



(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)



1-0030561

(51)⁷ C08G 73/02; C02F 1/70

(13) B

(21) 1-2013-02494

(22) 26/09/2007

(62) 1-2009-00778

(86) PCT/US2007/079473 26/09/2007

(87) WO2008/045677 17/04/2008

(30) 60/829,411 13/10/2006 US

(45) 25/12/2021 405

(43) 25/11/2013 308A

(73) CYTEC TECHNOLOGY CORP (US)

300 Delaware Avenue, Wilmington, Delaware 19801, United States of America

(72) HEITNER Howard I. (US); SPITZER Donald P. (US).

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

(54) CHẾ PHẨM XỬ LÝ VẢY CẶN

(57) Sáng chế đề cập tới polyme polyamin chứa Si đã được cải biến tính kỵ nước là hữu ích để xử lý vảy cặn trong các dòng xử lý trong quy trình công nghiệp. Các polyamin chứa Si đã được cải biến tính kỵ nước được ưu tiên là đặc biệt hữu ích để xử lý vảy cặn nhôm-silicat trong các dòng xử lý trong quy trình công nghiệp khó xử lý, như trong các dòng xử lý sản xuất nhôm oxit Bayer, các dòng phế thải hạt nhân và các dòng thải nghiền giấy gói hàng. Sáng chế cũng đề cập tới chế phẩm xử lý vảy cặn chứa sản phẩm phản ứng trùng hợp của polyamin, phương pháp để làm giảm hoặc loại trừ vảy cặn và phương pháp để xử lý vảy cặn trong dòng xử lý bằng cách sử dụng nó.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới các polyme polyamin, chế phẩm xử lý vảy cặn chứa polyme này và phương pháp xử lý vảy cặn trong các dòng xử lý trong quy trình công nghiệp. Theo các phương án được ưu tiên, sáng chế đề cập tới các polyme polyamin chứa Si đã được cải biến tính kỵ nước đặc biệt hữu ích để xử lý vảy cặn chứa nhôm-silicat trong các dòng xử lý trong quy trình công nghiệp khó xử lý, như dòng xử lý trong quy trình sản xuất nhôm oxit Bayer, dòng phế thải chứa hạt nhân và dòng thải của quy trình nghiền giấy gói hàng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sự hình thành của vảy cặn là một vấn đề trong nhiều dòng xử lý trong quy trình công nghiệp. Vảy cặn là một chất rắn thường sinh ra trên các bề mặt của thiết bị được tiếp xúc với dòng xử lý trong nước. Vảy cặn thông thường chứa các chất liệu vô cơ có độ tan trong nước tương đối thấp, bao gồm, ví dụ, natri nhôm-silicat đã hydrat hoá khác nhau như các nhôm-silicat vô định hình (như hydrogen nhôm-silicat chẳng hạn), zeolit, sodalit và canerinit. Việc loại bỏ vảy cặn bằng các phương pháp cơ học, ví dụ, bằng cách nạo, thường là không được mong muốn bởi vì các phương pháp như vậy có thể làm tăng chi phí đáng kể liên quan đến giai đoạn tạm dừng quy trình, và có thể là không thể thực hiện được khi vảy cặn sinh ra trên các bề mặt mà khó với tới của thiết bị quy trình.

Nhiều phương pháp xử lý hoá học đã được nghiên cứu phát triển để loại bỏ vảy cặn và/hoặc ức chế sự hình thành của vảy cặn trong các dòng xử lý trong quy trình công nghiệp khác nhau. Các phương pháp xử lý hoá học như vậy thường được áp dụng bởi việc trộn lẫn hoá chất xử lý với dòng xử lý, nhờ vậy cho phép xử lý các bề mặt khó có thể với tới và giảm bớt hoặc loại trừ thời gian tạm dừng. Các polyme chứa Si đã được nghiên cứu phát triển trong những năm gần đây và được áp dụng cho việc xử lý vảy cặn. Ví dụ, xem patent Mỹ số 6,814,873; các Công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2005/0010008, 2004/0162406, 2006/0124553, 2004/0162406, 2004/0011744 và 2005/0274926; và Công bố đơn Quốc tế số WO 2004/009606. Các tài liệu sáng chế này mô tả các loại vảy cặn khác nhau, cũng như các polyme

chứa Si cụ thể và việc sử dụng chúng làm các chất chống bít kín trong các dòng xử lý trong quy trình công nghiệp nhất định.

Các polyme chứa Si và các phương pháp sử dụng chúng được mô tả ở trên thể hiện ưu điểm đáng kể trong lĩnh vực kỹ thuật này, nhưng vẫn chưa giải quyết một cách hoàn toàn vấn đề về sự hình thành vảy cặn trong các dòng xử lý trong quy trình công nghiệp. Các dòng xử lý trong quy trình công nghiệp khó xử lý là đặc biệt phức tạp. Ví dụ, có nhu cầu đáng kể về các phương pháp xử lý hoá học và các phương pháp để làm giảm và/hoặc ức chế vảy cặn trong các dòng xử lý chứa hàm lượng tương đối cao của sulfat, oxit sắt đã phân tán ở dạng mịn (ví dụ, "bùn đỏ"), sodalit đã phân tán ở dạng mịn và/hoặc nitrat/nitrit đã kết hợp.

Nhiều polyme chứa Si đã được nghiên cứu phát triển cho các mục đích khác, tuy nhiên chưa từng có cải biến cụ thể bất kỳ để áp dụng cho tình trạng kỹ thuật không tương đương cho việc xử lý vảy cặn. Ví dụ, xem các patent Mỹ số 3,560,543; 5,354,829; 6,262,216; 6,410,675; 6,429,275; 6,486,287 và 6,743,882; Công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2006/0159975; patent Canada CA 2,193,155; các tài liệu: Yang et al, Prepr. Pap.-Am. Chem. Soc, Div. Fuel Chem. 2004, 49(2), 599- 600; và Macromol. Symp. 2004, 210, 329.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các polyme chứa Si và các phương pháp mới hiện thời đã được nghiên cứu phát triển để xử lý vảy cặn trong các dòng xử lý trong quy trình công nghiệp. Điều ngạc nhiên đã phát hiện ra là polyme chứa Si tương đối kỵ nước có thể có tính năng cao hơn một cách đáng kể so với các polyme khác có tính kỵ nước thấp hơn.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất chế phẩm xử lý vảy cặn chứa sản phẩm phản ứng trùng hợp của:

polyamin,

hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ nhất, và

hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ hai,

trong đó:

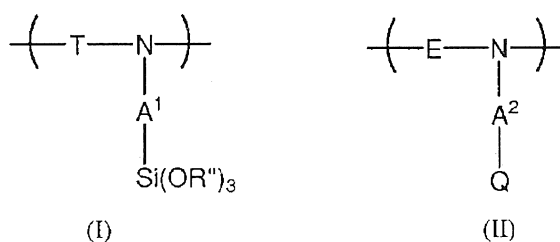
polyamin bao gồm đơn vị có công thức $-(CH_2)_r-NR^2-$, trong đó r là một số nguyên nằm trong khoảng từ 1 tới 20, và R^2 là H, C_1 - C_{20} alkyl tùy ý được thế, C_6 - C_{12} aryl tùy ý được thế, C_7 - C_{20} aralkyl tùy ý được thế, hoặc C_2 - C_{20} alkenyl tùy ý được thế;

hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ nhất chứa nhóm $-\text{Si}(\text{OR})_3$ và nhóm chứa nitơ hoạt tính, trong đó R là H, $\text{C}_1\text{-C}_{20}$ alkyl tùy ý được thế, $\text{C}_6\text{-C}_{12}$ aryl tùy ý được thế, $\text{C}_7\text{-C}_{20}$ aralkyl tùy ý được thế, $\text{C}_2\text{-C}_{20}$ alkenyl tùy ý được thế, ion kim loại Nhóm I, ion kim loại Nhóm II, hoặc NR^1_4 , trong đó mỗi R^1 độc lập được chọn từ H, $\text{C}_1\text{-C}_{20}$ alkyl tùy ý được thế, $\text{C}_6\text{-C}_{12}$ aryl tùy ý được thế, $\text{C}_7\text{-C}_{20}$ aralkyl tùy ý được thế, và $\text{C}_2\text{-C}_{20}$ alkenyl tùy ý được thế;

hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ hai là 2-ethylhexyl glyxidyl ete; và

ít nhất một trong số polyamin và hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ hai chứa gốc hydrocarbyl tùy ý được thế có số lượng nguyên tử cacbon nằm trong khoảng 2 tới 40.

Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế, sản phẩm phản ứng trùng hợp này bao gồm đơn vị lặp lại có công thức (I) và đơn vị lặp lại có công thức (II):



trong đó:

mỗi T và E độc lập là gốc hydrocarbyl tùy ý được thế thứ nhất có số nguyên tử cacbon nằm trong khoảng từ 2 tới 40;

Q là H hoặc gốc hydrocarbyl tùy ý được thế thứ hai có số nguyên tử cacbon nằm trong khoảng từ 1 tới 20;

mỗi A^1 và A^2 độc lập là liên kết trực tiếp hoặc nhóm nối hữu cơ có số nguyên tử cacbon nằm trong khoảng từ 1 tới 20;

$\text{R}'' = \text{H}$, $\text{C}_1\text{-C}_{20}$ alkyl tùy ý được thế, $\text{C}_6\text{-C}_{12}$ aryl tùy ý được thế, $\text{C}_7\text{-C}_{20}$ aralkyl tùy ý được thế, $\text{C}_2\text{-C}_{20}$ alkenyl tùy ý được thế, ion kim loại Nhóm I, ion kim loại Nhóm II, hoặc NR^1_4 , trong đó mỗi R^1 độc lập được chọn từ H, $\text{C}_1\text{-C}_{20}$ alkyl tùy ý được thế, $\text{C}_6\text{-C}_{12}$ aryl tùy ý được thế, $\text{C}_7\text{-C}_{20}$ aralkyl tùy ý được thế, và $\text{C}_2\text{-C}_{20}$ alkenyl tùy ý được thế; và

polyme này trọng lượng phân tử trung bình khối ít nhất khoảng 500;

với điều kiện thứ nhất là khi $\text{A}^2\text{-Q}$ là H, thì ít nhất một trong số T và E có 4 nguyên tử cacbon hoặc hơn;

với điều kiện thứ hai là khi A^2 -Q không là H, thì ít nhất một trong số T và E có 2 nguyên tử cacbon hoặc hơn;

với điều kiện thứ ba là Q không chứa nhóm $Si(OR'')_3$;

với điều kiện thứ tư là A^2 không là $-C(=O)$ -alkyl chưa được thế; và

với điều kiện thứ năm là khi Q là OH hoặc NH_2 , thì A^1 và A^2 không đồng thời là alkylen.

Theo một phương án được ưu tiên khác của sáng chế, sản phẩm phản ứng trùng hợp này có trọng lượng phân tử trung bình khối ít nhất là 500.

Theo một phương án được ưu tiên khác của sáng chế, hợp chất chứa nito hoạt tính thứ nhất là glyxiđoxypropyl trimetoxysilan.

Các phương án như vậy và các phương án khác được mô tả một cách chi tiết hơn dưới đây.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các thuật ngữ như "việc xử lý" và "xử lý", trong phần mô tả các phương pháp xử lý vảy cặn, là các thuật ngữ phổ biến được sử dụng trong bản mô tả với ý nghĩa thông thường của chúng đã biết rõ đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, và do vậy bao gồm các phương pháp dẫn đến sự ức chế và/hoặc ngăn ngừa sự hình thành vảy cặn, cũng như làm giảm, loại bỏ và/hoặc loại trừ vảy cặn có mặt.

Thuật ngữ "vảy cặn" là một thuật ngữ khái quát thường được sử dụng trong bản mô tả với ý nghĩa thông thường của nó đã biết rõ đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, và do vậy bao gồm các cặn lắng vô cơ chủ yếu hoặc nguyên sinh khác nhau tạo ra trên các bề mặt của thiết bị được tiếp xúc với các dòng xử lý trong quy trình công nghiệp. Các ví dụ về vảy cặn bao gồm các chất liệu natri nhôm-silicat đã hydrat hoá như nhôm-silicat vô định hình (ví dụ nhôm-silicat hydrogen), các zeolit, các sodalit và các canerinit.

Các thuật ngữ được sử dụng ở đây để mô tả các chất liệu hoá học, như "chất chống bít kín", "chất ức chế vảy cặn", "phụ gia khử vảy cặn", v.v., là các thuật ngữ phổ biến được sử dụng trong bản mô tả với ý nghĩa thông thường của chúng đã biết rõ đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này và do vậy bao gồm các chất liệu hoá học (như các các polyme) hữu ích để xử lý vảy cặn.

Thuật ngữ "polyme" là một thuật ngữ phổ biến được sử dụng trong bản mô tả với ý nghĩa thông thường của nó đã biết rõ đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, và do vậy bao gồm các copolyme. Sự việ dẫn trong bản mô tả tới trọng lượng phân tử của polyme được hiểu là sự việ dẫn tới trọng lượng phân tử trung bình khối khi đo được bằng phép sắc ký loại trừ kích cỡ (phép dò tán xạ ánh sáng). Theo các phương án khác nhau, polyme chứa Si (bao gồm, được đưa ra làm ví dụ, polyme P1 được mô tả trong bản mô tả) có thể có trọng lượng phân tử ít nhất khoảng 500, ít nhất khoảng 1000, ít nhất khoảng 2000, hoặc ít nhất khoảng 5000. Theo một số phương án, các trọng lượng phân tử thấp hơn hoặc cao hơn là được ưu tiên. Mặc dù một số polyme có thể được chỉ trong bản mô tả là "đã được cải biến tính kỵ nước", song cần phải hiểu rằng thuật ngữ này được sử dụng chỉ để thuận tiện, và các polyme như vậy không chỉ giới hạn ở các polyme được tạo ra bởi sự cải biến kỵ nước polyme có từ trước.

Các thuật ngữ "hydrocarbon" và "hydrocarbyl" là các thuật ngữ phổ biến được sử dụng trong bản mô tả với ý nghĩa thông thường của chúng đã biết rõ đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, và do vậy bao gồm các gốc hoặc các hợp chất hữu cơ chỉ bao gồm các nguyên tố cacbon và hydro. Các gốc này bao gồm các gốc alkyl, alkylen, alkenyl, alkynyl, và aryl. Các gốc này cũng bao gồm các gốc alkyl, alkenyl, alkynyl, và aryl được thế bằng các nhóm hydrocarbon vòng hoặc béo khác, như alkaryl, alkenaryl và alkynaryl. Trừ khi có chỉ dẫn khác được chỉ ra cụ thể, thì các gốc này tốt hơn là gồm từ 1 tới 40 nguyên tử cacbon. Các gốc hydrocarbyl có thể được thế bằng các nhóm khác nhau không chỉ gồm các nguyên tố cacbon và hydro, và do vậy gốc hydrocarbyl được thế có thể chứa một hoặc nhiều nguyên tử khác loại như oxy và/hoặc nitơ.

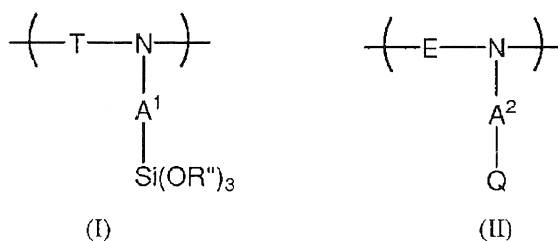
Thuật ngữ "được thế", khi được đi kèm với thuật ngữ "tùy ý" hoặc không, là một thuật ngữ phổ biến được sử dụng trong bản mô tả với ý nghĩa thông thường của nó đã biết rõ đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Do vậy, thuật ngữ "được thế" bao gồm sự thay thế một hoặc nhiều gốc hydro trong một cấu trúc nhất định bằng một hoặc nhiều nhóm phân tử thay thế, chúng có thể là phân tử thay thế hữu cơ có thể dùng được bất kỳ của cấu trúc nhất định này. Các ví dụ về phân tử thay thế có thể chấp nhận được cho một cấu trúc nhất định bao gồm hydroxy; C₁₋₁₀ alkyl; C₁₋₁₀ alkenyl; alyl; halogen; C₁₋₁₀ haloalkyl; C₁₋₁₀ alkoxy;

hydroxy C₁₋₁₀ alkyl; carboxy; C₁₋₁₀ carboalkoxy (còn được gọi là alkoxycarbonyl); C₁₋₁₀ carboxyalkoxy; C₁₋₁₀ carboxamido (còn được gọi là alkylaminocarbonyl); xyano; formyl; C₁₋₁₀ axyl; nitro; amino; C₁₋₁₀ alkylamino; C₁₋₁₀ dialkylamino; anilino; mercapto; C₁₋₁₀ alkylthio; sulfoxit; sulfon; C₁₋₁₀ axylamino; amidino; phenyl; benzyl; heteroaryl; dị vòng; phenoxy; benzoyl; benzoyl được thế bằng amino, hydroxy, metoxy, metyl hoặc halo; benzyloxy và heteroaryloxy. Khi nhóm mà nó được thế có chứa đoạn alkyl, thì hai nguyên tử hydro trên cùng một nguyên tử cacbon có thể được thế bằng một phần tử thay thế duy nhất liên kết kép với nguyên tử cacbon, như oxo (=O) chẳng hạn.

Các chế phẩm khác nhau được mô tả trong bản mô tả, bao gồm các polyme và các sản phẩm phản ứng trùng hợp, cùng với các phương pháp khác nhau để sử dụng các chế phẩm như vậy. Điều được hiểu rõ bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này đó là các hỗn hợp khác nhau được mô tả trong bản mô tả có thể được sử dụng theo phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp đã được mô tả và các phương pháp đã được mô tả có thể áp dụng cho chế phẩm bất kỳ trong số các chế phẩm được mô tả. Do vậy, cần phải hiểu rằng sáng chế được mô tả trong bản mô tả không chỉ giới hạn ở phần mô tả các phương án cụ thể.

