



- (12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ  
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ  
(51)<sup>7</sup> C08L 75/04; C08G 18/76; B29C 45/00; (13) B  
C08G 18/66



1-0053768

- 
- (21) 1-2018-02409 (22) 02/11/2016  
(86) PCT/US2016/059976 02/11/2016 (87) WO 2017/079188 A1 11/05/2017  
(30) 62/251,727 06/11/2015 US  
(45) 25/11/2025 452 (43) 25/10/2018 367A  
(73) LUBRIZOL ADVANCED MATERIALS, INC. (US)  
9911 Brecksville Road, Cleveland, Ohio 44141-3247, United States of America  
(72) Qiwei LU (US); Julius FARKAS (US); Chetan M. MAKADIA (US); Alexander  
Jiaokai JING (CN).  
(74) Công ty TNHH Lê & Lê (LE & LE)
- 

- (54) CHẾ PHẨM POLYURETAN DẸO NHIỆT, SẢN PHẨM CHỨA CHẾ PHẨM VÀ  
QUY TRÌNH SẢN XUẤT SẢN PHẨM NÀY

(21) 1-2018-02409

(57) Sáng chế đề cập đến chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt không được gia cố có môđun uốn cao chứa từ 5% đến 25% chất trung gian polyol có nhóm hydroxyl cuối mạch có khối lượng phân tử trung bình khối nằm trong khoảng từ 250 đến 3000 và 75% đến 95% đoạn cứng chứa diol không phân nhánh, không được thế, mạch thẳng và isoxyanat thơm. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến sản phẩm chứa chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt nêu trên và quy trình sản xuất sản phẩm này.

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt (TPU) không được gia cố có môđun uốn cao, có thể được kết hợp thêm và cũng có thể được sử dụng trong các quy trình đúc áp lực.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Thông thường, các ứng dụng mà TPU cấp kỹ thuật được sử dụng cũng bao gồm việc tiếp xúc với nhiệt độ cao. Các TPU kỹ thuật, cứng có sẵn trên thị trường hiện nay thường bị hạn chế đối với các ứng dụng dưới 120°C bởi vì TPU sẽ bắt đầu hóa mềm hoặc khử polyme hóa và do đó làm mất các tính chất hữu dụng ở nhiệt độ bằng hoặc cao hơn nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh ( $T_g$ ) của TPU. Ngoài ra, Các TPU kỹ thuật, cứng có sẵn trên thị trường hiện nay rất khó để hóa hợp với các nguyên liệu khác, ví dụ chất làm chậm cháy, để tạo ra hợp chất TPU làm chậm cháy với môđun uốn cao miễn là các tính chất có lợi khác thường có liên quan đến TPU. Do đó thường mong muốn có một nguyên liệu TPU cứng để sử dụng trong các ứng dụng kỹ thuật mà có môđun uốn cao. Hơn nữa, sẽ có lợi nếu có một nguyên liệu TPU kỹ thuật cứng mà có thể dễ dàng được gia công và hóa hợp với các chất làm chậm cháy và/hoặc polyme khác.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Sáng chế đề cập đến polyuretan dẻo nhiệt kỹ thuật, cứng, được đặc trưng bởi mức độ kháng nhiệt, hóa chất và va đập cao, trong khi cũng có môđun uốn cao. Một phương án của sáng chế đề xuất polyuretan dẻo nhiệt kỹ thuật cứng có môđun uốn cao mà có thể dễ dàng hóa hợp với các chất phụ gia

làm chậm cháy và/hoặc các polyme hoặc các chất phụ gia khác. Trong một số phương án, chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt là tinh thể.

Chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt của sáng chế chứa sản phẩm phản ứng của (a) khoảng 5% theo khối lượng đến 25% theo khối lượng thành phần polyol, trong đó polyol có khối lượng phân tử trung bình khối nằm trong khoảng từ 250 đến 3000; (b) khoảng 75% theo khối lượng đến 95% theo khối lượng thành phần đoạn cứng, trong đó thành phần đoạn cứng bao gồm (i) polyisoxyanat thơm và (ii) chất kéo dài mạch; và (c) tùy ý, chất xúc tác. Chế phẩm TPU theo sáng chế có môđun uốn khi được đo bằng phương pháp ASTM D790 bằng ít nhất 100.000 psi, ví dụ, ít nhất 200.000 psi.

Một phương án khác của sáng chế đề xuất hợp chất TPU làm chậm cháy chứa chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt được mô tả ở trên còn bao gồm một chất phụ gia làm chậm cháy.

Một phương án khác của sáng chế đề xuất hợp chất TPU làm chậm cháy, chứa chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt như được mô tả ở trên còn bao gồm một chất phụ gia làm chậm cháy, trong đó chất phụ gia làm chậm cháy chứa một muối nhôm của axit phosphinic được biểu diễn bởi công thức:  $[R^1R^2P(O)O]^-_3Al^{3+}$ , muối nhôm của axit diphosphinic được biểu diễn bởi công thức:  $[O(O)PR^1-R^3-PR^2(O)O]^{2-}_3Al^{3+}_2$ , polyme của một hoặc nhiều muối nêu trên, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng, trong đó  $R^1$  và  $R^2$  là hydro và  $R^3$  là nhóm alkyl.

Chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt làm chậm cháy theo sáng chế có phân loại ngọn lửa V0 với các tính chất không nhỏ giọt khi được đo bằng phương pháp thử nghiệm ngọn lửa theo phương thẳng đứng UL 94.

Một phương án khác của sáng chế đề xuất sản phẩm được đúc khuôn, được ép đùn, hoặc được định hình nhiệt chứa chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt

như được mô tả ở trên trong đó chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt có môđun uốn được đo theo phương pháp ASTM D790 bằng ít nhất 100.000 psi, ví dụ ít nhất 200.000.

Sáng chế đề xuất sản phẩm được đúc khuôn, được ép đùn, hoặc được định hình nhiệt chứa polyuretan dẻo nhiệt như được mô tả ở trên trong đó polyuretan dẻo nhiệt được hóa hợp với các sợi thủy tinh ngắn, và trong đó chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt có môđun uốn được đo bằng phương pháp ASTM D790 bằng ít nhất 100.000 psi, ví dụ bằng ít nhất 200.000 psi, ví dụ nữa, bằng ít nhất 500.000 psi, thậm chí ví dụ, bằng ít nhất 1.000.000 psi.

Một phương án khác của sáng chế đề xuất sản phẩm chống cháy được đúc khuôn chứa chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt làm chậm cháy như được mô tả ở trên còn bao gồm chất phụ gia làm chậm cháy, trong đó chất phụ gia làm chậm cháy chứa muối nhôm của axit phosphinic được biểu diễn bởi công thức:  $[R^1R^2P(O)O]^-_3Al^{3+}$ , muối nhôm của axit diphosphinic được biểu diễn bởi công thức:  $[O(O)PR^1-R^3-PR^2(O)O]^{2-}_3Al^{3+}_2$ , polyme của một hoặc nhiều muối trên, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng, trong đó  $R^1$  và  $R^2$  là hydro và  $R^3$  là nhóm alkyl, trong đó chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt có môđun uốn bằng ít nhất 100.000 psi, ví dụ bằng ít nhất 200.000 psi và có phân loại ngọn lửa V0 với tính chất không nhỏ giọt khi được đo bằng phương pháp thử nghiệm đốt cháy theo phương thẳng đứng UL 94.

Các phương án khác và chi tiết về sáng chế được trình bày cụ thể dưới đây.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Polyuretan dẻo nhiệt của sáng chế có môđun uốn cao, và có thể dễ dàng được hóa hợp với các chất phụ gia khác, chẳng hạn các chất phụ gia làm chậm cháy.

Trong một phương án của sáng chế, chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt dạng tinh thể chứa ít nhất 75%, ví dụ 80% đến 95% đoạn cứng. Hàm lượng đoạn cứng có thể được xác định bằng tổng phần trăm khối lượng của thành phần isoxyanat và thành phần kéo dài mạch chia cho tổng phần trăm khối lượng của chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt (phần trăm khối lượng của thành phần isoxyanat, chất kéo dài mạch, và thành phần polyol).

Polyuretan dẻo nhiệt của sáng chế thường được điều chế bằng cách kết hợp và cho phản ứng (a) thành phần polyol chứa ít nhất một chất trung gian có nhóm hydroxyl cuối mạch, chẳng hạn polyeste có nhóm hydroxyl cuối mạch, polyete có nhóm hydroxyl cuối mạch, polycarbonat có nhóm hydroxyl cuối mạch, hoặc polycaprolacton có nhóm hydroxyl cuối mạch với (b) ít nhất một thành phần polyisoxyanat thơm, và (c) ít nhất một chất kéo dài mạch, và tùy ý một chất xúc tác. Các chất phản ứng này tạo ra polyuretan dẻo nhiệt trong, ví dụ, máy ép đùn hoặc bình phản ứng khác.

Các thành phần của chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt có thể được kết hợp để tạo ra chế phẩm polyuretan trước khi hóa hợp hoặc chúng có thể được kết hợp tại chỗ bên trong máy ép đùn trong quá trình hóa hợp.

Trong một số phương án, chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt của sáng chế là tinh thể. Nhiệt độ kết tinh của chế phẩm có thể tùy ý được xác định bằng phương pháp đo nhiệt lượng quét vi sai. Thông thường, các chế phẩm được kết tinh có thể được nấu chảy, solvat hóa, hoặc được vô định hình và sau đó được kết tinh lại. Thuật ngữ có thể kết tinh đề cập đến các chế phẩm mà a) được kết tinh hoặc b) không được kết tinh, nhưng có khả năng kết tinh bởi sự tăng nhiệt độ của chế phẩm và tiếp theo là làm lạnh hoặc làm nóng tiếp theo. Khi được sử dụng ở đây, thuật ngữ “tinh thể” đề cập đến cả hợp chất được kết tinh và hợp chất có thể kết tinh. Polyuretan dẻo nhiệt dạng tinh thể theo sáng chế được đặc trưng bởi môđun lưu trữ (môđun  $G'$ ) bằng ít nhất

10 MPa hoặc cao hơn, hoặc thậm chí 15 MPa hoặc cao hơn khi được đo bằng phương pháp phân tích cơ học động học (DMA) ở 150°C, và/hoặc điểm nóng chảy ( $T_m$ ) bằng 150°C, hoặc thậm chí 175°C hoặc cao hơn khi được đo bằng phương pháp đo nhiệt lượng quét vi sai (DSC) và/hoặc nhiệt độ kết tinh ( $T_c$ ) nằm trong khoảng 125°C-150°C khi được đo bằng phương pháp DSC.

## Polyol

Polyuretan dẻo nhiệt của sáng chế bao gồm thành phần polyol. Thành phần polyol có thể được chọn từ polyeste có nhóm hydroxyl cuối mạch, pol-yete có nhóm hydroxyl cuối mạch, polycarbonat có nhóm hydroxyl cuối mạch, và polycaprolacton có nhóm hydroxyl cuối mạch. Trong một số phương án, hỗn hợp của các polyol nêu trên có thể được sử dụng.

Polyeste có nhóm hydroxyl cuối mạch thường được điều chế bởi, ví dụ (1) phản ứng este hóa một hoặc nhiều axit dicarboxylic hoặc anhydrit dicarboxylic sử dụng một hoặc nhiều glycol hoặc (2) phản ứng chuyển vị este của một hoặc nhiều este của axit dicarboxylic sử dụng một hoặc nhiều glycol. Tỷ lệ mol thường là dư hơn một mol glycol so với axit, anhydrit, hoặc este được ưu tiên để thu được các mạch thẳng có các nhóm hydroxyl cuối mạch chiếm ưu thế.

Axit dicarboxylic thích hợp để điều chế các chất trung gian polyeste có nhóm hydroxyl cuối mạch bao gồm axit béo, vòng béo, và axit dicarboxylic thơm. Axit dicarboxylic đơn lẻ hoặc hỗn hợp các axit dicarboxylic có thể được sử dụng. Thông thường, axit dicarboxylic có tổng cộng từ 4 đến 15 nguyên tử cacbon. Ví dụ về axit dicarboxylic thích hợp bao gồm axit succinic, glutaric, adipic, pimelic, suberic, azelaic, sebacic, dodecandioic, isophthalic, terephthalic, và các anhydrit chẳng hạn anhydrit phthalic, anhydrit tetrahydrophthalic, và các axit tương tự cũng có thể được sử dụng. Axit adipic thường được sử dụng là axit dicarboxylic.

Nếu quá trình chuyển vị este để tạo ra polyeste có nhóm hydroxyl cuối mạch được sử dụng, các este của axit dicarboxylic được mô tả ở trên có thể được sử dụng. Các este này thường bao gồm nhóm alkyl, thường có 1 đến 6 nguyên tử cacbon, thay cho hydro có tính axit của các nhóm chức axit tương ứng.

