



(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)



1-0046069

(51)^{2020.01} C22B 15/00; C22B 7/00; C22B 15/06

(13) B

(21) 1-2022-02786

(22) 20/11/2020

(86) PCT/EP2020/082826 20/11/2020

(87) WO2021/099538 27/05/2021

(30) 19210921.3 22/11/2019 EP

(45) 26/05/2025 446

(43) 26/09/2022 414A

(73) AURUBIS BEERSE (BE)

Nieuwe Dreef 33, 2340 Beerse, BELGIUM

(72) GUNS, Walter (BE); MOLLEN, Niko (BE); COLETTI, Bert (BE); SMETS, Steven (BE); BREUGELMANS, Andy (BE); GORIS, Jan, Dirk, A. (BE); DE VISSCHER, Yves (BE); GEENEN, Charles (BE).

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

(54) QUY TRÌNH THU HỒI ĐỒNG

(21) 1-2022-02786

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình thu hồi đồng từ các vật liệu thô thứ cấp bao gồm bước tinh luyện (100) mẽ nguyên liệu (1, 2) chứa đồng oxit và sắt nguyên tố trong lò để tạo ra đồng cô đặc trung gian (3), trong đó:

nhật tạo ra bởi các phản ứng oxy hóa khử chuyển đổi sắt thành oxit và đồng oxit thành đồng,

đồng được thu nhập vào pha kim loại lỏng nóng chảy và các oxit sắt được thu nhập vào pha xỉ lỏng nổi trên bề mặt,

nhờ đó ở cuối bước này các pha lỏng có thể được tách ra và có thể được lấy ra khỏi lò dưới dạng lò tinh luyện xỉ (5) và dưới dạng đồng cô đặc trung gian (3),

đặc trưng ở chỗ, trong bước tinh luyện này:

lượng dư sắt nguyên tố được duy trì trong lò so với lượng cần thiết để hoàn thành các phản ứng oxy hóa khử, và

việc cấp thêm nhiệt được thực hiện bằng cách phun khí chứa oxy để oxy hóa lượng sắt dư.

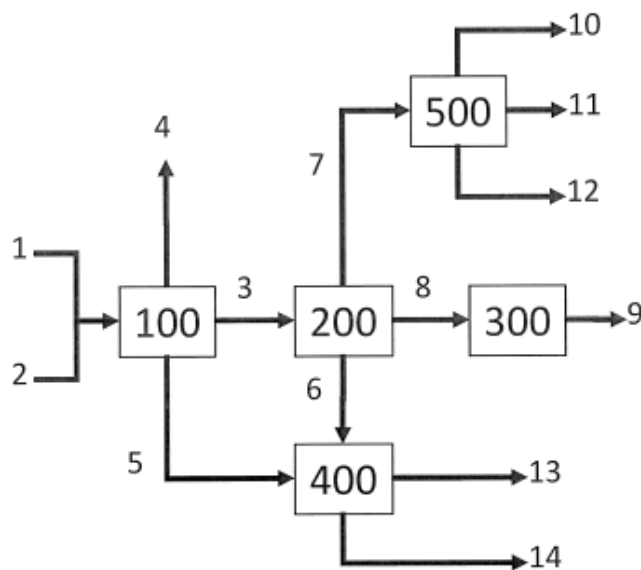


Fig. 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình thu hồi đồng (Cu) cùng với các kim loại màu khác như thiếc (Sn), chì (Pb), niken (Ni) và kẽm (Zn), chủ yếu từ các nguyên liệu thứ cấp, bằng cách hỏa luyện. Sáng chế ưu tiên sử dụng các nguyên liệu thứ cấp, còn gọi là các vật liệu có thể tái chế. Các vật liệu có thể tái chế, ví dụ, có thể là các sản phẩm phụ của các nhà sản xuất kim loại, vật liệu phế thải và vật liệu cuối đời.

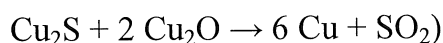
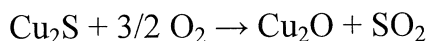
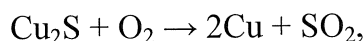
Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế chủ yếu liên quan đến bước hỏa luyện đã biết trong quá trình sản xuất đồng, tức là bước tinh luyện. Tùy thuộc vào nguồn nguyên liệu, bước tinh luyện này có thể được gọi là bước tinh luyện sơ cấp hoặc thứ cấp.