Các chế phẩm và các phương pháp tạo ra chúng

Theo một phương án, sáng chế đề xuất polyme bao gồm đơn vị lặp lại có công thức (I) và đơn vị lặp lại có công thức (II):



trong đó:

mỗi T và E độc lập là gốc hydrocarbyl tùy ý được thế thứ nhất có số nguyên tử cacbon nằm trong khoảng từ 2 tới 40;

Q là H hoặc gốc hydrocarbyl tùy ý được thế thứ hai có số nguyên tử cacbon nằm trong khoảng từ 1 tới 20;

mỗi A¹ và A² độc lập là liên kết trực tiếp hoặc nhóm nối hữu cơ có số nguyên tử cacbon nằm trong khoảng từ 1 tới 20; và

$R'' = H$, C_1-C_{20} alkyl tùy ý được thế, C_6-C_{12} aryl tùy ý được thế, C_7-C_{20} aralkyl tùy ý được thế, C_2-C_{20} alkenyl tùy ý được thế, ion kim loại Nhóm I, ion kim loại Nhóm II, hoặc NR^1_4 , trong đó mỗi R^1 độc lập được chọn từ H , C_1-C_{20} alkyl tùy ý được thế, C_6-C_{12} aryl tùy ý được thế, C_7-C_{20} aralkyl tùy ý được thế, và C_2-C_{20} alkenyl tùy ý được thế.

Thuật ngữ "polyme P1" có thể được sử dụng trong bản mô tả để chỉ các polyme bao gồm đơn vị lặp lại có công thức (I) và đơn vị lặp lại có công thức (II). Theo một phương án, polyme P1 bao gồm đơn vị lặp lại có công thức (I) trong đó R'' là ion kim loại Nhóm I (ví dụ Na), ion kim loại Nhóm (II) (như K chẳng hạn) và/hoặc NR^1_4 (như amoni chẳng hạn). Theo các phương án khác nhau, polyme P1 có thể còn được mô tả là chịu một hoặc nhiều ràng buộc sau: điều kiện thứ nhất là khi A^2-Q là H, thì ít nhất một trong số T và E có 4 nguyên tử cacbon hoặc hơn; điều kiện thứ hai là khi A^2-Q không là H, thì ít nhất một trong số T và E có 2 nguyên tử cacbon hoặc hơn; điều kiện thứ ba là Q không chứa nhóm $Si(OR'')_3$; điều kiện thứ tư là A^2 không là $-C(=O)-$ alkyl chưa được thế; và/hoặc điều kiện thứ năm là khi Q là OH hoặc NH_2 , thì A^1 và A^2 không đồng thời là alkylen. Cần phải hiểu rằng polyme P1 có thể chứa cả các đơn vị lặp lại khác. Ví dụ, theo một phương án, polyme bao gồm đơn vị lặp lại có công thức (I) và đơn vị lặp lại có công thức (II) còn bao gồm đơn vị lặp lại có công thức $-((CH_2)_n-NH)-$, trong đó n là một số nguyên nằm trong khoảng từ 2 tới 10. Hàm lượng của đơn vị lặp lại trong polyme P1 có thể thay đổi trong một khoảng rộng. Ví dụ, theo một phương án, polyme P1 chứa ít nhất khoảng 0,1%mol, tốt hơn là ít nhất khoảng 1%mol đơn vị lặp lại có công thức (I) và ít nhất khoảng 0,1%mol, tốt hơn là ít nhất khoảng 1%mol đơn vị lặp lại có công thức (II), tính theo tổng số mol đơn vị lặp lại trong polyme P1.

Như nêu trên, đơn vị lặp lại có các công thức (I) và (II) trong polyme P1 bao gồm A^1 và A^2 , cả hai nhóm này độc lập với nhau là liên kết trực tiếp hoặc nhóm nối hữu cơ có số nguyên tử cacbon nằm trong khoảng từ 1 tới 20. Các ví dụ về các nhóm nối hữu cơ thích hợp bao gồm các nhóm trong đó mỗi A^1 và A^2 độc lập được thể hiện bằng $-A^3-A^4-A^5-A^6-$, trong đó:

A^3 = liên kết trực tiếp, NR' hoặc O, trong đó R' là H hoặc C_{1-3} alkyl;

A^4 = liên kết trực tiếp, $C=O$, C_1-C_{10} alkylen tùy ý được thế, hoặc C_6-C_{12} aryl tùy ý được thế;

A^5 = liên kết trực tiếp, O, NR''' , amit, uretan hoặc ure, trong đó R''' là H hoặc C_{1-3} alkyl; và

A^6 = liên kết trực tiếp, O, C_1-C_{20} alkyl tùy ý được thế, C_2-C_{20} alkenyl tùy ý được thế hoặc C_7-C_{20} aralkyl tùy ý được thế.

Các ví dụ về các nhóm nối hữu cơ A^1 và A^2 bao gồm $-CH(OH)-CH_2-$, $-CH_2-CH(OH)-$, $-CH(OH)-CH_2-O-$, $-CH_2-CH(OH)-O-$, $-CH_2-CH(OH)-CH_2-O-$, $-C(=O)-CH(CO_2M)-$, $-C(=O)-CH(CH_2CO_2M)-$ và $-C(=O)-CH_2-CH(CO_2M)-$, trong đó M là H, cation kim loại như Na, cation amoni như tetraalkylamoni hoặc NH_4 , hoặc nhóm hữu cơ như C_1-C_{20} alkyl tùy ý được thế, C_6-C_{12} aryl tùy ý được thế, C_7-C_{20} aralkyl tùy ý được thế, hoặc C_2-C_{20} alkenyl tùy ý được thế. Theo một phương án được ưu tiên, ít nhất một trong các nhóm nối hữu cơ A^1 và A^2 là $-CH_2-CH(OH)-CH_2-O-$.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ thừa nhận rằng tính kỵ nước có thể được kết hợp theo nhiều cách khác nhau vào polyme P1. Theo một phương án, ít nhất một trong số các gốc hydrocarbyl thứ nhất và thứ hai T, E và Q là C_1-C_{20} alkyl tùy ý được thế, C_6-C_{12} aryl tùy ý được thế, C_7-C_{20} aralkyl tùy ý được thế, hoặc C_2-C_{20} alkenyl tùy ý được thế. Ví dụ, theo một số phương án, ít nhất một trong số các gốc hydrocarbyl thứ nhất T và E được chọn từ $-(CH_2)_2-$ và hydroxypropylen, như $-CH_2-CH(OH)-CH_2-$ chẳng hạn. Tốt hơn, nếu Q được chọn từ propyl, butyl, pentyl, hexyl, 2-ethylhexyl, octyl, decyl, C_7-C_{20} alkylphenyl (ví dụ cresyl, nonylphenyl), xetyl, octenyl, và octadexyl. Theo một số phương án, Q được chọn từ butyl, 2-ethylhexyl, phenyl, cresyl, nonylphenyl, xetyl, octenyl, và octadexyl. Khi A^2-Q là H, thì tốt hơn nếu mỗi T và E độc lập được chọn từ C_2-C_8 alkylen tùy ý được thế, isophoron và hydroxypropylen.

Theo một phương án khác, sáng chế đề xuất chế phẩm chứa sản phẩm phản ứng trùng hợp của ít nhất là một polyamin, hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ nhất, và hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ hai, sản phẩm phản ứng trùng hợp này có trọng lượng phân tử trung bình khối ít nhất khoảng 500, trong đó:

hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ nhất chứa nhóm $-Si(OR'')_3$ và nhóm chứa nitơ hoạt tính, trong đó $R'' = H$, C_1-C_{20} alkyl tùy ý được thế, C_6-C_{12} aryl tùy ý được thế, C_7-C_{20} aralkyl tùy ý được thế, C_2-C_{20} alkenyl tùy ý được thế, ion kim loại Nhóm I, ion kim loại Nhóm II, hoặc NR^1_4 , mỗi R^1 độc lập được chọn từ H, C_1-C_{20} alkyl tùy

ý được thế, C_6-C_{12} aryl tùy ý được thế, C_7-C_{20} aralkyl tùy ý được thế, và C_2-C_{20} alkenyl tùy ý được thế;

hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ hai chứa nhóm chứa nitơ hoạt tính và không chứa nhóm $Si(OR'')_3$; và

ít nhất một trong số polyamin và hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ hai chứa gốc hydrocarbyl tùy ý được thế có số nguyên tử cacbon nằm trong khoảng từ 2 tới 40.