Các glycol mà được phản ứng để tạo ra chất trung gian polyeste có nhóm hydroxyl cuối mạch có thể là béo, thơm, hoặc kết hợp của chúng. Các glycol thường có tổng cộng từ 2 đến 12 nguyên tử cacbon. Các glycol thích hợp bao gồm, ví dụ, etylen glycol, 1,2-propandiol, 1,3-propandiol, 1,3-butandiol, 1,4-butandiol, 1,5-pentandiol, 1,6-hexandiol, 2,2-dimetyl-1,3-propandiol, 1,4-xyclohexan dimetanol, decametylen glycol, dodecametylen glycol, và các chất tương tự. Glycol thường được sử dụng là 1,4-butandiol và 1,6-hexandiol.

Polyol polyete có nhóm hydroxyl cuối mạch được dẫn xuất từ diol hoặc polyol có tổng cộng từ 2 đến 15 nguyên tử cacbon. Ví dụ, alkyl diol hoặc glycol có thể được phản ứng với một ete, chẳng hạn alkylen oxit có từ 2 đến 6 nguyên tử cacbon. Alkylen oxit thích hợp gồm có, ví dụ, etylen oxit, propylen oxit, hoặc các hỗn hợp của chúng.

Polyete polyol thích hợp bao gồm, ví dụ, poly(etylen glycol) mà có thể được điều chế bằng cách cho phản ứng etylen oxit với etylen glycol, poly(propylen glycol) mà có thể được điều chế bằng cách cho phản ứng propylen oxit với propylen glycol, poly(propylen-etylen glycol) mà có thể được điều chế bằng cách cho phản ứng propylen oxit và etylen oxit với propylen glycol, poly(tetrametylen glycol) (PTMEG) mà có thể được tạo ra bằng phản ứng polyme hóa by tetrahydrofuran (THF). Các polyete polyol thích hợp khác nhau gồm các sản phẩm cộng polyamit của alkylen oxit bao gồm, ví dụ, sản phẩm cộng etylendiamin là sản phẩm phản ứng của etylendiamin và propylen oxit,

sản phẩm cộng diethylentriamin là sản phẩm phản ứng của diethylentriamin với propylen oxit, hoặc các polyete polyol loại polyamit tương tự.

Polycarbonat có nhóm hydroxyl cuối mạch có sẵn trên thị trường từ Stahl USA. Polycarbonat có nhóm hydroxyl cuối mạch thích hợp có thể được điều chế bằng cách cho phản ứng một glycol với một carbonat. Patent Mỹ số 4,131,731, được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu, mô tả các polycarbonat có nhóm hydroxyl cuối mạch, quá trình điều chế chúng và việc sử dụng chúng như thế nào. Các polycarbonat này thường là mạch thẳng.

Polycaprolacton có nhóm hydroxyl cuối mạch có thể được tạo ra bởi phản ứng của caprolacton với glycol. Caprolacton thích hợp bao gồm  $\epsilon$ -caprolactone và metyl  $\epsilon$ -caprolacton. Glycol thích hợp bao gồm, ví dụ, etylen glycol, 1,2-propandiol, 1,3-propandiol, 1,3-butandiol, 1,4-butandiol, 1,5-pentandiol, 1,6-hexandiol, 2,2-dimetyl-1,3-propandiol, 1,4-xyclohexan-dimetanol, decametylen glycol, dodecametylen glycol, và các chất tương tự. Phương pháp để điều chế polycaprolacton có nhóm hydroxyl cuối mạch thường được biết đến bởi người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật.

Trong một phương án hữu dụng, khối lượng phân tử trung bình khối của thành phần polyol của sáng chế, có thể chứa các polyol khác nhau như được định nghĩa ở trên, nằm trong khoảng từ 250 đến 3.000, ví dụ, từ 250 đến 2.000, và thậm chí ví dụ, từ 400 đến 1.000. Độ chức hydroxyl trung bình của thành phần polyol nằm trong khoảng từ 1,8 đến 2,2, ví dụ, từ 1,95 đến 2,00 hoặc 2,05. Thành phần polyol được sử dụng trong chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt của sáng chế với lượng sao cho hàm lượng nhóm hydroxyl thường nằm trong khoảng từ 2 đến 70 đương lượng, ví dụ, từ 3 đến 65 đương lượng, và thậm chí ví dụ từ 5 hoặc 10 đến 50 hoặc 60 đương lượng trên mỗi 100 đương lượng của tổng các nhóm hydroxyl có mặt trong chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt.

## Polyisoxyanat

Các polyuretan của sáng chế được dẫn xuất từ hợp chất isoxyanat thơm, đặc biệt là diisoxyanat thơm. Ví dụ về polyisoxyanat thơm bao gồm, nhưng không giới hạn bởi 4,4'-metylenbis(phenyl isoxyanat) (MDI), m-xylene diisoxyanat (XDI), phenylen-1,4-diisoxyanat, naphtalen-1,5-diisoxyanat, và toluen diisoxyanat (TDI). Hỗn hợp của hai hoặc nhiều polyisoxyanat thơm có thể được sử dụng. Trong một số phương án, polyisoxyanat chứa, hoặc chủ yếu gồm, hoặc gồm MDI.

## Chất kéo dài mạch

Chất kéo dài mạch mong muốn được sử dụng trong các công thức polyuretan của sáng chế để làm tăng khối lượng phân tử của chúng. Chất kéo dài mạch hữu dụng bao gồm ví dụ 1,3-propandiol, 1,4-butandiol, 1,6-hexandiol, 1,3-butandiol, 1,5-pentandiol, 1,9-nonan diol, 1,12 dodecandiol, etylen glycol, 1,4-benzendimetylol benzen glycol, 1,4-xyclohexandimetanol.

Trong một phương án, chất kéo dài mạch có thể là glycol không phân nhánh, không được thế, mạch thẳng có từ 2 đến 12 nguyên tử cacbon, ví dụ từ 2 đến 9 nguyên tử cacbon. Trong phương án này, polyuretan dẻo nhiệt có thể là tinh thể.

## Chất xúc tác

Tùy ý, chất xúc tác được sử dụng trong hỗn hợp phản ứng của sáng chế. Chất xúc tác bất kỳ thường được sử dụng hoặc đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật để xúc tác phản ứng của isoxyanat với hợp chất chứa hydro phản ứng có thể được sử dụng cho mục đích này. Ví dụ về các chất xúc tác thích hợp đặc biệt thúc đẩy phản ứng giữa các nhóm NCO của diisoxyanat và các nhóm hydroxy của polyol và chất kéo dài mạch là các amin bậc ba thông thường được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật, ví dụ trietylamin, dimetylxclohexylamin, N-

metylmorpholin, N,N'-dimetylpiperazin, 2-(dimethylaminoetoxy)etanol, di-azabixyclo[2,2,2]octan và các chất tương tự, và đặc biệt là các hợp chất hữu cơ kim loại, chẳng hạn các este của titan, các hợp chất sắt, ví dụ sắt axetylaxetonat, các hợp chất của thiếc, ví dụ thiếc diaxetat, thiếc dioctoat, thiếc dilaurat, hoặc các muối dialkyl thiếc của axit carboxylic béo, ví dụ dibutyl thiếc diaxetat, dibutyltin dilaurat, hoặc các chất tương tự. Hỗn hợp của các chất xúc tác nêu trên có thể cũng được sử dụng tương tự như vậy.

Chế phẩm TPU của sáng chế được tạo thành từ phản ứng của (a) thành phần polyol, (b) thành phần đoạn cứng chứa polyisoxyanat thơm và chất kéo dài mạch, và (c) tùy ý, chất xúc tác. Trong một số phương án, phản ứng chứa khoảng 5% theo khối lượng đến 25% theo khối lượng, ví dụ, 5% theo khối lượng đến 20% theo khối lượng, bao gồm 5%, 10%, 15% và 20% theo khối lượng thành phần polyol. Thành phần polyol có thể được chọn từ các polyol bất kỳ đã mô tả trong tài liệu này, chẳng hạn PTMEG hoặc butan diol-adipat. Trong một số phương án của sáng chế, phản ứng chứa khoảng 75% theo khối lượng đến 95% theo khối lượng, ví dụ 80% đến 95%, ví dụ nữa khoảng 80% theo khối lượng thành phần đoạn cứng. Trong một phương án, thành phần polyol bao gồm một hoặc nhiều polyeste có nhóm hydroxyl cuối mạch, polyete có nhóm hydroxyl cuối mạch, polycarbonat có nhóm hydroxyl cuối mạch, hoặc polycaprolacton có nhóm hydroxyl cuối mạch. Trong một số phương án, thành phần polyol chủ yếu chứa polyeste có nhóm hydroxyl cuối mạch, polyete có nhóm hydroxyl cuối mạch, polycarbonat có nhóm hydroxyl cuối mạch, polycaprolacton có nhóm hydroxyl cuối mạch, hoặc hỗn hợp của chúng. Trong một số phương án, thành phần đoạn cứng chủ yếu chứa diisoxyanat thơm và glycol không phân nhánh, không được thế, mạch thẳng có từ 2 đến 12 nguyên tử cacbon, hoặc từ 2 đến 9 nguyên tử cacbon. Trong một số phương án, diisoxyanat thơm chủ yếu gồm hoặc gồm MDI. Nếu được bao gồm trong phản ứng, trong một số phương án của sáng chế, hỗn hợp phản ứng

có thể gồm ít hơn 20 phần khối lượng trên triệu phần khối lượng của tổng khối lượng polyisoxyanat, polyol, và chất kéo dài mạch chất xúc tác. Trong các phương án khác, hỗn hợp phản ứng về cơ bản không chứa chất xúc tác. Khi được sử dụng ở đây, “về cơ bản không chứa” liên quan đến chất xúc tác có nghĩa là ít hơn 15 phần khối lượng trên triệu phần khối lượng của tổng khối lượng polyisoxyanat, polyol, và chất kéo dài mạch. Trong các phương án khác, hỗn hợp phản ứng hoàn toàn không chứa chất xúc tác.

Ba chất phản ứng (chất trung gian polyol, diisoxyanat thơm, và chất kéo dài mạch) được phản ứng với nhau để tạo ra TPU của sáng chế. Quy trình đã biết bất kỳ để phản ứng ba chất phản ứng này có thể được sử dụng để tạo ra TPU. Trong một phương án, quy trình được gọi là quy trình "một công đoạn" trong đó tất cả ba chất phản ứng được bổ sung vào máy phản ứng ép đùn và phản ứng với nhau. Lượng khối lượng đương lượng của diisoxyanat so với tổng lượng khối lượng đương lượng của các thành phần chứa hydroxyl, tức là, chất trung gian polyol và chất kéo dài mạch glycol, có thể nằm trong khoảng từ 0,95 đến 1,10, hoặc từ 0,96 đến 1,02, và thậm chí từ 0,97 đến 1,005. Nhiệt độ phản ứng sử dụng chất xúc tác uretan có thể nằm trong khoảng từ 175 đến 245°C, và trong một phương án khác từ 180 đến 220°C.

TPU có thể được điều chế bằng cách sử dụng quy trình tiền polyme. Trong quy trình tiền polyme, các chất trung gian polyol được phản ứng thường với lượng dư đương lượng của một hoặc nhiều diisoxyanat để tạo ra dung dịch tiền polyme có diisoxyanat tự do hoặc không phản ứng trong đó. Phản ứng thường được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 80 đến 220°C, hoặc từ 150 đến 200°C, tùy ý, trong sự có mặt của chất xúc tác uretan thích hợp. Tiếp theo, chất kéo dài mạch, như đã lưu ý ở trên, được bổ sung vào lượng đương lượng thường bằng với các nhóm cuối mạch isoxyanat cũng như là các hợp chất diisoxyanat tự do hoặc không phản ứng. Toàn bộ tỉ lệ đương lượng của tổng diisoxyanat so với tổng đương lượng của chất trung

gian polyol và chất kéo dài mạch do đó nằm trong khoảng từ 0,95 đến 1,10, hoặc từ 0,96 đến 1,02 và thậm chí từ 0,97 đến 1,05. Nhiệt độ phản ứng kéo dài mạch thường nằm trong khoảng từ 180 đến 250°C hoặc từ 200 đến 240°C. Thông thường, quy trình tiền polyme được thực hiện trong thiết bị thông thường bất kỳ bao gồm cả máy ép đùn. Trong các phương án này, chất trung gian polyol được phản ứng với một lượng dư đương lượng diisoxyanat trong phần đầu tiên của máy ép đùn để tạo ra dung dịch tiền polyme và sau đó chất kéo dài mạch được bổ sung ở phần sản phẩm ra và được phản ứng với dung dịch tiền polyme. Máy ép đùn thông thường bất kỳ có thể được sử dụng, bao gồm các máy ép đùn được trang bị các trục vít chắn ngang có tỉ lệ chiều dài so với đường kính bằng ít nhất 20 và trong một số phương án bằng ít nhất 25.

Trong một phương án, các thành phần được trộn trên máy ép đùn trục vít đơn hoặc trục vít đôi với nhiều vùng nhiệt và nhiều cửa cấp liệu ở giữa đầu cấp liệu và đầu khuôn của nó. Các thành phần có thể được bổ sung tại một hoặc nhiều cửa cấp liệu và chế phẩm TPU tạo thành đi ra khỏi đầu khuôn của máy ép đùn có thể được tạo hạt.

