



(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)



1-0041923

(51)^{2020.01} C08J 11/16; C08L 67/02; C08L 67/04; (13) B
C08J 11/22

(21) 1-2021-01225

(22) 16/08/2019

(86) PCT/EP2019/072003 16/08/2019

(87) WO2020/035590 20/02/2020

(30) 18189517.8 17/08/2018 EP

(45) 25/12/2024 441

(43) 25/05/2021 398

(73) IKEA SUPPLY AG (CH)

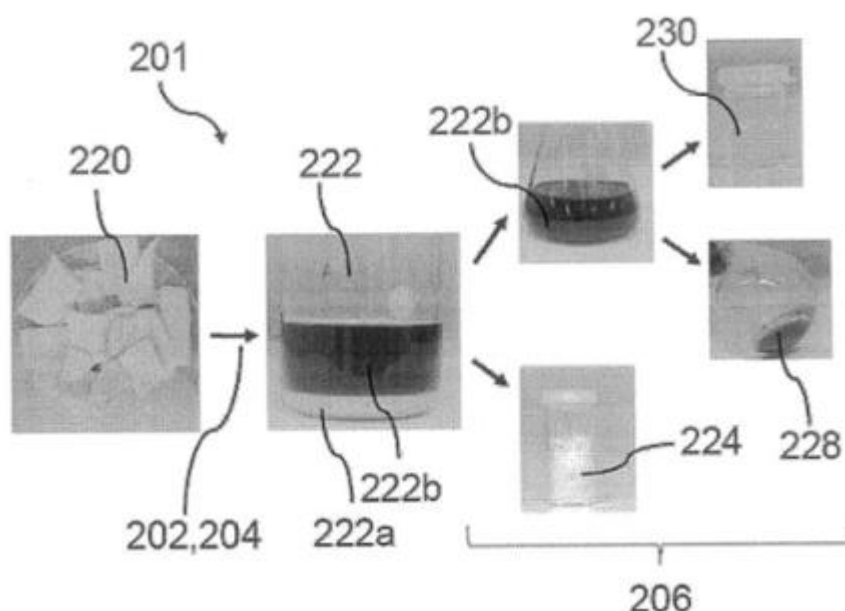
Grüssenweg 15, 4133 Pratteln, Switzerland

(72) Zengwei GUO (CN).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHƯƠNG PHÁP TÁI CHẾ POLYESTE TỪ VẢI POLYESTE

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp tái chế polyeste từ vải polyeste, bao gồm các bước: tạo ra vải polyeste được ngâm trong hỗn hợp chứa dung môi và chất xúc tác, tạo ra và duy trì nhiệt độ của hỗn hợp chứa vải polyeste nêu trên đến trị số nằm trong khoảng từ 80°C đến 240°C trong quá trình khử polyme hóa polyeste trong vải polyeste này và trong đó, trong bước tạo ra vải polyeste được ngâm trong hỗn hợp chứa dung môi và chất xúc tác, chất xúc tác của hỗn hợp này chứa canxi hydroxit.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp tái chế vải polyeste.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nhiều loại polyme polyeste, như polyalkylen terephthalat, thường được sử dụng làm sợi vải do chẳng hạn, chúng có đặc tính bền hóa học tuyệt vời, loại sợi này có thể được sử dụng để sản xuất vải polyeste. Các vải như vậy có thể được sản xuất chỉ từ sợi polyeste hoặc có thể được sản xuất từ hỗn hợp các loại sợi. Ví dụ, vải polyeste chứa cả sợi polyeste và sợi bông thường được sử dụng làm quần áo.

Một lượng lớn vải polyeste như vậy được sản xuất và do vậy có một lượng lớn vải polyeste thải cần được tái chế và/hoặc tái sử dụng. Việc tái chế hiệu quả góp phần sản xuất thành công vải polyeste mới thay cho việc phải sử dụng nguyên liệu thô (ví dụ dầu thô) với mức độ nhiều như trước đây. Nhu cầu về quần áo tái chế đang gia tăng do mọi người nhận thức tốt hơn về vấn đề phát triển bền vững.

Tuy nhiên, để phát triển hệ thống tái chế vải polyeste thải hiệu quả là vấn đề khó khăn. Một trở ngại lớn là do tạp chất trong vải, các tạp chất như vậy ví dụ có thể là chất nhuộm hoặc các sợi khác như sợi bông. Việc trộn sợi bông và sợi polyeste khiến cho vải có được các ưu điểm của cả sợi bông và polyeste. Ngoài ra, các vải dệt này có giá thành nhỏ hơn vải bông nguyên chất. Vải bông/polyeste phổ biến nhất chứa 65% bông và 35% polyeste, nhưng cũng dễ tìm được vải chứa 50% bông và 50% polyeste. Hơn nữa, chất nhuộm thường được sử dụng để tạo màu cho vải polyeste. Để thu được độ bền màu tốt, một lượng lớn chất nhuộm được kết hợp vào sợi polyeste. Ví dụ, vải dệt polyeste màu xanh đậm có thể chứa lượng chất nhuộm nhiều đến 6% khối lượng.

Sợi từ vải polyeste có thể được thu hồi trực tiếp, ví dụ được phân tách ra khỏi các loại sợi khác trong vải, và sau đó được sử dụng để sản xuất vải polyeste mới. Một vấn đề của việc tái sử dụng sợi theo kiểu này đó là mạch polyeste đã bị thoái hóa, ví dụ chúng trở nên ngắn hơn, trong quá trình sử dụng vải polyeste. Vì sợi tái sử dụng này có mạch polyeste ngắn hơn chúng sẽ có chất lượng kém hơn so với sợi có mạch polyeste dài hơn và do đó vải thu được sẽ có chất lượng kém hơn.

Theo cách khác, vải polyeste có thể được tái chế bằng phương pháp hóa học. Phương pháp này bao gồm bước khử polyme hóa polyeste trong vải. Polyeste khi đó sẽ được khử polyme hóa thành các đơn vị monome, dime và/hoặc trime của nó mà sau đó có thể được polyme hóa lại thành mạch polyeste dài hơn có thể được sử dụng để sản xuất sợi mới và do vậy tạo ra vải polyeste mới.

Một nhược điểm với giải pháp kỹ thuật đã biết hiện nay đó là nhiệt độ được sử dụng trong quá trình khử polyme hóa polyeste cần phải cao để đạt được hiệu suất phản ứng cao. Nhiệt độ cao có nghĩa là nhu cầu năng lượng cho quá trình khử polyme hóa là cao, và do đó cũng có nghĩa là chi phí cho quy trình là cao. Ngoài ra, nhiệt độ quá cao có thể ảnh hưởng có hại đến các loại sợi khác trong vải polyeste, như sợi bông, có thể bị thoái biến trong quá trình khử polyme hóa polyeste. Mong muốn cải thiện tình trạng kỹ thuật hiện nay là giảm nhiệt độ của quá trình khử polyme hóa.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là cải thiện các phương pháp đã biết và giải quyết được vấn đề nêu trên đây. Mục đích này và các mục đích khác đạt được bằng phương pháp tái chế polyeste từ vải polyeste và bằng cách sử dụng chất xúc tác để khử polyme hóa polyeste trong vải polyeste như được mô tả theo sáng chế.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp tái chế polyeste từ vải polyeste, bao gồm các bước:

- tạo ra vải polyeste được ngâm và/hoặc nhúng trong hỗn hợp được gia nhiệt chứa dung môi và chất xúc tác trong đó chất xúc tác này chứa canxi hydroxit;
- duy trì vải polyeste trong hỗn hợp được gia nhiệt nêu trên trong quá trình khử polyme hóa polyeste trong vải polyeste này.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế trong bước duy trì vải polyeste trong hỗn hợp được gia nhiệt nêu trên, hỗn hợp được gia nhiệt này có thể có nhiệt độ bằng hoặc cao hơn nhiệt độ khử polyme hóa polyeste trong vải polyeste này. Nhiệt độ khử polyme hóa là 80°C, hoặc 90°C, hoặc 100°C, hoặc 110°C, hoặc 120°C, hoặc 140°C, hoặc 160°C, hoặc 180°C.

Cần hiểu rằng bước duy trì vải trong hỗn hợp được gia nhiệt nêu trên bao gồm ví dụ hỗn hợp này được gia nhiệt đến nhiệt độ khử polyme hóa hoặc nhiệt độ cao hơn và

duy trì ở nhiệt độ này trong quá trình khử polyme hóa, mà còn là hỗn hợp này được gia nhiệt đến nhiệt độ khử polyme hóa và rằng sau đó nhiệt độ này được giảm xuống khi sau khi nhiệt độ này được tăng lên đến nhiệt độ khử polyme hóa hoặc cao hơn. Việc giảm và tăng nhiệt độ này có thể được lặp lại một hoặc nhiều lần.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất phương pháp tái chế polyeste từ vải polyeste, bao gồm các bước:

- tạo ra vải polyeste được ngâm và/hoặc nhúng trong hỗn hợp chứa dung môi và chất xúc tác;

- tạo ra và duy trì nhiệt độ của hỗn hợp chứa vải polyeste nêu trên đến trị số nằm trong khoảng từ 80°C đến 240°C trong quá trình khử polyme hóa polyeste trong vải polyeste này;

trong đó, trong bước tạo ra vải polyeste được ngâm và/hoặc nhúng trong hỗn hợp nêu trên, chất xúc tác của hỗn hợp này chứa canxi hydroxit.

