



(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)



1-0046096

(51)^{2020.01} C25F 3/16; C09G 1/02

(13) B

(21) 1-2020-03210

(22) 21/01/2019

(86) PCT/ES2019/070027 21/01/2019

(87) WO2019/145588 01/08/2019

(30) P201830074 26/01/2018 ES

(45) 26/05/2025 446

(43) 25/03/2021 396A

(73) DRYLYTE, S.L. (ES)

C/. Salvador Alarma nº 16 08035 BARCELONA (ES)

(72) SANSANEDAS MILLET, Pau (ES).

(74) Công ty cổ phần Tư vấn S&B (S&B CONSULTANT., CORP.)

(54) PHƯƠNG PHÁP LÀM NHẼN VÀ ĐÁNH BÓNG KIM LOẠI BẰNG CÁCH VẬN CHUYỂN ION QUA CÁC CHẤT RẮN TỰ DO SỬ DỤNG H₂SO₄ LÀM CHẤT ĐIỆN PHÂN

(21) 1-2020-03210

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp làm nhẵn và đánh bóng kim loại bằng cách vận chuyển ion qua các chất rắn tự do sử dụng H_2SO_4 làm chất điện phân, cụ thể là các phần kim loại, ví dụ trong trang sức, dựa trên vận chuyển ion với các chất rắn tự do dẫn điện trong môi trường khí, các chất rắn được đề cập bao gồm các hạt hình cầu có độ xốp và độ dính bám để giữ lại chất điện phân sao cho chúng có tính dẫn điện đáng kể, trong đó sử dụng dung dịch H_2SO_4 có nồng độ thay đổi tùy thuộc vào kim loại hoặc hợp kim của phần được đánh bóng và trong đó các chất rắn tự do tốt hơn là các khối cầu polyme rỗng li ti trao đổi các ion của chất đồng trùng hợp styren-divinylbenzen được sulfonat hóa.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực công nghiệp về làm nhẵn và đánh bóng các phần kim loại, ví dụ như các hợp kim và trang sức vàng, đặc biệt bao gồm các quy trình đánh bóng bằng điện bởi các hạt.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống khác để làm nhẵn và đánh bóng các kim loại trong các môi trường có chất rắn tự do (các hạt) đã được biết đến.

Trong thời gian dài, nhiều thiết bị khác nhau đã được sử dụng trong đó mài mòn cơ học được tạo ra qua các hạt không được gắn vào bất kỳ vật chống nào, có các hình học và kích cỡ khác nhau, và có độ cứng lớn hơn vật liệu được xử lý.

Các thiết bị được đề cập tạo ra ma sát của các hạt trên các phần được xử lý do thực tế là chúng tạo ra chuyển động tương đối giữa các hạt với nhau.

Các thiết bị này gồm các khoang chứa xoay (các trống), ví dụ, các khoang chứa rung hoặc các thiết bị phun cát.

Tuy nhiên, tất cả các hệ thống dựa trên mài mòn cơ học trực tiếp, ví dụ như các hệ thống đã được đề cập trước đây, có hạn chế nghiêm trọng ở điểm chúng tác động đến các phần theo cách thiếu đồng bộ, có nghĩa là có tỷ lệ nhất định giữa áp suất gây ra bởi các phương tiện mài mòn (các hạt) trên các phần và lượng vật liệu bị ăn mòn, các mảnh nhô lên của các phần thường bị mòn và làm nhẵn quá mức.

Hơn nữa, tổng năng lượng cơ học được sử dụng trong các hệ thống đã đề cập trong nhiều trường hợp là lý do gây tổn hại cho các phần, gây ra bởi các va đập và biến dạng do lực quá mức.

Ngoài ra, các hệ thống dựa trên mài mòn cơ học tạo các bề mặt trên các phần kim loại có biến dạng dẻo, và bằng cách làm như vậy, chúng chắc chắn hút giữ lượng đáng kể các vật liệu ngoại lai, trong nhiều trường hợp làm cho việc xử lý không phù hợp do ô nhiễm các lớp bề mặt của vật liệu.

