xảy ra ở polyme nóng chảy khi gây ra sự tiếp xúc biến dạng trượt cục bộ và/hoặc biến dạng giãn dài. Các thay đổi hình thái này có thể bao gồm các lợi ích đơn và/hoặc kết hợp thu được từ sự sắp thẳng đại phân tử, sự định hướng mạch đại phân tử, sự tạo ra tiền chất và/hoặc nhân, tinh thể hình cầu, và sự tạo ra nhiều loại hình thái tinh thể khác nhau gia tăng.

Hơn nữa, phương pháp theo sáng chế cho phép thu được thể tích đồ chứa lớn hơn đối với trọng lượng polyme cụ thể được sử dụng so với tình trạng kỹ thuật đã biết. Ngoài ra, phương pháp theo sáng chế có thể thu được các sản phẩm, cụ thể là đồ chứa có độ ổn định kích thước tương đương hoặc cao hơn, các tính chất cách ly khí và/hoặc nước tương đương hoặc tốt hơn (tránh được việc phải dùng các giải pháp cách ly bổ sung), độ bền va đập tương đương hoặc cao hơn, hoặc độ bền nhiệt bằng hoặc cao hơn so với sản phẩm thuộc tình trạng kỹ thuật đã biết có độ dày thành tương đương hoặc cao hơn.

Phương pháp theo sáng chế có thể còn cho phép sản xuất đồ chứa ít bị co ngót và/hoặc ít kết tinh khi tiếp xúc nhiệt, ví dụ trong các ứng dụng nạp nóng, khi so với tình trạng kỹ thuật đã biết.

Khi gây ra biến dạng trượt và/hoặc biến dạng giãn dài thích hợp ở áp suất cục bộ thích hợp kết hợp với polyme (bán) kết tinh thích hợp như được mô tả trong các phương án trên đây, các phân tử polyme nóng chảy có thể tự sắp thẳng và/hoặc định hướng (một

phần) và/hoặc thể hiện quá trình kết tinh sao cho sản phẩm (bán) thành phẩm thu được có thể thể hiện các phần có các cấu trúc hình thái khác nhau, như biểu hiện riêng rẽ và/hoặc kết hợp của sự sắp thẳng đại phân tử, sự định hướng mạch đại phân tử vô định hình, sự tạo ra tiền chất và/hoặc nhân, tinh thể hình cầu, sự tạo ra nhiều loại hình thái tinh thể khác nhau. Nói cách khác: tổ hợp gồm áp suất cục bộ gây ra và/hoặc biến dạng trượt cục bộ và/hoặc biến dạng giãn dài gây ra cần đủ cao để tạo ra các phần có hình thái khác nhau được tham khảo, sự lựa chọn thích hợp đối với nhựa thích hợp nhất phải đảm bảo rằng polyme phản ứng một cách tối ưu nhất đối với sự gây ra quá trình tiếp xúc với biến dạng trượt cục bộ và/hoặc biến dạng giãn dài.

Theo nguyên tắc kết tinh do dòng chảy gây ra, ứng suất cao dần được cho là sẽ dẫn đến sự tạo ra các dạng cấu trúc hình thái khác nhau bên trong polyme nóng chảy với lượng tăng dần, như – nhưng không chỉ giới hạn ở – sự sắp thẳng đại phân tử, sự định hướng mạch đại phân tử, tiền chất, nhân, tinh thể hình cầu, và các dạng cấu trúc tinh thể khác nhau.

Mạch polyme có thể được sắp thẳng hoặc định hướng. Tùy thuộc vào nhiệt độ và mức độ biến dạng và/hoặc ngoại lực, mức độ định hướng có thể thay đổi và có thể dẫn đến quá trình kết tinh. Tuy nhiên, sự định hướng không đồng nghĩa với tính kết tinh. Polyme có thể là dạng vô định hình dù được định hướng.

Quá trình kết tinh polyme là quá trình liên quan đến trạng thái sắp thẳng riêng phần của mạch phân tử polyme. Sự tạo ra tiền chất hoặc nhân là bước đầu tiên trong quá trình tạo ra pha nhiệt động học mới hoặc cấu trúc mới thông qua sự tự ghép nối hoặc tự tổ chức. Quá trình tạo nhân bắt đầu với các khu vực nhỏ có kích thước nanomet, ở đó vì chuyển động nhiệt nên một số mạch hoặc các phần của chúng trở thành song song. Các mầm này có thể phân ly, nếu chuyển động nhiệt phá hủy trật tự phân tử, hoặc lớn lên, nếu cỡ hạt vượt quá trị số tới hạn nhất định.

Tốt hơn, nếu sự phát triển của vùng kết tinh xảy ra theo chiều của gradien nhiệt độ lớn nhất và bị kìm hãm ở phần đỉnh và phần đáy của lớp mỏng bởi các phần gấp vô định hình ở các bề mặt này. Trong trường hợp gradien mạnh, sự phát triển có tính đơn hướng, dạng nhánh cây. Tuy nhiên, nếu sự phân bố nhiệt độ có tính đẳng hướng và tĩnh thì các lớp mỏng phát triển nhanh chóng và tạo ra các tổ hợp lớn hơn có dạng gần như hình cầu được gọi là tinh thể hình cầu. Tinh thể hình cầu có kích thước nằm trong khoảng

từ 1 đến 100 micromét và tạo ra rất nhiều mẫu hình có màu khác nhau khi được quan sát giữa các kính phân cực vuông góc trong kính hiển vi quang học, thường bao gồm mẫu hình "thập tự giá Malta" và các hiện tượng phân cực khác được gây ra bởi sự sắp thẳng phân tử trong các lớp mỏng riêng rẽ của tinh thể hình cầu.

Thông số quan trọng đối với hiện tượng kết tinh do dòng chảy gây ra có liên quan đến cái gọi là mức biến dạng trượt tới hạn tự nhiên, nếu ở trên mức này thì đạt được sự kéo căng hoàn toàn của khung polyme ở áp suất khí quyển và ở nhiệt độ tham khảo cụ thể. Thông qua sự kết hợp các tài liệu khoa học, giờ đây thu được công thức chung cho mức biến dạng trượt tới hạn này: $C_s = 3 \cdot M_w \cdot \omega_1 / M_e$ với M_w : khối lượng phân tử trung bình khối của polyme; ω_1 : giao điểm giữa môđun tích lũy $G'(\omega)$ và môđun tổn hao $G''(\omega)$ và M_e : trọng lượng phân tử rỗi.

Còn quan sát được rằng khi gây ra mức độ biến dạng trượt với cường độ khác nhau, các sản phẩm có cấu trúc hình thái khác nhau có thể được tạo ra. Ví dụ, quan sát được rằng việc cho polyme nóng chảy tiếp xúc với mức độ biến dạng trượt (về cơ bản là) ở trên mức độ biến dạng trượt tới hạn, sản phẩm tạo ra có thể thu được cấu trúc hình thái, cấu trúc hình thái này cũng có thể bao gồm phần có tinh thể hình cầu, là các tổ hợp bán kết tinh có dạng gần như hình cầu trong nền polyme vô định hình (được định hướng), và/hoặc phần cấu trúc kết tinh có dạng hình que, và/hoặc phần cấu trúc kết tinh dạng thịt nướng xiên (shish-kebab).

Theo phương án bổ sung, sáng chế đề xuất phương pháp làm giảm biến dạng trượt tới hạn để đạt được các mức độ biến dạng trượt dễ dàng hơn, trong đó các cấu trúc hình thái khác nhau được tạo ra bên trong polyme nóng chảy thông qua sự lựa chọn polyme thích hợp nhất, sự biến đổi polyme hiện có hoặc sự tạo ra polyme được thiết kế mới.