Thuật ngữ "PRP1" có thể được sử dụng trong bản mô tả để chỉ sản phẩm phản ứng trùng hợp như vậy. Các polyamin khác nhau có thể được sử dụng để tạo ra PRP1. Ví dụ, theo một phương án, polyamin bao gồm đơn vị lặp lại có công thức $-(CH_2)_r-NR''''-$, trong đó R là một số nguyên nằm trong khoảng từ 1 tới 20 và R'''' là H, C_1-C_{20} alkyl tùy ý được thế, C_6-C_{12} aryl tùy ý được thế, C_7-C_{20} aralkyl tùy ý được thế, hoặc C_2-C_{20} alkenyl tùy ý được thế. Theo một phương án khác, polyamin chứa nhóm $(NR^4)_2-J-(NR^4)_2$, trong đó J là đoạn hydrocarbyl tùy ý được thế có số nguyên tử cacbon nằm trong khoảng từ 2 tới 40; và mỗi R^4 độc lập là H, C_{1-8} alkyl tùy ý được thế, hoặc C_{6-10} aryl tùy ý được thế. Tốt hơn là, đoạn hydrocarbyl J là nhóm C_3-C_{20} alkyl tùy ý được thế, C_3-C_{20} alkenyl tùy ý được thế hoặc C_3-C_{20} aryl tùy ý được thế. Tốt hơn là, polyamin là C_6-C_{20} diamin béo. Các ví dụ về các polyamin thích hợp bao gồm polyetylenimin, trietylentetramin, 1,2-di-aminoetan, 1,3-di-aminopropan, 1,4-di-aminobutan, 1,5-di-aminopentan, 1,5-di-aminohexan, 1,8-di-aminooctan, diaminoisophoron, aminoanilin, và aminometylbenzylamin.

Các hợp chất có hoạt tính phản ứng nitơ chứa Si khác nhau có thể được sử dụng để tạo ra PRP1. Các hợp chất có hoạt tính phản ứng nitơ chứa Si thích hợp chứa nhóm chứa nitơ hoạt tính, được đưa ra làm ví dụ, chứa các nhóm chức halogenua, sulfat, epoxit, isoxyanat, anhydrit, axit carboxylic, và/hoặc axit clorua được tạo cấu hình một cách thích hợp. Các ví dụ về các nhóm chứa nitơ hoạt tính thích hợp bao gồm alkyl halogenua (ví dụ, cloropropyl, brometyl, clometyl, và bromundexyl), epoxy (ví dụ, glyxidoxypropyl, 1,2-epoxyamyl, 1,2-epoxyđexyl hoặc 3,4-epoxyxyclohexyletyl), isoxyanat (ví dụ isoxyanatopropyl hoặc isoxyanatometyl phản ứng để tạo ra liên kết ure), anhydrit (ví dụ, malonic anhydrit, succinic anhydrit) và sự kết hợp của các nhóm này, được đưa ra làm ví dụ là sự kết hợp của nhóm hydroxyl và halogenua, như 3-clo-2-hydroxypropyl.

Trietoxysilylpropylsuccinic anhydrit, glyxidoxypropyl trimetoxysilan và cloropropyl trimetoxysilan là các ví dụ cho các hợp chất có hoạt tính phản ứng nitơ chứa nhóm $-\text{Si}(\text{OR}'')_3$ nhóm và nhóm chứa nitơ hoạt tính. Nhiều hợp chất như vậy là đã biết đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, ví dụ, xem Patent Mỹ số 6,814,873, nó được kết hợp vào đây bằng cách viện dẫn và cụ thể là nhằm mục đích mô tả các hợp chất như vậy và các phương pháp để kết hợp chúng vào các polyme.

Các hợp chất có hoạt tính phản ứng nitơ khác nhau chứa nhóm chứa nitơ hoạt tính và không chứa nhóm $\text{Si}(\text{OR}'')_3$ có thể được sử dụng để tạo ra PRP1. Các hợp chất có hoạt tính phản ứng nitơ thích hợp bao gồm các hợp chất chứa một hoặc nhiều nhóm chứa nitơ hoạt tính đã được đề cập ở trên. Các ví dụ không nhằm giới hạn về các hợp chất có hoạt tính phản ứng nitơ chứa nhóm chứa nitơ hoạt tính và không chứa nhóm $\text{Si}(\text{OR}'')_3$ bao gồm các C_1 - C_{20} alkyl halogenua (ví dụ, các clorua, các bromua, và các iotua của các alkyl như metyl, etyl, propyl, butyl, pentyl, hexyl, và octyl), các alkenyl halogenua như allyl clorua, các aralkyl halogenua như benzyl clorua, các alkyl sulfat như dimetyl sulfat, các hợp chất chứa ít nhất một nhóm epoxit (ví dụ các rượu glyxidyl, các phenol, và các amin), và các hợp chất chứa nhóm anhydrit như các alkenyl malonic anyđrit và/hoặc các alkenyl succinic anhydrit chẳng hạn. Các ví dụ về các hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ hai được ưu tiên bao gồm dimetylsulfat, clooctan, clohexan, benzyl clorua, epiclohydrin, glyxidyl 4-nonylphenylete, butyl glyxidyl ete, 2-ethylhexyl glyxidyl ete, phenyl glyxidyl ete, C_{12} - C_{14} alkyl glyxidyl ete, cresyl glyxidyl ete, octenylsuccinic anhydrit và octadecenylsuccinic anhydrit. Theo một số phương án, hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ hai (chứa nhóm chứa nitơ hoạt tính và không chứa nhóm $\text{Si}(\text{OR}'')_3$) chứa ít nhất là hai nhóm chức có hoạt tính phản ứng nitơ, chúng có thể là giống nhau hoặc khác nhau.

Chế phẩm bao gồm PRP1 có thể chứa polyme P1. Ví dụ, theo một phương án, PRP1 bao gồm đơn vị lặp lại có công thức (I) và đơn vị lặp lại có công thức (II), trong đó T, E, Q, A^1 , A^2 và R có giá trị giống như đã nêu ở trên. Cần phải hiểu rằng các điều kiện thứ nhất, thứ hai, thứ ba, thứ tư và thứ năm được mô tả ở trên đối với polyme P1, có thể áp dụng một mình hoặc kết hợp cùng với nhau, trong phần mô tả PRP1 bao gồm polyme P1.

Các polyme và các chế phẩm được mô tả trong bản mô tả có thể được tạo ra theo nhiều cách khác nhau. Ví dụ, PRP1 và polyme P1 có thể được điều chế bởi phản ứng của các nguyên liệu đã mô tả ở trên cùng với nhau dưới các điều kiện thích hợp, theo trình tự bất kỳ, là polyamin, hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ nhất, và hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ hai. Cần phải hiểu rằng mỗi trong số polyamin, hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ nhất, và hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ hai có thể chứa hỗn hợp của các hợp chất cụ thể. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể xác định các điều kiện phản ứng thích hợp và điều chế các polyme nằm trong phạm vi rộng và các chế phẩm (ví dụ PRP1 và polyme P1), bằng cách áp dụng thực nghiệm thông thường đã được hướng dẫn bởi các thông tin được đề xuất trong bản mô tả.

Theo phương án thứ nhất của phương pháp tạo ra PRP1 và polyme P1, polyamin khung xương (như polyetylenimin chẳng hạn), thông thường có trọng lượng phân tử tương đối cao (so với monome amin đa chức được mô tả dưới đây), được tạo chức bằng cách cho phản ứng với hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ nhất (nhằm kết hợp các nhóm $-Si(OR'')_3$), và hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ hai (nhằm kết hợp hoặc làm tăng tính kỵ nước). Trong nhiều trường hợp, tổng độ dài của polyamin khung xương không được tăng lên, mặc dù trọng lượng phân tử của polyamin được tăng lên bởi việc gắn nhóm chứa Si và nhóm kỵ nước không chứa Si. Trọng lượng phân tử cũng có thể được tăng lên bởi việc tạo liên kết ngang. Trong nhiều trường hợp, phản ứng không mang bản chất trùng hợp, mà thay vào đó là sự tạo chức polyme (cùng với sự tạo liên kết ngang có thể xảy ra). Sản phẩm của phản ứng như vậy (nó có thể là PRP1 hoặc P1) có thể được nhắc đến trong bản mô tả dưới dạng polyamin đã được cải biến tính kỵ nước đã silan hoá. Các ví dụ 1-6 ở dưới minh họa các phương pháp tạo ra các polyme theo phương án thứ nhất này.

Theo phương án thứ hai của phương pháp tạo ra PRP1 và polyme P1, monome hoặc oligome polyamin có trọng lượng phân tử tương đối thấp (ví dụ, monome amin đa chức như trietylentetramin) được cho phản ứng với hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ nhất và hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ hai. Theo phương án thứ hai này, ít nhất một trong số hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ nhất và hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ hai có chứa ít nhất hai nhóm chức có hoạt tính phản ứng nitơ, và sự tạo thành cuối cùng của polyme thu được có thể được xem là bao gồm sự trùng

hợp ngưng tụ giữa polyamin và (các) hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ nhất và/hoặc thứ hai, cùng với sự tạo liên kết ngang có thể xảy ra. Các ví dụ 7-15 ở dưới minh họa các phương pháp tạo ra các polyme theo phương án thứ hai này.