Cũng như vậy, các hệ thống đánh bóng được tiến hành bằng các cách xử lý bằng dòng điện một chiều cường độ nhỏ đã được biết đến, trong đó các phần kim loại đang xử lý được nhấn ngập trong chất lỏng điện phân và không chứa các hạt rắn, ví dụ như các điện cực dương, được biết đến như đánh bóng bằng điện.

Các quy trình đã đề cập có ưu thế ở điểm chúng tạo các bề mặt không bị ô nhiễm bề mặt, không giống như quá trình mài mòn cơ học chuyên biệt đã được đề cập trước đây.

Hiện tại, tác dụng cân bằng trên độ nhám hơn một vài micron đạt được trong nhiều trường hợp là không đủ, và do đó các quá trình xử lý đã đề cập được sử dụng chủ yếu để hoàn thiện các quy trình mài mòn cơ học trước đó.

Hơn nữa, các quy trình bằng dòng điện một chiều cường độ nhỏ trong đó các phần kim loại đang xử lý được nhúng ngập trong chất lỏng điện phân chứa (các hạt) chất rắn tự do chuyển động trong đó.

Các chất điện phân được phát triển cho các quy trình đã đề cập tạo các lớp điện cực dương dày hơn trong các quy trình điện không có các hạt, sao cho khi các hạt được chứa trong đó tương tác cơ học với lớp điện cực dương, độ nhám được làm nhẵn hiệu quả xuống còn một milimet.

Tuy nhiên, trong cả hai trường hợp, các quy trình bằng dòng điện một chiều cường độ nhỏ thường dùng cho đến nay tạo độ hao hụt, ví dụ như rỗ hoặc phân đoạn các bề mặt, liên quan đến cấu trúc tinh thể và thành phần của kim loại đang xử lý, việc sử dụng chúng trong nhiều trường hợp bị hạn chế ở những phần, do thành phần của chúng (hợp kim) và xử lý đúc và định hình, đã được chứng minh bằng thực nghiệm rằng chúng có thể được xử lý mà không có độ hao hụt không thể chấp nhận đã đề cập.

Để giải quyết các hạn chế này, người nộp đơn này là chủ đơn đăng ký sáng chế, số ES2604830A1, bộc lộ quy trình để làm nhẵn và đánh bóng các kim loại bằng cách vận chuyển ion bằng phương tiện là các chất rắn tự do, cũng như các chất rắn dẫn điện để tiến hành quy trình được đề cập, bao gồm kết nối các phần với cực dương của máy phát điện bằng phương tiện là bộ phận kẹp được liên kết với thiết bị, và đưa nó ma sát với các hạt chất rắn tự do dẫn điện được kết hợp trong khoang chứa với môi trường khí chiếm không gian kẽ và tiếp xúc điện với cực âm (điện cực âm) của máy phát điện, trực tiếp thông qua khoang chứa hoặc vòng hoạt động như điện cực âm, và trong đó các vật thể rắn là các hạt có độ xốp và độ dính bám có khả năng giữ lại chất lỏng điện phân dưới lượng bão hòa, sao cho chúng có tính dẫn điện.

Hiện tại, đối tượng của sáng chế này là cung cấp cho thị trường cách sử dụng H_2SO_4 làm chất điện phân lý tưởng cho dạng quy trình này, hơn nữa, ở tỷ lệ lý tưởng trong cùng dung dịch dựa trên dạng kim loại hoặc hợp kim của các phần được làm bóng để thu được các kết quả tối ưu.

Như đã biết, H_2SO_4 là axit được sử dụng rộng rãi cho các quy trình tẩy mạ, khắc mòn và đánh bóng bằng điện trên nhiều kim loại. Nó tạo thành muối tan với hầu hết tất cả kim loại, vì nó là axit đa cực, và chứng minh sự tồn tại của các lớp điện cực dương khiến cho đánh bóng bằng điện khả thi.

Cũng như vậy, như có thể thấy cho đến nay, sử dụng các axit cùng áp suất hơi cao như: HNO_3 , HF , HCl ,..., chắc chắn có sự vận chuyển chất điện phân do bay hơi và ngưng tụ theo sau trong lõi khối cầu polyme và trên bề mặt của các phần được đánh bóng. Điều này dẫn đến các tác động điện hóa không bị giới hạn trong mối quan hệ hình

học chặt chẽ giữa các khối cầu và bề mặt được đánh bóng, kết quả là, các kết quả có khuyết điểm.