Như được giải thích trên đây, vì công thức chung mới thu được đối với biến dạng trượt tới hạn là $C_s = 3 \cdot M_w \cdot \omega_1 / M_e$, và tính đến việc ω_1 giảm khi trọng lượng phân tử tăng, việc lựa chọn vật liệu polyme có nền polypropylen, nền polyetylen, hoặc nền polyeste có khoảng cửa sổ thích hợp cho trị số MFR hoặc M_w tương ứng và trị số x, hoặc y, hoặc z tương ứng, tùy ý tính đến cả độ nhạy của polyme đối với sự loãng ra do biến dạng trượt cũng như áp suất cục bộ mà polyme nóng chảy tiếp xúc với trong đường dòng chảy, có thể dẫn đến phương pháp sản xuất trong đó polyme đã chọn được tiếp xúc

với mức độ biến dạng trượt thích hợp ở dưới hoặc ở trên mức độ biến dạng trượt tới hạn để tạo ra các phần riêng rẽ hoặc kết hợp có sự sắp thẳng đại phân tử, sự định hướng mạch đại phân tử, tiền chất và/hoặc nhân, tinh thể hình cầu và sự tạo ra nhiều loại hình thái tinh thể khác nhau.

Ngoài ra, đường dòng chảy của polyme nóng chảy có thể được biến đổi dưới dạng hàm số của profin áp suất cục bộ trên ít nhất một phần đường dòng chảy, profin áp suất cục bộ này được xác định dưới dạng hàm số của mức trượt tới hạn cần thiết trên ít nhất một phần đường dòng chảy. Tốt hơn, nếu profin áp suất cục bộ được xác định dưới dạng hàm số của biến dạng trượt tới hạn có thể thu được trong các giới hạn vận hành của kỹ thuật sản xuất polyme.

Trong trường hợp đúc phun thổi căng, mức độ biến dạng trượt cần được chọn sao cho phôi tạo hình trước được sản xuất có cấu trúc hình thái tạo ra sự cân bằng tối ưu ở giữa các phần có hình thái khác nhau do sự gây ra biến dạng trượt cục bộ và khả năng đúc thổi căng phôi tạo hình trước thành hình dạng chai thành phẩm của nó.

Bảng 1, 2, và 3 minh họa sự biến dạng trượt tới hạn dưới dạng hàm số của áp suất cục bộ gây ra trong đường dòng chảy của polyme nóng chảy lần lượt đối với một số nhựa PE, PP và PET. Ví dụ, nếu vật liệu nóng chảy Turbo LT được tiếp xúc với áp suất cục bộ trong đường dòng chảy là 1000 ba, việc gây ra tốc độ trượt ở thành bằng ít nhất là 3512 1/giây có thể khiến cho polyme nóng chảy ở trạng thái bên trên biến dạng trượt tới hạn của nó và có thể tạo ra các phần kết hợp có sự sắp thẳng đại phân tử, sự định hướng mạch đại phân tử, tiền chất và/hoặc nhân, cho tới tinh thể hình cầu và sự tạo ra nhiều loại hình thái tinh thể khác nhau.

Bảng 1:

Loại	Nhựa	Nhà cung cấp	MW (g/mol)	Me (g/mol)	ω 1(rad/giây) ở 190C	Cs (1/giây) ở áp suất khí quyển	sự phát triển Cs theo hàm số của áp suất cục bộ				
							200 (ba)	400 (ba)	600 (ba)	800 (ba)	1000 (ba)
PE	MB6561	Borealis	112800	1000	78	26395	21611	17693	14486	11860	9710
PE	BB2581	Borealis	159800	1000	12	5897	4828	3953	3236	2650	2169

Bảng 2:

Loại	Nhựa	Nhà cung cấp	MW (g/mol)	Me (g/mol)	ω 1(rad/giây) ở 240C	Cs (1/giây) ở áp suất khí quyển	sự phát triển Cs theo hàm số của áp suất cục bộ				
							200 (ba)	400 (ba)	600 (ba)	800 (ba)	1000 (ba)
PP	BH374MO	Borealis	170200	4000	753	96120	61905	39869	25677	16537	10650
PP	RB206MO	Borealis	322200	4000	31	7588	4887	3147	2027	1305	841

Bảng 3:

Loại	Nhựa	Nhà cung cấp	MW (g/mol)	Me (g/mol)	ω 1(rad/giây) ở 275C	Cs (1/giây) ở áp suất khí quyển	sự phát triển Cs theo hàm số của áp suất cục bộ				
							200 (ba)	400 (ba)	600 (ba)	800 (ba)	1000 (ba)
PET	Ramapet L1	Indorama	37192	1060	3663	385568	156760	63734	25912	10535	4283
PET	Turbo LT	M&G	50500	1060	2212	316149	128537	52259	21247	8638	3512
PET	Relpet H7761	Reliance	51650	1060	1744	254937	103649	42141	17133	6966	2832
PET	Ramapet R1	Indorama	57800	1060	1176	192392	78221	31802	12930	5257	2137
PET	Flessenpet 1.30	Dufor	115947	1060	536	175791	71471	29058	11814	4803	1953

Việc xác định sự có mặt và dạng của phần có hình thái, như các cấu trúc (bán) kết tinh hoặc vô định hình được định hướng có thể được thực hiện theo phương pháp thích hợp bất kỳ đã biết trong lĩnh vực, ở dạng sử dụng riêng rẽ hoặc kết hợp, ví dụ như các phương pháp dựa trên sự tán xạ ánh sáng, lưu biến mao dẫn, phép đo nhiệt lượng bằng tia quét vi phân, phân tích tia X (WAXS, SAXS), phân tích tỷ trọng, phân tích lưỡng chiết, v.v.. Nếu cần, các phương pháp mô tả đặc điểm bằng cách phân tích khả dụng cần được kết hợp để chứng minh sự có mặt của các cấu trúc hình thái khác nhau trong sản phẩm polyme thành phẩm.

Theo phương án nữa của sáng chế, vật liệu polyme có nền polypropylen (PP), nền polyetylen (PE), hoặc nền polyeste không có các đặc điểm thích hợp liên quan đến trị số MFR hoặc MW tương ứng và trị số x, hoặc y, hoặc z tương ứng, có thể được biến đổi như vậy để thu được các đặc điểm thích hợp nhằm thu được đáp ứng được cải thiện

đối với việc gây ra biến dạng trượt cục bộ để thực hiện các thay đổi hình thái mong muốn ở sản phẩm polyme (bán) thành phẩm.

Việc biến đổi Mw hoặc MFR có thể được thực hiện bằng cách tạo hỗn hợp các polyme có các phân trọng lượng phân tử/MFR khác nhau. Cụ thể là, đối với vật liệu có nền polyeste, được cho rằng việc pha trộn phần có Mw cao vào polyme có Mw thấp sẽ làm giảm đáng kể ω_1 mà không làm tăng đáng kể MW của hỗn hợp thu được. Đối với polyme polypropylen và polyetylen, việc pha trộn phần có MFR thấp vào polyme có MFR cao sẽ dẫn đến sự giảm tương tự của ω_1 mà hầu như không làm giảm MFR của hỗn hợp thu được. Như vậy, các polyme hai hình thái hoặc thậm chí là đa hình thái thích hợp có thể được phát triển.

Như có thể thu được từ công thức biến dạng trượt tới hạn được giải thích trên đây, việc làm giảm ω_1 mà không làm tăng đáng kể MW sẽ làm giảm đáng kể mức độ biến dạng trượt tới hạn của hỗn hợp polyme, điều này dẫn đến mức độ biến dạng trượt cần thiết để thu được cấu trúc hình thái mong muốn trong sản phẩm polyme có thể đạt được dễ dàng hơn. Như đã được biết trong lĩnh vực này, việc tạo hỗn hợp các vật liệu polyme có thể được thực hiện bằng cách trộn đơn giản các phân trọng lượng trước khi đưa vào thiết bị đúc phun hoặc ép đùn, bằng cách điều chế hỗn hợp nước cái, bằng cách trộn lẫn các polyme khác nhau với nhau, v.v..