Việc điều chế các polyuretan khác nhau phù hợp với các quy trình và phương pháp thông thường và vì đã lưu ý ở trên, nói chung loại polyuretan bất kỳ có thể được sử dụng, lượng khác nhau của các thành phần cụ thể của nó, tỉ lệ chất phản ứng khác nhau, nhiệt độ quá trình, chất xúc tác với lượng của nó, thiết bị polyme hóa chẳng hạn các loại máy ép đùn khác nhau, và những yếu tố tương tự, tất cả nói chung đều là thông dụng, và được biết đến rất rõ trong lĩnh vực kỹ thuật và trong tài liệu chuyên ngành.

Quy trình được mô tả để điều chế TPU của sáng chế bao gồm cả quy trình “tiền polyme” và quy trình “một công đoạn”, theo cách hoặc theo mẻ hoặc liên tục. Tức là, trong một số phương án TPU có thể được tạo ra bằng cách cho phản ứng các thành phần với nhau trong quy trình polyme hóa “một

công đoạn” trong đó tất cả các thành phần, bao gồm các chất phản ứng được phản ứng với nhau đồng thời hoặc về cơ bản là đồng thời trong máy ép đùn đã làm nóng và phản ứng với nhau để tạo ra TPU. Trong khi trong khác phương án khác, TPU có thể được điều chế bằng cách đầu tiên cho phản ứng thành phần polyisoxyanat với một số phần của thành phần polyol tạo ra chất tiền polyme, và sau đó hoàn thành phản ứng bằng cách cho phản ứng chất tiền polyme với các chất phản ứng còn lại, tạo ra TPU.

Sau khi đi ra khỏi máy ép đùn, chế phẩm thường được tạo viên và được bảo quản trong túi chống ẩm và cuối cùng được bán ở dạng viên. Được hiểu rằng chế phẩm sẽ không luôn luôn cần phải được tạo viên, nhưng thay vào đó có thể được ép đùn trực tiếp từ máy ép đùn phản ứng thông qua một khuôn thành biên dạng sản phẩm cuối cùng.

Các loại thành phần tùy ý/chất phụ gia khác nhau có thể có mặt trong phản ứng polyme hóa, và/hoặc được kết hợp vào chất đàn hồi TPU được mô tả ở trên để cải thiện các tính chất gia công và các tính chất khác. Các chất phụ gia này bao gồm nhưng không giới hạn bởi chất chống oxy hóa, chẳng hạn loại phenolic, phosphit hữu cơ, phosphin và phosphonit, amin bị cản trở, amin hữu cơ, hợp chất lưu huỳnh hữu cơ, hợp chất lacton và hydroxylamin, bioxit, thuốc diệt nấm, chất chống vi khuẩn, chất tương thích, chất phụ gia tán điện hoặc chất phụ gia chống tĩnh điện, độn và chất gia cường, chẳng hạn titan dioxit, alumin, đất sét và cacbon đen, chất làm chậm cháy, chẳng hạn phosphat, các vật liệu được halogen hóa, và các muối kim loại của alkyl benzensulfonat, chất chống va đập, chẳng hạn metacrylat-butadien-styren ("MBS") và metylmetacrylat butylacrylat ("MBA"), chất tháo khuôn chẳng hạn sáp, chất béo và dầu, thuốc nhuộm và chất màu, chất dẻo hóa, polyme, chất điều chỉnh độ lưu biến chẳng hạn monoamin, sáp polyamit, silicon, và polysiloxan, chất phụ gia làm trượt chẳng hạn sáp parafin, hydrocarbon polyolefin và/hoặc polyolefin được flo hóa, và chất ổn định tia cực tím, có thể

là loại chất ổn định ánh sáng amin bị cản trở (HALS) và/hoặc chất hấp thụ ánh sáng tia cực tím (UVA). Các chất phụ gia khác có thể được sử dụng để tăng cường hiệu quả của chế phẩm TPU hoặc sản phẩm trộn lẫn. Tất cả các chất phụ gia được mô tả ở trên có thể được sử dụng với lượng có hiệu quả thông thường đối với các chất này. Các chất phụ gia bổ sung này có thể được kết hợp vào các thành phần, hoặc vào hỗn hợp phản ứng, của quá trình điều chế nhựa TPU, hoặc sau khi chế tạo nhựa TPU. Trong quy trình khác, tất cả các nguyên liệu có thể được trộn lẫn với nhựa TPU và sau đó được nấu chảy hoặc chúng có thể được kết hợp trực tiếp vào chất nóng chảy của nhựa TPU.

Trong một số phương án, chế phẩm TPU của sáng chế còn bao gồm thành phần làm chậm cháy, chẳng hạn chất phụ gia làm chậm cháy. Chất làm chậm cháy có thể, nhưng không nhất thiết, tương phòng. Ví dụ gồm có phenylbisdodecyl phosphat, phenylbisneopentyl phosphat, phenyl etylen hydro phosphat, phenyl-bis-3,5,5'-trimetylhexyl phosphat), etyldiphenyl phosphat, 2-etylhexyl di(p-tolyl) phosphat, diphenyl hydro phosphat, bis(2-etyl-hexyl) p-tolylphosphat, tritolyl phosphat, bis(2-etylhexyl)-phenyl phosphat, tri(nonylphenyl) phosphat, phenylmetyl hydro phosphat di(dodecyl) p-tolyl phosphat, tricresyl phosphat, triphenyl phosphat, dibutylphenyl phosphat, p-tolyl bis(2,5,5'-trimetylhexyl) phosphat, 2-etylhexyldiphenyl phosphat, và diphenyl hydro phosphat. Các chất làm chậm cháy khác bao gồm bisphenol-A bis(diphenyl phosphat), resorcinol bis(diphenyl phosphat), và cresol bis(diphenyl phosphat).

Ví dụ tiếp theo về chất làm chậm cháy bao gồm hợp chất hữu cơ được brom hóa, ví dụ, diol được brom hóa. Nó có thể chứa từ 5 đến 20 nguyên tử cacbon, và trong một số phương án từ 5 đến 10, hoặc thậm chí 5 nguyên tử cacbon, và có thể chứa một nguyên tử cacbon bậc bốn. Chất phụ gia có thể có mặt với lượng đủ để tạo ra tính chất làm chậm cháy mong muốn, và trong các phương án khác có thể có mặt từ 0 đến 15 phần trăm theo khối lượng của

toàn bộ chế phẩm, hoặc thậm chí từ 0 đến 10, từ 0,1 đến 7, hoặc từ 0,2 đến 5 phần trăm theo khối lượng của toàn bộ chế phẩm.

Các ví dụ khác về chất làm chậm cháy bao gồm các hợp chất hữu cơ được brom hóa. Ví dụ thích hợp gồm có các diol được brom hóa, rượu đơn chức được brom hóa, ete được brom hóa, este được brom hóa, phosphat được brom hóa, và các hỗn hợp của chúng. Các hợp chất hữu cơ được brom hóa thích hợp có thể gồm tetrabromobisphenol-A, hexabromoxyclododecan, poly (pentabromobenzyl acrylat), pentabromobenzyl acrylat, tetrabromobisphenol A-bis(2,3-dibromopropyl ete), tribromophenol, dibromoneopentyl glycol, rượu tribromoneopentyl, tris(tribromoneopentyl) phosphat, và 4,4'-isopropylidenbis[2-(2,6-dibromophenoxy)etanol].

Trong một số phương án, chất phụ gia làm chậm cháy gồm muối kim loại của halogen borat, muối kim loại của halogen phosphat, hoặc hỗn hợp của chúng. Trong một số phương án, hỗn hợp các chất làm chậm cháy được sử dụng. Ví dụ bổ sung về các chất phụ gia làm chậm cháy bao gồm muối kim loại của sulfonat hữu cơ, ví dụ, muối natri của alkyl benzen sulfonat và trong một số phương án, chất phụ gia làm chậm cháy bao gồm hợp chất chứa nito.

Các chất phụ gia làm chậm cháy cũng có thể bao gồm chất làm chậm cháy bo phosphat, dipentaerythritol, chất làm chậm cháy muối phosphat, chất làm chậm cháy phosphat este, chất làm chậm cháy phosphat thơm, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Trong một số phương án, chất làm chậm cháy bổ sung này có thể bao gồm chất làm chậm cháy bo phosphat, dipentaerythritol, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Ví dụ thích hợp về chất làm chậm cháy bo phosphat là BUDIT 326, được bán sẵn trên thị trường từ Budenheim USA, Inc. Trong một số phương án, chất làm chậm cháy bổ sung có thể bao gồm chất làm chậm cháy phosphat este.

Trong một phương án, thành phần làm chậm cháy chứa phosphinat. Ví dụ về nguyên liệu này bao gồm muối của axit phosphinic và/hoặc axit diphosphinic hoặc các dẫn xuất polyme của chúng. Các hợp chất này còn được gọi là phosphinat và/hoặc phosphinat kim loại. Trong một số phương án, thành phần phosphinat của sáng chế bao gồm muối kim loại của axit phosphinic được biểu diễn bởi công thức:  $[R_1R_2P(O)O]_mM^{m+}$ , muối kim loại của axit diphosphinic được biểu diễn bởi công thức:  $[O(O)PR_1-R_3-PR_2(O)O]_{2-n}M^{xm+}$ , polyme của một hoặc nhiều muối này, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng, trong đó:  $R_1$  và  $R_2$  là hydro;  $R_3$  là nhóm alkyl (chứa 1 đến 4 hoặc thậm chí 1 nguyên tử cacbon);  $M$  là kim loại được chọn từ nhóm gồm có Mg, Ca, Al, Sb, Sn, Ge, Ti, Zn, Fe, Zr, Ce, Bi, Sr, Mn, Li, Na, và K; và  $m$ ,  $n$  và  $x$  độc lập là các số nguyên bằng hoặc khác nhau nằm trong khoảng từ 1 đến 4. Trong một số phương án, thành phần phosphinat chứa nhôm phosphinat. Trong một số phương án, thành phần phosphinat chứa hỗn hợp của nhôm phosphinat cùng với một hoặc nhiều phosphinat kim loại khác như được liệt kê ở trên. Phosphinat thích hợp mà có thể được sử dụng trong sáng chế cũng được mô tả trong các tài liệu DE A 2 252 258, DE-A 2 447 727, PCT/W-097/39053 và EP 0932643 B1. Các chất làm chậm cháy trên cơ sở phosphinat khác nhau có sẵn trên thị trường bao gồm, nhưng không giới hạn bởi DP 111, chất làm chậm cháy trên cơ sở nhôm phosphinat từ JJI Technologies, hất làm chậm cháy trên cơ sở nhôm phosphinat Phoslite B85AX, hất làm chậm cháy trên cơ sở nhôm phosphinat Phoslite® B65AM và hất làm chậm cháy trên cơ sở canxi phosphinat Phoslite B85CX, tất cả từ Italmatch.

Khi có mặt, thành phần làm chậm cháy có thể có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 30 phần trăm khối lượng của toàn bộ chế phẩm TPU, trong các phương án khác từ 0,5 đến 30, hoặc từ 10 đến 30, hoặc từ 0,5 hoặc 1 đến 10, hoặc từ 0,5 đến 5, hoặc thậm chí từ 1 đến 3 phần trăm khối lượng của toàn bộ chế phẩm TPU.

Các chất làm chậm cháy phosphat thơm bao gồm các monophosphat với các nhóm thơm, diphosphat với các nhóm thơm, triphosphat với các nhóm thơm, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Trong một số phương án, chất làm chậm cháy phosphat thơm bao gồm một hoặc nhiều diphosphat với các nhóm thơm. Ví dụ về nguyên liệu này gồm bisphenol A diphosphat.

Ví dụ thích hợp về các hợp chất mà có thể được sử dụng làm, hoặc được sử dụng kết hợp với, chất làm chậm cháy phosphat thơm của sáng chế gồm có triaryl phosphat, polyaryl phosphat este, chẳng hạn triphenyl phosphat, tricresyl phosphat, trixylyl phosphat, cresyl diphenyl phosphat, diphenyl xylyl phosphat, 2-biphenyldiphenyl phosphat, alkylated polyaryl phosphat este chẳng hạn triphenyl phosphat được butyl hóa, t-butylphenyl diphenyl phosphat, bis(t-butyl)phenyl phosphat, tris(t-butylphenyl) phosphat, tris(2,4-di-t-butylphenyl)phosphat, triphenyl phosphat được isopropyl hóa, triphenyl phosphat được isopropyl hóa butyl hóa, triphenyl phosphat được t-butyl hóa, isopropylphenyl diphenyl phosphat, bis(isopropylphenyl) phenyl phosphat (3,4-diisopropylphenyl) diphenyl phosphat, tris(isopropylphenyl) phosphat, (1-metyl-1-phenyletyl)phenyl diphenyl phosphat, nonylphenyl diphenyl phosphat, 4-[4-hydroxyphenyl(propan-2,2-diyl)]phenyl diphenyl phosphat, 4-hydroxyphenyl diphenyl phosphat, resorxinol bis(diphenyl phosphat), bisphenol A bis(diphenyl phosphat), bis(ditolyl)isopropylidendi-p-phenylen bis(phosphat), O,O,O',O'-tetrakis(2,6-dimetylphenyl)-O,O'-m-phenylen bisphosphat, alkylaryl phosphat este chẳng hạn 2-etylhexyl diphenyl phosphat, isodexyl diphenyl phosphat, dietyl phenetylamidophosphat, diisodexyl phenyl phosphat, dibutyl phenyl phosphat, metyl diphenyl phosphat, butyl diphenyl phosphat, diphenyl octyl phosphat, isoctyl diphenyl phosphat, isopropyl diphenyl phosphat, diphenyl lauryl phosphat, tetradexyl diphenyl phosphat, xetyl diphenyl phosphat, axit guđron cresylic diphenyl phosphat, trialkyl phosphat este, chẳng hạn trietyl phosphat, tributyl phosphat,

tri(butoxyetyl)phosphat, axit 3-(dimetylphosphono)propionic metylamit, phosphat vòng pentaerythritol, và các hỗn hợp của chúng.