Mặt khác, sử dụng H_2SO_4 cùng áp suất rất thấp dẫn đến ít rủi ro về các tác động đã đề cập hơn. Do đó, các kết quả, ví dụ trên Ti, rất phù hợp, dẫn đến các bề mặt sáng bóng ngoạn mục và độ nhám cuối cùng rất thấp.

Mặt khác, tham khảo tình trạng hiện nay của lĩnh vực, có thể khẳng định rằng người nộp đơn không biết về việc sử dụng H_2SO_4 làm chất điện phân trong các quy trình để làm nhẵn và đánh bóng các kim loại bằng cách vận chuyển ion qua các chất rắn tự do hoặc các quy trình đánh bóng bằng điện khác.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế, như được thể hiện qua tên của bản mô tả, đề cập đến phương pháp làm nhẵn và đánh bóng kim loại bằng cách vận chuyển ion qua các chất rắn tự do sử dụng H_2SO_4 làm chất điện phân, có các ưu thế và đặc trưng sẽ được mô tả chi tiết dưới đây và sáng chế có tính mới đáng chú ý khi so sánh với các sáng chế đã được biết đến gần đây trong lĩnh vực được đề cập.

Mục đích của sáng chế này cụ thể là sử dụng dung dịch dựa trên H_2SO_4 làm chất lỏng điện phân trong các quy trình để làm nhẵn và đánh bóng các phần kim loại, ví dụ các mảnh trang sức, dựa trên vận chuyển ion qua các chất rắn tự do, trong đó các vật thể được đề cập có tính dẫn điện và được kết hợp với nhau trong môi trường khí, sắp xếp các phần kim loại theo cách sao cho chúng kết nối với cực dương của nguồn điện, ví dụ như máy phát điện trực tiếp và, tốt hơn là, chuyển động tương ứng tập hợp (các hạt) chất rắn và được sắp xếp sao cho chúng tạo tiếp xúc điện với cực âm của nguồn điện, và trong đó các chất rắn đã được đề cập là các hạt polyme rỗng li ti có khả năng giữ lại trong đó lượng cụ thể chất lỏng chất điện phân đã đề cập, sao cho chúng có tính dẫn điện đáng kể làm cho chúng dẫn điện, chất điện phân này bao gồm dung dịch H_2SO_4 được sử dụng ở các tỷ lệ khác nhau dựa trên dạng kim loại hoặc hợp kim được làm nhẵn hoặc đánh bóng.

Cụ thể là, mục đích của sáng chế là nhằm bảo vệ quy trình sử dụng chất điện phân cụ thể để đánh bóng thép, thép không gỉ, Cr-Co, các hợp kim nhôm và titan.

Mô tả chi tiết sáng chế

Cụ thể là, như đã được chỉ định trước đây, sáng chế đề cập đến phương pháp làm nhẵn và đánh bóng kim loại bằng cách vận chuyển ion qua các chất rắn tự do sử dụng H_2SO_4 làm chất điện phân, và cụ thể hơn là, để làm nhẵn và đánh bóng các phần kim loại, ví dụ các mảnh trang sức, không bị giới hạn các ví dụ khác, dựa trên việc vận chuyển ion được thực hiện cùng (các hạt) chất rắn tự do có tính dẫn điện trong môi trường khí, các chất rắn được đề cập bao gồm các hạt hình cầu có độ xốp vừa đủ và độ dính bám để giữ lại lượng cụ thể chất lỏng điện phân đã đề cập sao cho chúng có độ dẫn điện đáng kể.

Tốt hơn là, các chất rắn tự do đã đề cập được sử dụng cho quy trình đã đề cập là

các khối cầu polyme rỗng li ti trao đổi các ion polystyren sulfonat hóa, cụ thể hơn là, các khối cầu được cấu tạo bởi chất nền đồng trùng hợp styren-divinylbenzen rắn có các nhóm chức năng sulfonic SO_3^- , với mật độ $1,24 \text{ Kg/m}^3$, có khả năng trao đổi ion bằng hoặc lớn hơn: $1,7 \text{ eq/L}$, cùng đường kính từ $0,6 \text{ mm}$ đến $0,8 \text{ mm}$ và khả năng giữ nước là 52% đến 58%, gồm, ví dụ là nhựa dẻo như loại được tiếp thị dưới tên AMBERLITE 252RFH®.