Phương pháp này tạo ra quá trình khử polyme hóa polyeste ở nhiệt độ nhỏ hơn so với giải pháp kỹ thuật đã biết nhờ có chất xúc tác được sử dụng trong phương pháp này. Quá trình khử polyme hóa ở nhiệt độ nhỏ hơn tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình tái chế vải polyeste mang tính bền vững hơn, tức là quy trình thân thiện hơn với môi trường, vì nhu cầu năng lượng của quy trình này có thể được giảm đi. Việc giảm lượng năng lượng cần thiết có thể dẫn đến sự giảm chi phí cho quá trình tái chế. Chất xúc tác được sử dụng theo bản mô tả này sẽ khử polyme hóa polyeste thành các phân tử nhỏ hơn, ví dụ thành các monome, dime và trime có thể được đề cập đến như là các sản phẩm phản ứng. Sau quá trình khử polyme hóa, các phân tử nhỏ hơn này có thể được polyme hóa lại thành polyeste có thể được sử dụng để tạo ra vải polyeste mới.

Cần hiểu rằng bước duy trì nhiệt độ của hỗn hợp nêu trên bao gồm ví dụ hỗn hợp này được gia nhiệt đến nhiệt độ nêu trên có thể được đề cập đến là nhiệt độ khử polyme hóa hoặc nhiệt độ cao hơn, nhưng ngoài ra còn bao gồm việc hỗn hợp này được gia nhiệt đến nhiệt độ khử polyme hóa và rằng sau đó nhiệt độ này được giảm xuống nhỏ hơn nhiệt độ khử polyme hóa và sau đó được tăng lên tiếp đến nhiệt độ khử polyme hóa hoặc cao hơn. Việc giảm và tăng nhiệt độ này có thể được lặp lại một hoặc nhiều lần.

Các phương án được đề cập sau đây là tương thích với cả khía cạnh thứ nhất và khía cạnh thứ hai của sáng chế.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế ít nhất một phần của các phân tử nhỏ hơn sẽ được hòa tan trong dung môi. Nói cách khác, các monome, dime và trime có thể được hòa tan một phần trong dung môi. Dung dịch này có thể được gọi là phân đoạn lỏng. Chất xúc tác và tùy ý polyeste chưa được khử polyme hóa bất kỳ và/hoặc chất rắn bất kỳ khác có thể gọi là phân đoạn rắn.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, trước bước tạo ra vải polyeste được ngâm và/hoặc nhúng trong hỗn hợp một miếng vải polyeste lớn có thể được chia nhỏ thành các mảnh nhỏ hơn. Các mảnh này sau đó có thể được ngâm và/hoặc nhúng trong hỗn hợp chứa dung môi và chất xúc tác. Thuật ngữ “ngâm” có nghĩa là các mảnh vải này được bao quanh bởi dung môi và chất xúc tác. Liên quan đến sáng chế này thuật ngữ “tạo ra vải polyeste được ngâm trong hỗn hợp” được sử dụng trong bản mô tả để chỉ rằng vải polyeste được bao quanh bởi và/hoặc nhúng bởi hỗn hợp này. Do vậy, thuật ngữ “tạo ra vải polyeste được ngâm trong hỗn hợp (được gia nhiệt) chứa dung môi và chất xúc tác” được sử dụng trong bản mô tả để chỉ rằng vải polyeste được bao quanh bởi và/hoặc nhúng và/hoặc bao phủ bởi hỗn hợp nêu trên sao cho hỗn hợp/chất xúc tác nêu trên có thể tác động ít nhất trên bề mặt vải nêu trên và làm cho vải được khử polyme hóa. Theo một ví dụ, vải nêu trên được khử polyme hóa từng lớp một hoặc từng phần bề mặt một - tức là khi bề mặt bên trên hoặc lớp bên trên đã được khử polyme hóa, hỗn hợp này tiếp cận đến phần bề mặt mới (thay thế phần bề mặt trước) hoặc lớp tiếp theo, phần hoặc lớp này nay được khử polyme hóa.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, hỗn hợp chứa vải polyeste chứa 0,2-10% khối lượng chất xúc tác, hoặc 0,2-6% khối lượng chất xúc tác, hoặc 1-4% khối lượng chất xúc tác. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, hỗn hợp chứa vải polyeste chứa ít nhất 0,2% khối lượng chất xúc tác, hoặc ít nhất 1% khối lượng chất xúc tác, hoặc ít nhất 2% khối lượng chất xúc tác. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, hỗn hợp chứa vải polyeste chứa nhiều nhất 10% khối lượng chất xúc tác, hoặc nhiều nhất 6% khối lượng chất xúc tác, hoặc nhiều nhất 4% khối lượng chất xúc tác, hoặc nhiều nhất 2% khối lượng chất xúc tác. Lượng chất xúc tác được tính toán so với lượng polyeste trong vải polyeste. Ví dụ, khi sử dụng 2% khối lượng chất xúc tác có nghĩa là sử dụng 0,12g chất xúc tác khi có 6g polyeste trong vải polyeste.

Theo ít nhất một phương án cụ thể, dung môi có thể tác động như là một chất phản ứng trong phản ứng khử polyme hóa. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, hỗn hợp này có thể chứa chất phản ứng bổ sung cần thiết cho phản ứng khử polyme hóa.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, bước nêu trên duy trì nhiệt độ của hỗn hợp nêu trên chứa vài polyeste kéo dài cho đến khi ít nhất 20% polyeste trong vài polyeste này được khử polyme hóa thành các phân tử có khối lượng phân tử nhỏ hơn 600 g/mol, hoặc ít nhất 50% polyeste trong vài polyeste này được khử polyme hóa thành các phân tử có khối lượng phân tử nhỏ hơn 600 g/mol, hoặc ít nhất 80% polyeste trong vài polyeste này được khử polyme hóa thành các phân tử có khối lượng phân tử nhỏ hơn 600 g/mol.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, phương pháp trên còn bao gồm bước thu hồi các phân tử có khối lượng phân tử nhỏ hơn 600 g/mol.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, bước thu hồi có thể bao gồm một hoặc vài bước phụ. Ví dụ về các bước phụ này là bước kết tủa, lọc, chiết xuất, chiết xuất Soxhlet, chưng cất. Các bước phụ này có thể được kết hợp theo cách khác nhau để thu hồi các phân tử có khối lượng phân tử nhỏ hơn 600 g/mol.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, sản phẩm khử polyme hóa này có thể là ví dụ monome, dime và trime của polyeste trong vài polyeste này.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, bước duy trì nhiệt độ trong bước duy trì nhiệt độ của hỗn hợp chứa vài polyeste kéo dài cho đến khi 20-100% polyeste trong vài polyeste này được rút ngắn mạch, hoặc cho đến khi 35-80% polyeste trong vài polyeste này được rút ngắn mạch, hoặc cho đến khi 50-70% polyeste trong vài polyeste này được rút ngắn mạch. Ngoài ra, hoặc theo cách khác bước duy trì nhiệt độ của hỗn hợp chứa vài polyeste kéo dài cho đến khi ít nhất 20%, hoặc cho đến khi ít nhất 30%, hoặc cho đến khi ít nhất 40%, hoặc cho đến khi ít nhất 50% polyeste trong vài polyeste này được rút ngắn mạch. Ngoài ra, hoặc theo cách khác bước duy trì nhiệt độ của hỗn hợp chứa vài polyeste kéo dài cho đến khi nhiều nhất 99%, hoặc nhiều nhất 90%, hoặc nhiều nhất 80%, hoặc nhiều nhất 70%, hoặc nhiều nhất 60%, hoặc nhiều nhất nhiều nhất 50% polyeste nêu trên trong vài polyeste nêu trên được rút ngắn mạch.

Phần polyeste trong vài polyeste mà đã được rút ngắn mạch có thể được đề cập đến như là hiệu quả thoái biến (E). Hiệu quả này có thể được tính toán từ khối lượng của

phân đoạn rắn. Vì chất xúc tác không được tiêu thụ trong phản ứng khối lượng của chất xúc tác có trong hỗn hợp từ khi bắt đầu là giống khối lượng của chất xúc tác trong phân đoạn rắn sau quá trình khử polyme hóa lượng này có thể được trừ khỏi tổng khối lượng phân đoạn rắn để tính toán lượng polyeste chưa được khử polyme hóa. Sau đó, hiệu quả khử polyme hóa (E) có thể được tính toán theo:

$$E = (\text{lượng polyeste trong vải} - \text{lượng polyeste chưa được khử polyme hóa}) / \text{lượng polyeste trong vải}$$

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, nhiệt độ nêu trên hoặc nhiệt độ khử polyme hóa nằm trong khoảng từ 80°C đến 170°C, hoặc nằm trong khoảng từ 100°C đến 150°C. Khi nhiệt độ được sử dụng càng thấp, thì lượng năng lượng cần cho phản ứng càng thấp.