Các phương pháp xử lý vảy cặn

Các polyme và các chế phẩm được mô tả trong bản mô tả (ví dụ PRP1 và polyme P1, bao gồm tất cả các phương án được mô tả trong bản mô tả) là hữu ích để xử lý vảy cặn (ví dụ vảy cặn nhôm-silicat) trong các dòng xử lý trong quy trình công nghiệp khác nhau, ví dụ các dòng xử lý Bayer, nước nồi hơi, dòng xử lý chất thải hạt nhân, dòng xử lý chế tạo giấy. Các phương pháp để xử lý vảy cặn có thể là được tiến hành bằng cách trộn lẫn polyme với dòng xử lý với lượng đủ hiệu quả để làm giảm hoặc loại trừ vảy cặn. Theo các phương án được ưu tiên, các phương pháp như vậy tạo ra một cách bất ngờ sự cải tiến đáng kể trong việc khử vảy cặn. Theo một phương án, sáng chế đề xuất phương pháp để làm giảm hoặc loại trừ vảy cặn trong quy trình công nghiệp, bao gồm bước bổ sung polyme và/hoặc chế phẩm như được đề xuất trong bản mô tả vào quy trình, tốt hơn là với lượng đủ hiệu quả để làm giảm hoặc loại trừ vảy cặn. Thông thường, hàm lượng polyme và/hoặc chế phẩm đủ hiệu quả để làm giảm hoặc loại trừ vảy cặn (ví dụ, vảy cặn nhôm-silicat) trong dòng xử lý là nằm trong khoảng từ 1ppm tới 500ppm, tính theo khối lượng dòng xử lý, mặc dù trong một số trường hợp các lượng nhỏ hơn hoặc lớn hơn có thể là có hiệu quả. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể xác định các lượng hữu hiệu của polyme và/hoặc chế phẩm cho một dòng hơi quy trình cụ thể, bằng cách áp dụng thực nghiệm thông thường đã được hướng dẫn bởi các thông tin được đề xuất trong bản mô tả.

Theo các phương án được ưu tiên, các polyme và/hoặc các chế phẩm đặc biệt hữu ích để xử lý vảy cặn nhôm-silicat trong các dòng xử lý trong quy trình công nghiệp khó xử lý, như như trong quy trình sản xuất nhôm oxit Bayer, các dòng phế thải hạt nhân và các dòng thải nghiền giấy gói hàng. Theo một phương án, sáng chế đề xuất phương pháp để xử lý vảy cặn trong dòng xử lý khó xử lý, bao gồm bước trộn lẫn polyme với dòng xử lý với lượng đủ hiệu quả để làm giảm hoặc loại trừ vảy cặn nhôm-silicat trong dòng xử lý. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này đều quen thuộc với các dòng xử lý khó xử lý, chúng có thể có một hoặc nhiều đặc tính bất kỳ hoặc ở dạng kết hợp trong số: hàm lượng sulfat ít

nhất khoảng 1 g/L, hàm lượng oxit sắt đã phân tán ở dạng mịn ít nhất khoảng 20mg/L, hàm lượng sodalit đã phân tán ở dạng mịn ít nhất khoảng 20mg/L, và/hoặc nồng độ nitrat/nitrit đã kết hợp ít nhất khoảng 0,5mol.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Phương pháp thử nghiệm A: dịch lỏng khó xử lý được điều chế và được sử dụng để thử nghiệm các polyme được mô tả trong các ví dụ ở dưới. Dịch lỏng khó xử lý được tạo ra bằng cách bổ sung 12mL dung dịch natri silicat (27,7g/L dung dịch natri silicat chứa 28,9% SiO_2) vào 108mL dung dịch natri aluminat chứa natri aluminat, hydroxit natri dư, natri cacbonat, và natri sulfat. Sau khi trộn, dung dịch này có chứa 0,8g/L SiO_2 , 45g/L Al_2O_3 , 150g/L NaOH, 60g/L Na_2CO_3 , và 20g/L Na_2SO_4 . Các phần phân ước của dung dịch này được cho vào các lọ polyetylen loại 125mL. Polyme được mô tả trong các ví dụ ở dưới cũng được bổ sung vào lọ (nói chung, polyme được bổ sung dưới dạng dung dịch chứa 0,1-10% chất phản ứng hoạt tính); các mẫu trắng (đối chứng) cũng được điều chế mà không có polyme. Các lọ đã đậy kín này được gia nhiệt cùng với khuấy ở 100°C trong 18 ± 2 giờ. Ở thời điểm kết thúc 18 giờ, các lọ này được mở và dung dịch được lọc. Khi không có chất phụ gia polyme trong hệ thống (các thử nghiệm trắng), thì nhôm-silicat đáng kể được tạo ra và được thu hồi trên giấy lọc. Tổng nhôm-silicat đã kết tủa trong các thử nghiệm trông thường là khoảng 200mg. Trong các ví dụ ở dưới, lượng nhôm-silicat đã kết tủa là một số đo về hoạt tính chống cặn và được biểu hiện theo phần trăm nhôm-silicat đã được tạo thành trong các thử nghiệm trắng tương ứng là một phần của tập hợp thử nghiệm như nhau. Các kết quả thu được bằng cách sử dụng các polyme dùng để so sánh được đánh dấu "*" trong các Bảng ở dưới.

Dịch lỏng khó xử lý này chứa các hàm lượng tương đối cao của sulfat và cacbonat và được xem là khó xử lý hơn so với dịch lỏng được mô tả trong Patent Mỹ số 6,814,873, và do vậy đại diện cho một dịch lỏng Bayer khó xử lý. Duy nhất khoảng 150mg chất kết tủa được tạo ra trong các thử nghiệm trắng với dịch lỏng được mô tả trong Patent Mỹ số 6,814,873, trái lại một lượng lớn hơn (thông thường khoảng 200 mg) chất kết tủa tạo ra trong các thử nghiệm trắng với dịch lỏng khó xử lý được sử dụng để thử nghiệm các polyme được mô tả trong các ví dụ ở dưới.

Phương pháp thử nghiệm B: Phương pháp này được tiến hành theo cùng cách giống như Phương pháp thử nghiệm A chỉ khác là 150mg/L chất rắn "bùn đỏ"

được bổ sung vào dịch lỏng thử nghiệm. Các chất rắn bùn đỏ này được tạo ra bằng cách rửa, sấy và nghiền chất thải bùn đỏ thực tế thu được từ thiết bị sản xuất oxit nhôm Bayer.

Phương pháp thử nghiệm C: Phương pháp này được tiến hành theo cùng cách giống như Phương pháp thử nghiệm A chỉ khác là 50mg/L chất rắn sodalit được bổ sung vào dịch lỏng thử nghiệm và thử nghiệm được tiến hành chỉ trong bốn giờ thay vì 18. Các chất rắn sodalit này được tạo ra bằng cách cho kaolanh phản ứng với hydroxit natri.

Ví dụ 1

Sản phẩm A (so sánh) được tạo ra như sau: 10,00g polyetylenimin (Lupasol WF của hãng BASF) được trộn với khoảng 2,19g glyxiđoxypropyl trimetoxysilan (4%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI). Hỗn hợp này được gia nhiệt ở 75°C trong 16 giờ để tạo ra sản phẩm phản ứng trùng hợp. Sau đó, dung dịch NaOH trong nước (20g/L) được bổ sung để thủy phân các nhóm metoxysilan thành các nhóm -Si-ONa để tạo ra dung dịch 10% của muối natri.

Sản phẩm B1 (đã được cải biến tính kỵ nước) được tạo ra theo cách tương tự như sau: 10,00g polyetylenimin (Lupasol WF của hãng BASF) được trộn với 2,19g glyxiđoxypropyltrimetoxysilan (4%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI) và 0,71g clooctan (2%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI). Hỗn hợp này được gia nhiệt ở 75°C trong 16 giờ để tạo ra sản phẩm phản ứng trùng hợp. Sau đó, dung dịch NaOH trong nước (20g/L) được bổ sung để tạo ra dung dịch 10% của muối natri.

Sản phẩm B2 (đã được cải biến tính kỵ nước) được tạo ra như sau: 8,66g polyetylenimin (Lupasol WF của hãng BASF) được trộn với 1,90g glyxiđoxypropyltrimetoxysilan (4%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI) và 1,34 benzyl clorua (5,26%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI). Hỗn hợp này được gia nhiệt ở 75°C trong 16 giờ để tạo ra sản phẩm phản ứng trùng hợp. Sau đó, dung dịch NaOH trong nước (20g/L) được bổ sung để tạo ra dung dịch 10% của muối natri.

Các thử nghiệm so sánh các Sản phẩm A, B1 và B2 (Bảng 1) theo Phương pháp thử nghiệm A cho thấy rằng các sản phẩm tương đối kỵ nước B 1 và B2 tạo ra sự khử đáng kể hàm lượng sodalit đã kết tủa.

Bảng 1: % sodalit đã kết tủa

No.	Sản phẩm	Liều lượng	
		5ppm	3ppm
1A*	A	19	35
1B	B1	0,4	4,1
1C*	A	12	
1D	B2	2,0	

Ví dụ 2

Sản phẩm C (đã được cải biến tính kỵ nước) được tạo ra như sau: 10,00g polyetylenimin (Lupasol WF được chế tạo bởi hãng BASF) được trộn với 2,19g glyxiđoxypropyltrimetoxysilan (4%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI) và 0,64g glyxiđyl 4-nonylphenylete (1%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI). Hỗn hợp này được gia nhiệt ở 75°C trong 16 giờ để tạo ra sản phẩm phản ứng trùng hợp. Sau đó, dung dịch NaOH trong nước (20g/L) được bổ sung để tạo ra dung dịch 10% của muối natri.