Rõ ràng rằng, ngoài việc biến đổi các polyme đã có, các vật liệu polyme mới có thể được thiết kế để đáp ứng các yêu cầu liên quan đến MW hoặc MFR, và ω_1 , độ nhạy với sự loãng ra do biến dạng trượt, v.v., để thu được đáp ứng cải thiện liên quan đến các thay đổi hình thái mà có thể xảy ra trong polyme nóng chảy khi gây ra sự tiếp xúc với biến dạng trượt cục bộ, bao gồm các lợi ích riêng rẽ và/hoặc kết hợp thu được từ sự sắp thẳng đại phân tử, sự định hướng mạch polyme, sự tạo ra tiền chất và/hoặc nhân, tinh thể hình cầu và sự tạo ra nhiều loại hình thái tinh thể khác nhau gia tăng.

Cũng đã ngạc nhiên phát hiện rằng việc cho polyme nóng chảy tiếp xúc với các mức độ biến dạng trượt ở trên và gần như ở trên mức độ biến dạng trượt tới hạn có thể dẫn đến tỷ lệ có mặt vượt trội hơn của các phần có hình thái có đặc điểm như tiền chất, nhân, tinh thể hình cầu hoặc dạng tương tự tinh thể. Trong trường hợp ép phun trực tiếp chẳng hạn, có thể thu được thành phẩm có độ ổn định nhiệt, tính chất cách ly và độ cứng cơ học cao. Tuy nhiên, trong trường hợp cực trị, bán thành phẩm polyme thu được có

thể có sự có mặt quá mức của các phần có hình thái, khiến cho các bước hoàn thiện, như đúc thổi trong trường hợp thổi tạo hình trước có thể hầu như bị cản trở, hoặc thậm chí có thể không còn khả thi đối với các điều kiện sản xuất vận hành thông thường.

Các sản phẩm polyme như được sản xuất theo sáng chế có thể có độ ổn định nhiệt, tính chất cách ly và độ cứng cơ học có thể so sánh được hoặc tốt hơn khi so với sản phẩm cùng loại của tình trạng kỹ thuật đã biết.

Ví dụ, trong trường hợp chai loại 500 ml để chứa đồ uống không rượu bão hòa khí cacbonic (carbonated soft drink: CSD), các đặc điểm kỹ thuật của chai khi được sản xuất bằng cách đúc phun thổi căng từ PET như được chọn theo sáng chế có thể là các đặc điểm sau đây:

- trọng lượng 24 hoặc nhẹ hơn, do vậy có tỷ số trọng lượng/thể tích bằng 0,0480 g/ml hoặc nhỏ hơn, trong khi đáp ứng các đặc điểm sau:
- tải trọng lớn nhất: ± 20 kg hoặc cao hơn (tham khảo các phương pháp ISBT của International Society of Beverage Technologists (Hiệp hội các chuyên gia công nghệ đồ uống quốc tế))
- áp suất nổ: ± 10 ba hoặc cao hơn
- CO₂: mức độ tổn hao là 17,5% hoặc ít hơn qua 10 tuần ở nhiệt độ môi trường (22°C)
- độ giãn nở nhiệt là 2,5% hoặc ít hơn, tham khảo thử nghiệm độ ổn định nhiệt ISBT.

Tương tự trong trường hợp chai loại 1500 ml để chứa đồ uống không rượu bão hòa khí cacbonic (CSD), được chế tạo từ PET:

- trọng lượng 40 g hoặc nhẹ hơn, do đó có tỷ số trọng lượng/thể tích bằng 0,0267 g/ml hoặc nhỏ hơn, trong khi đáp ứng các đặc điểm sau:
- tải trọng lớn nhất: ± 20 kg hoặc cao hơn (tham khảo các phương pháp ISBT của International Society of Beverage Technologists)
- áp suất nổ: ± 10 ba hoặc cao hơn
- CO₂: mức độ tổn hao 17,5% hoặc ít hơn qua 12 tuần ở nhiệt độ môi trường (22°C)
- độ giãn nở nhiệt là 2,5% hoặc ít hơn, tham khảo thử nghiệm độ ổn định nhiệt ISBT.

Một ví dụ nữa về việc áp dụng phương pháp theo sáng chế liên quan đến đồ chứa HDPE được chế tạo bằng cách đúc ép đùn thổi, theo đó sự vắng mặt trạng thái kéo căng cao khi đúc thổi dẫn đến mức độ định hướng phân tử thấp bên trong đồ chứa. Việc tạo ra mức độ định hướng cao bên trong phối tạo hình trước và trong chai được thổi sau đó có thể tạo ra thêm các cải tiến về đặc tính chức năng.

Một ví dụ nữa liên quan đến các khay polyme được ép nóng, theo đó sự vắng mặt mức độ kéo căng cao yêu cầu việc sử dụng các màng cách ly riêng biệt để thu được tính năng thẩm cải thiện. Việc tạo ra cấu trúc có hình thái cải thiện trong tấm polyme ép đùn mà sẽ được sử dụng trong bước tiếp theo để sản xuất khay ép nóng có thể dẫn đến các đặc điểm cách ly cải thiện.

Một ví dụ nữa liên quan đến việc sử dụng đồ chứa PET cho các sản phẩm đồ uống bão hòa khí cacbonic ở các khu vực địa lý có điều kiện môi trường khắc nghiệt hơn. Thời hạn sử dụng trong thương mại của các sản phẩm này thường bị giới hạn bởi mức độ tổn hao cacbon đioxit (CO_2), điều này dẫn đến việc người tiêu dùng loại bỏ sản phẩm do vị ‘nhạt’ của nó. Giải pháp thông thường sẽ liên quan đến việc sử dụng polyme có tính năng được thiết kế kết hợp với các kỹ thuật sản xuất khác để cải tiến tính chất cách ly, như sử dụng các loại lớp phủ trong và/hoặc lớp phủ ngoài khác nhau. Tuy nhiên, rõ ràng là các giải pháp như vậy dẫn tới chi phí cao về cả khía cạnh sinh thái cũng như kinh tế, do vậy không còn được ưu tiên khi xét đến các thử thách về phát triển bền vững phải đối mặt. Giải pháp tối ưu hơn sẽ bao gồm việc đưa các thay đổi có điều khiển vào cấu trúc hình thái của PET mà có lợi cho tính chất cách ly gia tăng, nhờ đó làm giảm hoặc thậm chí là loại bỏ sự cần thiết phải sử dụng các giải pháp kỹ thuật thông thường.

Như đã được đề cập trước đây, lợi ích của sáng chế cũng là việc sáng chế làm giảm các ràng buộc về thiết kế liên quan đến lỗ cổ trong quá trình sản xuất đồ chứa có thể tích lớn khi đúc phun thổi căng. Vì mỗi polyme có một hệ số kéo căng tối đa phải được tuân thủ khi xét đến các vấn đề có thể xảy ra do sự kéo căng quá mức và sự tạo ra các khiếm khuyết tế vi bên trong đồ chứa thành phẩm thu được, nên có một giới hạn đối với kích thước đồ chứa tối đa có thể đạt được đối với đường kính lỗ cổ cụ thể. Sáng chế có thể cho phép thay đổi cấu trúc hình thái của sản phẩm polyme sao cho các hệ số kéo căng có thể đạt được khi đúc thổi có thể được biến đổi và các hạn chế hiện đang phải đối mặt có thể được giảm bớt.

Cần thấy rõ rằng các ví dụ đề cập trên đây được đưa ra bằng cách minh họa và không hề mang tính chất giới hạn đối với các lợi ích có thể thu được từ việc tạo ra cấu trúc hình thái cải tiến bên trong sản phẩm polyme (bán) thành phẩm.

Bảng 4, 5, và 6 dưới đây minh họa các phương án cụ thể theo sáng chế liên quan đến các mức độ biến dạng trượt, các trị số MFR, MW và x, y, z thích hợp lần lượt đối với các vật liệu polyme có nền PP, PE, và polyeste và các phương pháp sản xuất sản phẩm polyme khác nhau. Bảng này cũng đề cập đến các ví dụ về các nhựa polyme có bán trên thị trường khi được chọn để được sử dụng trong các phương pháp sản xuất sản phẩm polyme theo sáng chế.