Theo ít nhất một phương án cụ thể, nhiệt độ này nằm trong khoảng từ 80°C đến 200°C, hoặc nằm trong khoảng từ 80°C đến 180°C, hoặc nằm trong khoảng từ 80°C đến 160°C, hoặc nằm trong khoảng từ 80°C đến 140°C, hoặc nằm trong khoảng từ 80°C đến 120°C, hoặc nằm trong khoảng từ 80°C đến 100°C. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, nhiệt độ này có thể cao hơn 80°C, hoặc cao hơn 90°C, hoặc cao hơn 100°C, hoặc cao hơn 110°C, hoặc cao hơn 120°C, hoặc cao hơn 140°C, hoặc cao hơn 160°C, hoặc cao hơn 180°C. Ngoài ra hoặc theo cách khác, nhiệt độ này có thể là nhỏ hơn 200°C, hoặc nhỏ hơn 180°C, hoặc nhỏ hơn 160°C, hoặc nhỏ hơn 140°C, hoặc nhỏ hơn 120°C, hoặc nhỏ hơn 100°C.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó, trong bước duy trì nhiệt độ của hỗn hợp chứa vải polyeste nêu trên, nhiệt độ được duy trì trong thời gian từ 10 đến 300 phút, hoặc trong thời gian từ 30 đến 240 phút, hoặc trong thời gian từ 60 đến 120 phút.

Theo ít nhất một phương án cụ thể, nhiệt độ này được duy trì trong thời gian ít nhất 10 phút, hoặc ít nhất 20 phút, hoặc ít nhất 30 phút, hoặc ít nhất 40 phút, hoặc ít nhất 50 phút, hoặc ít nhất 60 phút. Ngoài ra, hoặc theo cách khác nhiệt độ này được duy trì trong thời gian nhiều nhất 300 phút, hoặc nhiều nhất 270 phút, hoặc nhiều nhất 240 phút, hoặc nhiều nhất 200 phút, hoặc nhiều nhất 160 phút, hoặc nhiều nhất 120 phút, hoặc nhiều nhất 90 phút, hoặc nhiều nhất 60 phút. Ví dụ, nhiệt độ này có thể được duy trì trong

thời gian từ 20 đến 160 phút, hoặc nhiệt độ này có thể được duy trì trong thời gian từ 50 đến 200 phút.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, dung môi nêu trên là rượu hoặc rượu hai chức. Rượu có thể đóng vai trò là chất phản ứng trong phản ứng khử polyme hóa.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế the dung môi có thể là rượu hoặc rượu hai chức mạch thẳng hoặc mạch nhánh.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, rượu này có thể được chọn từ nhóm bao gồm nhưng không chỉ giới hạn ở metanol, etanol, propanol, butanol, pentanol, hexanol, heptanol hoặc rượu khác bất kỳ chứa mạch cacbon với nhiều hơn tám cacbon. Rượu mạch ngắn có tính phản ứng cao hơn rượu có mạch cacbon dài, tức là metanol sẽ là rượu có tính phản ứng cao nhất.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, rượu hai chức này có thể được chọn từ nhóm bao gồm nhưng không chỉ giới hạn ở etylen glycol, propandiol hoặc butandiol hoặc rượu hai chức khác bất kỳ có mạch cacbon nhiều hơn bốn cacbon.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, hỗn hợp nêu trên này chỉ chứa một rượu hoặc rượu hai chức làm dung môi. Theo phương án như vậy phản ứng khử polyme hóa và quá trình tinh chế sản phẩm có thể xảy ra trong môi trường không có nước.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, rượu cũng có thể có các nhóm chức khác, như nhóm amino hoặc amin bậc một.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, vải polyeste nêu trên chứa ít nhất 10% polyeste, hoặc ít nhất 25% polyeste, hoặc ít nhất 50% polyeste, hoặc ít nhất 75% polyeste hoặc trong đó vải polyeste nêu trên chứa 100% polyeste.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, vải polyeste chứa ít nhất 10% polyeste, hoặc ít nhất 25% polyeste, hoặc ít nhất 35% polyeste, hoặc ít nhất 50% polyeste, hoặc ít nhất 70% polyeste, hoặc ít nhất 80% polyeste, hoặc ít nhất 90% polyeste. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, vải polyeste chứa nhiều nhất 90% polyeste, hoặc nhiều nhất 80% polyeste, hoặc nhiều nhất 70% polyeste, hoặc nhiều nhất 50% polyeste,

hoặc nhiều nhất 30% polyeste. Ví dụ, vải polyeste này có thể chứa 25-70% polyeste, hoặc có thể chứa 35-80% polyeste.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, vải polyeste nêu trên còn chứa sợi tự nhiên và/hoặc sợi tổng hợp nữa, trong đó sợi tự nhiên này là sợi bông, sợi vitcô, sợi xeluloza hoặc sợi bông tái chế và trong đó sợi tổng hợp này là sợi elastan.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, phương pháp như được mô tả theo sáng chế có thể cho phép thu hồi sợi tự nhiên từ vải dệt polyeste. Bước duy trì hỗn hợp chứa vải polyeste này ở nhiệt độ thấp có thể là một ưu điểm vì nó không làm thoái hóa sợi tự nhiên, ví dụ sợi bông, nhiều như có thể bị thoái hóa ở nhiệt độ cao hơn. Do vậy, sợi bông duy trì được phân bố khối lượng phân tử cao hơn sau phản ứng. Sợi bông có phân bố khối lượng phân tử cao hơn như vậy dễ được sử dụng để tái chế sợi bông, ví dụ để tạo ra vải mới. Ngoài ra, sợi bông tái chế này có thể bền hơn và do vậy vải bất kỳ được tạo ra từ sợi này có thể có chất lượng cao hơn. Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, sợi bông được tái chế này ví dụ có thể là sợi thuộc loại lyocell.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, vải polyeste này có thể còn chứa chất liệu khác nữa, ví dụ elastan. Elastan này cũng có thể được phân tách ra bằng cách sử dụng phương pháp như được mô tả theo sáng chế.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, sợi tự nhiên và/hoặc chất liệu khác bất kỳ có trong vải polyeste có thể là một phần của phân đoạn rắn thu được sau phản ứng khử polyme hóa. Do vậy, khối lượng của chất liệu này cũng có thể được trừ khỏi tổng khối lượng của phân đoạn rắn để tính hiệu quả khử polyme hóa như được mô tả trên đây.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, vải polyeste này có thể còn chứa chất nhuộm, ví dụ chất nhuộm hoặc chất tạo màu. Chất nhuộm này có thể được thu hồi và tái sử dụng trong vải mới.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, polyeste nêu trên là polyeste thơm hoặc polyeste béo, ví dụ polyalkylen terephthalat; và trong đó polyeste được khử polyme hóa nêu trên chứa ít nhất một trong số dimetyl terephthalat, etylen glycol, 1,3-propandiol, 1,4-butandiol, etyl metyl terephthalat, dime của polyeste thơm, và trime của polyeste thơm.

Theo ít nhất một phương án cụ thể, polyeste thơm có thể là polyetylen terephthalat (polyethylene terephthalate-PET), hoặc có thể là polytrimetylen terephthalat (polytrimethylene terephthalate-PTT), hoặc có thể là polybutylen terephthalat (polybutylene terephthalate-PBT), hoặc có thể là polyeste béo như axit polylactic (polylactic acid-PLA).

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, chất xúc tác nêu trên còn chứa oxit của kim loại bất kỳ từ nhóm 2 của Bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học, như CaO, hoặc oxit của kim loại bất kỳ từ các nguyên tố họ lantan. Oxit chứa kim loại bất kỳ từ nhóm 2 của Bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học cho tính kiềm mạnh và do vậy các oxit này tăng cường quá trình xúc tác cho khử polyme hóa. Oxit chứa kim loại từ các nguyên tố họ lantan cũng sẽ tăng cường quá trình xúc tác cho khử polyme hóa, và ngoài ra các oxit như vậy có thể tăng tuổi thọ của chất xúc tác.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, chất xúc tác nêu trên là được viết với công thức chung $\text{Ca}(\text{OH})_2\text{-xO-yO}$, trong đó x được chọn từ nhóm 2 của Bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học và trong đó y được chọn từ các nguyên tố họ lantan.

Theo ít nhất một phương án cụ thể, chất xúc tác có thể là $\text{Ca}(\text{OH})_2\text{-MgO-CeO}_2$. Tỷ lệ có thể là 1:4:1, tức là chất xúc tác được sử dụng có thể là 1 $\text{Ca}(\text{OH})_2\text{-4MgO-1CeO}_2$.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, quá trình khử polyme hóa nêu trên được thực hiện trong nồi hấp.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, quá trình khử polyme hóa được thực hiện trong nồi hấp, như ở 1-30 bar (100-3000 kPa), tốt hơn là ở 1-6 bar (100-600 kPa).