Chất làm chậm cháy muối phosphat thích hợp, khác với các chất đã được mô tả ở trên, bao gồm các muối kim loại của axit phosphoric, axit phosphorơ, axit hypophosphorơ, amin phosphat, hoặc hỗn hợp của chúng. Hợp chất phosphat trong hỗn hợp có thể gồm piperazin pyrophosphat, piperazin polyphosphat, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Trong một số phương án, chất làm chậm cháy muối phosphat còn chứa thành phần kẽm oxit. Kẽm oxit không được cho là phản ứng với các thành phần khác của chất làm chậm cháy muối phosphat, tuy nhiên, trong một số phương án, người ta dự tính rằng kẽm oxit, khi có mặt, không phản ứng đáng kể với các thành phần khác trong chất làm chậm cháy muối phosphat.

Trong một phương án, chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt dạng tinh thể là chế phẩm làm chậm cháy trong đó chế phẩm về cơ bản là không chứa hoặc hoàn toàn không chứa nguyên tố halogen.

Chất điều chỉnh độ va đập có thể tùy ý được bổ sung vào chế phẩm TPU được mô tả ở trên và được bổ sung với lượng có hiệu quả để cải thiện sức kháng va đập và đặc biệt là tính bền ở nhiệt độ thấp của polyuretan. Sự cải thiện tính bền ở nhiệt độ thấp, có nghĩa là độ bền va đập Izod ở  $-30^{\circ}\text{C}$  có thể được cải thiện theo phương pháp ASTM D256. Một cải tiến khác là khả năng gia công nóng chảy được cải thiện chẳng hạn độ nhót cắt của polyuretan bị giảm do sự giảm nhiệt độ xử lý nóng chảy và hơn nữa việc giảm này đạt được mà không gây ra một lớp vỏ bên ngoài không kết dính lên trên sản phẩm được định hình nhiệt.

Trong một phương án, chất điều chỉnh độ va đập chứa cả thành phần cao su và thành phần pha cứng được ghép nối. Chất điều chỉnh độ va đập được ưu tiên được điều chế bằng cách ghép nối một polyme (meth)acrylate

và/hoặc vinyl thơm, bao gồm cả các copolyme của chúng chẳng hạn styren/acrylonitril, lên trên cao su được chọn. Trong một phương án, polyme ghép nối là một polyme đồng nhất hoặc copolyme của metylmetacrylat. Vật liệu cao su có thể là, ví dụ, một hoặc nhiều butadien-, butyl acrylat-, hoặc loại EPDM đã được biết đến. Trong các phương án khác, chất điều chỉnh độ va đập sẽ chứa ít nhất khoảng 40 phần trăm khối lượng vật liệu cao su, hoặc ít nhất khoảng 45 và trong một phương án khác là ít nhất khoảng 60 phần trăm khối lượng vật liệu cao su. Chất điều chỉnh độ va đập có thể chứa tới 100 phần trăm khối lượng cao su (không có pha cứng) và trong một phương án chứa ít hơn 95 phần trăm khối lượng vật liệu cao su, và trong một phương án khác ít hơn 90 phần trăm khối lượng vật liệu cao su với sự cân bằng là một polyme pha cứng mà ít nhất một phần đáng kể của nó được polyme hóa ghép nối và/hoặc được liên kết ngang xung quanh hoặc vào vật liệu cao su.

Ví dụ về chất điều chỉnh độ va đập bao gồm nhưng không giới hạn bởi cao su metacrylat-butadien-styren ("MBS") chẳng hạn Paraloid EXL 3607 và cao su metylmetacrylat butylacrylat ("MBA") chẳng hạn Paraloid 3300 là cao su thường chứa 45-90 phần trăm khối lượng chất đàn hồi.

Chất điều chỉnh độ va đập khác mà có thể được sử dụng làm vật liệu cao su chứa nhựa mủ polyme chất nền hoặc lõi mà được chế tạo bằng cách polyme hóa dien liên hợp, hoặc bằng cách copolyme hóa một dien liên hợp với một mono-olefin hoặc hợp chất vinyl phân cực, chẳng hạn styren, acrylonitril hoặc metyl metacrylat. Cao su nền thường được tạo ra từ 45 đến 100 phần trăm dien liên hợp và lên đến 55 phần trăm mono-olefin hoặc hợp chất vinyl phân cực. Hỗn hợp các monome sau đó được polyme hóa ghép nối vào nhựa mủ nền. Một loạt các monome có thể được sử dụng cho mục đích ghép nối, bao gồm các hợp chất vinyl thơm chẳng hạn styren, vinyl toluen,  $\alpha$ -metyl styren, styren được halogen hóa, naphthalen; acrylonitril bao gồm metacrylonitril hoặc acrylonitril được  $\alpha$ -halogen hóa; hoặc C1-C8 alkyl (met)acrylat

chẳng hạn metyl acrylat, etylacrylat, hexyl acrylat, metyl metacrylat, etyl metacrylat hoặc hexyl metacrylat; axit acrylic hoặc axit metacrylic; hoặc hỗn hợp của hai hoặc nhiều các chất nêu trên. Mức độ ghép nối nhạy cảm với kích thước hạt nhựa mủ nền và điều kiện phản ứng ghép nối, và kích thước hạt có thể bị ảnh hưởng bởi các kỹ thuật động đặc được kiểm soát trong số các phương pháp khác. Pha cứng có thể được liên kết ngang trong suốt quá trình polyme hóa bằng cách kết hợp các monome polyvinyl khác nhau chẳng hạn divinyl benzen và các chất tương tự.

Chất điều chỉnh độ va đập có thể là polyolefin biến đổi carbonyl. Cụ thể hơn, nó là một copolyme ghép nối chứa một trục chính polyolefin với các hợp chất chứa carbonyl được treo. Dựa trên toàn bộ trọng lượng của copolyme ghép nối, lượng polyolefin nằm trong khoảng từ 90 phần trăm đến 99,9 phần trăm, mong muốn từ 93 phần trăm đến 98 phần trăm, và tốt hơn là từ 95 đến 98 phần trăm theo khối lượng. Các copolyme ghép nối thích hợp có thể có chỉ số nóng chảy nằm trong khoảng từ 1 đến 20; trong một phương án khác từ 1 đến 10; và trong một phương án khác nữa từ 1 đến 5.

Thành phần polyolefin của chất điều chỉnh độ va đập (tức là copolyme ghép nối) là một polyme đồng nhất hoặc copolyme được chế tạo từ một hoặc nhiều monome có từ 2 đến 6 nguyên tử cacbon; và mong muốn là 2 hoặc 3 nguyên tử cacbon. Ví dụ cụ thể về polyolefin thích hợp bao gồm polyme đồng nhất của etylen, propylen, hoặc isobutylen, copolyme của propylen và etylen, và của các monome etylen-propylen-dien với dien có từ 4 đến 8 nguyên tử cacbon. Các polyme etylen thích hợp để điều chỉnh bao gồm polyetylen mật độ cao, polyetylen mật độ thấp, và polyetylen mật độ thấp mạch thẳng. Khi một copolyme được sử dụng, lượng monome etylen được sử dụng và vì vậy lượng đơn vị lặp etylen trong copolyme có thể thay đổi đáng kể trong khoảng từ 1 phần trăm đến 50 phần trăm, trong các trường hợp khác từ 3 phần trăm đến 25 phần trăm, với xấp xỉ 10 phần trăm trong một phương án khác nữa.

Trong một phương án, chất điều chỉnh độ va đập gồm khoảng 0,1 đến 10 phần trăm, trong một phương án khác từ 0,2 đến 7 phần trăm, và trong một phương án khác nữa từ 0,2 đến 6 phần trăm theo khối lượng hợp chất carbonyl được chọn từ, axit fumaric, axit maleic, hoặc anhydrit maleic.

Chất điều chỉnh độ va đập có thể được sử dụng trong khoảng từ 1 đến 30 phần, và trong một số phương án từ 1 đến 20, và trong các phương án khác từ 5 đến 15 phần khối lượng trên 100 phần khối lượng của polyuretan. Chất điều chỉnh độ va đập của sáng chế đặc biệt hữu dụng khi bổ sung vào hỗn hợp polyuretan mà gồm chất gia cường và/hoặc chất độn. Trong quá khứ, khi một chất gia cường được bổ sung vào polyuretan, sức kháng va đập, đặc biệt ở nhiệt độ thấp hoặc ở nhiệt độ phòng, bị kém đi như là khả năng gia công nóng chảy của hợp chất tổng hợp tạo thành. Do đó, chất điều chỉnh độ va đập của sáng chế hữu dụng với các polyuretan được gia cường để cải thiện sức kháng va đập, khả năng gia công nóng chảy và tạo ra hợp chất tổng hợp polyuretan có sự ổn định không gian được cải thiện. Sự ổn định không gian được cải thiện có nghĩa là sự cải thiện một hoặc nhiều đặc tính sau đây: môđun uốn, độ bền uốn, độ bền kéo và nhiệt độ biến dạng nhiệt. Khi được sử dụng với các polyuretan được gia cường, lượng chất điều chỉnh độ va đập có thể giống với lượng được sử dụng cho các polyuretan không được gia cường.

Chế phẩm đã mô tả bao gồm vật liệu TPU đã mô tả ở trên và cũng chế phẩm TPU này bao gồm vật liệu TPU này và một hoặc nhiều thành phần bổ sung. Các thành phần bổ sung này bao gồm các vật liệu polyme khác mà có thể được trộn lẫn với TPU đã mô tả trong tài liệu này. Các thành phần bổ sung này bao gồm một hoặc nhiều chất phụ gia mà có thể được bổ sung vào TPU, hoặc hỗn hợp chứa TPU, để tác động các tính chất của hợp chất.

TPU được mô tả ở đây cũng có thể được trộn lẫn với một hoặc nhiều polyme khác. Các polyme mà có thể được trộn lẫn với TPU không bị quá giới

hạn. Trong một số phương án, các chế phẩm đã mô tả bao gồm hai hoặc nhiều vật liệu TPU. Trong một số phương án, chế phẩm bao gồm ít nhất một trong các vật liệu TPU đã mô tả và ít nhất một polyme khác, không phải là một trong các vật liệu TPU đã mô tả.

Polyme mà có thể được sử dụng kết hợp với các vật liệu TPU được mô tả ở đây cũng bao gồm nhiều vật liệu TPU thông thường chẳng hạn TPU trên cơ sở polyeste không-caprolacton, TPU trên cơ sở polyete, hoặc TPU chứa cả nhóm polyeste không-caprolacton và nhóm polyete. Các vật liệu thích hợp khác mà có thể được trộn lẫn với các vật liệu TPU đã mô tả ở đây bao gồm polycarbonat, polyolefin, polyme styren, polyme acrylic, polyme polyoxymetylen, polyamit, polyphenylen oxit, polyphenylen sulfua, polyvinylclo-rua, polyvinylclorua được clo hóa, axit polylactic, hoặc các hỗn hợp của chúng.