Các thử nghiệm so sánh các Sản phẩm A và C (Bảng 2) theo Phương pháp thử nghiệm A cho thấy rằng sản phẩm kỵ nước đáng kể C tạo ra sự khử đáng kể hàm lượng sodalit đã kết tủa.

Bảng 2: % sodalit đã kết tủa

No.	Sản phẩm	Liều lượng	
		5ppm	3ppm
2A*	A	12	32
2B	C	0	49

Ví dụ 3

Sản phẩm D (so sánh) được tạo ra như sau: 5,00g polyetylenimin (Lupasol PR 8515 của hãng BASF) được trộn với khoảng 1,1g glyxiđoxypropyl trimetoxysilan (4%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI). Hỗn hợp này được giữ ở nhiệt độ trong phòng trong 16 giờ, tiếp đó được gia nhiệt ở 75°C trong 4 giờ để tạo ra sản phẩm phản ứng trùng hợp. Sau đó, dung dịch NaOH trong nước (20g/L) được bổ sung để thủy phân các nhóm metoxysilan thành các nhóm -Si-ONa để tạo ra dung dịch 10% của muối natri.

Sản phẩm E (đã được cải biến tính kỵ nước) được tạo ra như sau: 5,00g polyetylenimin (Lupasol PR 8515 của hãng BASF) được trộn với 1,10g

glyxidoxypropyltrimetoxysilan (4%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI) và 0,64g glyxidyl 4-nonylphenylete (1%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI). Hỗn hợp này được giữ ở nhiệt độ trong phòng trong 16 giờ, tiếp đó được gia nhiệt ở 75°C trong 4 giờ để tạo ra sản phẩm phản ứng trùng hợp. Sau đó, dung dịch NaOH trong nước (20g/L) được bổ sung để tạo ra dung dịch 10% của muối natri.

Các Sản phẩm F và G được tạo ra theo cách thức giống như Sản phẩm E, chỉ khác là 1,61g glyxidyl 4-nonylphenylete (5%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI) được sử dụng để tạo ra Sản phẩm F, và 3,21g glyxidyl 4-nonylphenylete (10%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI) được sử dụng để tạo ra sản phẩm G, thay vì lượng glyxidyl 4-nonylphenylete được sử dụng để tạo ra Sản phẩm E.

Các thử nghiệm so sánh các Sản phẩm D, E, F và G (Bảng 3) theo Phương pháp thử nghiệm A cho thấy rằng các sản phẩm tương đối kỵ nước E, F và G tạo ra sự khử đáng kể hàm lượng sodalit đã kết tủa.

Bảng 3: % sodalit đã kết tủa

No.	Sản phẩm	Liều lượng			
		20ppm	10ppm	5ppm	3ppm
3A*	D	96	100		
3B	E	0,1	1,3	20	54
3C	F	0	0,2	1,1	9,3
3D	G	0	0	25	24

Ví dụ 4

Sản phẩm H (so sánh) được tạo ra như sau: 5,00g polyetylenimin (Lupasol PR 8515 của hãng BASF) được trộn với khoảng 0,92g cloropropyl trimetoxysilan (4%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI). Hỗn hợp này được giữ ở nhiệt độ trong phòng trong 16 giờ, tiếp đó được gia nhiệt ở 75°C trong 4 giờ để tạo ra sản phẩm phản ứng trùng hợp. Sau đó, dung dịch NaOH trong nước (20g/L) được bổ sung để thủy phân các nhóm metoxysilan thành các nhóm -Si-ONa để tạo ra dung dịch 10% của muối natri.

Sản phẩm I (đã được cải biến tính kỵ nước) được tạo ra như sau: 5,00g polyetylenimin (Lupasol PR 8515 của hãng BASF) được trộn với 0,92g cloropropyl trimetoxysilan (4%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI) và 1,46g dimetylsulfat (10%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI). Hỗn hợp này được giữ ở nhiệt độ trong phòng trong 16 giờ, tiếp đó được gia nhiệt ở 75°C trong 4 giờ

để tạo ra sản phẩm phản ứng trùng hợp. Sau đó, dung dịch NaOH trong nước (20g/L) được bổ sung để tạo ra dung dịch 10% của muối natri.

Các thử nghiệm so sánh các Sản phẩm H và I (Bảng 4) theo Phương pháp thử nghiệm A cho thấy rằng sản phẩm kỵ nước đáng kể I tạo ra sự khử đáng kể hàm lượng sodalit đã kết tủa.

Bảng 4: % sodalit đã kết tủa

No.	Sản phẩm	Liều lượng	
		100ppm	300ppm
4A*	H	80	7,9
4B	I	4,3	0

Ví dụ 5

Sản phẩm J (so sánh) được tạo ra như sau: 5,00g polyetylenimin (Lupasol PR 8515 của hãng BASF) được trộn với khoảng 1,65g glycidoxypropyl trimetoxysilan (6%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI). Hỗn hợp này được giữ ở nhiệt độ trong phòng trong 16 giờ, tiếp đó được gia nhiệt ở 75°C trong 4 giờ để tạo ra sản phẩm phản ứng trùng hợp. Sau đó, dung dịch NaOH trong nước (20g/L) được bổ sung để thủy phân các nhóm metoxysilan thành các nhóm -Si-ONa để tạo ra dung dịch 10% của muối natri.

Các Sản phẩm K-R (đã được cải biến tính kỵ nước) được tạo ra như sau: 5,00g polyetylenimin (Lupasol PR 8515 của hãng BASF) được trộn với khoảng 1,65g glycidoxypropyl trimetoxysilan (6%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI) và lượng hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ hai (5%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI) được thể hiện trong Bảng 5. Các hỗn hợp này được giữ ở nhiệt độ trong phòng trong 16 giờ, tiếp đó được gia nhiệt ở 75°C trong 4 giờ để tạo ra các sản phẩm phản ứng trùng hợp. Sau đó, dung dịch NaOH trong nước (20g/L) được bổ sung để thủy phân các nhóm metoxysilan thành các nhóm -Si-ONa để tạo ra dung dịch 10% của muối natri.

Các thử nghiệm so sánh các Sản phẩm J-R (Bảng 5) theo Phương pháp thử nghiệm A cho thấy rằng các sản phẩm tương đối kỵ nước K-R tạo ra sự khử đáng kể hàm lượng sodalit đã kết tủa.

Bảng 5: % sodalit đã kết tủa

No.	Sản phẩm	Hợp chất chứa nito hoạt tính thứ hai	Liều lượng (5ppm)
5A*	J	Không	100
5B	K	4-nonylphenyl glyxidyl ete	0,5
5C	L	butyl glyxidyl ete	83
5D	M	2-ethylhexyl glyxidyl ete	1,1
5E	N	phenyl glyxidyl ete	70
5F	O	C ₁₂ -C ₁₄ alkylglyxidyl ete	8,4
5G	P	cresyl glyxidyl ete	23
5H	Q	octenylsuccinic anhydrit	6,5
5I	R	octadecenylsuccinic anhydrit	86

Ví dụ 6

Sản phẩm S (so sánh) được tạo ra như sau: 10,00g polyetylenimin (Lupasol WF của hãng BASF) được trộn với khoảng 1,1g glyxiđoxypropyl trimetoxysilan (2%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI). Hỗn hợp này được gia nhiệt ở 75°C trong 5 giờ để tạo ra sản phẩm phản ứng trùng hợp. Sau đó, dung dịch NaOH trong nước (20g/L) được bổ sung để thủy phân các nhóm metoxysilan thành các nhóm -Si-ONa để tạo ra dung dịch 10% của muối natri.

Sản phẩm T (đã được cải biến tính kỵ nước) được tạo ra như sau: 10,00g polyetylenimin (Lupasol WF của hãng BASF) được trộn với 1,10g glyxiđoxypropyltrimetoxysilan (2%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI) và 0,064g glyxiđyl 4-nonylphenylete (0,1%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI). Hỗn hợp này được gia nhiệt ở 75°C trong 5 giờ để tạo ra sản phẩm phản ứng trùng hợp. Sau đó, dung dịch NaOH trong nước (20g/L) được bổ sung để tạo ra dung dịch 10% của muối natri.

Các Sản phẩm U và V được tạo ra theo cách thức giống như Sản phẩm T, chỉ khác là 0,128g glyxiđyl 4-nonylphenylete (0,2%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI) được sử dụng để tạo ra Sản phẩm U, và 0,32g glyxiđyl 4-nonylphenylete (0,5%mol tính theo trọng lượng đơn vị lặp lại PEI) được sử dụng để tạo ra Sản phẩm V, thay vì lượng glyxiđyl 4-nonylphenylete được sử dụng để tạo ra Sản phẩm T.

