



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

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

(11)



1-0031847

(51)⁸ C22B 3/00; C22B 3/22; H01M 10/54; (13) B
C22B 5/00; C25C 1/18; H01M 10/06;
C22B 3/20; C22B 3/44

(21) 1-2017-05044

(22) 13/05/2016

(86) PCT/US2016/032332 13/05/2016

(87) WO 2016/183428 A1 17/11/2016

(30) 62/160,844 13/05/2015 US

(45) 25/05/2022 410

(43) 26/03/2018 360A

(73) AQUA METALS INC. (US)

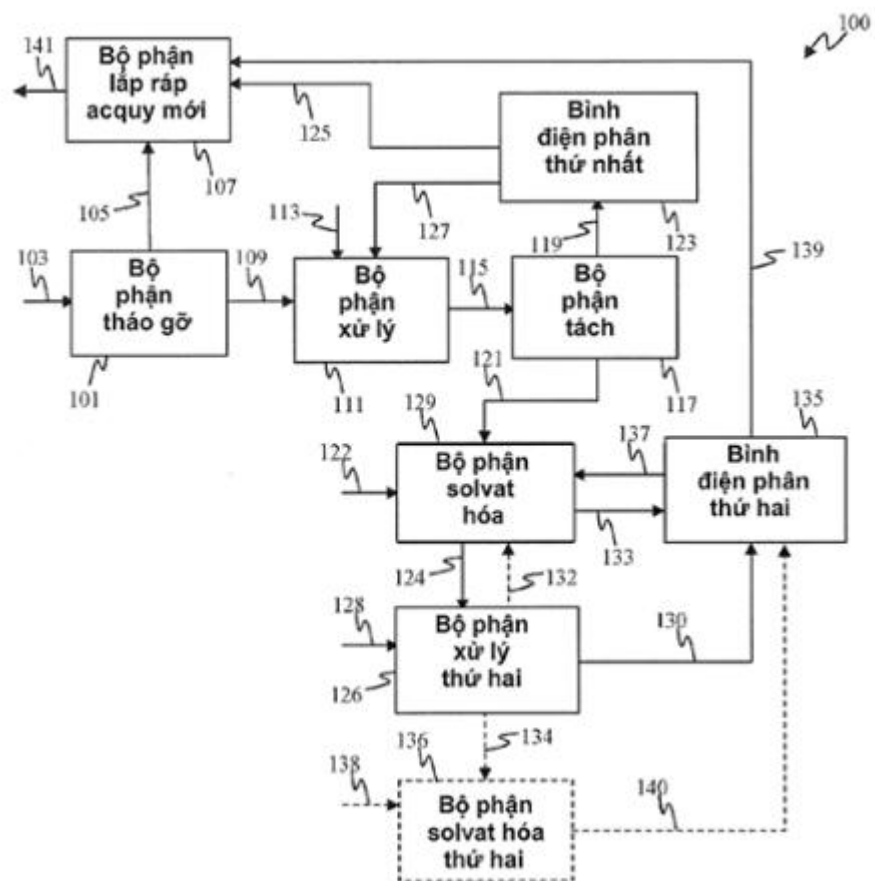
1010 Atlantic Ave., Suite 101, Alameda, California 94501, United States of America

(72) CLARKE, Robert Lewis (US); DOUGHERTY, Brian (US); CLARKE, Richard (US); MOHANTA, Samaresh (CA).

(74) Công ty Luật TNHH WINCO (WINCO LAW FIRM)

(54) PHƯƠNG PHÁP THU HỒI VÀ TÁI CHẾ CHÌ TỪ BỘT BÃ CHÌ CỦA ACQUY CHÌ-AXIT

(57) Sáng chế đề cập tới phương pháp thu hồi và tái chế chì từ bột bã chì của acquy chì-axit. Chì được thu hồi từ bột bã chì của acquy chì-axit trong quy trình liên tục. Bột bã chì được cho tiếp xúc với bazơ để tạo ra chất nổi ở trên và chất kết tủa. Chất kết tủa được tách ra khỏi chất nổi ở trên, và được cho tiếp xúc với axit alkan sulfonic để tạo ra hỗn hợp của dung dịch ion chì và chì đioxit không hòa tan. Chì đioxit được khử bằng chất khử để tạo ra chì oxit, và chì oxit được kết hợp với dung dịch ion chì để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp để cho phép quy trình liên tục mà không có sự tích tụ chì đioxit. Chì được thu hồi từ dung dịch ion chì kết hợp bằng cách điện phân.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới lĩnh vực tái chế các acquy chì-axit và chất thải chứa chì sulfat khác, và cụ thể hơn, sáng chế đề cập tới phương pháp thu hồi và tái chế chì từ bột bã chì của acquy chì-axit.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Mô tả về tình trạng kỹ thuật của sáng chế có thể là hữu dụng để hiểu rõ sáng chế. Điều này không có nghĩa là thông tin bất kỳ theo sáng chế đều đề cập tới giải pháp kỹ thuật đã biết hoặc có liên quan tới giải pháp được xác định trong phần yêu cầu bảo hộ, hoặc công bố bất kỳ được mô tả cụ thể hoặc nhắc đến ở đây đều là giải pháp kỹ thuật đã biết của sáng chế.

Các nỗ lực khác nhau đã được thực hiện nhằm loại bỏ các công đoạn nấu chảy khi tái chế các acquy chì-axit (LAB) và sử dụng các dung dịch thân thiện hơn với môi trường. Ví dụ, patent Mỹ số 4,927,510 đề cập tới việc thu hồi gần như toàn bộ chì ở dạng kim loại tinh khiết từ bột bã acquy sau quy trình loại lưu huỳnh. Tất cả các công bố được xác định ở đây được kết hợp bằng cách viện dẫn trong chừng mực như thể từng công bố đơn hoặc patent riêng biệt này được chỉ định cụ thể và riêng biệt để được kết hợp bằng cách viện dẫn. Khi định nghĩa hoặc việc sử dụng một thuật ngữ trong tài liệu tham khảo được kết hợp là không phù hợp hoặc trái ngược hẳn với định nghĩa của thuật ngữ được xác định ở đây, định nghĩa của thuật ngữ này theo sáng chế được áp dụng và định nghĩa của thuật ngữ theo tài liệu viện dẫn không được áp dụng. Theo một ví dụ khác, patent Canada số 1,310,837 cũng đề cập tới việc thu hồi chì ở dạng kim loại từ bột bã đã loại lưu huỳnh. Bột bã được ngâm chiết bằng một axit để chiết tách bằng điện phân và PbO_2 không hòa tan được khử bằng cách sử dụng hydro peroxit. Không may là, patent Mỹ số 4,927,510 và patent Canada số 1,310,837

đều đòi hỏi việc sử dụng chất điện phân chứa flo (ví dụ, axit floroboric hoặc flosilic), và điều này vẫn gây ra vấn đề nghiêm trọng tương đương.

Để khắc phục một số khó khăn liên quan tới chất điện phân chứa flo, nguyên liệu hoạt động chì đã loại lưu huỳnh đã được hòa tan trong axit metan-sulfonic như được mô tả trong patent Mỹ số 5,262,020 và patent Mỹ số 5,520,794. Tuy nhiên, vì chì sulfat hòa tan khá kém trong axit metan-sulfonic, công đoạn loại lưu huỳnh sơ bộ ở phía trước vẫn là cần thiết và các chất không hòa tan còn lại thường làm giảm năng suất chung và khiến cho quy trình trở nên không hấp dẫn về mặt kinh tế. Để cải thiện ít nhất một trong số các khía cạnh liên quan tới chì sulfat, oxy và/hoặc sắt metan sulfonat có thể được bổ sung như được mô tả trong Công bố đơn sáng chế quốc tế số WO 2014/076544, hoặc hỗn hợp oxit có thể được tạo ra như được gợi ý trong Công bố đơn sáng chế quốc tế số WO 2014/076547. Tuy nhiên, mặc dù năng suất được cải thiện, quy trình tương ứng vẫn tồn tại một số nhược điểm. Bên cạnh những yếu tố khác, việc tái sử dụng dung môi trong những quy trình này thường đòi hỏi thêm nỗ lực, và sulfat còn lại vẫn bị thất thoát ở dạng phế phẩm. Hơn nữa, trong các giai đoạn gián đoạn quy trình (chẳng hạn khi mất điện là trường hợp không phải hiếm gặp khi thu hồi chì bằng điện phân), chì kim loại mạ sẽ hòa tan trở lại vào chất điện phân, trừ khi catot được loại bỏ và chì được bóc ra. Điều này khiến cho hoạt động gián đoạn gặp vấn đề nghiêm trọng nhất.

Patent Mỹ số 8,409,421 đề xuất quy trình điện phân để thu hồi chì từ bột bã chì đã loại lưu huỳnh. Bột bã chì được ngâm chiết bằng một dung dịch là amoni clorua để tạo ra sản phẩm phản ứng hai pha. Pha rắn của sản phẩm phản ứng được ngâm chiết bằng hydro peroxit để khử PbO_2 không hòa tan và tạo ra sản phẩm phản ứng hai pha thứ hai. Các pha lỏng của hai sản phẩm phản ứng được đưa vào điện phân để tạo ra chì xốp. Tuy nhiên, patent Mỹ số 8,409,421 chỉ ra rằng CO_2 được tạo ra trong công đoạn ngâm chiết thứ nhất và cần phải bổ sung amoniac và nước trong khi điện phân để bù cho amoniac đã tiêu thụ và nước bay hơi trong công đoạn điện phân, điều này có thể gây ra vấn đề.

Hiện tại, như được mô tả trong công bố đơn sáng chế quốc tế số WO 2015/077227, đã thấy rằng sự có mặt của các chất tạo chelat với các dung môi (ví dụ, EDTA) như MSA có độ pH với tính axit cho phép cải thiện khả năng hòa tan của các chì oxit và các muối chì sulfat, nhờ đó cho phép thu hồi chì bằng cách kết tủa điện phân từ các hệ dung môi như vậy. Tuy nhiên, sự phân hủy của EDTA trong khi kết tủa điện phân và sự tích tụ của sulfat trong hệ dung môi hạn chế khả năng tái sử dụng các dung môi như vậy nếu không liên tục bổ sung EDTA.