Theo ít nhất một phương án cụ thể, nồi hấp chứa khí trơ, ví dụ nitơ hoặc argon trước quá trình khử polyme hóa. Nồi hấp có thể chứa khí trơ như vậy trước khi tạo áp suất nồi hấp.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, phương pháp trên còn bao gồm bước thu hồi ít nhất một trong số các chất dimetyl terephthalat, etylen glycol, 1,3-propandiol, 1,4-butandiol, etyl metyl terephthalat, dime của polyeste thơm, và trime của polyeste thơm nêu trên.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, quá trình thu hồi này có thể bao gồm một hoặc vài bước phụ. Ví dụ về các bước phụ như vậy là quá trình kết tủa, lọc, chiết xuất, chiết xuất soxhlet, chưng cất. Các bước phụ này có thể được kết hợp theo cách khác nhau để thu hồi ít nhất một trong số các chất dimethyl terephthalat, etylen glycol, 1,3-propandiol, 1,4-butandiol, etyl metyl terephthalat, dime của polyeste thơm, và trime của polyeste thơm.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, hỗn hợp này được làm nguội để một phần sản phẩm phản ứng ví dụ dimethyl terephthalat, dime và trime kết tủa trước quá trình lọc. Bằng cách kết tủa này các sản phẩm phản ứng này có thể trở thành một phần của phân đoạn rắn.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, hỗn hợp này trước hết được làm nguội để cho một phần sản phẩm phản ứng kết tủa. Phân đoạn lỏng sau đó có thể được phân tách ra khỏi phân đoạn rắn bằng cách lọc. Bước thu hồi ít nhất một trong số các chất dimethyl terephthalat, etylen glycol, 1,3-propandiol, 1,4-butandiol, etyl metyl terephthalat, dime của polyeste thơm, và trime của polyeste thơm sau đó có thể được thực hiện bằng cách chiết xuất và/hoặc chiết xuất soxhlet phân đoạn rắn bằng cách sử dụng metanol. Quá trình này sẽ phân tách một phần monome, dime và trime ra khỏi nhau cũng như ra khỏi chất xúc tác. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, etylen glycol có thể được phân tách ra khỏi dung môi bằng cách chưng cất nếu dung môi này là rượu khác hoặc rượu hai chức khác etylen glycol. Nếu etylen glycol được sử dụng làm dung môi cho phản ứng, bước thu hồi này là không cần thiết.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, phương pháp này có thể có thể còn bao gồm bước thu hồi thành phần bất kỳ của vải polyeste, ví dụ chất nhuộm, sợi tự nhiên, sợi elastan hoặc elastan được khử polyme hóa.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, bước thu hồi ít nhất một trong số các chất dimethyl terephthalat, etylen glycol, 1,3-propandiol, 1,4-butandiol, etyl metyl terephthalat, dime của polyeste thơm, và trime của polyeste thơm và bước thu hồi thành phần bất kỳ của vải polyeste có thể được thực hiện đồng thời. Do vậy, có thể sử dụng cùng một bước để thu hồi cả hai chất.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, quá trình thu hồi thành phần bất kỳ của vải polyeste có thể bao gồm một hoặc vài bước phụ. Ví dụ về các bước phụ như

vậy là quá trình kết tủa, lọc, chiết xuất, chiết xuất soxhlet, chưng cất. Các bước phụ này có thể được kết hợp theo cách khác nhau để thu hồi thành phần bất kỳ của vải polyeste.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, chất nhuộm có thể được thu hồi ví dụ bằng cách cách lọc và chưng cất hoặc chiết xuất và chưng cất. Chất nhuộm có thể được hòa tan hoàn toàn hoặc một phần trong dung môi được sử dụng trong hỗn hợp trong đó vải polyeste được ngâm. Nếu mà như vậy, phân đoạn rắn, ví dụ polyme không được khử polyme hóa và chất xúc tác, được loại ra bằng cách lọc và sau đó chất nhuộm này có thể được thu hồi bằng cách loại dung môi bằng cách chưng cất. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, chất nhuộm có thể là không hòa tan trong dung môi. Chất nhuộm khi đó có thể là một phần của phân đoạn rắn và được gom bằng cách lọc. Dung môi mà trong đó chất nhuộm được hòa tan sau đó có thể được sử dụng để phân tách chất nhuộm ra khỏi phần còn lại của phân đoạn rắn.

Sáng chế cũng mô tả sử dụng chất xúc tác để khử polyme hóa polyeste trong vải polyeste. Chất xúc tác này chứa canxi hydroxit.

Các hiệu quả và dấu hiệu của khía cạnh thứ ba này của sáng chế là là tương tự nhất với các hiệu quả và dấu hiệu được mô tả trên đây liên quan với khía cạnh thứ nhất và khía cạnh thứ hai của phạm vi sáng chế. Các phương án và ví dụ được đề cập liên quan đến khía cạnh thứ nhất và khía cạnh thứ hai của sáng chế phần nhiều là tương thích với khía cạnh thứ ba của sáng chế.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, chất xúc tác nêu trên còn chứa oxit của kim loại bất kỳ từ nhóm 2 của Bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học, như CaO, hoặc oxit của kim loại bất kỳ từ các nguyên tố họ lantan.

Theo ít nhất một phương án cụ thể của sáng chế, chất xúc tác nêu trên là được viết với công thức chung $\text{Ca(OH)}_2\text{-xO-yO}$, trong đó x được chọn từ nhóm 2 của Bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học và trong đó y được chọn từ các nguyên tố họ lantan.

Theo ít nhất một phương án cụ thể, chất xúc tác này có thể là $\text{Ca(OH)}_2\text{-MgO-CeO}_2$. Tỷ lệ này có thể bằng 1:4:1, tức là chất xúc tác được sử dụng có thể là $1 \text{ Ca(OH)}_2\text{-4MgO-1CeO}_2$.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các đối tượng nêu trên, cũng như các đối tượng bổ sung, các đặc điểm và ưu điểm của sáng chế, sẽ được đánh giá một cách đầy đủ hơn bằng cách tham khảo phần mô tả chi tiết mang tính minh họa và không giới hạn sau đây của các phương án được ưu tiên của sáng chế, được mô tả cùng với các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là sơ đồ thể hiện phương pháp tương ứng với ít nhất một phương án của sáng chế;

Fig.2 là sơ đồ thể hiện phương pháp tương ứng với ít nhất một phương án của sáng chế;

Fig.3 là ảnh chụp thể hiện các bước khác nhau bao gồm trong phương pháp tương ứng với ít nhất một phương án của sáng chế;

Fig.4 là đồ thị thể hiện phân bố khối lượng phân tử của sợi bông trước và sau quá trình khử polyme hóa polyeste.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần mô tả chi tiết này, các phương án của sáng chế sẽ được bàn luận với tham khảo các hình vẽ kèm theo. Cần phải lưu ý rằng phần này theo bất kỳ cách nào không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế, mà còn áp dụng được trong các hoàn cảnh khác ví dụ cho các dạng hoặc biến thể khác của phương pháp tái chế polyeste từ vải polyeste khác với các phương án được thể hiện trong các hình vẽ kèm theo. Ngoài ra, các dấu hiệu cụ thể đó được đề cập liên quan đến một phương án sáng chế không có nghĩa rằng các thành phần này không thể được sử dụng tối ưu cùng với các phương án khác của sáng chế.

Fig.1 là sơ đồ thể hiện phương pháp tái chế polyeste từ vải polyeste 1. Phương pháp bao gồm hai bước 2, 4. Bước thứ nhất bao gồm việc cho vải polyeste ngâm trong hỗn hợp chứa dung môi và chất xúc tác. Bước thứ hai 4 bao gồm việc đưa và duy trì nhiệt độ của hỗn hợp này nằm trong khoảng từ 80°C đến 240°C trong quá trình khử polyme hóa polyeste trong vải polyeste. Ví dụ, nhiệt độ này được đưa đến và duy trì có thể là 100°C, hoặc 120°C, hoặc 150°C, hoặc 170°C. Theo ít nhất một phương án cụ thể, nhiệt độ này được duy trì cho đến khi ít nhất 20% polyeste trong vải polyeste này được khử polyme hóa thành các phân tử có khối lượng phân tử nhỏ hơn 600 g/mol. Theo các phương án khác, nhiệt độ này được duy trì cho đến khi ít nhất 50% hoặc ít nhất 80%

polyeste trong vải polyeste này được khử polyme hóa thành các phân tử có khối lượng phân tử nhỏ hơn 600 g/mol. Ví dụ, nhiệt độ này có thể được duy trì trong thời gian 10-300 phút.

Vải polyeste này có thể chứa ít nhất 10%, hoặc 25%, hoặc 50% hoặc 75% polyeste và vải này có thể còn chứa sợi tự nhiên, ví dụ sợi bông, bông được tái chế hoặc vitcô. Theo cách khác, vải polyeste này có thể còn chứa 100% sợi polyeste. Ví dụ, polyeste này có thể là polyeste thơm, như polyalkylen terephthalat. Ví dụ về các polyalkylen terephthalat như vậy là polyetylen terephthalat, polytrimetyl terephthalat và polybutylen terephthalat. Chất xúc tác chứa canxi hydroxit. Ví dụ, chất xúc tác có thể là Ca(OH)_2 , hoặc có thể là $\text{Ca(OH)}_2\text{-CeO}_2$, hoặc có thể là $\text{Ca(OH)}_2\text{-MgO-CeO}_2$. Trong trường hợp sau cùng tỷ lệ này có thể bằng 1:4:1, tức là chất xúc tác được sử dụng có thể là 1 $\text{Ca(OH)}_2\text{-4MgO-1CeO}_2$. Dung môi có thể chứa rượu hoặc rượu hai chức.