Các thử nghiệm so sánh các Sản phẩm S, T, U và V (Bảng 6) theo Phương pháp thử nghiệm A cho thấy rằng các sản phẩm tương đối kỵ nước E, F và G tạo ra

sự khử đáng kể hàm lượng sodalit đã kết tủa, và các sản phẩm chứa các hàm lượng tương đối thấp của nonylphenyl (NP) có tính năng được cải thiện.

Bảng 6: % sodalit đã kết tủa

No.	Sản phẩm	Liều lượng		
		10ppm	5ppm	3ppm
6A*	S (0)	5,0	22,6	43,5
6B	T (0,1)	0,2	15,0	26,8
6C	U (0,2)	0	12,7	25,4
6D	V (0,5)	0	6,6	20,7

Các ví dụ 7-15

20,0g triethylentetramin (TETA) được hòa tan trong hỗn hợp của 50mL nước đã khử ion và 2,0g dung dịch hydroxit natri 50%. Trong khi khuấy, 7,8g glycidylxypropyltrimetoxysilan được bổ sung từng giọt và hỗn hợp thu được được khuấy trong một giờ. Sau đó 10,1gm epiclohydrin (Epi) được bổ sung từng giọt. Nhiệt độ được giữ ở dưới 30⁰C bằng cách làm lạnh trong bể đá. Sau khi hoàn tất sự tỏa nhiệt, 14,6gm dung dịch hydroxit natri 50% được bổ sung từng giọt, cùng với làm lạnh để giữ nhiệt độ ở dưới 30⁰C để tạo ra sản phẩm phản ứng trùng hợp (Ví dụ 7).

Các sản phẩm polyme của các Ví dụ 8-15 được điều chế theo cách tương tự, chỉ khác là: ở các Ví dụ 8-11 và 13, khoảng một phần ba (tính theo hệ mol) của triethylentetramin được thay bằng 1,8-điaminooctan (Ví dụ 8), điaminoisophoron (Ví dụ 9), 1,2-điaminoetan (Ví dụ 10), 1,3-điaminopropan (Ví dụ 11) hoặc 1,6-điaminohexan (Ví dụ 13); ở Ví dụ 12, 20,0gm triethylentetramin đầu tiên được cho phản ứng với 0,2mol (tính theo TETA và Epi) glycidylnonylphenol (GNP) trong 5 giờ ở 80⁰C trước khi được cho phản ứng với epiclohydrin, hydroxit natri và glycidylxypropyltrimetoxysilan; và ở các Ví dụ 14 và 15, TETA lần lượt được thay bằng N,N'-bis(3-aminopropyl)etylendiamin (BAPED) và N,N'-bis(3-aminopropyl)-1,3-propandiamin (BAPPD). Các chế phẩm của các polyme thu được được trình bày trong Bảng 7A. Các giá trị "%mol" được biểu hiện theo phần trăm tổng monome khung xương (tổng các amin và epiclohydrin).

Bảng 7A: Các chế phẩm polyme

Ví dụ	Amin oligom e	Điamin	Số Mol Tetra min	% mol Tetra min	Số mol điami n	% mol điami n	Số mol Epi	% mol Epi	Tổng số mol polyme khung xương	Số mol GN P	Số mol silan	% mol silan
7	TETA	Không	1	55,56		0,00	0,80	44,44	1,80		0,24	13,33
8	TETA	1,8-điaminooctan	0,7	33,33	0,60	28,57	0,80	38,10	2,10		0,24	11,43
9	TETA	điaminoisophoron	0,7	33,33	0,60	28,57	0,80	38,10	2,10		0,24	11,43
10	TETA	1,2-điaminoetan	0,7	33,33	0,60	28,57	0,80	38,10	2,10		0,24	11,43
11	TETA	1,3-điaminopropan	0,7	33,33	0,60	28,57	0,80	38,10	2,10		0,24	11,43
12	TETA	không	1	55,56		0,00	0,80	44,44	1,80	0,20	0,24	13,33
13	TETA	1.6-diamonhexan	0,7	33,33	0,60	28,57	0,80	38,10	2,10		0,24	11,43
14	BAPE D	không	1	55,56		0,00	0,80	44,44	1,80		0,24	13,33
15	BAPP D	không	1	55,56		0,00	0,80	44,44	1,80		0,24	13,33
TETA = trietylentetramin BAPED = N,N'-Bis(3-aminopropyl)etylendiamin BAPPD = N,N'-Bis(3-aminopropyl)-1.3-propandiamin Epi = Epichlorhydrin												
Ví dụ 12 được điều chế bằng 0,2 mol GMP												

Các polyme ở các ví dụ 7-15 bao gồm đơn vị lặp lại có công thức (I) và đơn vị lặp lại có công thức (II) trong đó E là $-\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2-$, A^1 là $\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$, R'' là Na, và trong đó A^2 , T và Q là được thể hiện trong Bảng 7B ở dưới.

Bảng 7B: các chế phẩm polyme

Ví dụ	A^2	T	Q
7	không	$-(\text{CH}_2)_2-$	H
8	không	$-(\text{CH}_2)_8- + -(\text{CH}_2)_2-$	H
9	không	Isophoron 5-(1.3.3-trimethylxyclohexylmetyl) + $-(\text{CH}_2)_2-$	H
10	không	$-(\text{CH}_2)_2-$	H
11	không	$-(\text{CH}_2)_3- + -(\text{CH}_2)_2-$	H
12	$-\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2-\text{O}-$	$-(\text{CH}_2)_2-$	nonylphenyl
13	không	$-(\text{CH}_2)_6- + -(\text{CH}_2)_2-$	H
14	không	$-(\text{CH}_2)_3- + -(\text{CH}_2)_2-$	H
15	không	$-(\text{CH}_2)_3-$	H

Các ví dụ 16A-N

Các thử nghiệm so sánh các sản phẩm polyme ở các Ví dụ 7-15 theo Phương pháp thử nghiệm A cho thấy (Bảng 8) rằng tính kỵ nước hơn đáng kể ở các Ví dụ 7-15 nói chung tạo ra sự khử tốt hơn hàm lượng sodalit đã kết tủa. Đối với các thử nghiệm này, mẫu trắng không chứa polyme.

Bảng 8: % sodalit đã kết tủa

Ví dụ	Sản phẩm	Liều lượng			
		10ppm	20ppm	50ppm	300ppm
16A	Ví dụ 7	98	96	96	87
16B	Ví dụ 8	31	2	4	
16C	Ví dụ 9	80	46	31	
16D	Ví dụ 7	98	98		
16E	Ví dụ 10	98	97		92
16F	Ví dụ 11	99	100		97
16G	Ví dụ 8	8	1		
16H	Ví dụ 9	58	5		
16I	Ví dụ 12	66	60		
16J	Ví dụ 7	99	98		
16K	Ví dụ 8	11	1		
16L	Ví dụ 13	91	52		
16M	Ví dụ 14	24	1		
16N	Ví dụ 15	2	0		

Các ví dụ 17-30

Dịch lỏng tổng hợp khó xử lý (đại diện cho dòng chất thải hạt nhân ở mức độ cao) được điều chế bằng cách hoà tan các muối thích hợp trong nước để tạo ra chế phẩm được thể hiện trong Bảng 9.

Bảng 9

Thành phần dịch lỏng	Độ mol
OH ⁻	1,60
Al	0,50
Si	0,0156
NO ₃ ⁻	1,94
NO ₂ ⁻	1,37
CO ₃ ⁻	0,31
C ₂ O ₄ ⁻	0,00345
PO ₄ ³⁻	0,016
K	0,0090
Cl	0,010
SO ₄ ²⁻	0,028

Dãy polyetylenimin đã được cải biến tính kỵ nước được điều chế theo cách tương tự với cách được mô tả cho Sản phẩm B1 trong Ví dụ 1 ở trên, chỉ khác là butyl clorua (Loại keo kỵ nước: B), hexyl clorua (Loại keo kỵ nước: H), hoặc 4-nonylphenyl glycidyl ete (Loại keo kỵ nước: GNP) được sử dụng thay cho

clooctan. Các thử nghiệm được tiến hành so sánh tính năng của các sản phẩm polyme thu được với nhau, bằng cách sử dụng dịch lỏng tổng hợp khó xử lý được mô tả trong Bảng 9, theo phương pháp thử nghiệm được mô tả ở trên. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 10 minh họa tính hữu ích của các sản phẩm polyme này để làm giảm hàm lượng sodalit đã kết tủa trong dịch lỏng tổng hợp khó xử lý này. Trong Bảng 10, % vảy cặn được đưa ra theo phần trăm của mẫu trắng trong đó không sử dụng chất ức chế vảy cặn.

Bảng 10

Ví dụ	% mol lượng silan	PEI MW	Loại keo kỵ nước và % mol	Liều lượng mg/L	% vảy cặn so với mẫu trắng
17	4	25k	B (5%)	300	9
18	4	25k	B (11%)	300	10
19	4	25k	B (18%)	300	10
20	4	25k	B (25%)	300	14
21	4	25k	H (5%)	300	7
22	4	25k	H (11%)	300	9
23	4	25k	H (18%)	300	11
24	4	25k	H (25%)	300	12
25*	4	1,2k	Không	300	99
26	4	1,2k	GNP (2%)	300	100
27	4	1,2k	GNP (5%)	300	80
28	4	1,2k	GNP (10%)	300	4
29	4	1,2k	GNP (15%)	300	2
30	4	25k	GNP (8%)	300	25

Các ví dụ 31-34

Polyme #1 được tạo ra theo cùng cách giống như Sản phẩm C trong Ví dụ 2, chỉ khác là lượng gấp hai lần glycidyl 4-nonylphenyl ete (2%mol tính theo trọng lượng đơn vị PEI) được sử dụng.