Như vậy, mặc dù đã biết nhiều phương pháp khác nhau để thu hồi chì, tất cả hoặc hầu hết các phương pháp này đều tồn tại một hoặc nhiều nhược điểm. Đáng chú ý nhất là các quan ngại về môi trường khi sử dụng các chất ngậm chiết nguy hại hoặc tạo ra các khí độc hại, và sự thiếu hiệu quả của quy trình tái chế không liên tục đã ngăn cản việc áp dụng các hệ thống tái chế ở quy mô thương mại. Do đó, cần phải cải tiến thiết bị và phương pháp để tái chế không nấu chảy các acquy chì-axit, đặc biệt là theo cách liên tục.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị, hệ thống, và phương pháp để cho phép cách ly đơn giản và hữu hiệu chì ra khỏi các acquy chì-axit trong các hoạt động tái chế để làm giảm theo cách có lợi các quan ngại về môi trường liên quan tới việc sử dụng các chất ngậm chiết nguy hại và tạo ra các khí độc hại, và gia tăng hiệu quả bằng cách tạo ra quy trình liên tục. Chì được thu hồi từ bột bã chì (thường là PbSO_4 , PbO , và PbO_2) của acquy chì-axit. Bột bã chì được cho tiếp xúc với một bazơ để tạo ra chất nổi ở trên là muối sulfat hòa tan và chất kết tủa là muối chì không hòa tan. Bazơ cơ bản biến đổi tất cả các loại chì thành các chì oxit tương ứng và vì thế cho phép loại bỏ hoàn toàn sulfat ra khỏi bột bã chì.

Chất nổi ở trên được tách ra khỏi chất kết tủa. Cần phải hiểu rằng tất cả các loại chì được thu hồi ban đầu ở dạng oxit/hydroxit không hòa tan tương ứng trong khi gần như toàn bộ sulfat được loại bỏ trong pha lỏng (ví dụ, là Na_2SO_4).

Chất kết tủa được xử lý bằng axit alkan sulfonic để tạo ra hỗn hợp bao gồm dung dịch ion chì và chì đioxit không hòa tan. Như vậy, axit alkan sulfonic được sử dụng để hòa tan các loại chì kết tủa, nhưng những lượng đáng kể của chì đioxit vẫn không hòa tan. Chì đioxit không hòa tan được cho tiếp xúc với chất khử để khử chì đioxit thành chì oxit, và chì oxit được kết hợp với dung dịch ion chì để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp. Điện thế được cấp tới catot tiếp xúc với dung dịch ion chì kết hợp để liên tục tạo ra chì bám dính trên catot trong khi tái chế axit alkan sulfonic, axit alkan sulfonic này có thể được tái sử dụng để xử lý bổ sung chất kết tủa là muối chì không hòa tan. Chì bám dính được loại bỏ ra khỏi phần thứ hai của catot trong khi liên tục tạo ra chì bám dính trên phần thứ nhất của catot. Như được dùng ở đây, thuật ngữ “bám dính” khi được dùng kết hợp với chì được tạo ra bởi phản ứng khử của chì ion là dạng chì không phải là màng cố kết được liên kết với bề mặt của catot, mà ở dạng vô định hình và có thể được lau hoặc rửa khỏi catot. Nói cách khác, sản phẩm chì bám dính không tạo ra ở kích thước vĩ mô các liên kết liên kim loại giữa catot và sản phẩm chì và do vậy sẽ không tạo ra màng chì cố kết trên catot. Như vậy, quy trình liên tục để thu hồi chì được đề xuất để giảm bớt các quan ngại về môi trường liên quan tới việc sử dụng các chất ngấm chiết nguy hại và tạo ra các khí độc hại, và gia tăng hiệu quả bằng cách tạo ra quy trình liên tục.

Theo một số phương án, bazơ được bổ sung với lượng đủ để tạo ra chất nổi ở trên là muối sulfat hòa tan và chất kết tủa là muối chì không hòa tan mà gần như không tạo ra plumbat (*nghĩa là*, các loại chì đầu vào trong bột bã chì với lượng nhỏ hơn 0,1% mol). Cụ thể là, bazơ bao gồm ít nhất một trong số kim loại kiềm hoặc kiềm thổ hydroxit và cacbonat, và muối chì không hòa tan bao gồm ít nhất một trong số chì oxit, chì hydroxit, và chì cacbonat. Ví dụ, muối sulfat hòa tan có thể là natri sulfat, bazơ có thể là natri hydroxit, và muối chì không hòa tan có thể là chì hydroxit.

Chất nổi ở trên có thể được tách ra khỏi chất kết tủa bằng ít nhất một kỹ thuật trong số sa lắng, ly tâm, và lọc. Có thể dự kiến rằng muối chì không hòa

tan trong chất kết tủa cơ bản không có sulfat. Theo các phương án cụ thể, muối chì không hòa tan có sulfat với lượng từ 0,01 tới 0,1% trọng lượng, từ 0,1 tới 1% trọng lượng, hoặc từ 1 tới 5% trọng lượng. Chất nổi ở trên có thể được điện phân trong bình điện phân để tạo ra bazơ tái chế, nước có thể tái chế và axit sulfuric. Cần phải hiểu rằng bazơ tái chế có thể được sử dụng để xử lý bổ sung bột bã chì để biến đổi các loại chì trong bột bã chì thành các chì oxit tương ứng, và nước có thể tái chế có thể được tái sử dụng trong bình điện phân hoặc trong một quy trình khác.

Chất kết tủa được cho tiếp xúc với axit alkan sulfonic để tạo ra hỗn hợp bao gồm dung dịch ion chì và chì đioxit không hòa tan. Theo các phương án cụ thể, axit alkan sulfonic là axit metan-sulfonic. Chì đioxit không hòa tan có thể được xử lý bằng chất khử để biến đổi chì đioxit thành chì oxit. Các chất khử phù hợp bao gồm, nhưng sáng chế không bị giới hạn như vậy, hydro peroxit, axit dicarboxylic, chì kim loại, sulfit, hydrazin sulfat, hoặc natri dithionat. Như vậy, cần phải hiểu rằng việc khử chì đioxit không hòa tan thành chì oxit và kết hợp chì oxit với dung dịch ion chì cho phép gia tăng hiệu quả thu hồi chì và ngăn chặn theo cách có lợi sự tích tụ của chì đioxit không hòa tan trong quy trình liên tục.

Chì oxit được tạo ra bằng cách khử chì đioxit không hòa tan có thể được kết hợp với dung dịch ion chì theo nhiều cách phù hợp. Ví dụ, chì oxit có thể được cấp trực tiếp tới dung dịch ion chì để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp. Theo một ví dụ khác, chì oxit có thể được cho tiếp xúc với phần thứ hai của axit alkan sulfonic để tạo ra dung dịch ion chì thứ hai, và dung dịch ion chì và dung dịch ion chì thứ hai có thể được kết hợp để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp. Như vậy, có thể dự kiến rằng chì oxit có thể được cấp trực tiếp hoặc gián tiếp tới dung dịch ion chì để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp. Cần phải hiểu rằng chất không hòa tan trong dung dịch ion chì kết hợp thường được loại bỏ trước khi cấp dung dịch ion chì kết hợp tới bình điện phân. Chất không hòa tan như vậy bao gồm ít nhất một trong số chì kim loại và chất dẻo.

Dung dịch ion chì kết hợp được cấp tới bình điện phân. Điện thế được cấp tới catot tiếp xúc với dung dịch ion chì kết hợp để tạo ra chì. Catot có thể là nhôm, hợp kim nhôm, hoặc bột nhôm nhúng trong chất dẻo. Theo một số phương án, catot di chuyển so với dung dịch ion chì kết hợp trong khi điện thế được cấp. Ví dụ, catot có thể có chuyển động quay trong khi điện thế được cấp sao cho chì kết tủa trên catot được loại bỏ ra khỏi dung dịch ion chì. Để loại bỏ chì, một dụng cụ nạo có thể được định vị gần hoặc ở phần thứ hai của catot. Như vậy, chì có thể được tạo ra liên tục và được loại bỏ ở catot để tạo ra hoạt động thu hồi chì liên tục.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp tái chế chì từ bột bã chì của acquy chì-axit. phương pháp này có công đoạn cho bột bã chì tiếp xúc với bazơ để tạo ra chất nổi ở trên là muối sulfat hòa tan và chất kết tủa là muối chì không hòa tan. Chất nổi ở trên được tách ra khỏi chất kết tủa. Ít nhất một phần bazơ được tái chế từ chất nổi ở trên bằng cách sử dụng bình điện phân thứ nhất để giảm bớt có lợi yêu cầu về bazơ bên ngoài được cho tiếp xúc với bột bã chì. Chất kết tủa được cho tiếp xúc với axit alkan sulfonic tái chế để tạo ra hỗn hợp bao gồm dung dịch ion chì và chì đioxit không hòa tan.

Để gia tăng hiệu quả thu hồi chì trong quy trình, chì không hòa tan được cho tiếp xúc với chất khử để biến đổi chì đioxit thành chì oxit, và chì oxit được kết hợp với dung dịch ion chì để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp. Dung dịch ion chì kết hợp được cấp điện thế trong bình điện phân thứ hai để liên tục tạo ra chì trên catot di chuyển và tạo ra axit alkan sulfonic tái chế. Chì được thu nhận từ phần thứ hai của catot trong khi liên tục tạo ra chì trên phần thứ nhất của catot để sản xuất acquy chì-axit mới. Như vậy, cần phải hiểu rằng bazơ và axit alkan sulfonic có thể được tái chế để loại bỏ, hoặc cơ bản giảm bớt, yêu cầu về các nguồn bên ngoài trong hoạt động thu hồi chì liên tục.