Fig.2 là sơ đồ thể hiện phương pháp 201. Hai bước thứ nhất 202, 204 của phương pháp 201 được thể hiện trên Fig.2 là tương tự như hai bước 2, 4 của phương pháp 1 được thể hiện trên Fig.1. Trong phần mô tả này, trọng tâm của mô tả liên quan đến Fig.2 sẽ là dựa vào sự khác nhau so sánh với phương pháp 1 của Fig.1.

Phương pháp 201 có bước thứ ba 206, bước này bao gồm bước thu hồi ít nhất một trong số dimetyl terephthalat, etylen glycol, 1,3-propandiol, 1,4-butandiol, etyl metyl terephthalat, dime của polyeste thơm, và trime của polyeste thơm nêu trên. Bước thứ ba 206 này có thể có thể còn bao gồm bước thu hồi chất nhuộm bất kỳ, sợi tự nhiên bất kỳ ví dụ sợi bông và/hoặc thành phần phụ bất kỳ ví dụ elastan. Bước này có thể được chia thành một hoặc vài bước phụ. Ví dụ về các bước phụ như vậy là kết tủa, lọc, chiết xuất, chiết xuất soxhlet, chưng cất. Các bước phụ này có thể được kết hợp theo cách khác nhau để thu hồi thành phần bất kỳ của vải polyeste. Ngoài ra, bước thứ ba này có thể còn bao gồm bước thu hồi sợi tự nhiên bất kỳ, chất liệu khác bất kỳ và/hoặc chất nhuộm bất kỳ có thể có mặt trong vải polyeste.

Fig.3 là ảnh chụp thể hiện các bước khác nhau của phương pháp 201. Ở phương án cụ thể này vải polyeste 220 là polyetylen terephthalat (PET) và chất nhuộm. Trong quá trình khử polyme hóa, the polyetylen terephthalat sẽ được khử polyme hóa thành các monome của nó, tức là dimetyl terephthalat và etylen glycol cũng như dime và trime của polyeste. Vải 220 được ngâm trong hỗn hợp chứa dung môi và chất xúc tác. Nói cách

khác, vải polyeste được cho ngâm trong hỗn hợp chứa dung môi và chất xúc tác 202. Sau đó, nhiệt độ sẽ được đưa đến và duy trì trong quá trình khử polyme hóa polyeste trong vải polyeste 204. Sau khi khử polyme hóa, hỗn hợp phản ứng 222 chứa phân đoạn rắn 222a và phân đoạn lỏng 222b. Hỗn hợp phản ứng 222 sau đó sẽ đi qua bước thứ ba 206 là phương pháp để thu hồi các sản phẩm phản ứng, chất nhuộm và dung môi. Bước thứ ba 206 này được chia thành vài bước phụ. Sau khi phản ứng, hỗn hợp phản ứng có thể được làm nguội để kết tủa một số sản phẩm phản ứng, ví dụ dimetyl terephthalat cũng như dime và trime của polyeste mà đã trở thành một phần của phân đoạn rắn. Trong phần mô tả này, sau khi kết tủa phân đoạn rắn 222a chứa các sản phẩm phản ứng kết tủa, chất xúc tác và polyeste chưa được khử polyme hóa nếu có. Phân đoạn lỏng 222b chứa dung môi, chất nhuộm và etylen glycol. Phân đoạn lỏng 222b sẽ được phân tách ra khỏi phân đoạn rắn bằng cách lọc. Phân đoạn rắn sẽ qua chiết xuất hoặc chiết xuất soxhlet 206b bằng cách sử dụng metanol để dimetyl terephthalat 224 được thu hồi và được phân tách ra khỏi phân đoạn rắn còn lại. Phân đoạn lỏng 222b này chứa chất nhuộm, etylen glycol và metanol và sau đó hoặc đồng thời được chưng cất 206c. Trong quá trình chưng cất 206c, etylen glycol 230 được thu hồi và được phân tách ra khỏi dung dịch chứa metanol và chất nhuộm. Metanol này có thể được làm bay hơi 206d để thu hồi chất nhuộm 228.

Fig.4 thể hiện khối lượng phân tử của sợi bông có mặt trong vải polyeste trước (đường cong liên tục) và sau khi quá trình khử polyme hóa polyeste ở nhiệt độ 165°C (đường chấm chấm) và ở nhiệt độ 190°C (đường gạch gạch). Đồ thị này cho thấy rằng nhiệt độ nhỏ hơn của quá trình khử polyme hóa không gây ảnh hưởng, tức là phân bố khối lượng phân tử của phần sợi bông của vải polyeste càng thấp không nhiều như ở nhiệt độ cao hơn. Do đó, tốt hơn có thể duy trì nhiệt độ được duy trì trong quá trình khử polyme hóa thấp nhất có thể.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này nhận biết rằng một số cải biến của các phương án được mô tả trong bản mô tả này có thể được thực hiện mà không nằm ngoài phạm vi sáng chế, được xác định trong bộ yêu cầu bảo hộ kèm theo. Ví dụ, vải có thành phần khác nhau hoặc polyeste khác nhau có thể được tái chế bằng cách sử dụng phương pháp này.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiến hành thử nghiệm một số chất xúc tác ở các nhiệt độ khác nhau để tìm ra chất xúc tác hoạt động ở nhiệt độ thấp.

Bảng 1 biểu thị chất xúc tác nào hoạt động ở các nhiệt độ khác nhau. Ở bảng 1, x sử dụng để chỉ rằng chất xúc tác này không hoạt động và $\sqrt{}$ sử dụng để chỉ rằng chất xúc tác này hoạt động. Cần phải hiểu rằng, cụm từ hoạt động có nghĩa là chất xúc tác này sẽ gây ra quá trình khử polyme hóa polyeste trong vải polyeste.

Tên	Nhiệt độ thấp <160°C	Nhiệt độ trung bình 160-200°C	Nhiệt độ cao >200°C
Al ₂ O ₃	x	x	x
Fe ₃ O ₄	x	x	x
CaO	$\sqrt{}$	$\sqrt{}$	$\sqrt{}$
Ca(OH) ₂	$\sqrt{}$	$\sqrt{}$	$\sqrt{}$
MgO	x	x	$\sqrt{}$
CeO ₂	x	x	$\sqrt{}$
CaO-CeO ₂	$\sqrt{}$	$\sqrt{}$	$\sqrt{}$
MgO-CeO ₂	x	x	$\sqrt{}$
1CaO-4MgO-1CeO ₂	$\sqrt{}$	$\sqrt{}$	$\sqrt{}$
4MgO-CeO ₂ -Fe ₃ O ₄	x	x	$\sqrt{}$
4MgO-PrO _x -CeO ₂	x	x	$\sqrt{}$

Từ bước sàng lọc nhiệt độ thứ nhất, bốn chất xúc tác: CaO, Ca(OH)₂, CaO-CeO₂ và CaO-4MgO-1CeO₂, mà hoạt động được thử nghiệm tiếp ở nhiệt độ còn thấp hoặc trung bình được thử nghiệm tiếp (ví dụ so sánh 1-14 sau đây). Bảng 3 thể hiện các kết quả từ các thử nghiệm này.

Ví dụ 1

Hỗn hợp chứa 6g sợi polyetylen terephthalat (PET) được ngâm trong 60mL metanol và 0,12g CaO được bổ sung vào nồi hấp. Nồi hấp này được gia nhiệt đến và duy trì ở nhiệt độ 80°C trong quá trình khử polyme hóa. Sau 14 giờ, nồi hấp được làm nguội xuống nhiệt độ phòng bằng nước lạnh cho phép kết tủa dimetyl terephthalat (DMT) cũng như dime và trime của polyeste. Phân đoạn lỏng được phân tách ra khỏi phân đoạn rắn bằng cách lọc. 3,11g DMT được chiết xuất từ phân đoạn rắn bằng metanol. Metanol và etylen glycol được thu hồi bằng cách chưng cất phân đoạn lỏng.

Ví dụ 2

Hỗn hợp chứa 6g sợi PET được ngâm trong 60mL metanol và 0,12g oxit hỗn hợp CaO-CeO₂ được bổ sung vào nồi hấp. Nồi hấp này được gia nhiệt đến và duy trì ở nhiệt độ 100°C trong quá trình khử polyme hóa. Sau 4,5 giờ, nồi hấp này được làm nguội xuống nhiệt độ phòng bằng nước lạnh cho phép kết tủa DMT cũng như dime và trime của

polyeste. Phân đoạn lỏng được phân tách ra khỏi phân đoạn rắn bằng cách lọc. 4,07g DMT được chiết xuất khỏi phân đoạn rắn bằng metanol. Metanol và etylen glycol được thu hồi bằng cách chưng cất phân đoạn lỏng.