Polyme để sử dụng trong các hỗn hợp được mô tả ở đây bao gồm các polyme đồng nhất và copolyme. Ví dụ thích hợp gồm có: (i) polyolefin (PO), chẳng hạn polyetylen (PE), polypropylen (PP), polybuten, cao su etylen propylen (EPR), polyoxyetylen (POE), copolyme olefin vòng (COC), hoặc hỗn hợp của chúng; (ii) hợp chất của styren, chẳng hạn polystyren (PS), acrylonitril butadien styren (ABS), styren acrylonitril (SAN), cao su styren butadien (SBR hoặc HIPS), poly- $\alpha$ -methylstyren, styren maleic anhydrit (SMA), copolyme styren-butadien (SBC) (chẳng hạn copolyme styren-butadien-styren (SBS) và copolyme styren-etylen/butadien-styren (SEBS)), copolyme styren-etylen/propylen-styren (SEPS), styren butadien latex (SBL), SAN được biến đổi bằng monome etylen propylen dien (EPDM) và/hoặc các chất đàn hồi acrylic (ví dụ, copolyme PS-SBR), hoặc hỗn hợp của chúng; (iii) polyuretan dẻo nhiệt (TPU) khác ngoài các TPU đã mô tả ở trên; (iv) polyamit, chẳng hạn Nylon™, bao gồm polyamit 6,6 (PA66), polyamit 1,1 (PA11), polyamit 1,2 (PA12), copolyamit (COPA), hoặc hỗn hợp của chúng; (v) polyme

acrylic, chẳng hạn polymetyl acrylat, polymethylmetacrylat, copolyme methyl metacrylat styren (MS), hoặc hỗn hợp của chúng; (vi) polyvinylclorua (PVC), polyvinylclorua được clo hóa (CPVC), hoặc hỗn hợp của chúng; (vii) polyoxyemetylen, chẳng hạn polyaxetal; (viii) polyeste, chẳng hạn polyetylen terephthalat (PET), polybutylen terephthalat (PBT), các chất đàn hồi copolyeste và/hoặc polyeste (COPE) bao gồm copolyme khối polyete-este chẳng hạn polyetylen terephthalat được biến đổi glycol (PETG), axit polylactic (PLA), axit polyglycolic (PGA), copolyme của PLA và PGA, hoặc hỗn hợp của chúng; (ix) polycarbonat (PC), polyphenylen sulfua (PPS), polyphenylen oxit (PPO), hoặc hỗn hợp của chúng; hoặc hỗn hợp của chúng.

Trong một số phương án, các hỗn hợp này bao gồm một hoặc nhiều vật liệu polyme bổ sung được chọn từ nhóm (i), (iii), (vii), (viii), hoặc một số kết hợp của chúng. Trong một số phương án, các hỗn hợp này bao gồm một hoặc nhiều vật liệu polyme bổ sung được chọn từ nhóm (i). Trong một số phương án, các hỗn hợp này bao gồm một hoặc nhiều vật liệu polyme bổ sung được chọn từ nhóm (iii). Trong một số phương án, các hỗn hợp này bao gồm một hoặc nhiều vật liệu polyme bổ sung được chọn từ nhóm (vii). Trong một số phương án, các hỗn hợp này bao gồm một hoặc nhiều vật liệu polyme bổ sung được chọn từ nhóm (viii).

Các chất phụ gia khác có thể bao gồm sợi thủy tinh. Sợi thủy tinh hữu dụng có thể được chế tạo từ thủy tinh E, A hoặc C và tốt hơn là được tạo ra với một kích thước và với một chất ghép nối. Đường kính của chúng thường nằm trong khoảng từ 6 đến 20  $\mu\text{m}$ . Việc sử dụng có thể được làm bằng hoặc sợi tơ liên tục (sợi thô thủy tinh) hoặc bằng sợi thủy tinh bằm nhỏ (sợi ngắn) mà chiều dài của nó nằm trong khoảng từ 1 đến 10 mm, tốt hơn là từ 3 đến 6 mm. Khi được hóa hợp với chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt dạng tinh thể của sáng chế, sợi thủy tinh ngắn có thể chứa đến 50% theo khối lượng của

tổng chế phẩm được hóa hợp, ví dụ 10% đến 50% theo khối lượng, ví dụ nữa, 30% đến 50% theo khối lượng.

Tất cả các chất phụ gia được mô tả ở trên có thể được sử dụng với một lượng có hiệu quả đối với các chất này. Các chất phụ gia không làm chậm cháy có thể được sử dụng với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 30 phần trăm khối lượng, trong một phương án nằm trong khoảng từ 0,1 đến 25 phần trăm khối lượng, và trong một phương án khác từ 0,1 đến 20 phần trăm khối lượng của tổng khối lượng của chế phẩm TPU.

Các chất phụ gia bổ sung này có thể được kết hợp vào các thành phần của, hoặc vào hỗn hợp phản ứng cho, quá trình điều chế nhựa TPU, hoặc sau khi chế tạo nhựa TPU. Trong một quy trình khác, tất cả các vật liệu có thể được trộn lẫn với nhựa TPU và sau đó được nấu chảy hoặc chúng có thể được kết hợp trực tiếp vào chất nóng chảy của nhựa TPU.

Các vật liệu TPU được mô tả ở trên có thể được điều chế bằng một quy trình bao gồm bước (I) cho phản ứng: a) thành phần polyisoxyanat được mô tả ở trên; b) thành phần polyol được mô tả ở trên; và c) thành phần chất kéo dài mạch được mô tả ở trên, ở đây phản ứng tùy ý được thực hiện với sự có mặt của chất xúc tác, và trong đó chất xúc tác này bao gồm một hoặc nhiều hợp chất được lựa chọn trong các hợp chất của thiếc hoặc sắt, tạo ra chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt.

Quy trình có thể còn bao gồm bước: (II) trộn chế phẩm TPU của bước (I) với một hoặc nhiều thành phần pha trộn, bao gồm một hoặc nhiều vật liệu TPU và/hoặc polyme bổ sung, bao gồm chất bất kỳ đã được mô tả ở trên.

Quy trình có thể còn bao gồm bước: (II) trộn chế phẩm TPU của bước (I) với một hoặc nhiều chất phụ gia bổ sung được mô tả ở trên.

Quy trình có thể còn bao gồm bước: (II) trộn chế phẩm TPU của bước (I) với một hoặc nhiều thành phần pha trộn, bao gồm một hoặc nhiều vật liệu TPU và/hoặc polyme bổ sung, bao gồm chất bất kỳ đã được mô tả ở trên, và/hoặc bước: (III) trộn chế phẩm TPU của bước (I) với một hoặc nhiều chất phụ gia bổ sung đã được mô tả ở trên.

Trong một số phương án, chế phẩm TPU của sáng chế về cơ bản là không có hoặc thậm chí hoàn toàn không có thành phần làm chậm sự kết tinh. Thành phần làm chậm sự kết tinh thường là các hợp chất bị cản trở không gian làm gián đoạn hoặc trì hoãn sự kết tinh trong quá trình tạo ra polyuretan dẻo nhiệt. Thành phần làm chậm sự kết tinh bao gồm các diol mạch ngắn hoặc diol monome phân nhánh, được thế, và/hoặc chứa các nguyên tố khác loại (các nguyên tố khác cacbon). Thành phần làm chậm sự kết tinh bao gồm di-propylen glycol, các isome cis-trans của xyclohexyl dimetylol, neopentyl glycol và các alkan diol được thế chẳng hạn 1,3 butandiol, và 2-metyl-2,4-pentan diol. Thành phần làm chậm sự kết tinh có thể cũng bao gồm các alkan diol phân nhánh hoặc được thế có từ 2 đến 12 nguyên tử cacbon trong mạch chính. Các nhóm thế bao gồm nhóm alkyl, nhóm xyclohexyl, nhóm aryl, và nguyên tử halogen chẳng hạn clo và brom.

Chế phẩm TPU theo sáng chế có môđun uốn cao mà không bao gồm chất phụ gia gia cố hoặc chất độn. Chế phẩm TPU môđun cao của sáng chế có thể về cơ bản không chứa hoặc hoàn toàn không chứa chất phụ gia gia cố hoặc chất độn. Khi được sử dụng ở đây, môđun cao có nghĩa là môđun uốn cao hơn 100.000 psi khi được đo bằng phương pháp ASTM D790. Trong một số phương án, chế phẩm TPU của sáng chế có môđun uốn bằng khoảng 100.000 psi hoặc lớn hơn, hoặc 200.000 psi hoặc cao hơn, hoặc thậm chí 300.000 psi hoặc cao hơn khi được đo bằng phương pháp ASTM D790. Trong một số phương án mà chế phẩm TPU được hóa hợp với các chất phụ gia sợi thủy tinh ngắn, chế phẩm sẽ có môđun uốn nằm trong khoảng từ 500.000 psi

hoặc cao hơn, hoặc thậm chí bằng 1.000.000 psi hoặc cao hơn khi được đo bằng phương pháp ASTM D790. Trong một số phương án của sáng chế, chế phẩm TPU có thể được hóa hợp với thành phần làm chậm cháy hoặc chất phụ gia làm chậm cháy để tạo ra chế phẩm TPU làm chậm cháy. Chế phẩm làm chậm cháy theo sáng chế tốt hơn là, ngoài các tính chất làm chậm cháy, có môđun cao và nhiệt năng biến dạng cao. Đối với tính chất làm chậm cháy, một số phương án của sáng chế có ít nhất phân loại ngọn lửa V1, hoặc thậm chí phân loại ngọn lửa V0 với các tính chất không nhỏ giọt khi được đo bằng phương pháp thử nghiệm ngọn lửa theo phương thẳng đứng UL 94.

Chế phẩm TPU của sáng chế hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng có thể cũng được sử dụng để sản xuất các sản phẩm đúc khuôn của sáng chế này trong quy trình đúc khuôn bất kỳ. Các quy trình đúc khuôn được biết rất rõ bởi người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật và bao gồm nhưng không giới hạn bởi, đúc khuôn, đúc nhờ lòng và chày khuôn tạo hình lạnh, đúc khuôn ép, đúc bọt xốp, đúc áp lực, đúc áp lực bằng khí, đùn kết hợp biên dạng, đùn biên dạng, đúc khuôn quay, ép đùn tấm, đúc tháo, các kỹ thuật phun, tạo hình nhiệt, đúc ép chuyển, tạo hình chân không, xếp lớp ẩm hoặc đúc tiếp xúc, đúc thổi, đúc thổi ép đùn, đúc thổi áp lực, và đúc thổi kéo áp lực hoặc kết hợp của chúng.

Các chế phẩm có thể được tạo hình thành các sản phẩm sử dụng cuối cùng mong muốn bằng biện pháp thích hợp bất kỳ được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật. Tạo hình nhiệt là một quy trình tạo ra ít nhất một tấm nhựa dễ uốn thành hình dạng mong muốn. Một phương án của trình tự tạo hình nhiệt được mô tả, tuy nhiên điều này không nên được hiểu là giới hạn các phương pháp tạo hình nhiệt có thể sử dụng với chế phẩm của sáng chế. Đầu tiên, màng ép đùn của chế phẩm theo sáng chế (và các lớp hoặc vật liệu bất kỳ khác) được đặt trên một giá đỡ con thoi để giữ nó trong quá trình làm nóng. Giá đỡ con thoi chỉ vào trong lò làm nóng trước màng trước khi tạo thành. Một khi

màng được làm nóng, giá đỡ con thoi chỉ lại vào dụng cụ tạo hình. Màng này sau đó được hút chân không trên dụng cụ tạo hình để giữ nó tại vị trí và dụng cụ tạo hình được đóng lại. Dụng cụ tạo hình có thể là dụng cụ loại “bị bao bọc” hoặc “có lỗ để lắp”. Dụng cụ này đóng kín để làm nguội màng và sau đó dụng cụ được mở ra. Tấm được tạo hình sau đó được tháo ra khỏi dụng cụ.

Sự tạo hình nhiệt được thực hiện bởi chân không, áp suất không khí dương, tạo hình nhiệt được hỗ trợ bởi chốt cắm, hoặc các kết hợp hoặc các biến thể của chúng, một khi tấm vật liệu đạt tới nhiệt độ tạo hình nhiệt, thường nằm trong khoảng từ 140 đến 185°C hoặc cao hơn. Bước nổi bật được kéo trước được sử dụng, đặc biệt trên các bộ phận lớn, để cải thiện sự phân bố vật liệu. Trong một phương án, một thanh răng khớp nổi nâng tấm mỏng đã được làm nóng hướng vào dụng cụ tạo hình loại bị bao bọc, được hỗ trợ bằng việc áp chân không từ các lỗ trong dụng cụ tạo hình loại bị bao bọc. Khi tấm mỏng được tạo hình bền vững từ dụng cụ tạo hình loại bị bao bọc, tấm mỏng tạo hình nhiệt sau đó được làm nguội, thường bằng các máy thổi. Việc tạo hình nhiệt được hỗ trợ bởi chốt cắm thường được sử dụng cho các bộ phận nhỏ, được kéo sâu. Vật liệu chốt cắm, thiết kế, và sự định giờ có thể là yếu tố quan trọng để tối ưu hóa quy trình. Chốt cắm được làm từ bột cách điện tránh sự dập tắt sớm của nhựa. Hình dạng chốt cắm thường giống với khoang rỗng của khuôn, nhưng nhỏ hơn và không có chi tiết từng phần. Một đáy chốt cắm tròn thường sẽ thúc đẩy sự phân bố vật liệu và độ dày thành bên đồng đều. Đối với polyme bán tinh thể chẳng hạn polypropylen, tốc độ cắm nhanh thường cung cấp phân phối vật liệu tốt nhất trong bộ phận.

Tấm mỏng được tạo hình sau đó được làm nguội trong khuôn. Việc làm nguội đủ để duy trì nhiệt độ khuôn nằm trong khoảng từ 30 đến 65°C là điều mong muốn. Bộ phận ở nhiệt độ dưới 90 đến 100°C trước khi tháo rời trong một phương án. Để có trạng thái tốt trong quá trình tạo hình nhiệt, tốc độ

dòng nóng chảy thấp nhất là điều mong muốn. Tấm mỏng được tạo hình sau đó được cắt tỉa vật liệu dư thừa.