Bảng 4:

				Phương pháp		ISBM		DI		EBM		Ép đùn tấm
P P	Lưu lượng nóng chảy	Nhỏ nhất	MFR	ISO1133/A STM D1238 230°; 2,16kg	g/10 phút	0,3		0,3		0,3		0,3
		Lớn nhất	MFR	ISO1133/A STM D1238 230°; 2,16kg	g/10 phút	40		100		40		40
		Tối ưu	MFR	ISO1133/A STM D1238 230°; 2,16kg	g/10 phút	1-30		2-80		1-30		1-30
	Trị số x	Nhỏ nhất	$x = w1/MFR$	Xác định G' và G'' + ngoại suy, nếu cần	(rad/giây)*(10 phút/g)@240°	5		5		5		5
		Lớn nhất				25		25		25		25
		Tối ưu				10-23		10-23		10-23		10-23
	Biến dạng trượt	Nhỏ nhất	Tốc độ trượt ở thành	Mô hình Carreau	Giây ⁻¹	750		750		500		750
		Lớn nhất				100000		100000		100000		100000
		Tối ưu				800-70000		800-70000		800-70000		800-70000
	Vị trí					Khoang rãnh dẫn nóng		Khoang rãnh dẫn nóng		Phía trước hoặc trong khuôn ép đùn		Phía trước hoặc trong khuôn ép đùn
	Khu vực địa lý					Tất cả các loại		Tất cả các loại		Tất cả các loại		Tất cả các loại
	Tốc độ ép phun	Nhỏ nhất	Cm3/giây			3		3				
		Lớn nhất				50		90				
		Tối ưu				10-30		10-80				

	Áp suất ép phun	Nhỏ nhất	ba			200		200				
		Lớn nhất				3000		5000				
		Tối ưu				400-2500		400-4000				
	Ví dụ nhựa					Borealis RF365 MO		Borealis RH374 MO		Borealis RF206 MO		Borealis RF365 MO

Bảng 5:

				Phương pháp		ISBM		DI		EBM		Ép đùn tấm
P E	Lưu lượng nóng chảy	Nhỏ nhất	MFR	ISO1133/ASTM D1238 190°; 2,16kg	g/10 phút	0,08		0,08		0,08		0,08
		Lớn nhất	MFR	ISO1133/ASTM D1238 190°; 2,16kg	g/10 phút	25		25		25		25
		Tối ưu	MFR	ISO1133/ASTM D1238 190°; 2,16kg	g/10 phút	0,1-10		0,1-20		0,1-10		0,1-10
	Trị số y	Nhỏ nhất	y = w1/MFR	Xác định G' và G'' + ngoại suy, nếu cần	(rad/giây)* (10 phút/g) @190°	5		5		5		5
		Lớn nhất				115		115		115		115
		Tối ưu				10-110		10-110		10-110		10-110
	Biến dạng trượt	Nhỏ nhất	Tốc độ trượt ở thành	Mô hình Carreau	Giây ⁻¹	1500		1500		500		1000
		Lớn nhất				50000		50000		50000		50000
		Tối ưu				1800-30000		1800-30000		1000-30000		1800-30000
	Vị trí					Khoang rãnh dẫn nóng		Khoang rãnh dẫn nóng		Phía trước hoặc trong khuôn ép đùn		Phía trước hoặc trong khuôn ép đùn
	Khu vực địa lý					Tất cả các loại		Tất cả các loại		Tất cả các loại		Tất cả các loại
	Tốc độ ép phun	Nhỏ nhất	Cm3/giây			3		3				
		Lớn nhất				50		90				
		Tối ưu				10-30		10-80				
	Áp suất ép phun	Nhỏ nhất	ba			200		200				
		Lớn nhất				3000		5000				
		Tối ưu				400-2500		400-4000				
	Ví dụ nhựa					Borealis MB656 1		Borealis MB656 1		Borealis BB2581		Borealis Borstar FB1370

Bảng 6:

				Phương pháp		ISBM		DI		EBM		Ép đùn tấm
P E T	Độ nhớt nội tại/Trọng lượng phân tử	Nhỏ nhất	IV	ASTM D4603	dl/g	0,62		0,58		0,8		0,58
			Mw	GPC	g/mol	40000		35000		56700		35000
		Lớn nhất	IV	ASTM D4603	dl/g	1,33		1,5		1,5		1,5
			Mw	GPC	g/mol	120000		143000		143000		143000
		Tối ưu	IV	ASTM D4603	dl/g	0,7-0,9		0,7-0,9		0,9-1,3		0,7-1,3
			Mw	GPC	g/mol	46000-68000		46000-68000		68000-116000		46000-116000
	Trị số z	Nhỏ nhất	z = Mw.w1	Xác định G' và G'' + ngoại suy, nếu cần	(g*rad)(mol*giấy)@ 275°	1,00E+07		1,00E+07		1,00E+07		1,00E+07
		Lớn nhất				2,70E+08		2,70E+08		2,70E+08		2,70E+08
		Tối ưu				3E+07-21E+07		3E+07-21E+07		3E+07-21E+07		3E+07-21E+07
	Biến dạng trượt	Nhỏ nhất	Tốc độ trượt ở thành	Mô hình Carreau	Giấy ⁻¹	1500		1500		500		1000
		Lớn nhất				160000		160000		160000		160000
		Tối ưu				1800-100000		1800-100000		1800-100000		1800-100000
	Vị trí					Khoang rãnh dẫn nóng		Khoang rãnh dẫn nóng		Phía trước hoặc trong khuôn ép đùn		Phía trước hoặc trong khuôn ép đùn
	Khu vực địa lý					Tất cả các loại		Tất cả các loại		Tất cả các loại		Tất cả các loại
	Tốc độ ép phun	Nhỏ nhất	Cm3/giấy			3		3				
		Lớn nhất				50		90				
		Tối ưu				10-30		10-60				
	Áp suất ép phun	Nhỏ nhất	ba			200		200				
		Lớn nhất				3000		5000				
		Tối ưu				400-2500		400-4000				
	Vi dụ nhựa					M&G Turbo LT Ramapet R1 Relpet H7761		Ramapet L1 Dufor Flessenpet 1,3		Invista Polyclea r EBM		M&G Cleartuf T95

Phụ lục A: Thử nghiệm quét tần số đối với các polyme nóng chảy: thủ tục đo

1. Phạm vi

Thủ tục này có thể được sử dụng với các polyme bán kết tinh ở trạng thái nóng chảy.

2. Chuẩn bị mẫu

a. Sấy khô nhựa polyme hút ẩm:

Nhựa polyme có tính hút ẩm trước tiên phải được sấy khô trước khi được làm nóng chảy để tránh sự tạo ra bọt khí và vết rỗ quá mức trong quá trình nóng chảy. Các mẫu polyme này được sấy khô trong lò chân không trong thời gian ít nhất là 20 giờ ở nhiệt độ 140°C và ở áp suất nhỏ hơn 25 mba. Sau khi được lấy ra khỏi lò chân không, các mẫu nhựa được đặt vào và giữ trong bình hút ẩm.

b. Màng mẫu phẳng:

Các màng polyme phẳng được sản xuất thông qua quá trình ép đùn hoặc đúc ép màng. Màng ép đùn được tôi trong thời gian 12 giờ trong lò ở nhiệt độ thấp hơn trong khoảng 5-20°C so với nhiệt độ nóng chảy cao nhất của nhựa. Màng đúc ép được ép bằng máy ép thủy lực ở nhiệt độ cao hơn trong khoảng 10-30°C so với nhiệt độ nóng chảy cao nhất của nhựa polyme trong thời gian nằm trong khoảng 5-10 phút ở tải ép bằng 20000 pao. Các màng mẫu được đúc trong khuôn đúc phẳng kiểu nhiều lớp giữa các màng chống dính khuôn ở nhiệt độ cao làm bằng PTFE hoặc vật liệu tương tự. Hốc khuôn điển hình có độ dày 2 mm và đường kính 4 cm. Sau khi nạp nhựa mẫu vào khuôn đúc, khuôn đúc nhiều lớp được bố trí giữa các tấm ép gia nhiệt của máy ép thủy lực trong thời gian khoảng một phút trước khi áp suất được tác dụng vào khuôn đúc để cho phép nhựa polyme nóng chảy và trở nên mềm. Sau đó, áp suất tấm ép được làm tăng dần đến tải bằng ít nhất là 10000 pao. Sau 10 phút, máy ép được mở ra và khuôn đúc nhiều lớp được lấy ra và để nguội đến nhiệt độ trong phòng.

c. Cắt vật mẫu:

Các mẫu có đường kính 25 mm được cắt từ màng mẫu phẳng bằng cách sử dụng dụng cụ cắt khuôn tròn. Cần đảm bảo rằng mẫu không chứa bất kỳ tạp chất hoặc bọt khí nào.