Polyme #2 được tạo ra theo cùng cách giống như Sản phẩm C trong Ví dụ 2, chỉ khác là glycidyl 2-ethylhexyl ete (2%mol tính theo trọng lượng đơn vị PEI) được sử dụng thay cho glycidyl 4-nonylphenyl ete.

Polyme #3 được tạo ra theo cùng cách giống như Sản phẩm C trong Ví dụ 2, chỉ khác là glycidyl octyl/dexyl ete (2%mol tính theo trọng lượng đơn vị PEI) được sử dụng thay cho glycidyl 4-nonylphenyl ete.

Các thử nghiệm so sánh các Sản phẩm #1, #2 và #3 với Sản phẩm A được tiến hành theo các Phương pháp thử nghiệm A và C (Bảng 11). Các kết quả cho thấy rằng các polyme có tính kỵ nước hơn đáng kể ở các Ví dụ 31-33 tạo ra sự khử

vảy cặn tốt hơn đáng kể so với Sản phẩm ít kỵ nước hơn A đối với cả ba loại dịch lỏng khó xử lý.

Bảng 11: % sodalit đã kết tủa

No.	Sản phẩm	Phương pháp thử nghiệm	
		A (liều lượng 5ppm)	B (liều lượng 5ppm)
31*	A	20	46
32	Polyme #1	0	3,8
33	Polyme #2	0	0,1
34	Polyme #3	0,6	11,6

Các ví dụ 35-52

Các sản phẩm được thể hiện trong các Bảng 12 và 13 ở dưới được tạo ra bằng PEI như nhau và theo cùng cách giống như Sản phẩm F trong Ví dụ 3, chỉ khác là nhóm nonylphenyl được thay bằng octyl/dexyl (10%mol so với PEI) hoặc 2-ethylhexyl (5%mol so với PEI), và % mol glyxiđoxypropyltrimetoxysilan so với PEI được thay đổi như được thể hiện. Các kết quả của các thử nghiệm được tiến hành trên các polyme này theo các Phương pháp thử nghiệm A, B và C cho thấy rằng các polyme có tính kỵ nước hơn đáng kể nói chung tạo ra sự khử vảy cặn tốt hơn đáng kể so với các polyme đối chứng đối với cả ba loại dịch lỏng khó xử lý.

Bảng 8

% sodalit đã tạo ra so với mẫu trắng (không bổ sung chất phản ứng)

	Nhóm kỵ nước (silan)	Phương pháp thử nghiệm A		Phương pháp thử nghiệm C	
		Liều lượng			
		4ppm	10ppm	5ppm	10ppm
Sản phẩm D	không (4% silan)		100		
Sản phẩm #4	10% octyl/dexyl (4% silan)	0		4,7	3,3
Sản phẩm #5	10% octyl/dexyl (5% silan)	0		3,1	1,7
Sản phẩm #6	10% octyl/dexyl (6% silan)	0		2,0	1,8
Sản phẩm #7	10% octyl/dexyl (8% silan)	0		2,3	0,4
Sản phẩm F	5% nonylphenyl (4% silan)	0		8,2	0,2
Sản phẩm K	5% nonylphenyl (6% silan)	1,8		8,0	0,7
Sản phẩm #8	5% 2-ethylhexyl (4% silan)	2,3		10,7	3,5
Sản phẩm M	5% 2-ethylhexyl (6% silan)	0,6		4,2	0,9
Sản phẩm #9	5% 2-ethylhexyl (8% silan)	4,0		5,9	1,1

Bảng 9

% sodalit đã tạo ra so với mẫu trắng (không bổ sung chất phản ứng)

		Phương pháp thử thí nghiệm A		Phương pháp thử thí nghiệm C	
		Liều lượng			
	Nhóm kỵ nước (silan)	4ppm	10ppm	5ppm	10ppm
Sản phẩm D	không (4% silan)		100		
Sản phẩm #4	10% octyl/dexyl (4% silan)	0		4,7	(7,2)
Sản phẩm #5	10% octyl/dexyl (5% silan)	0		6,4	1,2
Sản phẩm #6	10% octyl/dexyl (6% silan)	0		5,7	0
Sản phẩm #7	10% octyl/dexyl (8% silan)	0		0	0
Sản phẩm K	5% nonylphenyl (6% silan)	1,8		0	0
Sản phẩm M	5% 2-etylhexyl (6% silan)	0,6		1,3	0
Sản phẩm #9	5% 2-etylhexyl (8% silan)	4,0		5,9	1,1

Các ví dụ 53-104

Các sản phẩm polyme được tạo ra và được thử nghiệm như được mô tả trong các Ví dụ 1-52 ở trên, chỉ khác là các muối kali của các polyme được tạo ra bằng cách thủy phân bằng hydroxit kali thay cho hydroxit natri. Các kết quả tương tự đã thu được.

Các ví dụ 105-156

Các sản phẩm polyme được tạo ra và được thử nghiệm như được mô tả trong các Ví dụ 1-52 ở trên, chỉ khác là các muối kali của các polyme được tạo ra bằng cách thủy phân bằng hydroxit amoni thay cho hydroxit natri. Các kết quả tương tự đã thu được.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Chế phẩm xử lý vảy cặn chứa sản phẩm phản ứng trùng hợp của:

polyamin,

hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ nhất, và

hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ hai,

trong đó:

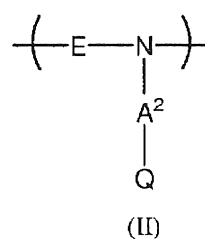
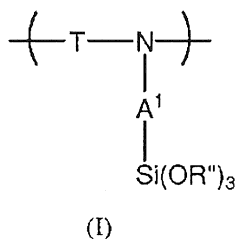
polyamin bao gồm đơn vị có công thức $-(CH_2)_r-NR^2-$, trong đó r là một số nguyên nằm trong khoảng từ 1 tới 20, và R^2 là H, C_1-C_{20} alkyl tùy ý được thế, C_6-C_{12} aryl tùy ý được thế, C_7-C_{20} aralkyl tùy ý được thế hoặc C_2-C_{20} alkenyl tùy ý được thế;

hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ nhất chứa nhóm $-Si(OR)_3$ và nhóm chứa nitơ hoạt tính, trong đó R là H, C_1-C_{20} alkyl tùy ý được thế, C_6-C_{12} aryl tùy ý được thế, C_7-C_{20} aralkyl tùy ý được thế, C_2-C_{20} alkenyl tùy ý được thế, ion kim loại Nhóm I, ion kim loại Nhóm II hoặc NR^1_4 , trong đó mỗi R^1 độc lập được chọn từ H, C_1-C_{20} alkyl tùy ý được thế, C_6-C_{12} aryl tùy ý được thế, C_7-C_{20} aralkyl tùy ý được thế và C_2-C_{20} alkenyl tùy ý được thế;

hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ hai là 2-ethylhexyl glycidyl ete; và

ít nhất một trong số polyamin và hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ hai chứa gốc hydrocarbyl tùy ý được thế có số lượng nguyên tử cacbon nằm trong khoảng 2 tới 40.

2. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó sản phẩm phản ứng trùng hợp bao gồm đơn vị có công thức (I) và đơn vị có công thức (II):



trong đó:

mỗi T và E độc lập là gốc hydrocarbyl thứ nhất tùy ý được thế có số lượng nguyên tử cacbon nằm trong khoảng 2 tới 40;

Q là gốc hydrocarbonyl thứ hai tùy ý được thế có số lượng nguyên tử cacbon nằm trong khoảng từ 1 tới 20;

mỗi A^1 và A^2 độc lập là liên kết trực tiếp hoặc nhóm liên kết hữu cơ có số lượng nguyên tử cacbon nằm trong khoảng từ 1 tới 20; và

R là H, C_1 - C_{20} alkyl tùy ý được thế, C_6 - C_{12} aryl tùy ý được thế, C_7 - C_{20} aralkyl tùy ý được thế, C_2 - C_{20} alkenyl tùy ý được thế, ion kim loại Nhóm I, ion kim loại Nhóm II hoặc NR^1_4 , trong đó mỗi R^1 độc lập được chọn từ H, C_1 - C_{20} alkyl tùy ý được thế, C_6 - C_{12} aryl tùy ý được thế, C_7 - C_{20} aralkyl tùy ý được thế và C_2 - C_{20} alkenyl tùy ý được thế.

3. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó sản phẩm phản ứng trùng hợp có trọng lượng phân tử trung bình khối ít nhất là 500.

4. Chế phẩm theo điểm 1, trong đó hợp chất chứa nitơ hoạt tính thứ nhất là glyxidoxypropyl trimetoxysilan.