Lý do sử dụng các dạng các khối cầu này là, xét chúng được tạo thành từ polymer hữu cơ, do đó, chứa tỷ lệ lớn các lỗ rỗng liên kết với nhau, được phân bố đồng đều trong lõi của các khối cầu, chúng tạo thành vật liệu mang lại sự chiết trung phù hợp giữa độ cứng và khả năng giữ chất lỏng điện phân, đồng thời, khả năng giải phóng tạm thời chất lỏng điện phân dưới áp suất cao và biến dạng thu được của các khối cầu.

Hơn nữa, chúng cũng có điện trở hóa chất cao, chịu được nồng độ cao của các axit mạnh, ví dụ như axit sulfuric H_2SO_4 .

Chúng cũng có đường kính phù hợp để thuận lợi đánh bóng và san bằng độ nhám hiện tại trong đa số các phần cho bộ phân giả nha khoa kim loại.

Trong trường hợp bất kỳ, như đã đề cập, chất lỏng điện phân được sử dụng là dung dịch H_2SO_4 với nồng độ thay đổi dựa trên dạng kim loại hoặc hợp kim của phần được đánh bóng. Việc sử dụng chất điện phân này đã được nghiên cứu cụ thể trên thép, thép không gỉ, các hợp kim Cr-Co, cũng như các hợp kim Nickel, Titan và Nhôm.

Thép, thép không gỉ hoặc các hợp kim Cr-Co

Cụ thể là, đối với chất điện phân được hấp thụ để ứng dụng các phần được tạo ra từ thép, thép không gỉ hoặc các hợp kim Cr-Co được đánh bóng, việc sử dụng dung dịch H_2SO_4 với nồng độ từ 8% đến 25% (tốt hơn là 15%), và tốt hơn là ở tỷ lệ 40% đến 50% chất điện phân tính trên polyme khô, được dự tính.

Các hợp kim Ni

Đối với chất điện phân được hấp thụ để xử lý các phần được tạo ra từ "Inconel" dạng các hợp kim Ni, việc sử dụng dung dịch H_2SO_4 với nồng độ từ 15% đến 30% (tốt hơn là 20%) được dự tính.

Ti

Đối với chất điện phân được hấp thụ để xử lý các phần được tạo ra từ Ti và các hợp kim của chúng, việc sử dụng dung dịch H_2SO_4 trong rượu có khối lượng phân tử nhỏ hơn 100 được dự tính, các rượu được đề cập có là rượu đơn hoặc đa, ví dụ như: metanol, etanol, propanol, etylen glycol, dietylen glycol, propylen glycol, glyxerol, được sử dụng riêng rẽ hoặc đồng thời.

Chất điện phân được sử dụng cho Ti có hàm lượng nước rất thấp, nhỏ hơn 5%, từ đó trung hòa xu hướng mạnh mẽ của kim loại được đề cập bị làm chậm phản ứng bởi quá trình oxy hóa theo: $\text{Ti} + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{TiO}_2 + 4\text{H} + 4 \text{e}^-$

Bằng cách sử dụng các rượu có độ nhớt thấp, ví dụ như metanol và etanol (metanol: 0,5 cps, nước: 1 cps), một mặt có thể đạt được khả năng hấp thụ tốt trong các hạt polyme của chất đồng trùng hợp styren-divinylbenzen, và mặt khác đạt được độ linh động chất điện phân cao thông qua mạng lưới lỗ rỗng hạt, từ đó dẫn đến trong quy trình đánh bóng và làm nhẵn có tốc độ tương tự với tốc độ của các quy trình đối với thép và các hợp kim Cr-Co (từ 2 đến 10 micron độ dày/phút).

Tốt hơn là, và vì những lý do đã đề cập trên, chất điện phân gồm metanol và axit sulfuric với nồng độ axit sulfuric tương ứng với metanol từ 10% đến 30%, tốt hơn là 20%, được sử dụng.

Thành phần nước tốt hơn là phải được giới hạn ở mức tối đa 5%.

Ví dụ: H₂O: 80% H₂SO₄: 18% H₂O: 2%

Quy trình tốt hơn là được phát triển trong môi trường khí khan không có O₂ (ví dụ: N₂, CO₂, Ar,...)