3. Sử dụng dạng hình học tấm ép song song để quét tần số trên lưu tốc kế quay

Người dùng cần được huấn luyện và thông thạo với các trình tự an toàn và vận hành của lưu tốc kế quay. Các thử nghiệm quét tần số biến dạng trượt được thực hiện với cơ cấu đĩa song song hoặc cơ cấu nón - và - đĩa. Thủ tục thử nghiệm sau đây mô tả quá trình vận hành với cơ cấu đĩa song song có đường kính 25 mm được sử dụng trên lưu tốc kế quay bán trên thị trường và được tạo kết cấu có khoang lõm. Người dùng phải

mang đồ bảo hộ tay và da để ngăn ngừa tổn thương cá nhân do bề mặt nóng của cơ cấu và khoang lò.

Thiết lập thử nghiệm:

- Mở khoang lò và cẩn thận lắp các dạng hình học thử nghiệm của đĩa trên và đĩa dưới song song có đường kính 25 mm lên lưu tốc kế quay. Kiểm tra bề mặt đĩa để đảm bảo rằng chúng sạch và không có bụi và tạp chất khác sót lại.
- Trong phần mềm điều khiển lưu tốc kế, đảm bảo rằng động cơ của thiết bị và thử tục thử nghiệm đang vận hành theo chế độ vận hành dao động động học và dạng hình học thử nghiệm của đĩa song song có đường kính 25 mm đã được chọn theo lựa chọn dạng hình học thử nghiệm.
- Trong phần mềm điều khiển lưu tốc kế, chọn thử tục thử nghiệm cho phép quét tần số động lực được điều khiển bằng biên dạng. Biên tập các thông số của thử tục thử nghiệm bằng cách nhập khoảng tần số mong muốn (ví dụ, từ 0,1 đến 200 rad/giây), độ lớn của biên dạng (ví dụ, 10% hoặc nhỏ hơn) và số điểm dữ liệu cần thu thập cho mỗi mười tần số (ví dụ, ít nhất là 5 điểm trên mỗi mười tần số).
- Cẩn thận hạ đĩa trên xuống sao cho có khoảng cách khoảng 1 mm giữa đĩa trên và đĩa dưới.
- Đóng khoang lò và trong phần mềm điều khiển lưu tốc kế, thiết lập nhiệt độ thử nghiệm mong muốn đối với polyme nóng chảy (ví dụ, đối với nhựa polyste nóng chảy, nhiệt độ thử nghiệm bằng 265°C, 275°C và 285°C thường được sử dụng). Nếu nhựa polyme nóng chảy phải chịu oxy hóa và/hoặc phân hủy trong quá trình thử nghiệm ở nhiệt độ hoặc tập hợp nhiệt độ thử nghiệm mong muốn hoặc trong khoảng thời gian kéo dài trong khi ở trạng thái nóng chảy, môi trường khí trơ như khí nitơ cần được sử dụng trong khoang lò trong quá trình thử nghiệm.
- Để các cơ cấu cân bằng ở nhiệt độ thử nghiệm mong muốn trong thời gian ít nhất là 10 phút trước khi tiến hành thử tục thử nghiệm.

Thiết lập khe hở số không và nạp mẫu:

- Sau khi để cơ cấu đĩa trên và đĩa dưới cân bằng ở nhiệt độ thử nghiệm mong muốn, chọn tính năng khe hở số không tự động trong phần mềm điều khiển lưu tốc kế để thiết lập mốc quy chiều khe hở giữa cơ cấu đĩa trên và đĩa dưới. Sau khi thiết lập mốc

quy chiếu khe hở số không, nếu phần mềm điều khiển được cấu hình để thực hiện như vậy, thì chọn tùy chọn bù nhiệt độ cho các cơ cấu thử nghiệm sao cho phần mềm có thể tự động bù cho các chênh lệch bất kỳ về độ giãn nở nhiệt trong mốc quy chiếu khe hở đối với các thử nghiệm tiếp theo được thực hiện ở các nhiệt độ khác nhau.

- Với khe hở số không được lập mốc quy chiếu, thiết lập khe hở giữa đĩa trên và đĩa dưới ở khoảng cách 3 mm.
- Mở khoang lò và bằng bộ kẹp, thận trọng đưa vào giữa và đặt đĩa mẫu có đường kính 25 mm lên đĩa thấp.
- Đóng khoang lò và để nhiệt độ lò cân bằng.
- Thiết lập từ từ khe hở đến khoảng cách 1,025 mm trong khi thận trọng tránh các lực pháp tuyến dư quá mức trong khi mẫu polyme được ép. Nếu việc kiểm soát bước thiết lập khe hở được tự động hóa trong phần mềm điều khiển lưu tốc kế, cần đảm bảo việc thiết lập các giới hạn lực pháp tuyến trong phạm vi được mô tả của khoảng lực chuyển đổi để tránh làm hư hại thiết bị và bộ chuyển đổi.
- Khi đạt được khe hở 1,025 mm, để lực pháp tuyến phục hồi hoàn toàn.
- Khi lực pháp tuyến đã hoàn toàn phục hồi, mở khoang lò và thận trọng xén vật liệu dư quanh các mép đĩa bằng cách sử dụng dụng cụ xén. Dụng cụ xén phẳng bằng kim loại mềm được chế tạo từ đồng hoặc nhôm được đề xuất để tránh làm hư hại mép đĩa trong quá trình xén. Sau khi xén, các mép của mẫu nóng chảy cần phải bằng với mép của đĩa tròn trên và đĩa tròn dưới.
- Khi hoàn thành quá trình xén, đóng khoang lò và để nhiệt độ khoang lò cân bằng.
- Khi nhiệt độ đã cân bằng và lực pháp tuyến đã hoàn toàn phục hồi, thiết lập khe hở có khoảng cách 1,000 mm và sau đó để lực pháp tuyến hoàn toàn phục hồi.

Thực hiện thử nghiệm:

- Khi nhiệt độ đã cân bằng và lực pháp tuyến đã hoàn toàn phục hồi, bắt đầu thử nghiệm bằng cách sử dụng phần mềm điều khiển lưu tốc kế.
- Sau khi thử nghiệm quét tần số đã hoàn thành ở nhiệt độ thử nghiệm mong muốn, nếu thử nghiệm tiếp theo trên cùng mẫu được thực hiện ở nhiệt độ thử nghiệm khác, thì để lực pháp tuyến hoàn toàn phục hồi trước khi thay đổi nhiệt độ thử nghiệm. Khi lực pháp tuyến đã hoàn toàn phục hồi, thay đổi nhiệt độ thử nghiệm, sau đó để nhiệt độ cân

bằng trong thời gian ít nhất là 10 phút và lực pháp tuyến hoàn toàn phục hồi trước khi bắt đầu thử nghiệm tiếp theo trên cùng mẫu vật liệu.