Ví dụ 3

Hỗn hợp chứa 6g sợi PET được ngâm trong 60mL metanol và 0,12g oxit hỗn hợp $1\text{CaO}-4\text{MgO}-1\text{CeO}_2$ được bổ sung vào nồi hấp. Nồi hấp này được gia nhiệt đến và duy trì ở nhiệt độ 135°C . Sau 4,5 giờ, nồi hấp này được làm nguội xuống nhiệt độ phòng bằng nước lạnh cho phép kết tủa DMT cũng như dime và trime của polyeste. Phân đoạn lỏng được phân tách ra khỏi phân đoạn rắn bằng cách lọc. 4,61g DMT được chiết xuất ra khỏi phân đoạn rắn bằng metanol. Metanol và etylen glycol được thu hồi bằng cách chưng cất phân đoạn lỏng.

Ví dụ 4

Hỗn hợp chứa 6g sợi PET được ngâm trong 60mL metanol và 0,12g oxit hỗn hợp $1\text{CaO}-4\text{MgO}-1\text{CeO}_2$ được bổ sung vào nồi hấp. Nồi hấp này được gia nhiệt đến và duy trì ở nhiệt độ 165°C trong quá trình khử polyme hóa. Sau 2 giờ, nồi hấp này được làm nguội xuống nhiệt độ phòng bằng nước lạnh. Hỗn hợp phản ứng được bổ sung vào tủ đông trong thời gian 1 giờ để kết tủa thêm DMT cũng như dime và trime của polyeste. Phân đoạn lỏng được phân tách ra khỏi phân đoạn rắn bằng cách lọc. 5,31g DMT được chiết xuất ra khỏi phân đoạn rắn bằng metanol. Metanol và etylen glycol được thu hồi bằng cách chưng cất.

Ví dụ 5

Hỗn hợp chứa 8g vải thái PET với các màu sắc khác nhau được ngâm trong 60mL metanol và 0,12g oxit hỗn hợp $1\text{CaO}-4\text{MgO}-1\text{CeO}_2$ được bổ sung vào nồi hấp. Nồi hấp này được gia nhiệt đến và duy trì ở nhiệt độ 165°C trong quá trình khử polyme hóa. Sau 2 giờ, nồi hấp này được làm nguội xuống nhiệt độ phòng bằng nước lạnh. Hỗn hợp phản ứng được bổ sung vào tủ đông trong thời gian 1 giờ để kết tủa thêm DMT cũng như dime và trime của polyeste. Phân đoạn lỏng được phân tách ra khỏi phân đoạn rắn bằng cách lọc. DMT được chiết xuất ra khỏi phân đoạn rắn bằng metanol. DMT đã được chiết xuất này được tinh chế tiếp bằng cách chưng cất để cho độ tinh khiết cao hơn. Phân đoạn lỏng chứa metanol, etylen glycol và chất nhuộm được chưng cất.

Ví dụ 6

Hỗn hợp chứa 6g vải thải PET đồng màu được ngâm trong 60mL metanol và 0,12g oxit hỗn hợp $1\text{CaO}-4\text{MgO}-1\text{CeO}_2$ được bổ sung vào nồi hấp. Nồi hấp này được gia nhiệt đến và duy trì ở nhiệt độ 165°C trong quá trình khử polyme hóa. Sau 2giờ, nồi hấp này được làm nguội xuống nhiệt độ phòng bằng nước lạnh. Hỗn hợp phản ứng được bổ sung vào tủ đông trong thời gian 1 giờ để kết tủa thêm DMT cũng như dime và trime của polyeste. Phân đoạn lỏng được phân tách ra khỏi phân đoạn rắn bằng cách lọc. DMT được chiết xuất ra khỏi phân đoạn rắn bằng metanol. DMT đã được chiết xuất được tinh chế tiếp bằng cách kết tinh lại để cho độ tinh khiết cao hơn. Phân đoạn lỏng chứa metanol, etylen glycol và chất nhuộm được chưng cất.

Ví dụ 7

10g vải thải trắng hỗn hợp PET/bông với tỷ lệ khối lượng 1:1 (PET so với bông) được ngâm trong 100mL metanol và 0,2g oxit hỗn hợp $1\text{CaO}-4\text{MgO}-1\text{CeO}_2$ được bổ sung vào nồi hấp. Nồi hấp này được gia nhiệt đến và duy trì ở nhiệt độ 165°C trong quá trình khử polyme hóa. Sau 2giờ, nồi hấp này được làm nguội xuống nhiệt độ phòng bằng nước lạnh cho phép kết tủa DMT cũng như dime và trime của polyeste. Phân đoạn lỏng được phân tách ra khỏi phân đoạn rắn bằng cách lọc. Trong phần mô tả này, phân đoạn rắn chủ yếu chứa DMT và bông. DMT được chiết xuất ra khỏi phân đoạn rắn bằng metanol. Phần bông còn lại sau đó được sấy ở nhiệt độ 35°C qua đêm. Phần bông đã được sấy này có thể được tái sử dụng nhờ quá trình quay sợi ướt để tạo ra sợi xeluloza được tái chế. Bảng 2 thể hiện các đặc tính cơ học của sợi bông được tái chế tạo ra từ bông được thu hồi. Metanol và etylen glycol trong pha lỏng được thu hồi bằng cách chưng cất.

Bảng 2 thể hiện các đặc tính cơ học của sợi bông được tái chế được tạo ra thông qua quá trình quay lyocell.

	Đo lường khô	Đo lường ướt
Độ chuẩn, dtex	8,63	8,52
Độ dai bền, cN/dtex	3,68	2,93

Ví dụ 8

Hỗn hợp chứa 4,8g sợi PET được trộn với 1,2g sợi spandex được ngâm trong 60mL metanol và 0,2g oxit hỗn hợp $1\text{CaO}-4\text{MgO}-1\text{CeO}_2$ được bổ sung vào nồi hấp. Nồi hấp này được gia nhiệt đến và duy trì ở nhiệt độ 165°C trong quá trình khử polyme hóa. Sau 2giờ, nồi hấp này được làm nguội xuống nhiệt độ phòng bằng nước lạnh cho phép

kết tủa DMT cũng như dime và trime của polyeste. Phân đoạn lỏng được phân tách ra khỏi phân đoạn rắn bằng cách lọc. Trong phần mô tả này, phân đoạn rắn chủ yếu chứa DMT và phần spandex được khử polyme hóa mà không hòa tan trong metanol. DMT được chiết xuất ra khỏi phân đoạn rắn bằng metanol và sau đó được tinh chế bằng cách chưng cất để tạo ra độ tinh khiết cao hơn. Phân đoạn lỏng chứa metanol, etylen glycol và polyete từ spandex được khử polyme hóa được phân tách ra bằng cách chưng cất.

Ví dụ 9

6g sợi PET, 30mL etanolamin và 0,12g oxit hỗn hợp $1\text{CaO}.4\text{MgO}.1\text{CeO}_2$ được bổ sung vào nồi hấp. Nồi hấp này được gia nhiệt đến nhiệt độ 115°C và được duy trì ở nhiệt độ 115°C trong quá trình khử polyme hóa. Sau 2giờ, nồi hấp này được làm nguội xuống nhiệt độ phòng bằng nước lạnh. Các sản phẩm phản ứng trong bình phản ứng được trộn với 150mL nước nóng đã khử ion. Hỗn dịch thu được từ bình phản ứng được gia nhiệt đến điểm sôi và sau đó được lọc ngay lập tức. Phần lọc từ quá trình lọc được duy trì ở nhiệt độ 4°C qua đêm. Trong thời gian bảo quản, bis(2-hydroxyetyl) terephthalamit (bis(2-hydroxyethyl) terephthalamide-BHETA) được kết tinh trong phần dịch lọc. PET này được khử polyme hóa hoàn toàn và thu được khoảng 5,6g BHETA.

Ví dụ 10

6g viên nhỏ axit polylactic (polylactic acid-PLA), 60mL metanol và 0,12g oxit hỗn hợp $1\text{CaO}.4\text{MgO}.1\text{CeO}_2$ được bổ sung vào nồi hấp. Nồi hấp này được gia nhiệt đến nhiệt độ 175°C và được duy trì ở nhiệt độ 175°C trong quá trình khử polyme hóa. Sau 2giờ, nồi hấp này được làm nguội xuống nhiệt độ phòng bằng nước lạnh. Hỗn hợp phản ứng được phân tách ra bằng cách lọc. PLA được khử polyme hóa hoàn toàn. Phần dịch lọc từ quá trình lọc được chưng cất để loại metanol. Sau khi chưng cất, thu được 4,25g methyl lactat.

Ví dụ 11

6g sợi polytrimetylen terephthalat (polytrimethylene terephthalate-PTT), 60mL metanol và 0,12g oxit hỗn hợp $1\text{CaO}.4\text{MgO}.1\text{CeO}_2$ được bổ sung vào nồi hấp. Nồi hấp này được gia nhiệt đến nhiệt độ 175°C và được duy trì ở nhiệt độ 175°C trong quá trình khử polyme hóa. Sau 2giờ, nồi hấp này được làm nguội xuống nhiệt độ phòng bằng nước lạnh. Hỗn hợp phản ứng được phân tách ra bằng cách lọc. PTT được khử polyme hóa hoàn toàn và 2,6g DMT được chiết xuất ra khỏi phân đoạn rắn bằng metanol. Phân đoạn

lỏng được chưng cất và thu được metanol và 1,3-propandiol. Metanol thu được sẽ được tái tuần hoàn.