Đúc thổi là một biện pháp tạo hình thích hợp khác, bao gồm đúc thổi áp lực, đúc thổi nhiều lớp, đúc thổi ép đùn, và đúc thổi kéo giãn, và đặc biệt thích hợp cho các vật thể về cơ bản là kín hoặc rỗng, chẳng hạn, ví dụ, hũ chứa khí và các thùng chứa chất lưu khác. Đúc thổi được mô tả chi tiết hơn trong tài liệu, ví dụ, CONCISE ENCYCLOPEDIA OF POLYMER SCIENCE AND ENGINEERING 90-92 (Jacqueline I. Kroschwitz, ed., John Wiley & Sons 1990).

Trong một phương án khác nữa của quy trình tạo và định hình, profin ép đùn kết hợp có thể được sử dụng. Các thông số của quy trình ép đùn kết hợp như ở trên đối với quy trình đúc thổi, ngoại trừ nhiệt độ của khuôn (vùng kẹp trên và dưới) nằm trong khoảng từ 150 đến 235°C, các khối cấp liệu nằm trong khoảng từ 90 đến 250°C, và nhiệt độ của thùng nước làm nguội nằm trong khoảng từ 10 đến 40°C.

Một phương án của quy trình đúc áp lực được mô tả sau đây. Lớp đã định hình được đặt vào dụng cụ đúc áp lực. Khuôn được đóng kín và vật liệu nền được phun vào trong khuôn. Vật liệu nền có nhiệt độ nóng chảy nằm trong khoảng giữa 200 và 300°C trong một phương án và trong khoảng giữa 215 và 250°C trong một phương án khác, được phun vào trong khuôn với tốc độ phun nằm trong khoảng từ 2 đến 10 giây. Sau khi phun, vật liệu được bao gói hoặc được giữ ở một thời gian và áp suất định trước để tạo ra bộ phận đúng về mặt kích thước và thẩm mỹ. Khoảng thời gian thông thường nằm trong khoảng từ 5 đến 25 giây và áp suất nằm trong khoảng từ 1,380 đến 10,400 kPa. Khuôn được làm nguội đến nhiệt độ nằm trong khoảng giữa 10 và 70°C để làm nguội chất nền. Nhiệt độ sẽ phụ thuộc vào độ bóng và độ trong suốt mong muốn. Thời gian làm nguội thông thường nằm trong khoảng

từ 10 đến 30 giây, phụ thuộc vào độ dày của bộ phận. Cuối cùng, khuôn được mở ra và sản phẩm composit đã định hình được tháo ra.

Tương tự như vậy, các sản phẩm đúc khuôn có thể được sản xuất bằng cách phun polyme nóng chảy vào trong khuôn mà tạo hình và hóa rắn polyme nóng chảy thành dạng hình học và độ dày mong muốn của các sản phẩm đúc khuôn. Tấm có thể được tạo ra hoặc bằng cách ép đùn một biên dạng về cơ bản là phẳng từ một khuôn, lên một cuộn lạnh, hoặc bằng cách khác là cán láng. Tấm này sẽ thường được coi là có độ dày nằm trong khoảng từ 10 mils đến 100 mils (254  $\mu\text{m}$  đến 2,540  $\mu\text{m}$ ), mặc dù tấm có thể dày hơn đáng kể. Đường ống hoặc ống dẫn có thể thu được bằng cách ép đùn biên dạng để sử dụng trong y tế, nước uống, các ứng dụng thoát nước hoặc tương tự. Quy trình ép đùn biên dạng bao gồm ép đùn polyme nóng chảy qua một khuôn. Đường ống hoặc ống được ép đùn sau đó được hóa rắn bằng nước lạnh hoặc không khí lạnh thành các sản phẩm ép đùn liên tục. Đường ống sẽ thường có đường kính bên ngoài nằm trong khoảng từ 0,31 cm đến 2,54 cm, và có độ dày thành nằm trong khoảng từ 254  $\mu\text{m}$  đến 0,5 cm. Ống dẫn sẽ thường có đường kính bên ngoài nằm trong khoảng từ 2,54 cm đến 254 cm, và có độ dày thành nằm trong khoảng từ 0,5 cm đến 15 cm. Tấm được tạo ra từ các sản phẩm của một phương án của sáng chế có thể được sử dụng để tạo ra các thùng chứa. Các thùng chứa này có thể được tạo ra bằng cách tạo hình nhiệt, tạo hình bằng áp lực pha rắn, các kỹ thuật dập và kỹ thuật tạo hình khác. Tấm cũng có thể được tạo ra để bao phủ sàn hoặc tường hoặc các bề mặt khác.

Trong một phương án của quy trình tạo hình nhiệt, nhiệt độ lò nằm trong khoảng giữa 160 và 195°C, thời gian trong lò nằm trong khoảng giữa 10 và 20 giây, và nhiệt độ khuôn, thường là khuôn loại bị bao bọc, nằm giữa 10 và 71°C. Độ dày cuối cùng của tấm đã được tạo hình, nguội (nhiệt độ phòng), nằm trong khoảng từ 10  $\mu\text{m}$  đến 6.000  $\mu\text{m}$  trong một phương án, từ 200  $\mu\text{m}$  đến 6.000  $\mu\text{m}$  trong một phương án khác, và từ 250  $\mu\text{m}$  đến 3.000

$\mu\text{m}$  trong một phương án khác nữa, và từ 500  $\mu\text{m}$  đến 1,550  $\mu\text{m}$  trong một phương án khác nữa, khoảng mong muốn là kết hợp bất kỳ của giới hạn độ dày cao hơn bất kỳ với giới hạn độ dày thấp hơn bất kỳ.

Trong một phương án của quy trình đúc áp lực, trong đó vật liệu nền được đúc áp lực thành một dụng cụ bao gồm tấm mỏng được định hình, nhiệt độ nóng chảy của vật liệu nền nằm trong khoảng giữa 230 và 255°C trong một phương án, và giữa 235 và 250°C trong một phương án khác, thời gian làm đầy nằm trong khoảng từ 2 đến 10 giây trong một phương án, từ 2 đến 8 giây trong một phương án khác, và nhiệt độ dụng cụ nằm trong khoảng từ 25 đến 65°C trong một phương án, và từ 27 đến 60°C trong một phương án khác. Trong một phương án mong muốn, vật liệu nền là ở nhiệt độ mà đủ nóng để làm nóng chảy vật liệu lớp liên kết bất kỳ hoặc lớp phía sau để đạt được độ kết dính giữa các lớp.

Trong một phương án khác nữa, chế phẩm của sáng chế có thể được cố định chặt vào một vật liệu nền bằng quy trình đúc thổi. Đúc thổi đặc biệt hữu dụng trong các ứng dụng như để sản xuất các sản phẩm kín chẳng hạn thùng đựng chất lỏng và các đồ chứa chất lỏng khác, thiết bị sân chơi, đồ gỗ ngoài trời và các cấu trúc khép kín nhỏ khác. Trong một phương án của quy trình này, chế phẩm của sáng chế được ép đùn qua một đầu đa lớp, sau đó đặt tấm không được làm nguội vào trong một ống đúc thổi trong khuôn. Khuôn đúc, với bên trong bị bao bọc hoặc có lỗ để lấp, sau đó được đóng kín và không khí được thổi vào trong khuôn để tạo ra bộ phận.

Những người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rằng các bước được nêu ở trên có thể thay đổi, phụ thuộc vào kết quả mong muốn. Ví dụ, tấm được ép đùn của chế phẩm của sáng chế có thể được tạo hình nhiệt trực tiếp hoặc được đúc thổi mà không cần làm nguội, do đó bỏ qua bước làm

ngươi. Các thông số khác có thể được thay đổi để đạt được sản phẩm kết hợp cuối cùng có các đặc tính mong muốn.

Sáng chế cũng đề xuất sản phẩm được đúc phun khuôn bao gồm: (a) chất nền được tạo ra từ chế phẩm chứa một polyme phân cực, và (b) một lớp phủ đúc được tạo thành từ chế phẩm của sáng chế. Trong một phương án, polyme phân cực là polycarbonat (PC), ABS, PC/ABS, hoặc nylon. Sáng chế cũng đề cập đến một sản phẩm đúc phủ bao gồm: (a) chất nền được tạo ra từ chế phẩm của sáng chế, và (b) một lớp phủ đúc được tạo thành từ chế phẩm của sáng chế chứa polyme phân cực. Trong một phương án, sản phẩm ở dạng kẹp, tay cầm hoặc dây đai.

Sáng chế còn đề cập đến sản phẩm trong đó chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt được ép đùn. Tức là, sáng chế đề cập đến sản phẩm được chế tạo bằng cách ép TPU nóng chảy qua một khuôn để tạo hình với mặt cắt ngang cố định. Ví dụ bao gồm nhưng không giới hạn bởi ống dẫn rỗng, ống và ống hút, dạng rắn, chẳng hạn thanh, dải, sợi (và các sản phẩm được làm từ đó chẳng hạn vải, sợi chỉ, chuỗi sợi và dây thừng), phôi dạng thanh, tấm lát ván, tấm ván, gỗ xẻ hình vuông, hình tròn hoặc hình dạng khác và các sản phẩm tương tự. Ví dụ nữa bao gồm nhưng không giới hạn bởi tấm và màng mà chúng có thể được sử dụng làm vật thay thế cho kính hoặc vật che chắn cũng như là các màng bảo vệ thực phẩm và bao bì bán lẻ, thiết bị điện tử, bao bì dạng vòm, hộp bìa cứng và các sản phẩm tương tự. Sáng chế cũng cung cấp các sản phẩm có hình dạng cắt ngang dài chẳng hạn ống máng, đường ống nhánh, đồ trang trí có kiến trúc và tự động, cái gạt nước giống cây chổi và kính chắn gió và sản phẩm tương tự. Sáng chế cũng đề xuất đến các sản phẩm được tạo ra bằng quy trình đúc thổi ép đùn chẳng hạn chai và lọ. Ví dụ tiếp về các sản phẩm được tạo ra bằng quy trình ép đùn sử dụng TPU của sáng chế là vật cách điện cho dây dẫn điện và dây cáp.

Trong một số phương án mà chế phẩm TPU được hóa hợp với các chất phụ gia sợi thủy tinh ngắn, chế phẩm sẽ có môđun uốn bằng khoảng 500.000 psi hoặc cao hơn, hoặc thậm chí bằng 1.000.000 psi hoặc cao hơn khi được đo bằng phương pháp ASTM D790. Trong một số phương án của sáng chế, chế phẩm TPU có thể được hóa hợp với thành phần hoặc chất phụ gia làm chậm cháy để tạo ra chế phẩm TPU làm chậm cháy. Chế phẩm làm chậm cháy theo sáng chế tốt hơn là có, ngoài các tính chất làm chậm cháy, môđun cao và biến dạng nhiệt cao. Về các tính chất làm chậm cháy, một số phương án của sáng chế có ít nhất phân loại ngọn lửa V1, hoặc thậm chí phân loại ngọn lửa V0 với các tính chất không nhỏ giọt khi được đo bằng phương pháp thử nghiệm ngọn lửa theo phương pháp đứng UL 94.