Theo một khía cạnh khác nữa, sáng chế đề xuất phương pháp tái chế chì từ bột bã chì đã loại lưu huỳnh của acquy chì-axit trong quy trình liên tục. Bột bã chì đã loại lưu huỳnh được cho tiếp xúc với axit alkan sulfonic để tạo ra hỗn

hợp bao gồm dung dịch ion chì và chì đioxit không hòa tan. Chì đioxit không hòa tan được tách ra khỏi dung dịch ion chì, và được biến đổi thành chì oxit. Chì oxit được kết hợp với dung dịch ion chì để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp. Điện thế được cấp tới catot tiếp xúc với dung dịch ion chì kết hợp để liên tục tạo ra chì bám dính trên phần thứ nhất của catot và tạo ra axit alkan sulfonic tái chế. Chì được loại bỏ ra khỏi phần thứ hai của catot trong khi liên tục tạo ra chì trên phần thứ nhất của catot. Cần phải hiểu rằng chì đioxit không hòa tan được biến đổi thành chì oxit với lượng đủ để ngăn chặn sự tích tụ của chì đioxit không hòa tan trong quy trình liên tục. Theo cách khác, chì đioxit có thể được loại bỏ định kỳ ở dạng hàng hóa hoặc sản phẩm có giá trị.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp thu hồi chì từ bột bã chì của acquy chì-axit. Bột bã chì thường gồm chì sulfat và chì đioxit. Bột bã chì được cho tiếp xúc với chất khử để khử chì đioxit thành chì oxit và nhờ đó tạo ra bột bã chì đã xử lý sơ bộ. Bột bã chì đã xử lý sơ bộ được cho tiếp xúc với một bazơ để tạo ra chất nổi ở trên là muối sulfat hòa tan và chất kết tủa là muối chì không hòa tan. Chất nổi ở trên được tách ra khỏi chất kết tủa. Chất kết tủa được cho tiếp xúc với axit alkan sulfonic để tạo ra dung dịch ion chì. Điện thế được cấp tới catot tiếp xúc với dung dịch ion chì để liên tục tạo ra chì bám dính trên phần thứ nhất của catot và tạo ra axit alkan sulfonic tái chế. Chì bám dính được loại bỏ ra khỏi phần thứ hai của catot trong khi liên tục tạo ra chì bám dính trên phần thứ nhất của catot. Như vậy, khác với nhiều quy trình như nêu trên, chì đioxit theo cách có lợi được khử thành chì oxit trước khi loại lưu huỳnh trong hoạt động tái chế chì liên tục.

Các mục đích, dấu hiệu, khía cạnh và ưu điểm khác nhau của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng qua phần mô tả tiếp theo về các phương án ưu tiên thực hiện có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó các số chỉ dẫn tương tự biểu thị các bộ phận tương tự.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống xử lý acquy chì-axit theo một phương án của sáng chế; và

Fig.2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện một phương án của bình điện phân có catot quay.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tiếp theo sẽ mô tả các phương án minh họa của sáng chế. Mặc dù từng phương án thể hiện một kết hợp duy nhất của các chi tiết sáng tạo theo sáng chế, sáng chế được xem là bao gồm tất cả các kết hợp khả dĩ của các chi tiết sáng tạo này. Như vậy, nếu một phương án bao gồm các chi tiết A, B, và C, và phương án thứ hai bao gồm các chi tiết B và D, thì sáng chế cũng được xem là bao gồm các kết hợp còn lại khác của các chi tiết A, B, C, hoặc D, thậm chí nếu điều này không được mô tả rõ.

Tác giả sáng chế đã thấy rằng chì từ bột bã chì có thể được thu hồi bằng điện phân theo cách đơn giản và hữu hiệu về nguyên lý bằng cách sử dụng quy trình loại lưu huỳnh bằng kiềm trong đó bột bã chì (chứa PbSO_4 , PbO , và PbO_2) được cho phản ứng với bazơ để biến đổi các loại chì thành các muối chì không hòa tan tương ứng để tạo ra chất kết tủa và tạo ra dung dịch sulfat sau đó được tách ra khỏi chất kết tủa. Chất kết tủa được cho tiếp xúc với axit alkan sulfonic (ví dụ, axit metan-sulfonic) để tạo ra hỗn hợp của dung dịch ion chì và chì đioxit không hòa tan. Chì đioxit không hòa tan được khử thành chì oxit (ví dụ, bằng cách sử dụng natri sulfit hoặc hydro peroxit) và được quay vòng lại dung dịch ion chì để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp. Chì nguyên chất được thu hồi từ dung dịch ion chì kết hợp trên catot trong hoạt động liên tục nhờ đó chì bám dính được tạo ra trên phần thứ nhất của catot trong khi chì bám dính được loại bỏ ra khỏi phần thứ hai của catot.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này cần phải hiểu rằng sáng chế tạo ra nhiều hiệu quả kỹ thuật có lợi kể cả ngăn chặn sự tích tụ

chì đioxit trong khi tạo ra và thu hồi chì trong hoạt động liên tục. Chì đioxit không hòa tan được khử thành chì oxit và được quay vòng lại dung dịch ion chì để làm giảm sự tích tụ của chì đioxit không hòa tan, điều này theo cách có lợi còn gia tăng sản lượng chì trong hoạt động thu hồi chì liên tục. Theo một quan điểm khác, sáng chế cho phép tái chế bazơ được dùng cho quy trình loại lưu huỳnh bằng kiềm và tái chế axit alkan sulfonic để xử lý chất kết tủa của bột bã chì để nhờ đó giảm bớt, hoặc loại bỏ, các nguồn bên ngoài của bazơ và axit alkan sulfonic trong quy trình rẻ tiền hơn và hiệu quả hơn. Ngoài ra, axit sulfuric đã tạo ra và chì thu hồi từ quy trình theo sáng chế có thể được sử dụng để sản xuất các acquy chì-axit mới. Ngoài ra, cần phải hiểu rằng hệ thống và phương pháp của sáng chế không phụ thuộc vào các kỹ thuật nấu chảy.

Hệ thống xử lý theo một phương án của sáng chế được thể hiện sơ lược trên Fig.1. Hệ thống 100 này bao gồm bộ phận tháo gỡ 101 để tiếp nhận acquy chì-axit 103 nhằm tái chế. Bộ phận tháo gỡ 101 có thể hoạt động, ví dụ, bằng cách tách hoặc cắt dọc theo các mép và/hoặc các đường nối của vỏ acquy chì-axit. Theo cách khác, việc tháo gỡ có thể được tiến hành bằng cách nghiền, xay, phân mảnh, và/hoặc cắt vụn. Các thành phần chất lỏng hoặc chất rắn (ví dụ, chất dẻo, chì kim loại, bột bã chì) được tạo ra trong bộ phận tháo gỡ 101 có thể được tách rời bằng kỹ thuật lắng gạn và/hoặc tách bằng trọng lực. Các thành phần chất dẻo, dung dịch axit sulfuric, và chì kim loại ($Pb(0)$) ở dạng các lưới 105 có thể được thu hồi trực tiếp ở dạng gần như sẵn sàng để tái sử dụng và được đưa tới bộ phận lắp ráp acquy mới 107. Bột bã chì không hòa tan 109 chứa các loại chì nguyên liệu hoạt động được thu nhận để xử lý tiếp trong bộ phận xử lý 111. Bột bã chì không hòa tan 109 thường gồm các chì oxit và chì sulfat (ví dụ, PbO với lượng từ 12 tới 16% mol, PbO_2 với lượng từ 18-25% mol, $PbSO_4$ với lượng từ 54 tới 60% mol, Pb với lượng từ 1 tới 3% mol).

Bột bã chì không hòa tan 109 được trộn với bazơ 113 để tạo ra sản phẩm phản ứng hai pha 115 bao gồm chất nổi ở trên và chất kết tủa. Các bazơ phù hợp bao gồm, nhưng sáng chế không bị giới hạn như vậy, kim loại kiềm hoặc kiềm

thô hydroxit ($M_x(OH)_y$) mà trong đó kim loại sulfat tương ứng ($M_a(SO_4)_b$) có thể hòa tan. Ví dụ, kim loại Nhóm I hydroxit LiOH, NaOH, và KOH được dự kiến làm bazơ 113. Theo một ví dụ khác, bột bã chì không hòa tan 109 được trộn với NaOH để tạo ra chất nổi ở trên là natri sulfat và chất kết tủa là muối chì không hòa tan (các chì oxit và chì hydroxit không hòa tan) cơ bản không chứa sulfat. Các bazơ phù hợp khác để tạo ra các muối sulfat hòa tan (*nghĩa là có thể hòa tan với lượng lớn hơn hoặc bằng 10, 25, 50, 75, 100, 200, 400, 600, hoặc 800 hoặc hơn nữa g/L*) và tương đối không hòa tan (*nghĩa là không hòa tan với lượng bằng 10, 3, 1, 0,3, 0,1, 0,03, 0,01 hoặc nhỏ hơn g/L*) các muối chì khi phản ứng với $Pb(SO_4)$, ví dụ cacbonat (chẳng hạn $Na_2(CO_3)$ và $K_2(CO_3)$), cũng phù hợp. Theo các phương án cụ thể, bazơ được bổ sung vào bột bã chì không hòa tan 109 với lượng đủ để tạo ra chất kết tủa là muối chì không hòa tan mà không tạo thành plumbat (*nghĩa là, các loại chì đầu vào với lượng nhỏ hơn 0,1% mol trong bột bã chì không hòa tan 109*).

Bộ phận tách 117 được làm thích ứng để tách sản phẩm phản ứng hai pha 115 thành chất nổi ở trên 119 là muối sulfat hòa tan và chất kết tủa 121 là muối chì không hòa tan. Công đoạn tách chất nổi ở trên 119 ra khỏi chất kết tủa 121 có thể được thực hiện bằng phương pháp phù hợp bất kỳ. Ví dụ, chất nổi ở trên 119 có thể được tách ra khỏi chất kết tủa 121 bằng cách lắng gạn nhờ bộ lắng gạn, kỹ thuật tách ly tâm (ví dụ trong hydroxiclon) bằng ly tâm, và/hoặc lọc nhờ bộ phận lọc. Các bộ lọc phù hợp bao gồm màng lọc và lưới lọc, bộ lọc tầng, bộ lọc ép, và bộ lọc đai. Phương pháp tách ưu tiên được chọn để tách một cách hữu hiệu chất kết tủa 121 ra khỏi chất nổi ở trên 119 trong khi tạo điều kiện thuận lợi cho việc thu hồi chất kết tủa 121 để xử lý sau đó. Cần phải hiểu rằng chì sulfat được chia thành hai thành phần có giá trị, chất kết tủa 121 là chì gần như không có sulfat, và chất nổi ở trên 119 là dung dịch sulfat gần như không có chì.