Sau khi thử nghiệm được hoàn thành:

- Sau khi thử nghiệm đã hoàn thành, mở lò.
- Thận trọng nâng đĩa trên, đặc biệt chú ý không vượt quá khả năng chịu lực pháp tuyến của bộ chuyển đổi.
- Khi các đĩa đã được hoàn toàn tách ra, thận trọng loại bỏ vật liệu bất kỳ còn lại ra khỏi các đĩa bằng cách sử dụng dụng cụ cạo bằng đồng hoặc nhôm và sau đó, lau sạch bề mặt đĩa bằng khăn vải hoặc khăn giấy dùng cho phòng thí nghiệm. Khi làm sạch, cần thận không làm quá tải bộ chuyển đổi của lưu tốc kế.

4. Tài liệu tham khảo

ISO 6721-10:1997(E): “Plastics - Determination of dynamic mechanical properties - Part 10: Complex shear viscosity using a parallel-plate oscillatory rheometer” Zeichner, G.R., Patel, P.D., Proc. 2nd World Congr. Chem. Eng. 6, 373 (1981).

Phụ lục B: Phép đo quá trình kết tinh do dòng chảy gây ra trên các polyme nóng chảy khi giãn dài đơn trục - thủ tục đo

1. Phạm vi

Thủ tục này có thể được sử dụng với các polyme bán kết tinh ở trạng thái nóng chảy.

2. Chuẩn bị mẫu

a. Sấy khô nhựa polyme hút ẩm:

Nhựa polyme có tính hút ẩm trước tiên phải được sấy khô trước khi được làm nóng chảy để tránh sự tạo ra bọt khí và vết rỗ quá mức trong quá trình nóng chảy. Các mẫu polyme này được sấy khô trong lò chân không trong thời gian ít nhất là 20 giờ ở nhiệt độ 140°C và ở áp suất nhỏ hơn 25 mba. Sau khi được lấy ra khỏi lò chân không, các mẫu nhựa được đặt vào và giữ trong bình hút ẩm.

b. Màng mẫu phẳng:

Các màng polyme phẳng được sản xuất thông qua quá trình ép đùn hoặc đúc ép màng. Màng ép đùn được tôi trong thời gian 12 giờ trong lò ở nhiệt độ thấp hơn trong khoảng 5-20°C so với nhiệt độ nóng chảy cao nhất của nhựa. Màng đúc ép được ép bằng máy ép thủy lực ở nhiệt độ cao hơn trong khoảng 10-30°C so với nhiệt độ nóng chảy cao nhất của nhựa polyme trong thời gian nằm trong khoảng 5-10 phút ở tải ép bằng 20000 pao. Các màng mẫu được đúc trong khuôn đúc phẳng kiểu nhiều lớp giữa các màng chống dính khuôn ở nhiệt độ cao làm bằng PTFE hoặc vật liệu tương tự. Khuôn đúc có độ dày 0,5-0,8 mm với kích thước tối thiểu của hốc khuôn bằng 100 mm x 100 mm. Sau khi nạp nhựa mẫu vào khuôn đúc, khuôn đúc nhiều lớp được bố trí giữa các tấm ép gia nhiệt của máy ép thủy lực trong thời gian khoảng một phút trước khi áp suất được tác dụng vào khuôn đúc để cho phép nhựa polyme nóng chảy và trở nên mềm. Sau đó, áp suất tấm ép được làm tăng dần đến tải bằng ít nhất là 10000 pao. Sau 10 phút, máy ép được mở ra và khuôn đúc nhiều lớp được lấy ra và để nguội dần đến nhiệt độ trong phòng.

c. Cắt vật mẫu:

Các mảnh có chiều rộng khoảng 15-18 được cắt từ màng mẫu phẳng bằng cách sử dụng kéo phòng thí nghiệm. Sau đó, các mẫu vật được cắt theo chiều rộng bằng cách sử dụng máy cắt xén hai lưỡi cắt song song với chiều rộng của mẫu vật điển hình nằm trong khoảng từ 3 đến 13 mm. Đảm bảo rằng mẫu vật được cắt không chứa bất kỳ tạp chất hoặc bọt khí nào.

3. Sử dụng cơ cấu SER để đo độ nhớt giãn dài tạm thời

SER là cơ cấu tháo được để sử dụng trên lưu tốc kế quay có bán trên thị trường và có khoang lò môi trường. Người dùng cần được huấn luyện và thông thạo với các trình tự an toàn và vận hành của hệ thống lưu tốc kế chủ và cơ cấu SER. Các bước sau đây mô tả cách thức vận hành SER trong các điều kiện tốc độ biến dạng Hencky đều/không đổi với các polyme nóng chảy.

Thiết lập thử nghiệm:

- Trong phần mềm điều khiển lưu tốc kế, đảm bảo rằng động cơ của thiết bị và thủ tục thử nghiệm đang vận hành trong chế độ vận hành tốc độ quay đều.

- Đảm bảo rằng dạng hình học thử nghiệm SER đã được lựa chọn trong các tùy chọn dạng hình học thử nghiệm.
- Nhập tốc độ giãn dài mong muốn vào phần mềm điều khiển, đảm bảo rằng thử nghiệm sẽ kéo dài ít nhất là một vòng quay trọn vẹn của tang quần trong thử nghiệm kéo căng.
- Đảm bảo rằng tập hợp dữ liệu trong phần mềm bao gồm dữ liệu thời gian, tốc độ, mômen và độ nhót giãn dài trong toàn bộ thử nghiệm.

Nạp mẫu vật:

- Mở khoang lò và xác minh rằng các tang quần của SER và các kẹp giữ chặt đã được làm sạch thích hợp và sẵn sàng để tiếp nhận mẫu vật mới. Luôn kẹp giữ chặt vào mỗi tang quần sao cho chúng được kéo dài thích hợp từ bề mặt tang quần để tạo điều kiện thuận lợi cho việc nạp mẫu và sau đó, đóng khoang lò. Theo cách khác, người sử dụng có kinh nghiệm có thể tránh được việc cần phải dùng kẹp giữ chặt sao cho mẫu vật polyme được để nóng chảy trực tiếp trên tang quần trong quá trình nạp mẫu mà không cần sự có mặt của kẹp giữ chặt, điều này giúp giảm đáng kể thời gian nạp mẫu vật và thời gian khoang lò cần được để hở.
- Trong phần mềm điều khiển lưu tốc kế, thiết lập lò ở nhiệt độ cao hơn trong khoảng từ 10 đến 20°C so với nhiệt độ nóng chảy cao nhất của nhựa polyme.
- Thận trọng theo dõi nhiệt độ lò đo được đến khi đạt được sự thiết lập nhiệt độ mong muốn. Nếu thiết bị được vận hành ở nhiệt độ mới hoặc được gia nhiệt từ nhiệt độ trong phòng, thì đợi ít nhất là 15 phút để cho phép thiết bị được "nóng đều" khi đạt được nhiệt độ vận hành mong muốn.
- Trước khi nạp mẫu vật, đo và ghi các kích thước chiều rộng và độ dày mẫu vật. Nhập kích thước mẫu vật vào phần mềm điều khiển lưu tốc kế sao cho độ nhót giãn dài của mẫu vật có thể được tính toán.
- Người dùng phải mang đồ bảo hộ tay và da để ngăn ngừa tổn thương cá nhân do bề mặt nóng của SER và khoang lò. Mẫu vật cần được mang bằng kẹp mọi lúc trong quá trình nạp mẫu vật. Mở khoang lò và thận trọng nạp mẫu vật lên tang quần của SER đã gia nhiệt sơ bộ sao cho kích thước độ dài của mẫu vật được định hướng theo phương nằm ngang. Người dùng phải thành thạo trong việc mang và nạp mẫu vật bằng kẹp sao

cho thử tục nạp mẫu vật chỉ được chiếm thời gian khoảng 10-20 giây. Do đó, lò và cơ cấu SER sẽ bị mất rất ít nhiệt nhờ thử tục nạp được thực hiện tốt.