Sáng chế đề xuất sản phẩm đúc khuôn được tạo ra bởi chế phẩm TPU không được gia cố như được mô tả trong tài liệu này. Trong một phương án, sản phẩm đúc khuôn chứa chế phẩm TPU có môđun uốn cao. Khi được sử dụng ở đây, môđun cao có nghĩa là môđun uốn lớn hơn 100.000 psi khi được đo bằng phương pháp ASTM D790. Trong một số phương án, chế phẩm TPU của sáng chế có môđun uốn nằm trong khoảng từ 200.000 psi hoặc cao hơn, hoặc thậm chí 300.000 psi hoặc cao hơn khi được đo bằng phương pháp ASTM D790. Trong một phương án, sáng chế bao gồm sản phẩm đúc khuôn trong đó sản phẩm đúc khuôn chứa chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt gồm sản phẩm phản ứng của (a) khoảng 5% theo khối lượng đến 25% theo khối lượng thành phần polyol, trong đó polyol có khối lượng phân tử trung bình khối nằm trong khoảng từ 250 đến 3000; (b) khoảng 75% theo khối lượng đến 95% theo khối lượng thành phần đoạn cứng, trong đó thành phần đoạn cứng chứa (i) polyisoxyanat thơm và (ii) chất kéo dài mạch; và (c) tùy ý, chất xúc tác trong đó chế phẩm TPU có môđun uốn bằng ít nhất 100.000 psi, hoặc thậm chí bằng ít nhất 200.000 psi khi được đo bằng phương pháp ASTM D790. Trong một phương án khác, sáng chế bao gồm sản phẩm đúc khuôn trong đó

sản phẩm đúc khuôn chứa chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt bao gồm sản phẩm phản ứng của (a) khoảng 5% theo khối lượng đến 25% theo khối lượng thành phần polyol, trong đó polyol có khối lượng phân tử trung bình khối nằm trong khoảng từ 250 đến 3000; (b) khoảng 75% theo khối lượng đến 95% theo khối lượng thành phần đoạn cứng, trong đó thành phần đoạn cứng chứa (i) polyisoxyanat thơm và (ii) chất kéo dài mạch; và (c) tùy ý, chất xúc tác, và còn chứa các sợi thủy tinh ngắn trong đó chế phẩm TPU có môđun uốn bằng ít nhất 500.000 psi, hoặc thậm chí 1.000.000 psi hoặc lớn hơn khi được đo bằng phương pháp ASTM D790. Trong một phương án khác, sáng chế bao gồm sản phẩm đúc khuôn chứa chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt bao gồm sản phẩm phản ứng của (a) khoảng 5% theo khối lượng đến 25% theo khối lượng thành phần polyol, trong đó polyol có khối lượng phân tử trung bình khối nằm trong khoảng từ 250 đến 3000; (b) khoảng 75% theo khối lượng đến 95% theo khối lượng thành phần đoạn cứng, trong đó thành phần đoạn cứng chứa (i) polyisoxyanat thơm và (ii) chất kéo dài mạch; và (c) tùy ý, chất xúc tác, và còn chứa chất phụ gia làm chậm cháy, trong đó chất phụ gia làm chậm cháy bao gồm muối nhôm của axit phosphinic được biểu diễn bởi công thức:  $[R^1R^2P(O)O]^-_3Al^{3+}$ , muối nhôm của axit diphosphinic được biểu diễn bởi công thức:  $[O(O)PR^1-R^3-PR^2(O)O]^{2-}_3Al^{3+}_2$ , polyme của một hoặc nhiều muối nêu trên, hoặc kết hợp bất kỳ của chúng, trong đó  $R^1$  và  $R^2$  là hydro và  $R^3$  là nhóm alkyl, và trong đó chế phẩm TPU có môđun uốn bằng 100.000 psi hoặc lớn hơn, hoặc thậm chí 200.000 psi hoặc lớn hơn, hoặc thậm chí 300.000 psi hoặc lớn hơn khi được đo bằng phương pháp ASTM D790 và cũng có phân loại ngọn lửa V0 với các tính chất không nhỏ giọt khi được đo bằng phương pháp thử nghiệm ngọn lửa theo phương thẳng đứng UL 94. Trong một phương án khác nữa, sáng chế bao gồm sản phẩm đúc khuôn chứa chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt bao gồm sản phẩm phản ứng của (a) khoảng 5% theo khối lượng đến 25% theo khối lượng thành phần polyol, trong đó polyol có khối lượng phân tử trung bình khối nằm trong khoảng từ 250 đến 3000; (b) khoảng 75%

theo khối lượng đến 95% theo khối lượng thành phần đoạn cứng, trong đó thành phần đoạn cứng chứa (i) polyisoxyanat thơm và (ii) chất kéo dài mạch; và (c) tùy ý, chất xúc tác, còn chứa chất phụ gia làm chậm cháy, trong đó chất phụ gia làm chậm cháy bao gồm muối nhôm của axit phosphinic được biểu diễn bởi công thức:  $[R^1R^2P(O)O]^-_3Al^{3+}$ , muối nhôm của axit diphosphinic được biểu diễn bởi công thức:  $[O(O)PR^1-R^3-PR^2(O)O]^{2-}_3Al^{3+}$ , polyme của một hoặc nhiều muối nêu trên, hoặc kết hợp bất kỳ của chúng, trong đó  $R^1$  và  $R^2$  là hydro và  $R^3$  là nhóm alkyl, và còn chứa các sợi thủy tinh ngắn, trong đó chế phẩm TPU có môđun uốn 500.000 psi hoặc lớn hơn, hoặc thậm chí 1.000.000 psi hoặc lớn hơn, khi được đo bằng phương pháp ASTM D790, và cũng có phân loại ngọn lửa V0 với các tính chất không nhỏ giọt khi được đo bằng phương pháp thử nghiệm ngọn lửa theo phương thẳng đứng UL 94.

Chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt (TPU) được mô tả ở trên là các vật liệu có tính hữu dụng cao mà có thể cung cấp sự kết hợp hấp dẫn các tính chất vật lý. Cho dù độ dẻo dai vượt trội, độ bền hoặc xử lý dễ dàng, TPU là một vật liệu linh hoạt giúp khắc phục được khoảng trống giữa cao su và nhựa. Theo đó, chế phẩm TPU được tìm kiếm sử dụng trong nhiều ứng dụng khác nhau.

Chế phẩm của sáng chế trong hỗn hợp bất kỳ của nó hữu dụng trong một loại các ứng dụng khác nhau, bao gồm cả các sản phẩm trong suốt chẳng hạn nồi nấu và đồ gốm để bảo quản, và trong các sản phẩm khác chẳng hạn đồ nội thất, linh kiện ô tô, đồ chơi, đồ thể thao, thiết bị y tế, kính đeo mắt, bao gồm khung kính mắt và miếng đỡ, thiết bị y tế có thể tiết trùng, thùng sát trùng, sợi, vải dệt, vải không dệt, màn, áo choàng, bộ lọc, sản phẩm vệ sinh, tã lót, và màng, màng định hướng, tấm, ống, ống dẫn, vỏ bọc dây dẫn, vỏ bọc dây cáp, màng dùng trong nông nghiệp, màng địa kỹ thuật, thiết bị thể thao, màng đúc, màng thổi, biên dạng, các bộ phận của thuyền và tàu thủy, và các sản phẩm khác. Chế phẩm thích hợp cho các linh kiện ô tô chẳng hạn tấm chắn trước xe, song cửa, các bộ phận trang trí, bảng điều khiển và bảng công

cụ, cửa bên ngoài và các bộ phận mũi xe, tấm hướng gió, kính che gió, gạt nước kính xe, nắp chụp trục bánh xe, vỏ gương, bảng điều khiển thân xe, miếng đúc cạnh để bảo vệ, và các bộ phận bên trong và bên ngoài khác liên quan đến ô tô, xe tải, tàu thuyền, và các phương tiện khác.

Các sản phẩm và hàng hóa hữu dụng khác có thể được tạo ra từ chế phẩm của sáng chế bao gồm: thùng, đồ chứa, bao bì, đồ dùng phòng thí nghiệm, chẳng hạn chai lặn dùng cho sự phát triển nuôi cấy và chai môi trường, thảm sàn văn phòng, dụng cụ lấy mẫu và cửa sổ mẫu; đồ chứa bảo quản chất lỏng chẳng hạn túi, túi nhỏ, và chai để bảo quản và nước pha máu IV hoặc dung dịch; vật liệu bao gói bao gồm các vật liệu bao gói dùng cho thiết bị y tế bất kỳ hoặc thuốc bao gồm bao gói liều đơn vị hoặc dạng vi hoặc dạng bóng khí khác cũng như là để gói hoặc chứa thực phẩm được bảo quản bằng chiếu xạ. Các sản phẩm hữu dụng khác bao gồm ống y tế và van cho bất kỳ thiết bị y tế nào bao gồm bộ dụng cụ tiêm truyền, ống thông và liệu pháp hô hấp, cũng như là vật liệu bao gói cho thiết bị y tế hoặc thực phẩm mà mà được chiếu xạ bao gồm các khay, cũng như là chất lỏng được lưu trữ, đặc biệt là nước, sữa, hoặc nước hoa quả, đồ chứa bao gồm ống bọc cấp đơn vị và đồ chứa bảo quản kiểu chất đóng cũng như là các phương tiện truyền chẳng hạn ống, ống mềm, ống dẫn, và các loại như vậy, bao gồm cả lớp lót và/hoặc vỏ bọc của chúng. Trong một số phương án, các sản phẩm của sáng chế là các vòi chữa cháy mà bao gồm một lớp lót được làm từ chế phẩm TPU được mô tả trong tài liệu này. Trong một số phương án, lớp lót là lớp được áp vào vỏ bọc bên trong của vòi chữa cháy.

Các sản phẩm và hàng hóa hữu dụng khác nữa có thể được tạo ra từ chế phẩm của sáng chế bao gồm: tấm, băng, thảm, chất kết dính, vỏ dây dẫn, dây cáp, quần áo bảo hộ, bộ phận ô tô, bộ phận của giày dép, lớp phủ, hoặc miếng bọt xốp, hoặc sản phẩm đúc phun khuôn, vỏ ô tô, mái che, máng xối, đồ trang trí có kiến trúc, tấm lát ván, tấm gỗ xẻ, vải tấm nhựa, sản phẩm thuộc da, sản

phẩm xây dựng mái, vô lăng, lớp phủ bột, sản phẩm đúc tháo từ bột, hàng tiêu dùng lâu bền, kẹp, tay cầm, ống mềm, lớp lót ống mềm, ống dẫn, lớp lót ống dẫn, bánh xe đúc, bánh xe trượt trên băng, bộ phận máy tính, đai, vật dính liền, bộ phận giày dép, băng tải hoặc băng định giờ, găng tay (được làm từ một hoặc nhiều màng được mô tả trong tài liệu này, hoặc được làm từ một hoặc nhiều vải được mô tả trong tài liệu này), sợi, vải, hoặc quần áo.

Sáng chế bao gồm sản phẩm được chế tạo từ chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt được mô tả trong tài liệu này, trong đó sản phẩm là vỏ bọc dây dẫn, vỏ bọc dây cáp, khung kính mắt, linh kiện ô tô, và/hoặc thiết bị y tế.

Sản phẩm và/hoặc thiết bị này có thể được chế tạo hoặc tạo ra bằng biện pháp tạo hình hữu dụng bất kỳ để tạo ra vật liệu polyolefin hoặc polyme khác. Biện pháp này sẽ bao gồm, ít nhất, đúc, gồm đúc khuôn ép, đúc áp lực, đúc thổi, và đúc ép chuyển; thổi màng hoặc đúc màng; ép đùn, và tạo hình nhiệt; cũng như là bằng cách cán mỏng, đùn cán, làm lõi ra, ép kéo, đúc quay, liên kết xoay tròn, quay nóng chảy, thổi nóng chảy; hoặc hỗn hợp của chúng. Việc sử dụng ít nhất phương pháp tạo hình nhiệt hoặc các ứng dụng màng cho phép khả năng và nguồn gốc lợi ích từ sự định hướng một trục hoặc hai trục của vật liệu.

### **Ví dụ thực hiện sáng chế**

Sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn bằng cách tham khảo các ví dụ sau đây, các ví dụ này dùng để minh họa sáng chế, mà không giới hạn sáng chế.

Một tập hợp các chế phẩm được điều chế để chứng minh lợi ích của sáng chế. Công thức của mỗi chế phẩm được trình bày trong bảng sau (số lượng được nêu là đại lượng theo khối lượng):

*Ví dụ*

Chế phẩm TPU được điều chế và sau đó được thử nghiệm môđun uốn được đo theo phương pháp ASTM D790. Kết quả được nêu trong bảng 1 và 2 dưới đây. Các thành phần được liệt kê dưới dạng phần trăm theo khối lượng trong hỗn hợp phản ứng.

**Bảng 1 – Các ví dụ so sánh**

|                     | C1   | C2    | C3    | C4    | C5    | C6   | C7    | C8    | C9     |
|---------------------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|
| PTMEG (1000MW)      | 45   | 41    | 37    | 30    |       |      |       |       |        |
| BDOAdipat (3000MW)  |      |       |       |       | 50    | 45   | 41    |       |        |
| BDOAdipat (4200MW)  |      |       |       |       |       |      |       | 41    |        |
| MDI                 | 43   | 45    | 48    | 53    | 38    | 41   | 44    | 44    | 63     |
| 1,4BDO              | 11   | 12    | 13    | 14    | 11    | 13   | 13    | 15    |        |
| DPG                 | 1    | 1     | 2     | 3     | 1     | 1    | 2     |       |        |
| CHDM                |      |       |       |       |       |      |       |       | 36     |
| Chất phụ gia        |      |       |       |       |       |      |       |       | 1      |
| Môđun uốn ASTM D790 | 8300 | 10900 | 20000 | 22900 | 11500 | 9800 | 20300 | 34000 | 329000 |

**Bảng 2 – Các ví dụ sáng tạo**

|                                      | 1          | 2          | 3          | 4          | 5          | 6          | 7          | 8          | 9          | 10         |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| PTMEG<br>250MW                       | 5          | 10         | 20         |            |            | 10         |            |            |            |            |
| PTMEG<br>1000MW                      |            |            |            |            | 10         |            |            |            |            |            |
| PTMEG<br>2000MW                      |            |            |            | 10         |            |            |            |            |            |            |
| BDO-Adipat<br>700MW                  |            |            |            |            |            |            | 20         |            |            |            |
| BDOAdipat<br>1000MW                  |            |            |            |            |            |            |            | 10         |            |            |
| Polycarbonat<br>1000MW               |            |            |            |            |            |            |            |            | 10         |            |
| Polycapro-<br>lac-<br>tone1000M<br>W |            |            |            |            |            |            |            |            |            | 10         |
| MDI                                  | 71         | 69         | 64         | 67         | 67         | 59         | 61         | 67         | 67         | 67         |
| 1,4BDO                               | 24         | 21         | 16         | 23         | 23         |            | 19         | 23         | 23         | 23         |
| 1,9NDO                               |            |            |            |            |            | 31         |            |            |            |            |
| Môđun uốn<br>ASTM D790               | 3475<br>25 | 3293<br>70 | 3222<br>69 | 3084<br>56 | 3346<br>82 | 2926<br>17 | 3411<br>60 | 3507<br>42 | 3437<br>84 | 3511<br>27 |

Như được thể hiện ở trên, các chế phẩm của sáng chế tạo ra các TPU có môđun uốn cao hơn một cách không ngờ khi được đo bằng phương pháp ASTM D790 so với các ví dụ so sánh.