Sau khi tách ra khỏi chất kết tủa 121, cần lưu ý rằng chất nổi ở trên 119 có thể được xử lý điện phân để tạo ra axit sulfuric, nước có thể tái chế và tái chế

bazơ đã dùng để xử lý bột bã chì không hòa tan 109 được thu hồi từ acquy tái chế. Điều này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng bình điện phân thứ nhất 123. Như được thể hiện trên Fig.1, bình điện phân thứ nhất 123 được nối chất lưu với bộ phận tách 117 và được làm thích ứng để tiếp nhận chất nổi ở trên 119 và tạo ra bằng điện phân axit sulfuric 125, nước có thể tái chế, và bazơ 127 từ chất nổi ở trên 119. Cần phải hiểu rằng quy trình như vậy theo cách có lợi tái sử dụng lưu huỳnh từ chì sulfat của bột bã chì không hòa tan 109 ở dạng axit sulfuric 125, là thành phần cơ bản của các LAB, trong khi còn tạo ra bazơ 127 có thể được sử dụng trong quy trình thu hồi (ví dụ, *trong bộ phận xử lý 111* để tạo ra sản phẩm phản ứng hai pha 115). Ví dụ, khi NaOH được sử dụng làm bazơ 113, các nguyên tử natri phản ứng với các ion hydroxyl từ nước ở catot của bình điện phân thứ nhất 123 để tạo ra tái chế NaOH. Bazơ tái chế 127 này có thể được thu hồi và được đưa quay về bộ phận xử lý 111 để tách bột bã chì không hòa tan 109 là một phần của hệ thống vòng kín. Tương tự, axit sulfuric có thể được thu hồi từ anot của bình điện phân thứ nhất 123, và sau đó được dùng trong số lượng bất kỳ các quy trình công nghiệp. Theo phương án ưu tiên, axit sulfuric được thu hồi 125 được sử dụng để sản xuất các acquy chì-axit nhờ bộ phận lắp ráp acquy mới 107. Ngoài ra, nước có thể tái chế được tạo ra có thể được quay vòng hoặc được tái sử dụng trong bình điện phân 123 hoặc trong một quy trình khác.

Bình điện phân thứ nhất 123 có thể có nhiều chi tiết anot, nhiều chi tiết catot, và chi tiết ngăn cách được bố trí giữa các chi tiết anot và các chi tiết catot. Các chi tiết ngăn cách phù hợp dùng cho bình điện phân thứ nhất 123 bao gồm màng trao đổi cation, màng trao đổi anion, hoặc màng thẩm tách điện. Có thể dự kiến rằng một bộ điều khiển có thể được nối điện tử với bình điện phân thứ nhất 123 để kiểm soát dòng điện ở các chi tiết anot và các chi tiết catot phụ thuộc vào nồng độ của muối sulfat hòa tan. Như vậy, quy trình xử lý một hành trình duy nhất qua bình điện phân thứ nhất 123 có hiệu quả cao để cơ bản, hoặc hoàn toàn, biến đổi muối sulfat hòa tan trong chất nổi ở trên 119 thành axit sulfuric

125 và bazơ tái chế 127. Một ví dụ về bình điện phân có điện cực phân đoạn được mô tả trong patent Mỹ số 8,580,414. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng bình điện phân như vậy được sử dụng làm acquy dòng oxy hóa-khử hoặc thiết bị phản ứng oxy hóa-khử để tiêu thụ hoàn toàn các chất phản ứng trong phản ứng oxy hóa-khử. Theo một quan điểm khác, bình điện phân thứ nhất 123 được sử dụng để tách nước và tạo ra bazơ 113 và axit sulfuric 125 từ dung dịch sulfat hòa tan.

Như được thể hiện trên Fig.1, sau khi tách trong bộ phận tách 117, chất kết tủa 121 có thể được xử lý để tạo ra chì kim loại. Để thực hiện điều này, chất kết tủa 121 đã tạo ra bởi bộ phận xử lý 111 được hòa tan trong dung môi có khả năng solvat hóa chì hydroxit và (các) chì oxit, và ổn định đối với các điều kiện được dùng để kết tủa điện phân. Ví dụ, chất kết tủa 121 có thể được cho tiếp xúc với axit alkan sulfonic 122 (ví dụ, axit metan-sulfonic) trong bộ phận solvat hóa 129 để tạo ra hỗn hợp bao gồm dung dịch ion chì và chì đioxit không hòa tan. Các dung môi phù hợp khác bao gồm perchlorat, amidosulfonat, hexaflorosilicat, tetrafloroborat, và/hoặc pyrophosphat.

Có thể dự kiến rằng dung môi có thể được tạo ra là dung dịch trong nước. Trong các dung dịch như vậy, các loại solvat hóa chì có thể có nồng độ nằm trong khoảng từ 1% trọng lượng tới 50% trọng lượng, và thậm chí cao hơn. Theo một phương án ưu tiên khác của sáng chế, cần phải hiểu rằng dung môi không đòi hỏi các chất bổ sung để cải thiện khả năng hòa tan của chì, chẳng hạn các chất tạo chelat (ví dụ, axit etylenđiamintetraaxetic hoặc EDTA), là các chất đắt tiền, có thể phân hủy trong khi kết tủa điện phân, và có thể dẫn đến nồng độ tăng của các sản phẩm phân hủy trong dung môi khi tái chế và tái sử dụng lặp lại.

Đối với axit alkan sulfonic 122, cần phải hiểu rằng nhiều axit alkan sulfonic dường như phù hợp để sử dụng ở đây. Tuy nhiên, axit metan-sulfonic được đặc biệt ưu tiên vì hợp chất này thân thiện với môi trường và ổn định ở các điều kiện điện phân được sử dụng. Các axit alkan sulfonic phù hợp khác bao gồm etyl sulfonat, propylen sulfonat, trifluoro metyl sulfonat (axit triflic), axit

sulfamic, v.v.. Trong hầu hết các trường hợp, axit metan-sulfonic hoặc axit alkan sulfonic khác sẽ có mặt với nồng độ đáng kể trong dung môi ổn định điện hóa, thường ít nhất từ 1 tới 5% trọng lượng, tốt hơn là từ 5 tới 15% trọng lượng, tốt hơn nữa là từ 25 tới 50% trọng lượng, và tốt nhất là từ 10 tới 35% trọng lượng. Như vậy, các nồng độ phù hợp sẽ thường nằm trong khoảng từ 5 tới 50% trọng lượng, hoặc từ 20 tới 30% trọng lượng của dung môi ổn định điện hóa. Độ pH của dung môi ổn định điện hóa tốt hơn là có tính axit, và tốt nhất là có độ pH từ 5 tới 7, hoặc độ pH từ 1 tới 3, hoặc độ pH từ 3 tới 5. Theo một quan điểm khác, độ pH của dung môi ổn định điện hóa sẽ nhỏ hơn 7, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 5, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 3.

Chì đioxit không hòa tan 124 có thể được cách ly dễ dàng ra khỏi hỗn hợp bao gồm dung dịch ion chì và chì đioxit không hòa tan nhờ kỹ thuật lọc, sa lắng, ly tâm, v.v., và có thể được xử lý tiếp trong bộ phận xử lý thứ hai 126 trong đó chì đioxit không hòa tan 124 được cho tiếp xúc với chất khử 128 để biến đổi chì đioxit không hòa tan 124 thành chì oxit. Tốt nhất là, chất khử 128 có thể là các axit hữu cơ khác nhau (ví dụ, oxalat, axit dicarboxylic (axit oxalic)), hydro peroxit, chì kim loại, sulfit (ví dụ, natri sulfit), hydrazin sulfat, lưu huỳnh đioxit dạng khí (được cấp tới dung dịch chứa nước) và natri dithionat. Ví dụ, khi chất khử là natri sulfit, phản ứng khử sẽ tạo ra chì oxit và natri sulfat. natri sulfat được tạo ra như vậy có thể được kết hợp với natri sulfat thu được từ phản ứng loại lưu huỳnh nhằm tái chế trong quy trình, trong khi chì oxit có thể được kết hợp với bột bã chì không hòa tan 109 hoặc một bazơ chứa nước để tạo ra thêm chì hydroxit trong quy trình.

Cần phải hiểu rằng chì đioxit có trong bột bã chì không hòa tan 109 cũng có thể được khử trước khi loại lưu huỳnh trong bộ phận xử lý 111 để tạo ra bột bã chì đã xử lý sơ bộ có nồng độ giảm đáng kể của chì đioxit (ví dụ, chì đioxit còn lại với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 5% mol, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 2% mol, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,5% mol, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,1% mol của tất cả các loại chì trong bột bã chì không hòa tan đã xử lý sơ bộ 109). Việc xử lý sơ

bộ thường được thực hiện bằng cách sử dụng chất khử phù hợp để tạo ra chì oxit từ chì đioxit, và đặc biệt là các chất khử phù hợp bao gồm hydro peroxit, lưu huỳnh đioxit dạng khí (được cấp tới dung dịch chứa nước), các axit hữu cơ khác nhau (ví dụ, oxalat, axit dicarboxylic (axit oxalic)), hydrazin sulfat, chì kim loại, sulfit (ví dụ, natri sulfit), và natri dithionat. Ví dụ, hydro peroxit sẽ khử chì đioxit và tạo ra chì oxit và nước, và khi chất khử là natri sulfit, phản ứng khử sẽ tạo ra chì oxit và natri sulfat. Theo cách khác, chì đioxit cũng có thể được khử trong dung dịch ion chì bằng cách sử dụng peroxit hoặc chất khử khác trong bộ phận solvat hóa 129.

Khi xử lý sơ bộ bột bã chì không hòa tan 109 để khử chì đioxit thành chì oxit, cần phải hiểu rằng các công đoạn của quy trình loại lưu huỳnh trong bộ phận xử lý 111 và công đoạn tách chất nổi ở trên 119 và chất kết tủa 121 cũng giống như mô tả trên đây. Chất kết tủa trong công đoạn xử lý sơ bộ chì đioxit được cấp tới bộ phận solvat hóa để tiếp nhận axit alkan sulfonic để tạo ra dung dịch ion chì. Dung dịch ion chì được cấp tới bình điện phân để thu hồi chì. Theo cách có lợi, không cần phải tách chì đioxit không hòa tan sau khi xử lý với axit alkan sulfonic để khử chì đioxit thành chì oxit vì chì đioxit được khử trước khi loại lưu huỳnh. Như vậy, việc xử lý sơ bộ bột bã chì không hòa tan 109 để khử chì đioxit thành chì oxit có thể đơn giản hóa quy trình.

Ngoài ra, có thể dự kiến rằng quy trình tái chế có thể có cả công đoạn xử lý sơ bộ bột bã chì không hòa tan 109 và bộ phận xử lý thứ hai 126 để khử chì đioxit thành chì oxit theo quy trình hai giai đoạn. Ví dụ, công đoạn xử lý sơ bộ bột bã chì không hòa tan 109 có thể được sử dụng làm giai đoạn khử thứ nhất để khử chì đioxit thành chì oxit, và bộ phận xử lý thứ hai 126 có thể được sử dụng làm giai đoạn khử thứ hai để khử chì đioxit còn lại bất kỳ.