- Khi mẫu vật đã được nạp thích hợp, đóng lò và để khoang lò bắt đầu gia nhiệt lại.
- Sau khi đóng lò, đợi 20 giây và sau đó giảm mức thiết lập nhiệt độ lò trong phần mềm điều khiển thiết bị đến nhiệt độ thử nghiệm mong muốn của thử nghiệm giãn dài. Cần tránh sự làm nguội nhanh trong lò để ngăn ngừa gradien nhiệt độ lớn trong lò và mẫu vật polyme chứa trong lò. Tốt hơn, nếu để nhiệt độ khoang lò nguội dần đến nhiệt độ thử nghiệm mong muốn
- Phải đạt được nhiệt độ thử nghiệm mong muốn ($\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ so với điểm đặt) trong 200 giây sau khi mẫu được nạp lên SER.
- Thử nghiệm giãn dài được bắt đầu ở thời điểm 240 giây sau khi mẫu được nạp lên SER.

Thực hiện thử nghiệm:

- Theo dõi chặt chẽ nhiệt độ lò và xác minh xem nhiệt độ thử nghiệm mong muốn đã đạt được trong phạm vi sai số $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ hay chưa.
- Trong phần mềm điều khiển, bắt đầu thử nghiệm để mở đầu thí nghiệm kéo căng mẫu vật.
- Nếu có thể, trong suốt thử nghiệm, quan sát bằng mắt đối với mẫu vật qua cửa quan sát của lò để xác minh tình trạng biến dạng dòng đồng nhất hoặc quan sát sự co ngót mẫu bất kỳ mà có thể xảy ra trong thử nghiệm kéo căng.
- Đảm bảo rằng thử nghiệm kéo căng sẽ tiếp tục cho đến khi hiện tượng nứt mẫu vật hoặc cho đến khi mẫu vật bắt đầu quá mức các đầu của mẫu vật được quán.

Sau khi thử nghiệm được hoàn thành:

- Khi hoàn thành thử nghiệm kéo căng, mở khoang lò và thận trọng loại bỏ phần còn lại của mẫu vật ra khỏi tang quán.
- Khi phần còn lại của mẫu vật đã được loại bỏ, cần thận lau sạch tang quán bằng khăn vải sạch hoặc khăn giấy phòng thí nghiệm để loại bỏ cặn bất kỳ còn lại khỏi bề mặt tang quán.
- Khi hoàn thành công đoạn làm sạch, đóng lò để cho phép SER trở lại nhiệt độ của quá trình đo sau đó.

4. Tài liệu tham khảo

Sentmanat, M. L., “Miniature universal testing platform: From extensional melt rheology to solid-state deformation behavior,” *Rheol. Acta* 43, 657–669 (2004).

Sentmanat, M; Wang, BN; McKinley, GH, “Measuring the transient extensional rheology of polyethylene melts using the SER universal testing platform,” *J. Rheol.*, 49 (3), 585-606 (2005)

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polypropylen nóng chảy trong đường dòng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng bán thành phẩm, polyme này có số Weissenberg được sử dụng bằng ít nhất là 0,125 để ép đùn và ít nhất là 0,187 để ép phun và số Deborah bằng ít nhất là 0,25 để ép đùn và ít nhất là 0,375 để ép phun, trong đó polyme có nền polypropylen có trị số MFR (Melt Flow Rate: lưu lượng nóng chảy) nằm trong khoảng từ ít nhất là 0,3 đến 100 g/10 phút.
2. Phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polyetylen nóng chảy trong đường dòng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng bán thành phẩm, polyme này có số Weissenberg được sử dụng bằng ít nhất là 0,125 để ép đùn và ít nhất là 0,375 để ép phun và số Deborah bằng ít nhất là 0,25 để ép đùn và ít nhất là 0,75 để ép phun, trong đó polyme có nền polyetylen có trị số MFR nằm trong khoảng từ ít nhất là 0,08 đến 25 g/10 phút.
3. Phương pháp sản xuất sản phẩm polyme bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polyeste nóng chảy trong đường dòng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng bán thành phẩm, polyme này có số Weissenberg được sử dụng bằng ít nhất là 0,125 để ép đùn và ít nhất là 0,375 để ép phun và số Deborah bằng ít nhất là 0,25 để ép đùn và ít nhất là 0,75 để ép phun, trong đó polyme có nền polyeste có trị số MW (Molecular Weight: trọng lượng phân tử) nằm trong khoảng từ 35000 đến 143000 g/mol.
4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này bao gồm bước biến đổi chọn lọc đường dòng chảy của polyme bán kết tinh nóng chảy trong hệ thống rãnh dẫn nóng, hoặc trong thiết bị ép đùn hoặc khuôn.
5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó đường dòng chảy của polyme nóng chảy được biến đổi dưới dạng hàm số của profin áp suất cục bộ trên ít nhất một phần đường dòng chảy, profin áp suất cục bộ này được xác định dưới dạng hàm số của đáp ứng tối ưu hóa của polyme nóng chảy với biến dạng trượt cục bộ và/hoặc biến dạng giãn dài được gây ra trên ít nhất một phần đường dòng chảy.
6. Phương pháp theo điểm 4, trong đó đường dòng chảy của polyme nóng chảy được biến đổi dưới dạng hàm số của profin áp suất cục bộ trên ít nhất một phần đường dòng

chảy, profin áp suất cục bộ này được xác định dưới dạng hàm số của mức trượt tới hạn cần thiết trên ít nhất một phần đường dòng chảy.

7. Phương pháp theo điểm 4, trong đó vật liệu polyme được tạo ra từ bước tạo hỗn hợp hoặc trộn lẫn nhiều vật liệu polyme có trị số MW hoặc MFR khác nhau để thu được trị số $\omega 1$ tần số giao chéo thấp hơn mà hầu như không làm tăng trị số MW hoặc làm giảm trị số MFR của hỗn hợp hoặc thành phần thu được.

8. Phương pháp theo điểm 1 bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polypropylen nóng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng bán thành phẩm trong khi gây ra biến dạng trượt và/hoặc biến dạng giãn dài trên polyme nóng chảy, trong đó bước gây ra biến dạng trượt và/hoặc biến dạng giãn dài trên polyme nóng chảy bao gồm bước biến đổi chọn lọc đường dòng chảy của polyme bán kết tinh nóng chảy dưới dạng hàm số của profin áp suất cục bộ trên ít nhất một phần đường dòng chảy, profin áp suất cục bộ này được xác định dưới dạng hàm số của đáp ứng tối ưu hóa của polyme nóng chảy với biến dạng trượt cục bộ và/hoặc biến dạng giãn dài được gây ra trên ít nhất một phần đường dòng chảy.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó đường dòng chảy của polyme nóng chảy được biến đổi dưới dạng hàm số của profin áp suất cục bộ trên ít nhất một phần đường dòng chảy, profin áp suất cục bộ này được xác định dưới dạng hàm số của mức trượt tới hạn cần thiết trên ít nhất một phần đường dòng chảy.

10. Phương pháp theo điểm 8, trong đó đường dòng chảy của polyme nóng chảy được biến đổi dưới dạng hàm số của profin áp suất cục bộ trên ít nhất một phần đường dòng chảy, và trong đó polyme nóng chảy được biến đổi ở nhiệt độ xử lý cụ thể, trong đó nhiệt độ xử lý này cao hơn nhiệt độ kết tinh của nhựa polyme ở áp suất môi trường như được xác định từ đồ thị PVT tương ứng của nhựa, và trong đó profin áp suất cục bộ gây ra trên polyme nóng chảy đã nêu được lựa chọn để làm tăng nhiệt độ kết tinh đến gần nhiệt độ xử lý vật liệu nóng chảy cụ thể hoặc tốt hơn là đến nhiệt độ tối thiểu bằng nhiệt độ xử lý vật liệu nóng chảy cụ thể.