Ví dụ sáng tạo 7 và ví dụ so sánh C8 đều được hóa hợp với các sợi thủy tinh ngắn để điều chế các ví dụ so sánh C11, C12, và C13, và các ví dụ sáng tạo 11, 12, và 13. Môđun uốn được đo theo phương pháp ASTM D790. Kết quả được tóm tắt trong bảng 3.

Bảng 3

|                                   | C11   | C12    | C13    | 11                  | 12      | 13      |
|-----------------------------------|-------|--------|--------|---------------------|---------|---------|
| TPU của ví dụ C8 (% khối lượng)   | 100   | 70     | 50     |                     |         |         |
| TPU của ví dụ 7 (% khối lượng)    |       |        |        | 100                 | 70      | 50      |
| Sợi thủy tinh ngắn (% khối lượng) |       | 30     | 50     |                     | 30      | 50      |
| Môđun uốn                         | 34000 | 362000 | 650000 | 343374 <sup>1</sup> | 1144482 | 1790004 |

<sup>1</sup> Ví dụ 11 thể hiện môđun uốn hơi khác so với ví dụ 7 ở trên bởi vì nó trải qua máy ép đùn hóa hợp, làm tăng nhẹ môđun uốn.

Chế phẩm TPU theo sáng chế, khi được hóa hợp với sợi thủy tinh ngắn đặt được môđun uốn cao hơn một cách bất ngờ so với chế phẩm TPU khác.

Các mẫu xương chó được chế tạo từ ví dụ so sánh C9 và ví dụ sáng tạo 7 được tiếp xúc với nhiệt độ cao (159°C và 189°C) trong 3 ngày và và được nhúng chìm trong 7 ngày ở 150°C trong các chất lỏng khác nhau. Sau khi tiếp xúc, việc so sánh các mẫu xương chó được thực hiện. Kết quả được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4

|                                                                      | C9                                | Ví dụ sáng tạo 7                                             |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 3 ngày ở 159°C                                                       | Hoàn toàn tan chảy và hợp nhất    | Không thay đổi                                               |
| 3 ngày ở 189°C                                                       | Hoàn toàn tan chảy và hợp nhất    | Mất màu nhẹ,<br>Không tan chảy hoặc hợp nhất                 |
| 7 ngày ở 150°C trong dầu bánh răng ô tô                              | Đã bị phân rã, không thể kiểm tra | Duy trì được > 80% biến dạng chảy và độ kéo dài chảy ban đầu |
| 7 ngày ở 150°C trong chất lỏng bôi trơn cho các phương tiện đường bộ | Đã bị phân rã, không thể kiểm tra | Duy trì được 100% biến dạng chảy và độ kéo dài chảy ban đầu  |

Mỗi tài liệu được đề cập ở trên được kết hợp bằng cách tham chiếu. Ngoại trừ trong các Ví dụ, hoặc khi có chỉ định rõ ràng, tất cả các số lượng

bằng số trong bản mô tả này quy định lượng nguyên liệu, điều kiện phản ứng, khối lượng phân tử, số nguyên tử cacbon, và các đại lượng tương tự, được hiểu là được điều chỉnh bởi từ "khoảng". Ngoại trừ có chỉ định khác, tất cả đại lượng bằng số trong bản mô tả xác định lượng hoặc tỉ lệ của vật liệu là dựa trên cơ sở khối lượng. Trừ khi có chỉ dẫn khác, mỗi hóa chất hay chế phẩm được nhắc đến ở đây nên được hiểu là một vật liệu thương phẩm mà có thể chứa các đồng phân, sản phẩm phụ, dẫn xuất, và các vật liệu khác mà thường được hiểu là có trong thương phẩm. Tuy nhiên, lượng của mỗi thành phần hóa học có mặt ngoại trừ bất kỳ dung môi hoặc chất pha loãng, chất mà có thể thường có mặt trong các vật liệu thương mại, trừ khi có chỉ định khác. Cần hiểu rằng các đại lượng trên và dưới, khoảng, giới hạn tỉ lệ được nêu trong tài liệu này có thể được kết hợp một cách độc lập. Tương tự, phạm vi và lượng đối với mỗi thành phần của sáng chế có thể được sử dụng cùng với phạm vi hoặc lượng đối với các thành phần khác. Khi được sử dụng ở đây, thuật ngữ "chủ yếu bao gồm" cho phép bao gồm các hợp chất mà không ảnh hưởng cốt yếu đến các đặc trưng cơ bản và mới của chế phẩm được xem xét. Ngoài ra, khi được sử dụng ở đây, trừ khi được chỉ định khác, thuật ngữ "về cơ bản không chứa" nghĩa là một lượng có mặt mà không ảnh hưởng cốt yếu đến các đặc trưng cơ bản và mới của chế phẩm được xem xét, ví dụ, trong một số phương án nó có thể có nghĩa là không lớn hơn 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 0,5%, hoặc thậm chí 0,1% theo khối lượng của chế phẩm được đề cập, trong các phương án khác nữa, nó có thể có nghĩa là nhỏ hơn 1.000 ppm, 500 ppm, hoặc thậm chí 100 ppm của vật liệu được đề cập.

### Yêu cầu bảo hộ

1. Chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt chứa sản phẩm phản ứng của:
  - (a) khoảng 5% khối lượng đến khoảng 25% khối lượng thành phần polyol, trong đó polyol có khối lượng phân tử trung bình khối nằm trong khoảng từ 250 đến 3000;
  - (b) khoảng 75% khối lượng đến khoảng 95% khối lượng thành phần đoạn cứng, trong đó thành phần đoạn cứng chứa (i) polyisoxyanat thơm và (ii) chất kéo dài mạch; trong đó chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt có môđun uốn khi được đo bằng phương pháp ASTM D790 bằng ít nhất 200,000 psi;
 

trong đó chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt còn chứa chất phụ gia làm chậm cháy bao gồm muối nhôm của axit phosphinic được biểu diễn bởi công thức:  $[R^1R^2P(O)O]_3Al^{3+}$ , muối nhôm của axit diphosphinic được biểu diễn bởi công thức:  $[O(O)PR^1-R^3-PR^2(O)O]_2Al^{3+}$ , polyme của một hoặc nhiều muối nêu trên, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng, trong đó  $R^1$  và  $R^2$  là hydro và  $R^3$  là nhóm alkyl; và

trong đó chế phẩm có ít nhất phân loại ngọn lửa V1 với các tính chất không nhỏ giọt khi được đo bằng phương pháp thử nghiệm ngọn lửa theo phương thẳng đứng UL 94.
2. Chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt theo điểm 1, trong đó polyol có khối lượng phân tử nằm trong khoảng từ 250 đến 2000.
3. Chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thành phần polyol được lựa chọn từ nhóm gồm có các polyeste có nhóm hydroxyl cuối mạch, polyete có nhóm hydroxyl cuối mạch, polycarbonat có nhóm hydroxyl cuối mạch, và polycaprolacton có nhóm hydroxyl cuối mạch và các hỗn hợp của chúng.

4. Chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt theo điểm 1 trong đó chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt có phân loại ngọn lửa V0 khi được đo bằng phương pháp thử nghiệm ngọn lửa theo phương thẳng đứng UL 94.

5. Chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt theo điểm 1 hoặc 2, còn chứa chất phụ gia được lựa chọn từ các chất làm chậm cháy, sợi thủy tinh, và chất độn khoáng.

6. Chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt theo điểm 1 hoặc 2, còn chứa sợi thủy tinh.

7. Chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt theo điểm 6, trong đó chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt có môđun uốn khi được đo bằng phương pháp ASTM D790 bằng ít nhất 500,000 psi.

8. Sản phẩm chứa polyuretan bao gồm:

chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt, chứa sản phẩm phản ứng của:

(a) khoảng 5% khối lượng đến khoảng 25% khối lượng thành phần polyol, trong đó polyol có khối lượng phân tử trung bình khối nằm trong khoảng từ 250 đến 3000;

(b) khoảng 75% đến khoảng 95% khối lượng thành phần đoạn cứng, trong đó thành phần đoạn cứng bao gồm (i) polyisoxyanat thom và (ii) chất kéo dài mạch;

trong đó chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt có môđun uốn khi được đo bằng phương pháp ASTM D790 bằng ít nhất 200,000 psi;

trong đó chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt còn chứa chất phụ gia làm chậm cháy bao gồm muối nhôm của axit phosphinic được biểu diễn bởi công thức:  $[R^1R^2P(O)O]^-_3Al^{3+}$ , muối nhôm của axit diphosphinic được biểu diễn bởi công thức:  $[O(O)PR^1-R^3-PR^2(O)O]^{2-}_3Al^{3+}_2$ , polyme của một hoặc nhiều muối nêu trên, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng, trong đó  $R^1$  và  $R^2$  là hydro và  $R^3$  là nhóm alkyl; và

trong đó chế phẩm có ít nhất phân loại ngọn lửa V1 với các tính chất không nhỏ giọt khi được đo bằng phương pháp thử nghiệm ngọn lửa theo phương thẳng đứng UL 94.

9. Sản phẩm chứa polyuretan theo điểm 8, trong đó polyol được lựa chọn từ nhóm gồm có các polyeste có nhóm hydroxyl cuối mạch, polyete có nhóm hydroxyl cuối mạch, polycarbonat có nhóm hydroxyl cuối mạch, và polycaprolacton có nhóm hydroxyl cuối mạch và các hỗn hợp của chúng.

10. Sản phẩm chứa polyuretan theo điểm 8, trong đó chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt có phân loại ngọn lửa V0 khi được đo bằng phương pháp thử nghiệm ngọn lửa theo phương thẳng đứng UL 94.

11. Sản phẩm chứa polyuretan theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 10, trong đó chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt còn chứa các sợi thủy tinh ngắn và trong đó chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt có môđun uốn bằng 1.000.000 psi hoặc cao hơn khi được đo bằng phương pháp ASTM D790.

12. Sản phẩm chứa polyuretan theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 10, trong đó sản phẩm chứa polyuretan được đúc, ép đùn, hoặc định hình nhiệt.

13. Sản phẩm chứa polyuretan theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 10, trong đó sản phẩm chứa polyuretan là vỏ bọc dây dẫn, vỏ bọc dây cáp, khung kính mắt, linh kiện ô tô, hoặc thiết bị y tế.

14. Quy trình để sản xuất sản phẩm chứa polyuretan bao gồm các bước:

(1) trộn:

(a) nhựa polyuretan dẻo nhiệt chứa sản phẩm phản ứng của (i) khoảng 5% khối lượng đến khoảng 30% khối lượng thành phần polyol, trong đó polyol có khối lượng phân tử trung bình khối nằm trong khoảng từ 250 đến 3000; và (ii) khoảng 75% đến khoảng 95% khối lượng thành phần đoạn cứng, trong

đó thành phần đoạn cứng bao gồm polyisoxyanat thơm và chất kéo dài mạch chứa diol không phân nhánh, không được thế, mạch thẳng;

(b) chất phụ gia làm chậm cháy bao gồm muối nhôm của axit phosphinic được biểu diễn bởi công thức:  $[R^1R^2P(O)O]^-_3Al^{3+}$ , muối nhôm của axit diphosphinic được biểu diễn bởi công thức:  $[O(O)PR^1-R^3-PR^2(O)O]^{2-}_3Al^{3+}_2$ , polyme của một hoặc nhiều muối nêu trên, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng, trong đó  $R^1$  và  $R^2$  là hydro và  $R^3$  là nhóm alkyl;

(c) tùy ý, nhựa polyuretan dẻo nhiệt polyeste thứ hai;

(2) làm nóng và ép đùn hỗn hợp của (a), (b), và tùy ý (c) để tạo ra chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt làm chậm cháy;

(3) nấu chảy chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt làm chậm cháy đã được tạo hình; và

(4) đúc, ép đùn, hoặc tạo hình nhiệt chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt làm chậm cháy nêu trên;

trong đó chế phẩm polyuretan dẻo nhiệt làm chậm cháy sau bước (4) có môđun uốn khi được đo bằng phương pháp ASTM D790 bằng ít nhất 200.000 psi; và

trong đó chế phẩm có ít nhất phân loại ngọn lửa V1 với các tính chất không nhỏ giọt khi được đo bằng phương pháp thử nghiệm ngọn lửa theo phương thẳng đứng UL 94.