Chì oxit thường được kết hợp với dung dịch ion chì để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp. Ví dụ, chì oxit 130 có thể được cấp tới bình điện phân thứ hai 135 để kết hợp với dung dịch ion chì 133 từ bộ phận solvat hóa 129 để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp trong bình điện phân thứ hai 135. Theo cách khác, chì

oxit 132 có thể được cấp trực tiếp tới bộ phận solvat hóa 129 để kết hợp với dung dịch ion chì và tạo ra dung dịch ion chì kết hợp được cấp tới bình điện phân thứ hai 135. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, chì oxit 134 có thể được cấp tới bộ phận solvat hóa thứ hai 136 để tiếp nhận axit alkan sulfonic thứ hai 138 để tạo ra dung dịch ion chì thứ hai 140. Dung dịch ion chì thứ hai 140 có thể được kết hợp với dung dịch ion chì 133 trong bình điện phân thứ hai 135 để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp. Cần phải hiểu rằng chất không hòa tan thường được loại bỏ ra khỏi dung dịch ion chì 133 và/hoặc dung dịch ion chì thứ hai 140. Chất không hòa tan được loại bỏ bao gồm ít nhất một trong số chì kim loại và chất dẻo.

Bình điện phân thứ hai 135 có catot tiếp xúc với dung dịch ion chì kết hợp như mô tả dưới đây. Điện thế có thể được cấp tới catot để liên tục tạo ra chì bám dính 139 trên phần thứ nhất của catot và tạo ra axit alkan sulfonic tái chế 137. Axit alkan sulfonic tái chế 137 có thể được quay vòng lại bộ phận solvat hóa 129 để xử lý bổ sung chất kết tủa 121. Theo một số phương án, axit alkan sulfonic 122 có thể cơ bản được giảm bớt, hoặc được loại bỏ, bằng cách quay vòng axit alkan sulfonic tái chế 137 với lượng đủ để tiếp xúc với chất kết tủa 121. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, axit alkan sulfonic tái chế 137 cũng có thể được cấp tới bộ phận solvat hóa thứ hai 136, và theo một số phương án, có thể thay thế axit alkan sulfonic thứ hai 138.

Ion chì solvat hóa (Pb^{2+}) tốt hơn là được thu hồi bằng cách sử dụng quy trình kết tủa điện phân, ví dụ mạ điện hoặc chiết tách bằng điện phân. Trong các quy trình như vậy, chì bám dính 139 tập hợp trên một hoặc nhiều catot tiếp xúc với dung dịch ion chì kết hợp. Thiết bị kết tủa điện phân phù hợp bất kỳ có thể được sử dụng. Theo một số phương án, catot hoặc các catot có thể được làm thích ứng để di chuyển so với dung dịch ion chì kết hợp, nhờ đó theo cách có lợi cho phép tiếp cận và thu hồi chì kim loại trong quy trình kết tủa điện phân. Như vậy, chì bám dính 139 có thể được loại bỏ ra khỏi phần thứ hai của catot trong khi liên tục tạo ra chì bám dính trên phần thứ nhất của catot để theo cách có lợi

tạo ra hoạt động liên tục. Ví dụ, catot thu nhận có thể được tạo ra có dạng đai hoặc dây dẫn điện di chuyển dẫn qua dung dịch chứa ion chì kết hợp, và tiếp đó qua một cơ cấu để thu nhận chì kim loại từ bề mặt catot. Theo phương án ưu tiên, catot được tạo ra có dạng đĩa quay được định hướng vuông góc với bề mặt của dung dịch ion chì kết hợp và được ngâm một phần trong đó. Việc tiếp cận chì kết tủa được thực hiện nhờ chuyển động quay của đĩa quay. Các điện cực dạng đĩa quay như vậy có thể quay ở tốc độ 0,1, 0,3, 1, 3, hoặc 10 hoặc hơn nữa vòng/phút.

Dòng điện cấp tới catot, bên cạnh các tham số khác, phụ thuộc vào diện tích bề mặt catot và nồng độ ion chì, và có thể nằm trong khoảng từ 100 A/m² tới 2000 A/m². Theo một số phương án (ví dụ, quy trình liên tục), dòng điện cấp tới catot được duy trì không đổi. Theo các phương án khác của sáng chế, dòng điện cấp tới catot được thay đổi khi quá trình kết tủa điện phân diễn ra. Để tạo điều kiện thuận lợi cho việc thu nhận kim loại chì kết tủa theo một số phương án, catot thu nhận có một bề mặt mà chì kim loại kết tủa không kết dính mạnh vào. Trạng thái kết dính như vậy cho phép việc thu nhận chì kim loại nhờ một cơ cấu quét đơn giản, chẳng hạn một lưới quét hoặc dụng cụ nạo được định vị ở hoặc gần phần thứ hai của catot để thu nhận chì hoặc một lỗ hở có mép được định vị tương tự. Việc thu nhận kim loại chì kết tủa có thể diễn ra liên tục (*nghĩa là*, trong toàn bộ quá trình kết tủa điện phân) hoặc gián đoạn. Bề mặt kết dính giảm có thể được tạo ra bằng cách phủ một lớp làm giảm kết dính lên bề mặt của catot thu nhận hoặc có thể được tạo ra bằng chính vật liệu của catot. Theo phương án ưu tiên, catot được làm bằng nhôm hoặc có bề mặt nhôm, trong đó lớp nhôm oxit hình thành khi tiếp xúc với không khí tạo ra bề mặt có độ kết dính giảm.

Cần phải hiểu rằng catot theo sáng chế có thể được làm bằng một vật liệu duy nhất (ví dụ, nhôm) hoặc có thể được tạo ra có dạng composit. Ví dụ, catot có thể được tạo ra có vật liệu lõi dẫn điện (ví dụ, thép, đồng, graphite, và/hoặc polyme dẫn điện) và vật liệu ngoài dẫn điện nhưng không kết dính (ví dụ, nhôm

và lớp phủ của nhôm oxit). Theo cách khác, catot có thể có lõi không dẫn điện (ví dụ, polyme/chất dẻo, vật liệu xenluloza, và/hoặc vật liệu sợi thủy tinh/nhựa) được bọc ngoài hoặc phủ bằng lớp ngoài không kết dính và dẫn điện (ví dụ, nhôm và lớp phủ của nhôm oxit). Như vậy, có thể dự kiến rằng catot là nhôm, hợp kim nhôm, hoặc bột nhôm nhúng trong chất dẻo.

Theo cách ngạc nhiên, tác giả sáng chế đã thấy rằng khi nhôm được sử dụng làm catot, chì không được kết tủa ở dạng lớp kết dính cố kết trên bề mặt catot. Trái lại, chì được kết tủa trên catot ở dạng khối thấm vô định hình kết dính lỏng và dễ tuột. Khi kiểm tra, chì thu được được thấy có trọng lượng riêng thấp hơn chì kim loại thông thường ($11,34 \text{ g/cm}^3$). Trọng lượng riêng của vật liệu thu được nằm trong khoảng từ 5 g/cm^3 tới nhỏ hơn 1 g/cm^3 , với vật liệu có trọng lượng riêng nhẹ hơn này dễ dàng thu gom được bằng cách tuyển nổi. Khi áp lực được tác dụng lên khối vô định hình, có thể nén dễ dàng và thu được tấm kim loại. Không bị ràng buộc bởi lý thuyết, tác giả sáng chế tin tưởng rằng trong các quy trình theo sáng chế, chì kim loại kết tủa trên catot nhôm theo dạng hình cây thay vì có dạng lớp kết dính bề mặt liên tục, và vì vậy giữ lại khí hydro được tạo ra trong quá trình kết tủa. Điều này dẫn đến sự hình thành của khối vô định hình dạng xốp của chì kim loại dễ dàng thu thập được từ catot. Ngoài ra, cần phải hiểu rằng sự kết hợp của hydro vào khối vật liệu có tác dụng ngăn chặn (đối với phần lớn chì thu thập được) sự hình thành của các chì oxit không mong muốn ở phần bên trong của khối vô định hình. Đáng chú ý nhất là chì kim loại thu hồi được có độ tinh khiết đáng kể, thường ít nhất bằng 99,9%, cụ thể hơn là ít nhất bằng 99,99%, và đặc biệt là ít nhất bằng 99,999%.

Một phương án của bình điện phân 235 để thu hồi chì được thể hiện trên Fig.2. Bình điện phân 235 này chứa dung dịch ion chì kết hợp 233. Anot 267 và catot dạng đĩa quay 269 được bố trí ít nhất một phần trong bình điện phân 235 để tiếp xúc với dung dịch ion chì kết hợp 233, và để thúc đẩy sự hình thành của chì 239 ở phần thứ nhất 262 của catot 269 được tiếp nhận bởi dụng cụ nạo 271 (thường là lưỡi cạo chất dẻo hoặc bề mặt được định vị lân cận khác) ở phần thứ

hai 264 của catot 269. Cụ thể là, phần thứ nhất 262 của catot 269 là phần thuộc catot 269 tiếp xúc với dung dịch ion chì kết hợp 233 để tạo ra chì kim loại trong khi phần thứ hai 264 của catot 269 ở gần cơ cấu quét (ví dụ, dụng cụ nạo 271) tốt hơn là không tiếp xúc với dung dịch ion chì kết hợp 233. Tuy nhiên, có thể dự kiến rằng cả phần thứ nhất 262 và phần thứ hai 264 của catot 269 đều tiếp xúc với dung dịch ion chì kết hợp 233 sao cho một cơ cấu quét cũng tiếp xúc với dung dịch ion chì kết hợp 233 để thu nhận chì. Theo một số phương án, anot 267 được làm bằng titan và được phủ bằng ruteni oxit và catot 269 là nhôm.

Hiển nhiên, cần phải hiểu rằng sáng chế không bị giới hạn ở việc sử dụng điện cực dạng đĩa, và trong thực tế tất cả các điện cực đường như đều phù hợp để cho phép loại bỏ chủ động (ví dụ, bằng cách sử dụng lưới hoặc bề mặt nạo) hoặc loại bỏ thụ động (ví dụ, nhờ các bong bóng, phun dung môi, hoặc tuyến nổi) chì có độ tinh khiết cao từ catot 269. Như vậy, các điện cực phù hợp có thể được tạo ra có dạng các tấm đơn giản có thể đứng yên so với dung môi hoặc được di chuyển qua lại, hoặc các điện cực có thể được di chuyển liên tục và được làm thích ứng để cho phép khử ion chì trên một phần và loại bỏ chì trên một phần khác. Ví dụ, các kết cấu điện cực phù hợp bao gồm đĩa, trụ, cầu, đai dẫn điện, v.v.. Tương tự, cần phải hiểu rằng số lượng của catot có thể thay đổi đáng kể, và tốt nhất là nhiều catot được vận hành song song (hoặc nối tiếp, đặc biệt là khi các catot đứng yên so với dung môi).