Tốt hơn là, với điện thế được áp dụng từ 30V đến 80V và với sự đảo chiều theo chu kỳ có trạng thái chiếm ưu thế tạm thời là bán kỳ trong đó các phần được đánh bóng là các điện cực dương, ví dụ: 2 giây + 0,5 giây.

Việc bổ sung các halogen, tốt hơn là các clorua và/hoặc các florua ở các tỷ lệ từ 0,05% đến 0,4% được dự tính tốt hơn là làm các chất phụ gia để đẩy nhanh quy trình.

Ví dụ: H₂O: 80% H₂SO₄: 17,8% H₂O: 2% NaCl: 0,2%

Kích thước nhỏ của các nguyên tử Cl, ngoài thực tế là các clorua của Ti dễ hòa tan, xác minh khả năng chống lại tính thụ động hiệu quả do hình thành các lớp oxit, từ đó, dẫn đến vận chuyển ion hiệu quả.

Đối với làm nhẵn và đánh bóng nhôm, các chất điện phân tương tự với các chất phù hợp cho Ti nhưng với thành phần nước và clorua lớn hơn tốt hơn là được sử dụng.

Metanol: 30% nước: 40% H₂SO₄: 17% NaCl: 13%

Thành phần chất lỏng điện phân tương ứng với các vật thể hấp thụ polyme tốt hơn là từ 40 đến 50%.

Bản chất của sáng chế được đề cập đã được mô tả đầy đủ, cũng như các cách thực hiện sáng chế, không cần thiết đưa ra giải thích cho bất kỳ chuyên gia nào trong lĩnh vực được đề cập để hiểu được phạm vi và các ưu thế xuất phát từ sáng chế, xác định rằng, trong bản chất của sáng chế, sáng chế có thể được thực hiện theo các phương án khác về chi tiết so với phương án được đề cập thông qua ví dụ, và các phương án này cũng được bao gồm trong các yêu cầu bảo hộ, với điều kiện là chúng không thay thế, thay đổi hoặc sửa đổi nguyên tắc cơ bản của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp làm nhẵn và đánh bóng kim loại bằng cách vận chuyển ion qua các chất rắn tự do sử dụng H_2SO_4 làm chất điện phân, và cụ thể là để làm nhẵn và đánh bóng các phần kim loại, ví dụ như các mảnh trang sức, dựa trên vận chuyển ion được thực hiện với các chất rắn tự do có tính dẫn điện trong môi trường khí, các chất rắn được đề cập bao gồm các hạt hình cầu có độ xốp vừa đủ và độ dính bám để giữ lại lượng cụ thể của chất điện phân sao cho chúng có độ dẫn điện đáng kể, có điểm khác biệt là, dung dịch H_2SO_4 được sử dụng với nồng độ thay đổi dựa trên dạng kim loại hoặc hợp kim của phần được đánh bóng.

2. Phương pháp làm nhẵn và đánh bóng kim loại bằng cách vận chuyển ion qua các chất rắn tự do sử dụng H_2SO_4 làm chất điện phân theo điểm 1, có điểm khác biệt là, khi ứng dụng chúng trên các phần được tạo ra từ thép, thép không gỉ hoặc các hợp kim Cr-Co, dung dịch H_2SO_4 được sử dụng với nồng độ từ 8% đến 25% được dự tính.

3. Phương pháp làm nhẵn và đánh bóng kim loại bằng cách vận chuyển ion qua các chất rắn tự do sử dụng H_2SO_4 làm chất điện phân theo điểm 2, có điểm khác biệt là, khi ứng dụng chúng trên các phần được tạo ra từ thép, thép không gỉ hoặc các hợp kim Cr-Co, nồng độ H_2SO_4 trong dung dịch là 15%.

4. Phương pháp làm nhẵn và đánh bóng kim loại bằng cách vận chuyển ion qua các chất rắn tự do sử dụng H_2SO_4 làm chất điện phân theo điểm 2 hoặc điểm 3, có điểm khác biệt là, khi ứng dụng chúng trên các phần được tạo ra từ thép, thép không gỉ hoặc các hợp kim Cr-Co, dung dịch H_2SO_4 có tỷ lệ 40% đến 50% tính trên polyme khô.