Bảng 3 thể hiện hiệu quả khử polyme hóa và hiệu suất DMT được chiết xuất bằng cách sử dụng chất xúc tác khác nhau ở nhiệt độ khác nhau.

Ví dụ 12

5g sợi PET, 50mL metanol và 0,1 g Ca(OH)_2 được bổ sung vào nồi hấp. Nồi hấp được làm nóng đến 135°C và duy trì ở 135°C trong quá trình khử polyme hóa. Sau 4,5 giờ, nồi hấp được làm nguội đến nhiệt độ phòng bằng nước lạnh. Phần chất lỏng được phân tách ra khỏi phân đoạn rắn bằng cách lọc. 4,18 g DMT được chiết từ phân đoạn rắn bằng metanol. Metanol và etylen glycol được thu hồi bằng cách chưng cất phần chất lỏng. Metanol và etylen glycol thu được có thể được tái chế.

Ví dụ 13

5g sợi PET, 50mL metanol và 0,1 g Ca(OH)_2 được bổ sung vào nồi hấp. Nồi hấp được làm nóng đến 165°C và duy trì ở 165°C trong quá trình khử polyme hóa. Sau 2 giờ, nồi hấp được làm nguội đến nhiệt độ phòng bằng nước lạnh. Phần chất lỏng được phân tách ra khỏi phân đoạn rắn bằng cách lọc. 4,09 g DMT được chiết xuất từ phân đoạn rắn bằng metanol. Metanol và etylen glycol được thu hồi bằng cách chưng cất phần chất lỏng. Metanol và etylen glycol thu được có thể được tái tuần hoàn.

Ví dụ 14

5g sợi PET, 50mL metanol và 0,1 g Ca(OH)_2 được bổ sung vào nồi hấp. Nồi hấp được gia nhiệt đến 185°C và duy trì ở 185°C trong quá trình khử polyme hóa. Sau 1 giờ, nồi hấp được làm nguội xuống nhiệt độ phòng bằng nước lạnh. Phân đoạn lỏng được phân tách ra khỏi phân đoạn rắn bằng cách lọc. 4,3 g DMT được chiết từ phân đoạn rắn bằng metanol. Metanol và etylen glycol được thu hồi bằng cách chưng cất phân đoạn lỏng. Metanol và etylen glycol thu được có thể được tái tuần hoàn.

Nhiệt độ phản ứng 80°C				
	CaO		CaO·CeO ₂	
Hiệu quả khử polyme hóa	58,5%		43,6%	
Hiệu suất của DMT được chiết xuất	51,8%		18,7%	
Nhiệt độ phản ứng 100°C				
	CaO·CeO ₂		1CaO·4MgO·1CeO ₂	
Hiệu quả khử polyme hóa	83,5%		46,6%	
Hiệu suất của DMT được chiết xuất	67,8%		32,6%	
Nhiệt độ phản ứng 135°C				
	CaO	Ca(OH) ₂	CaO·CeO ₂	1CaO·4MgO·1CeO ₂
Hiệu quả khử polyme hóa	100%	100%	100%	100%
Hiệu suất của DMT được chiết xuất	68,8%	83,6%	63,8%	76,8%
Nhiệt độ phản ứng 165°C				
	CaO	Ca(OH) ₂	CaO·CeO ₂	1CaO·4MgO·1CeO ₂
Hiệu quả khử polyme hóa	100%	100%	100%	100%
Hiệu suất của DMT được chiết xuất	75,8%	81,8%	79,8%	88,5%

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tái chế polyeste từ vải polyeste, bao gồm các bước:

- tạo ra vải polyeste được ngâm trong hỗn hợp chứa dung môi và chất xúc tác;
- tạo ra và duy trì nhiệt độ của hỗn hợp chứa vải polyeste nêu trên đến trị số nằm trong khoảng từ 80°C đến 240°C trong quá trình khử polyme hóa polyeste trong vải polyeste này;

trong đó, trong bước tạo ra vải polyeste được ngâm trong hỗn hợp chứa dung môi và chất xúc tác, chất xúc tác của hỗn hợp này chứa canxi hydroxit.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước duy trì nhiệt độ của hỗn hợp chứa vải polyeste nêu trên được kéo dài cho đến khi ít nhất 20% polyeste trong vải polyeste này được khử polyme hóa thành các phân tử có khối lượng phân tử nhỏ hơn 600 g/mol.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước duy trì nhiệt độ của hỗn hợp chứa vải polyeste nêu trên được kéo dài cho đến khi ít nhất 50% polyeste trong vải polyeste này được khử polyme hóa thành các phân tử có khối lượng phân tử nhỏ hơn 600 g/mol.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước duy trì nhiệt độ của hỗn hợp chứa vải polyeste nêu trên được kéo dài cho đến khi ít nhất 80% polyeste trong vải polyeste này được khử polyme hóa thành các phân tử có khối lượng phân tử nhỏ hơn 600 g/mol.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nhiệt độ nêu trên nằm trong khoảng từ 80°C đến 170°C, hoặc nằm trong khoảng từ 100°C đến 150°C.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó trong bước duy trì nhiệt độ của hỗn hợp chứa vải polyeste nêu trên, nhiệt độ được duy trì trong thời gian từ 10 đến 300 phút.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó trong bước duy trì nhiệt độ của hỗn hợp chứa vải polyeste nêu trên, nhiệt độ được duy trì trong thời gian từ 30 đến 240 phút.

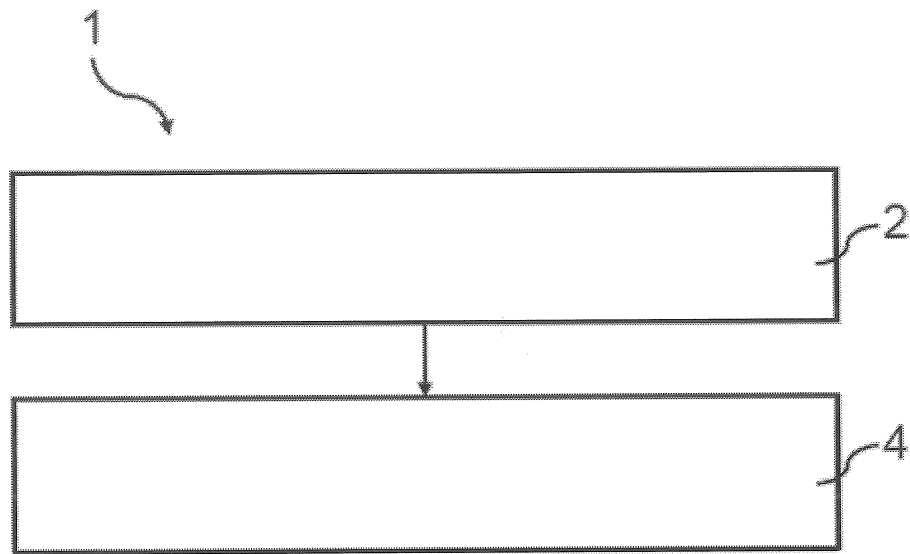
8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó trong bước duy trì nhiệt độ của hỗn hợp chứa vải polyeste nêu trên, nhiệt độ được duy trì trong thời gian từ 60 đến 120 phút.

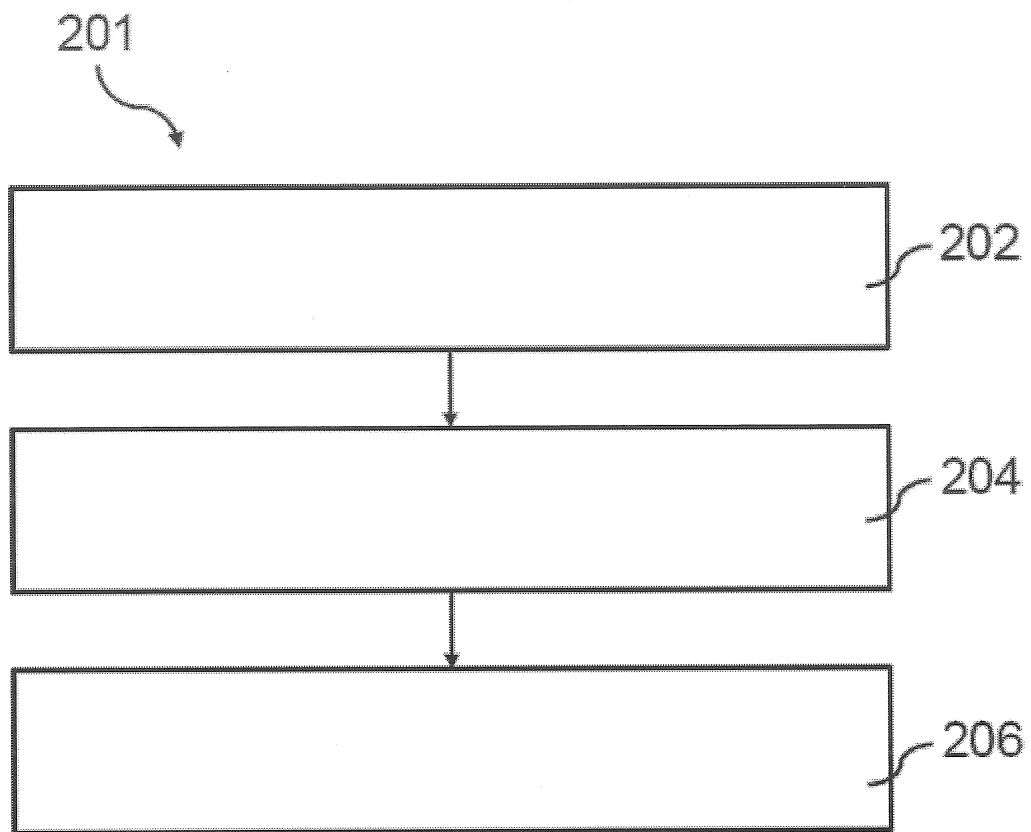
9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó dung môi nêu trên là rượu.