Bộ phận điều kiện hóa dung môi 273 để loại bỏ sulfat có thể được nối với bình điện phân 235 để tiếp nhận dung môi đã sử dụng và cung cấp trở lại dung môi đã điều kiện hóa theo các phương án trong đó việc loại bỏ sulfat tích tụ cũng như các tạp chất khác (ví dụ, Sn^{2+} , Ca^{2+} , các hạt, v.v.) từ dung môi xử lý điện là cần thiết. Việc xử lý dung môi có thể được thực hiện theo nhiều cách khác nhau và có thể diễn ra liên tục hoặc theo cách gián đoạn. Tốt nhất là, quy trình xử lý dung môi có công đoạn lọc để loại bỏ ít nhất một trong số các hạt, công đoạn loại bỏ sulfat (ví dụ, bằng kỹ thuật kết tủa vôi, thẩm thấu ngược, trao đổi ion, điện thẩm thấu, tách muối, sức ký lỏng, chiết lỏng/lỏng v.v.), và/hoặc

công đoạn loại bỏ ion không phải kim loại chì (ví dụ, trao đổi ion). Khi quy trình được vận hành ở chế độ gián đoạn, việc thu nhận nhiều dòng của dung môi được đặc biệt ưu tiên, và bể cân bằng hoặc bể chứa có thể được bổ sung vào hệ thống. Mặt khác, khi hệ thống được vận hành liên tục, nhiều dòng có thể được kết hợp và sau đó được xử lý để giảm bớt dư thừa và khoảng trống lắp đặt.

Như đã mô tả trên đây, đã bất ngờ thấy rằng ion chì đã khử không tạo ra màng liên kết chặt trên catot 269, và có thể dễ dàng được loại bỏ ra khỏi catot 269 bằng cách lau đơn giản catot 269 bằng vật liệu mà chì có thể bám dính vào (ví dụ, chất dẻo, màng chì, v.v.). Do đó, việc thu hồi chì có thể được thực hiện theo cách liên tục. Đặc biệt khi điện cực quay hoặc di chuyển qua lại được sử dụng, ion chì có thể được khử ở một phần của điện cực hoặc bộ điện cực, trong khi chì kim loại có thể được loại bỏ ra khỏi một phần khác của điện cực hoặc bộ điện cực.

Có thể dự kiến rằng catot 269 di chuyển so với dung dịch ion chì kết hợp trong khi điện thế được cấp. Ví dụ, catot 269 có chuyển động quay trong khi điện thế được cấp sao cho chì kết tủa trên catot được loại bỏ ra khỏi dung dịch ion chì kết hợp.

Theo một quan điểm khác, sáng chế đề xuất phương pháp tái chế chì từ bột bã chì đã loại lưu huỳnh của acquy chì-axit trong quy trình liên tục. Bột bã chì đã loại lưu huỳnh được cho tiếp xúc với axit alkan sulfonic để tạo ra hỗn hợp bao gồm dung dịch ion chì và chì đioxit không hòa tan. Chì đioxit không hòa tan được tách ra khỏi dung dịch ion chì và biến đổi chì đioxit không hòa tan thành chì oxit, và được kết hợp với dung dịch ion chì để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp. Điện thế được cấp tới catot tiếp xúc với dung dịch ion chì kết hợp để liên tục tạo ra chì bám dính trên phần thứ nhất của catot và tạo ra axit alkan sulfonic tái chế. Chì được loại bỏ ra khỏi phần thứ hai của catot trong khi liên tục tạo ra chì trên phần thứ nhất của catot. Cần phải hiểu rằng chì đioxit không hòa tan được biến đổi thành chì oxit với lượng đủ để cơ bản ngăn chặn sự tích

tụ của chì đioxit không hòa tan trong quy trình liên tục. Như vậy, đối tượng này cũng có thể áp dụng được cho bột bã chì đã loại lưu huỳnh từ trước.

Cần phải hiểu rằng các quy trình như nêu trên có thể được thực hiện theo mẻ, trong đó một viên duy nhất của bột bã chì được xử lý để tạo ra mẻ riêng biệt của muối sulfat hòa tan và mẻ riêng biệt của chất kết tủa chứa chì. Tuy nhiên, bằng cách sử dụng phương pháp tách phù hợp, các quy trình theo sáng chế có thể được thực hiện theo cách liên tục, với dòng của bột bã chì được xử lý để tạo ra các dòng của axit sulfuric và chất kết tủa. Theo một số phương án, các quy trình theo sáng chế có thể được thực hiện theo cách bán liên tục, ví dụ bằng cách tạo ra liên tiếp các viên riêng biệt của bột bã chì. Hơn nữa, cần phải hiểu rằng thiết bị, hệ thống, và phương pháp theo sáng chế cho phép đơn giản hóa việc thu hồi chì từ bột bã chì trong quy trình đồng thời cho phép loại bỏ sulfat.

Ngoài ra, cần phải hiểu rằng phương pháp chất và phản ứng theo sáng chế, trong khi như nêu trên liên quan tới việc tái chế các acquy chì-axit, cũng có thể được áp dụng cho việc thu hồi sulfat từ các nguồn khác. Các nguồn thay thế phù hợp bao gồm muối chứa sulfat với hydroxit không hòa tan tương ứng hoặc, theo cách khác, hydroxit không ổn định để tạo ra oxit không hòa tan. Các ví dụ về các chất chứa sulfat mà sulfat có thể được tách từ đó bao gồm các vật liệu chứa các muối sulfat của các nguyên tố Nhóm II, các kim loại chuyển tiếp, và nhôm. Hơn thế nữa, mặc dù quy trình thu hồi bằng điện hóa chì kim loại từ dung dịch ion chì được đặc biệt ưu tiên, kỹ thuật làm sạch bổ sung đối với dung dịch ion chì (ví dụ, bằng các vật liệu trao đổi ion để tạo ra các muối chì có độ tinh khiết cao cũng được dự kiến.

Như được dùng trong bản mô tả của sáng chế và các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo, các thuật ngữ dạng số ít cũng bao gồm dạng số nhiều trừ khi ngữ cảnh rõ ràng khác đi. Ngoài ra, như được dùng trong bản mô tả của sáng chế, nội hàm của “trong” bao gồm “trong” và “trên” trừ khi ngữ cảnh rõ ràng khác đi.

Ngoài ra, như được dùng ở đây, và trừ khi ngữ cảnh rõ ràng khác đi, thuật ngữ "nối với" dự kiến bao gồm cả nối trực tiếp (trong đó hai phần tử được nối với nhau sao cho tiếp xúc với nhau) và nối gián tiếp (trong đó ít nhất một phần tử bổ sung được bố trí giữa hai phần tử). Do đó, thuật ngữ "nối với" và "liên kết với" được sử dụng đồng thời. Hơn nữa, và trừ khi rõ ràng khác đi, tất cả các khoảng được nêu ở đây cần được hiểu là gồm cả các điểm đầu mút và các khoảng đầu hở cần được hiểu là chỉ bao gồm các giá trị thực tiễn áp dụng thương mại. Tương tự, tất cả các danh sách giá trị cần được xem là gồm cả các giá trị trung gian trừ khi ngữ cảnh rõ ràng khác đi.

Tuy nhiên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này cần phải hiểu rằng nhiều phương án cải biến khác bên cạnh các phương án đã mô tả có thể được dự kiến mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Do đó, sáng chế không bị giới hạn ngoại trừ trong bản chất của sáng chế. Hơn nữa, khi diễn dịch sáng chế, tất cả các thuật ngữ cần được hiểu theo cách rộng nhất có thể phù hợp với ngữ cảnh. Đặc biệt, thuật ngữ “gồm” và “là” cần được hiểu là đề cập tới các phần tử, bộ phận, hoặc công đoạn theo cách không phải là duy nhất, và có nghĩa là các phần tử, bộ phận, hoặc công đoạn đã nêu có thể có mặt, hoặc được sử dụng, hoặc được kết hợp với các phần tử, bộ phận, hoặc công đoạn khác chưa được liệt kê ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp thu hồi chì từ bột bã chì của acquy chì-axit, trong đó bột bã chì chứa chì sulfat, phương pháp này bao gồm các công đoạn:

cho bột bã chì tiếp xúc với bazơ để nhờ đó tạo ra chất nổi ở trên chứa muối sulfat hòa tan và chất kết tủa chứa muối chì không hòa tan;

tách chất nổi ở trên ra khỏi chất kết tủa;

cho chất kết tủa tiếp xúc với axit alkan sulfonic để tạo ra hỗn hợp bao gồm dung dịch ion chì và chì đioxit không hòa tan;

cho chì đioxit không hòa tan tiếp xúc với chất khử để nhờ đó khử chì đioxit thành chì oxit;

kết hợp chì oxit với dung dịch ion chì để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp;

cấp điện thế tới catot tiếp xúc với dung dịch ion chì kết hợp để liên tục tạo ra chì bám dính trên phần thứ nhất của catot và tạo ra axit alkan sulfonic tái chế, trong đó catot di chuyển so với dung dịch ion chì kết hợp trong khi điện thế được cấp; và

loại bỏ chì bám dính ra khỏi phần thứ hai của catot trong khi liên tục tạo ra chì bám dính trên phần thứ nhất của catot.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bazơ được bổ sung với lượng đủ để tạo ra chất nổi ở trên chứa muối sulfat hòa tan và chất kết tủa chứa muối chì không hòa tan mà gần như không tạo ra plumbat.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bazơ bao gồm ít nhất một trong số kim loại kiềm hoặc kiềm thổ hydroxit và cacbonat, và muối chì không hòa tan bao gồm ít nhất một trong số chì oxit, chì hydroxit, và chì cacbonat.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó muối sulfat hòa tan là natri sulfat, bazơ là natri hydroxit, và muối chì không hòa tan là chì hydroxit.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó công đoạn tách chất nổi ở trên ra khỏi chất kết tủa được thực hiện bằng ít nhất một kỹ thuật trong số sa lắng, ly tâm, và lọc.
6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chất kết tủa cơ bản không có sulfat.
7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó axit alkan sulfonic là axit metan-sulfonic.
8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chất khử là hydro peroxit, axit dicarboxylic, chì kim loại, sulfit, hydrazin sulfat, hoặc natri dithionat.
9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó catot có chuyển động quay trong khi điện thế được cấp sao cho chì kết tủa trên catot được loại bỏ ra khỏi dung dịch ion chì kết hợp.
10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó công đoạn loại bỏ chì bám dính còn là công đoạn định vị dụng cụ nạo gần hoặc ở phần thứ hai của catot để loại bỏ chì.
11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó catot là nhôm, hợp kim nhôm, hoặc bột nhôm nhúng trong chất dẻo.
12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn có công đoạn điện phân chất nổi ở trên là muối sulfat hòa tan để tạo ra bazơ và axit sulfuric tái chế.
13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó ít nhất một phần bazơ trong công đoạn cho tiếp xúc với bột bã chì là bazơ tái chế.
14. Phương pháp theo điểm 1, trong đó công đoạn kết hợp chì oxit còn là công đoạn cấp chì oxit tới dung dịch ion chì để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp.
15. Phương pháp theo điểm 1, trong đó công đoạn kết hợp chì oxit còn là công đoạn cho chì oxit tiếp xúc với phần thứ hai của axit alkan sulfonic để nhờ đó tạo ra dung dịch ion chì thứ hai, và kết hợp dung dịch ion chì và dung dịch ion chì thứ hai để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp.
16. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 3 tới 15, trong đó bazơ được bổ sung với lượng đủ để tạo ra chất nổi ở trên là muối sulfat hòa tan và chất kết tủa là muối chì không hòa tan mà gần như không tạo ra plumbat.

17. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 2 và từ 4 tới 15, trong đó bazơ bao gồm ít nhất một trong số kim loại kiềm hoặc kiềm thổ hydroxit và cacbonat, và muối chì không hòa tan bao gồm ít nhất một trong số chì oxit, chì hydroxit, và chì cacbonat.

18. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 tới 6 và từ 8 tới 15, trong đó axit alkan sulfonic là axit metan-sulfonic.

19. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 tới 7 và từ 9 tới 15, trong đó chất khử là hydro peroxit, axit đicarboxylic, chì kim loại, sulfít, hydrazin sulfat, hoặc natri dithionat.

20. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 tới 8 và từ 10 tới 15, trong đó catot có chuyển động quay trong khi điện thế được cấp sao cho chì kết tủa trên catot được loại bỏ ra khỏi dung dịch ion chì kết hợp.

21. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 tới 10 và từ 12 tới 15, trong đó catot là nhôm, hợp kim nhôm, hoặc bột nhôm nhúng trong chất dẻo.

22. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 tới 13, trong đó công đoạn kết hợp chì oxit còn bao gồm công đoạn cấp chì oxit tới dung dịch ion chì để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp.

23. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 tới 13, trong đó công đoạn kết hợp chì oxit còn bao gồm công đoạn cho chì oxit tiếp xúc với phần thứ hai của axit alkan sulfonic để tạo ra dung dịch ion chì thứ hai, và kết hợp dung dịch ion chì và dung dịch ion chì thứ hai để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp.

24. Phương pháp tái chế chì từ bột bã chì của acquy chì-axit, phương pháp này bao gồm các công đoạn:

cho bột bã chì tiếp xúc với bazơ để tạo ra chất nổi ở trên chứa muối sulfat hòa tan và chất kết tủa là muối chì không hòa tan;

tách chất nổi ở trên ra khỏi chất kết tủa;

tái chế ít nhất một phần bazơ từ chất nổi ở trên bằng cách sử dụng bình điện phân thứ nhất;

cho chất kết tủa tiếp xúc với axit alkan sulfonic tái chế để tạo ra hỗn hợp bao gồm dung dịch ion chì và chì đioxit không hòa tan;

cho chì đioxit không hòa tan tiếp xúc với chất khử để nhờ đó biến đổi chì đioxit thành chì oxit;

kết hợp chì oxit với dung dịch ion chì để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp;

cấp điện thế vào dung dịch ion chì kết hợp trong bình điện phân thứ hai để nhờ đó liên tục tạo ra chì trên phần thứ nhất của catot di chuyển và tạo ra axit alkan sulfonic tái chế; và

thu nhận chì từ phần thứ hai của catot trong khi liên tục tạo ra chì trên phần thứ nhất của catot để sản xuất acquy chì-axit mới.

25. Phương pháp theo điểm 24, trong đó bazơ bao gồm ít nhất một trong số kim loại kiềm hoặc kiềm thổ hydroxit và cacbonat, và muối chì không hòa tan bao gồm ít nhất một trong số chì oxit, chì hydroxit, và chì cacbonat.

26. Phương pháp theo điểm 24, trong đó bazơ được bổ sung với lượng đủ để tạo ra chất nổi ở trên chứa muối sulfat hòa tan và chất kết tủa chứa muối chì không hòa tan mà gần như không tạo ra plumbat.

27. Phương pháp theo điểm 24, trong đó công đoạn tách chất nổi ở trên ra khỏi chất kết tủa được thực hiện bằng ít nhất một kỹ thuật trong số sa lắng, ly tâm, và lọc.

28. Phương pháp theo điểm 24, trong đó axit alkan sulfonic tái chế là axit metan-sulfonic.

29. Phương pháp theo điểm 24, trong đó chất khử là hydro peroxit, axit dicarboxylic, chì kim loại, sulfit, hydrazin sulfat, hoặc natri dithionat.

30. Phương pháp theo điểm 24, trong đó catot có chuyển động quay trong khi điện thế được cấp sao cho chì kết tủa trên catot được loại bỏ ra khỏi dung dịch ion chì kết hợp.

31. Phương pháp theo điểm 24, trong đó công đoạn thu nhận chì còn là công đoạn định vị dụng cụ nạo gần hoặc ở phần thứ hai của catot để thu nhận chì.

32. Phương pháp theo điểm 24, trong đó phương pháp này còn có công đoạn điện phân chất nổi ở trên là muối sulfat hòa tan để tạo ra bazơ và axit sulfuric tái chế.

33. Phương pháp theo điểm 32, trong đó ít nhất một phần bazơ trong công đoạn cho tiếp xúc với bột bã chì là bazơ tái chế.

34. Phương pháp theo điểm 32, trong đó phương pháp này còn có công đoạn thu nhận axit sulfuric để sản xuất acquy chì-axit mới.

35. Phương pháp theo điểm 24, trong đó công đoạn kết hợp chì oxit còn là công đoạn cấp chì oxit tới dung dịch ion chì để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp.

36. Phương pháp theo điểm 24, trong đó công đoạn kết hợp chì oxit còn bao gồm công đoạn cho chì oxit tiếp xúc với phần thứ hai của axit alkan sulfonic để nhờ đó tạo ra dung dịch ion chì thứ hai, và kết hợp dung dịch ion chì và dung dịch ion chì thứ hai để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp.

37. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 26 tới 36, trong đó bazơ bao gồm ít nhất một trong số kim loại kiềm hoặc kiềm thổ hydroxit và cacbonat, và muối chì không hòa tan bao gồm ít nhất một trong số chì oxit, chì hydroxit, và chì cacbonat.

38. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 25 tới 27 và từ 29 tới 36, trong đó axit alkan sulfonic tái chế là axit metan-sulfonic.

39. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 25 tới 28 và từ 30 tới 26, trong đó chất khử là hydro peroxit, axit dicarboxylic, chì kim loại, sulfít, hydrazin sulfat, hoặc natri dithionat.

40. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 25 tới 31 và từ 35 tới 36, trong đó phương pháp này còn có công đoạn điện phân chất nổi ở trên chứa muối sulfat hòa tan để tạo ra bazơ và axit sulfuric tái chế.

41. Phương pháp theo điểm 40, trong đó ít nhất một phần bazơ trong công đoạn cho tiếp xúc với bột bã chì là bazơ tái chế.

42. Phương pháp theo điểm 40, trong đó phương pháp này còn có công đoạn thu nhận axit sulfuric để sản xuất acquy chì-axit mới.

43. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 25 tới 34, trong đó công đoạn kết hợp chì oxit còn bao gồm công đoạn cấp chì oxit tới dung dịch ion chì để nhờ đó tạo ra dung dịch ion chì kết hợp.

44. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 25 tới 34, trong đó công đoạn kết hợp chì oxit còn bao gồm công đoạn cho chì oxit tiếp xúc với phần thứ hai của axit alkan sulfonic để tạo ra dung dịch ion chì thứ hai, và kết hợp dung dịch ion chì và dung dịch ion chì thứ hai để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp.

45. Phương pháp tái chế chì từ bột bã chì đã loại lưu huỳnh của acquy chì-axit trong quy trình liên tục, phương pháp này bao gồm các công đoạn:

cho bột bã chì đã loại lưu huỳnh tiếp xúc với axit alkan sulfonic để tạo ra hỗn hợp bao gồm dung dịch ion chì và chì đioxit không hòa tan;

tách chì đioxit không hòa tan ra khỏi dung dịch ion chì và biến đổi chì đioxit không hòa tan thành chì oxit;

kết hợp chì oxit với dung dịch ion chì để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp;

cấp điện thế tới catot tiếp xúc với dung dịch ion chì kết hợp để liên tục tạo ra chì bám dính trên phần thứ nhất của catot và tạo ra axit alkan sulfonic tái chế, trong đó catot di chuyển so với dung dịch ion chì kết hợp trong khi điện thế được cấp;

loại bỏ chì ra khỏi phần thứ hai của catot trong khi liên tục tạo ra chì trên phần thứ nhất của catot; và

trong đó chì đioxit không hòa tan được biến đổi thành chì oxit với lượng đủ để cơ bản ngăn chặn sự tích tụ của chì đioxit không hòa tan trong quy trình liên tục.

46. Phương pháp theo điểm 45, trong đó axit alkan sulfonic là axit metan-sulfonic.

47. Phương pháp theo điểm 45, trong đó chì đioxit không hòa tan được biến đổi thành chì oxit bằng cách sử dụng chất khử là hydro peroxit, axit đicarboxylic, chì kim loại, sulfit, hydrazin sulfat, hoặc natri dithionat.

48. Phương pháp theo điểm 45, trong đó công đoạn loại bỏ chì còn là công đoạn định vị dụng cụ nạo gần hoặc ở phần thứ hai của catot để loại bỏ chì.

49. Phương pháp theo điểm 45, trong đó công đoạn kết hợp chì oxit còn bao gồm công đoạn cấp chì oxit tới dung dịch ion chì để nhờ đó tạo ra dung dịch ion chì kết hợp.

50. Phương pháp theo điểm 45, trong đó công đoạn kết hợp chì oxit còn là công đoạn cho chì oxit tiếp xúc với phần thứ hai của axit alkan sulfonic để tạo ra dung dịch ion chì thứ hai, và kết hợp dung dịch ion chì và dung dịch ion chì thứ hai để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp.

51. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 47 tới 50, trong đó axit alkan sulfonic là axit metan-sulfonic.

52. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 46 và từ 48 tới 50, trong đó chì đioxit không hòa tan được biến đổi thành chì oxit bằng cách sử dụng chất khử là hydro peroxit, axit đicarboxylic, chì kim loại, sulfit, hydrazin sulfat, hoặc natri dithionat.

53. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 46 tới 47 và từ 49 tới 50, trong đó công đoạn loại bỏ chì còn bao gồm công đoạn định vị dụng cụ nạo gần hoặc ở phần thứ hai của catot để loại bỏ chì.

54. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 46 tới 48, trong đó công đoạn kết hợp chì oxit còn là công đoạn cấp chì oxit tới dung dịch ion chì để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp.

55. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 46 tới 48, trong đó công đoạn kết hợp chì oxit còn là công đoạn cho chì oxit tiếp xúc với phần thứ hai của axit alkan sulfonic để tạo ra dung dịch ion chì thứ hai, và kết hợp dung dịch ion chì và dung dịch ion chì thứ hai để tạo ra dung dịch ion chì kết hợp.

56. Phương pháp thu hồi chì từ bột bã chì của acquy chì-axit, trong đó bột bã chì chứa chì sulfat và chì đioxit, phương pháp này bao gồm các công đoạn:

cho bột bã chì tiếp xúc với chất khử để khử chì đioxit thành chì oxit và nhờ đó tạo ra bột bã chì đã xử lý sơ bộ;

cho bột bã chì đã xử lý sơ bộ tiếp xúc với bazơ để tạo ra chất nổi ở trên chứa muối sulfat hòa tan và chất kết tủa chứa muối chì không hòa tan;

tách chất nổi ở trên ra khỏi chất kết tủa;

cho chất kết tủa tiếp xúc với axit alkan sulfonic để tạo ra dung dịch ion chì;

cấp điện thế tới catot tiếp xúc với dung dịch ion chì để nhờ đó liên tục tạo ra chì bám dính trên phần thứ nhất của catot và tạo ra axit alkan sulfonic tái chế; và

loại bỏ chì bám dính ra khỏi phần thứ hai của catot trong khi liên tục tạo ra chì bám dính trên phần thứ nhất của catot.

57. Phương pháp theo điểm 56, trong đó bazơ được bổ sung với lượng đủ để tạo ra chất nổi ở trên chứa muối sulfat hòa tan và chất kết tủa chứa muối chì không hòa tan mà gần như không tạo ra plumbat.

58. Phương pháp theo điểm 56, trong đó bazơ bao gồm ít nhất một trong số kim loại kiềm hoặc kiềm thổ hydroxit và cacbonat, và muối chì không hòa tan bao gồm ít nhất một trong số chì oxit, chì hydroxit, và chì cacbonat.

59. Phương pháp theo điểm 56, trong đó muối sulfat hòa tan là natri sulfat, bazo là natri hydroxit, và muối chì không hòa tan là chì hydroxit.
60. Phương pháp theo điểm 56, trong đó công đoạn tách chất nổi ở trên ra khỏi chất kết tủa được thực hiện bằng ít nhất một kỹ thuật trong số sa lắng, ly tâm, và lọc.
61. Phương pháp theo điểm 56, trong đó chất kết tủa cơ bản không có sulfat.
62. Phương pháp theo điểm 56, trong đó axit alkan sulfonic là axit metan-sulfonic.
63. Phương pháp theo điểm 56, trong đó chất khử là hydro peroxit, axit dicarboxylic, chì kim loại, sulfit, hydrazin sulfat, hoặc natri dithionat.
64. Phương pháp theo điểm 56, trong đó catot di chuyển so với dung dịch ion chì trong khi điện thế được cấp.
65. Phương pháp theo điểm 56, trong đó catot có chuyển động quay trong khi điện thế được cấp sao cho chì kết tủa trên catot được loại bỏ ra khỏi dung dịch ion chì.
66. Phương pháp theo điểm 56, trong đó công đoạn loại bỏ chì bám dính còn bao gồm công đoạn định vị dụng cụ nạo gần hoặc ở phần thứ hai của catot để loại bỏ chì.
67. Phương pháp theo điểm 56, trong đó catot là nhôm, hợp kim nhôm, hoặc bột nhôm nhúng trong chất dẻo.
68. Phương pháp theo điểm 56, trong đó phương pháp này còn bao gồm công đoạn điện phân chất nổi ở trên chứa muối sulfat hòa tan để tạo ra bazo và axit sulfuric tái chế.
69. Phương pháp theo điểm 68, trong đó ít nhất một phần bazo trong công đoạn cho tiếp xúc với bột bã chì là bazo tái chế.

70. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 58 tới 69, trong đó bazơ được bổ sung với lượng đủ để tạo ra chất nổi ở trên chứa muối sulfat hòa tan và chất kết tủa chứa muối chì không hòa tan mà gần như không tạo ra plumbat.

71. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 57 và từ 59 tới 69, trong đó bazơ bao gồm ít nhất một trong số kim loại kiềm hoặc kiềm thổ hydroxit và cacbonat, và muối chì không hòa tan bao gồm ít nhất một trong số chì oxit, chì hydroxit, và chì cacbonat.

72. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 57 tới 61 và từ 63 tới 69, trong đó axit alkan sulfonic là axit metan-sulfonic.

73. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 57 tới 62 và từ 64 tới 69, trong đó chất khử là hydro peroxit, axit dicarboxylic, chì kim loại, sulfit, hydrazin sulfat, hoặc natri dithionat.

74. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 57 tới 63 và từ 65 tới 69, trong đó catot di chuyển so với dung dịch ion chì trong khi điện thế được cấp.

75. Phương pháp theo điểm 74, trong đó catot có chuyển động quay trong khi điện thế được cấp sao cho chì kết tủa trên catot được loại bỏ ra khỏi dung dịch ion chì.

76. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 57 tới 66 và từ 68 tới 69, trong đó catot là nhôm, hợp kim nhôm, hoặc bột nhôm nhúng trong chất dẻo.

77. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 57 tới 67, trong đó phương pháp này còn có công đoạn điện phân chất nổi ở trên chứa muối sulfat hòa tan để tạo ra bazơ và axit sulfuric tái chế.

78. Phương pháp theo điểm 77, trong đó ít nhất một phần bazơ trong công đoạn cho tiếp xúc với bột bã chì là bazơ tái chế.

79. Phương pháp theo điểm 56, trong đó phương pháp này còn có công đoạn tách chất không hòa tan ra khỏi dung dịch ion chì trước khi cấp điện thế, trong đó chất không hòa tan bao gồm ít nhất một trong số chì kim loại và chất dẻo.

80. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 57 tới 69, 75 và 78, trong đó phương pháp này còn có công đoạn tách chất không hòa tan ra khỏi dung dịch ion chì trước khi cấp điện thế, trong đó chất không hòa tan bao gồm ít nhất một trong số chì kim loại và chất dẻo.

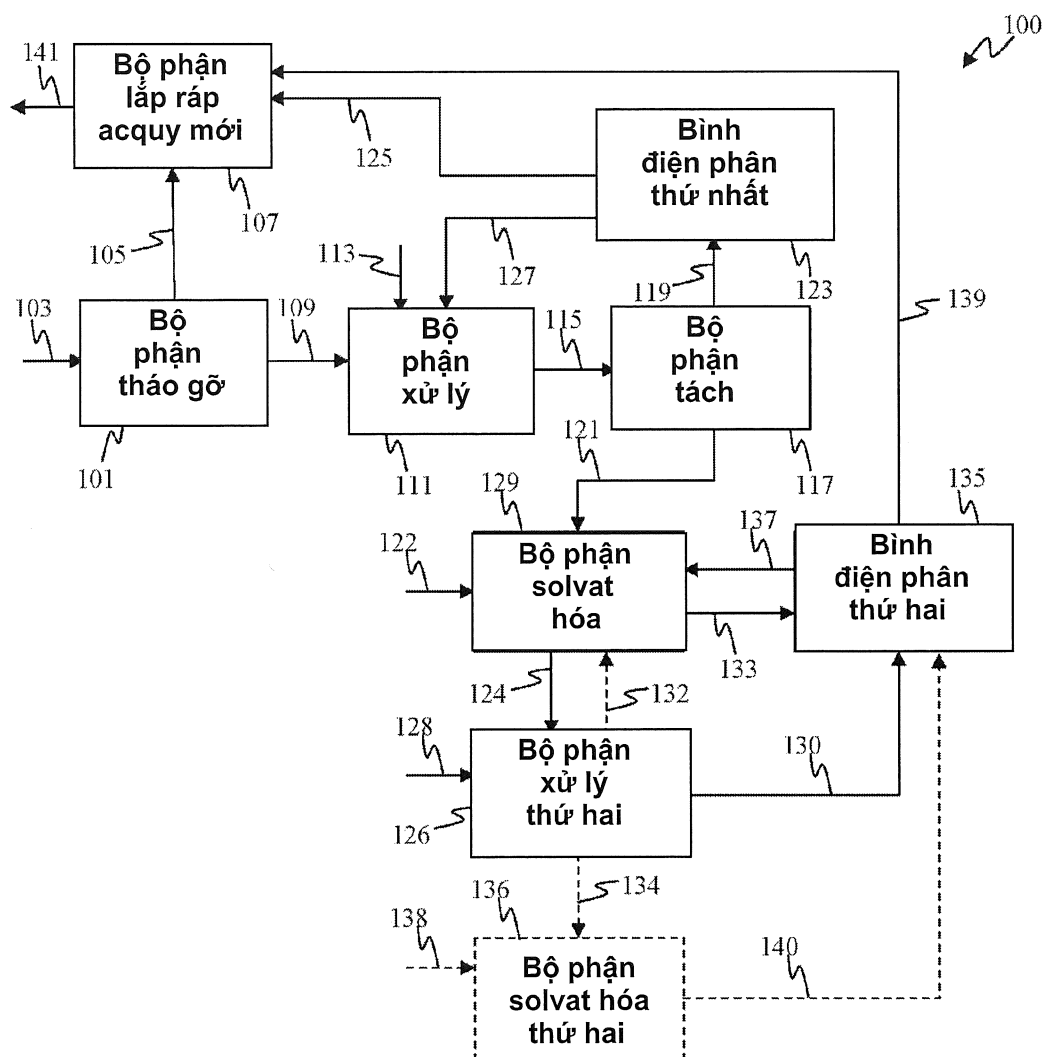


Fig.1