5. Phương pháp làm nhẵn và đánh bóng kim loại bằng cách vận chuyển ion qua các chất rắn tự do sử dụng H_2SO_4 làm chất điện phân theo các điểm từ điểm 1 đến điểm 4, có điểm khác biệt là, đối với ứng dụng chúng trên các phần được tạo ra từ các hợp kim Ni, dung dịch H_2SO_4 với nồng độ từ 15% đến 30% được dự tính.

6. Phương pháp làm nhẵn và đánh bóng kim loại bằng cách vận chuyển ion qua các chất rắn tự do sử dụng H_2SO_4 làm chất điện phân theo điểm 5, có điểm khác biệt là, khi ứng dụng chúng trên các phần được tạo ra từ các hợp kim Ni, dung dịch H_2SO_4 được sử dụng với nồng độ 20% được dự tính.

7. Phương pháp làm nhẵn và đánh bóng kim loại bằng cách vận chuyển ion qua các chất rắn tự do sử dụng H_2SO_4 làm chất điện phân theo điểm 1, có điểm khác biệt là, khi ứng dụng chúng trên các phần được tạo ra từ các hợp kim Ti, dung dịch H_2SO_4 được sử dụng trong rượu có khối lượng phân tử nhỏ hơn 100 được dự tính.

8. Phương pháp làm nhẵn và đánh bóng kim loại bằng cách vận chuyển ion qua các chất rắn tự do sử dụng H_2SO_4 làm chất điện phân theo điểm 7, có điểm khác biệt là, chất điện phân được sử dụng có thành phần nước nhỏ hơn 5%.

9. Phương pháp làm nhẵn và đánh bóng kim loại bằng cách vận chuyển ion qua

các chất rắn tự do sử dụng H_2SO_4 làm chất điện phân theo điểm bất kỳ từ điểm 7 đến điểm 8, có điểm khác biệt là, khi ứng dụng chúng trên các phần được tạo ra từ các hợp kim Ti, chất điện phân gồm metanol và axit sulfuric với nồng độ axit sulfuric là 10% và 30% được sử dụng tương ứng với metanol được dự tính.

10. Phương pháp làm nhẵn và đánh bóng kim loại bằng cách vận chuyển ion qua các chất rắn tự do sử dụng H_2SO_4 làm chất điện phân theo điểm bất kỳ trong các điểm từ điểm 7 đến điểm 9, có điểm khác biệt là, khi ứng dụng chúng trên các phần được tạo ra từ các hợp kim Ti, quy trình được thực hiện trong môi trường khí khan không có O_2 với điện thế được áp dụng từ 30 đến 80V và với sự đảo chiều theo chu kỳ có trạng thái chiếm ưu thế tạm thời là bán kỳ trong đó các phần được đánh bóng là các điện cực dương.

11. Phương pháp làm nhẵn và đánh bóng kim loại bằng cách vận chuyển ion qua các chất rắn tự do sử dụng H_2SO_4 làm chất điện phân theo điểm bất kỳ trong các điểm từ điểm 7 đến điểm 10, có điểm khác biệt là, khi ứng dụng chúng trên các phần được tạo ra từ các hợp kim Ti, việc bổ sung các halogen được dự tính để làm các chất phụ gia nhằm đẩy nhanh quy trình.

12. Phương pháp làm nhẵn và đánh bóng kim loại bằng cách vận chuyển ion qua các chất rắn tự do sử dụng H_2SO_4 làm chất điện phân theo điểm 11, có điểm khác biệt là, khi ứng dụng chúng trên các phần được tạo ra từ các hợp kim Ti, các halogen là các clorua và/hoặc các florua ở các tỷ lệ từ 0,05% đến 0,4%.

13. Phương pháp làm nhẵn và đánh bóng kim loại bằng cách vận chuyển ion qua các chất rắn tự do sử dụng H_2SO_4 làm chất điện phân theo điểm bất kỳ trong các điểm đã đề cập, có điểm khác biệt là, các chất rắn tự do được sử dụng trong quy trình là các khối cầu polyme rỗng li ti trao đổi các ion của các chất đồng trùng hợp styren-divinylbenzen được sulfonat hóa.