11. Phương pháp theo điểm 1 bao gồm bước ép phun hoặc ép đùn polyme có nền polypropylen nóng chảy để biến đổi polyme này thành hình dạng bán thành phẩm, trong đó polyme nóng chảy được biến đổi ở áp suất cục bộ cụ thể và nhiệt độ xử lý cụ thể,

trong đó nhiệt độ xử lý này cao hơn nhiệt độ kết tinh của nhựa polyme ở áp suất môi trường như được xác định từ đồ thị PVT tương ứng của nhựa, và trong đó áp suất cục bộ gây ra trên polyme nóng chảy đã nêu được lựa chọn để làm tăng nhiệt độ kết tinh đến gần nhiệt độ xử lý vật liệu nóng chảy cụ thể hoặc tốt hơn là đến nhiệt độ tối thiểu bằng nhiệt độ xử lý vật liệu nóng chảy cụ thể.

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó nhiệt độ xử lý cụ thể đã nêu cao hơn trong khoảng từ 5 đến 40°C so với nhiệt độ kết tinh của nhựa polyme ở áp suất môi trường như được xác định từ đồ thị PVT tương ứng của nhựa.

13. Phương pháp theo điểm 11, trong đó áp suất cục bộ gây ra được lựa chọn nằm trong khoảng từ 0 đến 500 MPa để làm tăng nhiệt độ kết tinh của polyme nóng chảy đến gần nhiệt độ xử lý vật liệu nóng chảy cụ thể hoặc tốt hơn là đến nhiệt độ tối thiểu bằng nhiệt độ xử lý vật liệu nóng chảy cụ thể.

14. Phương pháp theo điểm 5, trong đó đường dòng chảy của polymer nóng chảy được biến đổi dưới dạng hàm số của profin áp suất cục bộ trên ít nhất một phần của đường dòng chảy, profin áp suất cục bộ này được xác định dưới dạng hàm số của mức trượt tối hạn cần thiết trên ít nhất một phần đường dòng chảy.

15. Phương pháp theo điểm 5, trong đó vật liệu polyme được tạo ra từ bước tạo hỗn hợp hoặc trộn lẫn nhiều vật liệu polyme có trị số MW hoặc MFR khác nhau để thu được trị số ω_1 tần số giao chéo thấp hơn mà hầu như không làm tăng trị số MW hoặc làm giảm trị số MFR của hỗn hợp hoặc thành phần thu được.

16. Phương pháp theo điểm 6, trong đó vật liệu polyme được tạo ra từ bước tạo hỗn hợp hoặc trộn lẫn nhiều vật liệu polyme có trị số MW hoặc MFR khác nhau để thu được trị số ω_1 tần số giao chéo thấp hơn mà hầu như không làm tăng trị số MW hoặc làm giảm trị số MFR của hỗn hợp hoặc thành phần thu được.

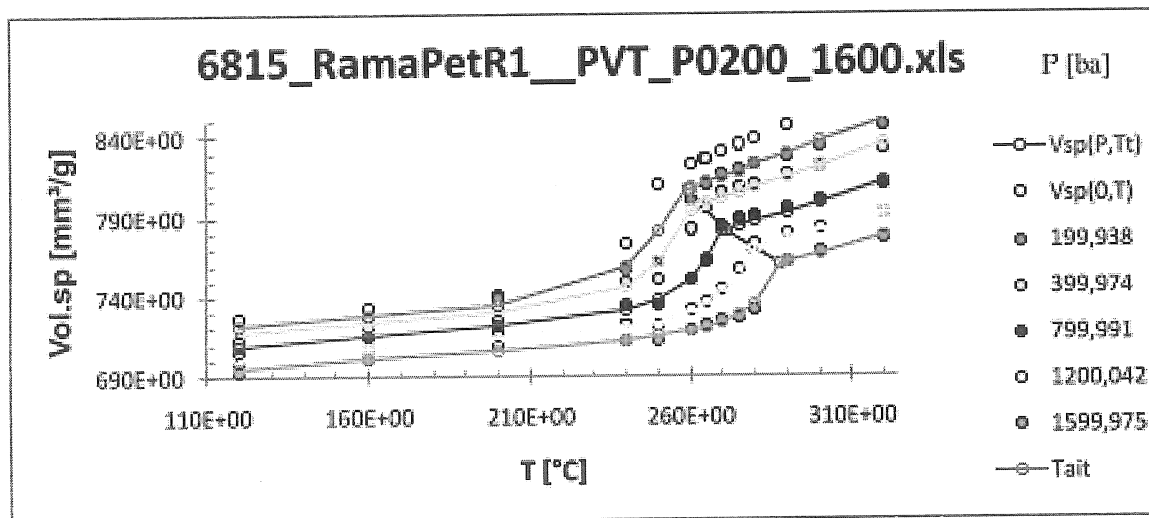
17. Phương pháp theo điểm 2, trong đó phương pháp này bao gồm bước biến đổi chọn lọc đường dòng chảy của polyme bán kết tinh nóng chảy trong hệ thống rãnh dẫn nóng, hoặc trong thiết bị ép đùn hoặc khuôn.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó đường dòng chảy của polyme nóng chảy được biến đổi dưới dạng hàm số của profin áp suất cục bộ trên ít nhất một phần đường dòng chảy, profin áp suất cục bộ này được xác định dưới dạng hàm số của đáp ứng tối ưu hóa

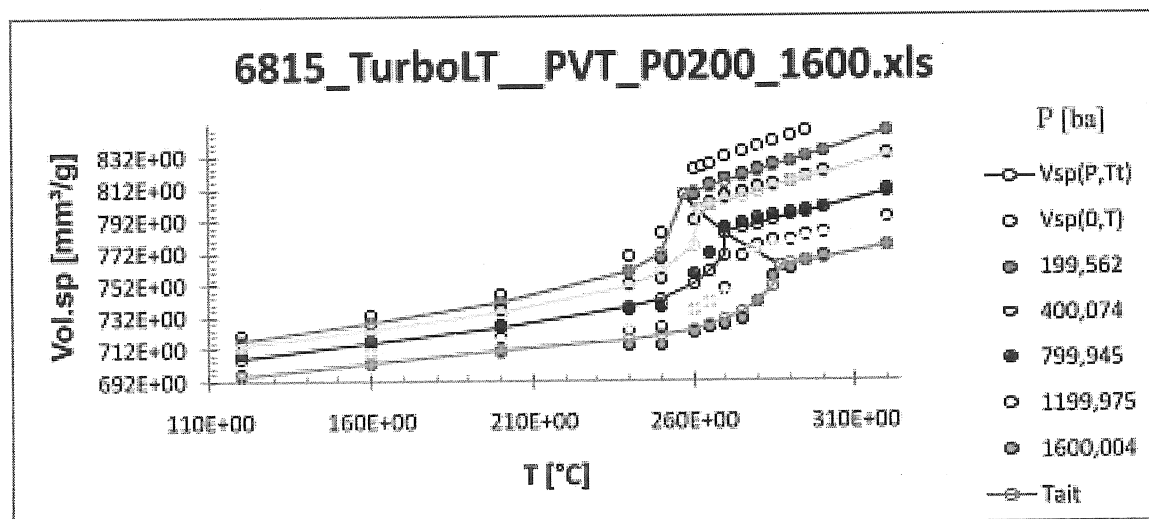
của polyme nóng chảy với biến dạng trượt cục bộ và/hoặc biến dạng giãn dài được gây ra trên ít nhất một phần đường dòng chảy.

19. Phương pháp theo điểm 3, trong đó phương pháp này bao gồm bước biến đổi chọn lọc đường dòng chảy của polyme bán kết tinh nóng chảy trong hệ thống rãnh dẫn nóng, hoặc trong thiết bị ép đùn hoặc khuôn.

20. Phương pháp theo điểm 19, trong đó đường dòng chảy của polyme nóng chảy được biến đổi dưới dạng hàm số của profin áp suất cục bộ trên ít nhất một phần đường dòng chảy, profin áp suất cục bộ này được xác định dưới dạng hàm số của đáp ứng tối ưu hóa của polyme nóng chảy với biến dạng trượt cục bộ và/hoặc biến dạng giãn dài được gây ra trên ít nhất một phần đường dòng chảy.



Hình.1



Hình.2