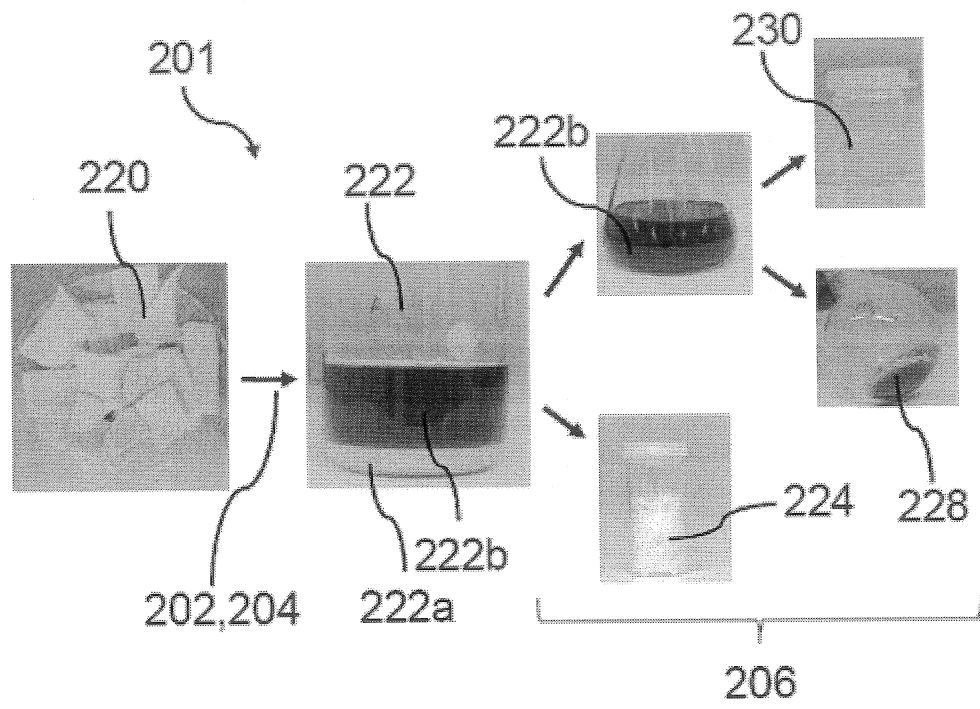
10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó rượu nêu trên là rượu hai chức.

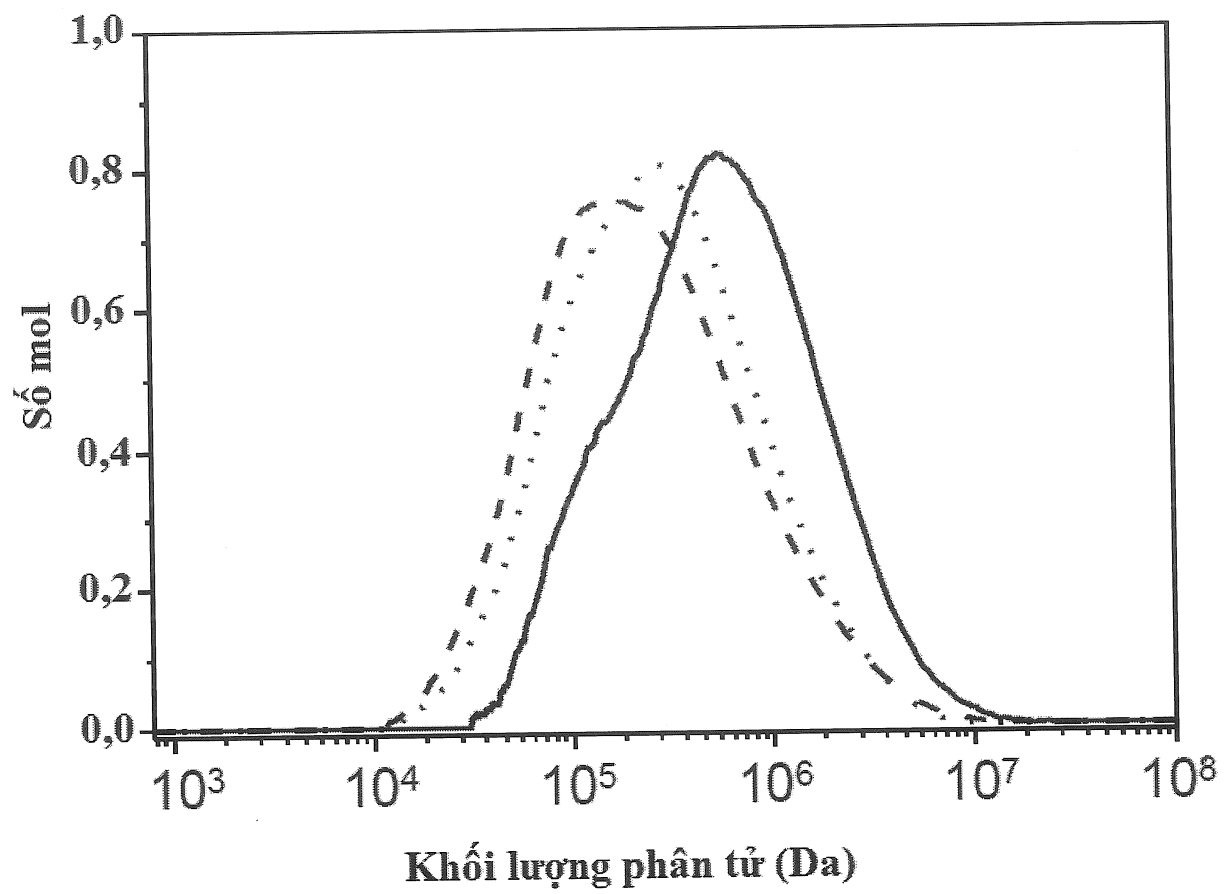
11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vải polyeste nêu trên chứa ít nhất 10% polyeste.

12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vải polyeste nêu trên chứa ít nhất 25% polyeste.
13. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vải polyeste nêu trên chứa ít nhất 50% polyeste.
14. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vải polyeste nêu trên chứa ít nhất 75% polyeste.
15. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vải polyeste nêu trên chứa 100% polyeste.
16. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vải polyeste nêu trên còn chứa sợi tự nhiên, sợi tổng hợp, hoặc hỗn hợp của sợi tự nhiên và sợi tổng hợp, trong đó sợi tự nhiên này là sợi bông, sợi vitcô hoặc sợi bông tái chế và trong đó sợi tổng hợp này là sợi elastan.
17. Phương pháp theo điểm 1, trong đó polyeste nêu trên là polyeste thơm; và trong đó polyeste được khử polyme hóa nêu trên chứa ít nhất một trong số các chất dimetyl terephtalat, etylen glycol, 1,3-propandiol, 1,4-butandiol, etyl metyl terephthalat, dime của polyeste thơm, và trime của polyeste thơm.
18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó polyeste nêu trên là polyalkylen terephtalat.
19. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chất xúc tác nêu trên còn chứa oxit của kim loại bất kỳ từ nhóm 2 của Bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học, oxit của kim loại bất kỳ từ các nguyên tố họ lantan.
20. Phương pháp theo điểm 19, trong đó chất xúc tác nêu trên chứa CaO .
21. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chất xúc tác nêu trên có công thức chung $\text{Ca}(\text{OH})_2\text{-xO-yO}$, trong đó x được chọn từ nhóm 2 của Bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học và trong đó y được chọn từ các nguyên tố họ lantan.
22. Phương pháp theo điểm 1, trong đó quá trình khử polyme hóa nêu trên được thực hiện trong nồi hấp.
23. Phương pháp theo điểm 17, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước thu hồi ít nhất một trong số các chất dimetyl terephtalat, etylen glycol, 1,3-propandiol, 1,4-butandiol, etyl metyl terephthalat, dime của polyeste thơm, và trime của polyeste thơm.

**Fig.1**

**Fig.2**

**Fig.3**

**Fig.4**