Tinh luyện là quy trình trong đó nhiệt và các hóa chất được cho tác dụng với quặng kim loại, thường là lò tinh luyện sơ cấp, để chiết xuất kim loại cơ bản. Một cách chi tiết hơn, tinh luyện là quy trình trong đó các chất rắn chứa kim loại được hóa lỏng bằng cách sử dụng phản ứng hóa học nhằm thu được kim loại. Nó được sử dụng để chiết xuất nhiều kim loại, bao gồm bạc, sắt, đồng, và các kim loại cơ bản khác, ra khỏi thành phần tro của quặng. Nó là một dạng luyện kim khai khoáng, trong đó các phản ứng hóa học được sử dụng để loại bỏ các nguyên tố khác dưới dạng chất khí hoặc dưới dạng xỉ, để lại bể chất lỏng chứa kim loại dưới dạng nguyên tố hoặc dưới dạng liên kết hóa học, như liên kết với lưu huỳnh và được gọi là “matte”. Kim loại nguyên tố được thu hồi trong pha kim loại nóng chảy riêng biệt. Matte cũng thường tạo thành pha lỏng riêng biệt. Hầu hết các loại quặng chứa nhiều tạp chất và thường cần phải sử dụng chất trợ dung, như đá vôi hoặc silic oxit, để loại bỏ các thành phần khoáng đi kèm như một phần của pha lỏng riêng biệt khác tạo thành sản phẩm phụ điển hình có tên là “xỉ”.

Trong quá trình thu hồi đồng từ nguyên liệu thứ cấp, bước tinh luyện có thể được sử dụng làm bước thứ nhất để thu hồi pha giàu đồng từ các nguyên liệu thô thứ cấp có thể bị nhiễm tạp quá nhiều và/hoặc hàm lượng đồng có thể quá thấp để sử dụng trực tiếp làm nguyên liệu cho bước tinh chế thành đồng anôt. Các nguyên liệu thô thứ cấp như vậy thường giàu đồng hơn so với các nguồn đồng sơ cấp như quặng đồng hoặc thậm chí là tinh quặng đồng thu được bằng cách tuyển nổi quặng trước bước tinh luyện. Một phần của đồng trong nguyên liệu thứ cấp cũng có thể đã có mặt ở dạng nguyên tố, và do đó không liên kết hóa học. Vì các lý do này, nên các điều kiện vận hành bước tinh luyện đồng dùng nguyên liệu thô thứ cấp là hoàn toàn khác với các điều kiện vận hành bước tinh luyện đồng sơ cấp dùng tinh quặng đồng hoặc đôi khi là quặng đồng.

Trong lò tinh luyện đồng sơ cấp, các nguyên liệu ban đầu thường là các sulfua chứa đồng như chalcopyrit (CuFeS_2), bornit (Cu_5FeS_4) và chalcocit (Cu_2S). Phản ứng của chúng với oxy (quá trình oxy hóa) chuyển S thành SO_2 trong khí đầu ra, và tạo ra pha “matte” ($\text{Cu}_2\text{S.FeS}$) cùng với pha xỉ (FeO.SiO_2), pha xỉ này được tạo thành bởi phản ứng với silic oxit bổ sung. Trong bước thứ hai, thông thường cũng trong lò tinh luyện, FeS được loại ra bởi phản ứng tiếp theo với oxy và silic oxit để tạo ra nhiều xỉ hơn và nhiều khí SO_2 hơn, để lại cái gọi là “kim loại trắng” (Cu_2S) thông thường với ít hơn 1% Fe còn lại. Phần này sau đó được oxy hóa bằng khí chứa oxy, tốt hơn là không khí, theo các phản ứng



Quy trình tinh luyện đồng sơ cấp như vậy thường được tiến hành trong cái gọi là lò chuyển “Pierce-Smith”, để tạo ra cái gọi là “đồng blister”, chứa Ni và các kim loại quý, xỉ chứa hầu hết Fe, Zn cùng với 2-15% Cu, bụi lò (chứa hầu hết Sb, As, Bi, Cd, Pb), và khí đầu ra (cũng chứa SO_2). Lượng lớn S tự do trong các bước quy trình này được loại ra dưới dạng SO_2 và được thu hồi ở dạng axit sunfuric. Bước tinh luyện đồng sơ cấp do vậy thường là bước oxy hóa mạnh. Bước tinh luyện đồng sơ cấp được mô tả, ví dụ, trong JPS61531 (A) hoặc phiên bản đã được

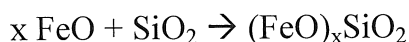
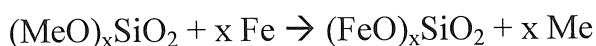
cấp bằng của nó JPH0515769 (B2). Việc xử lý pha matte đồng được mô tả, ví dụ, trong CN101871050A và GB2462481A. US 3,954,448 mô tả quy trình xử lý tiếp matte đồng hoặc xỉ từ bước tinh luyện đồng sơ cấp.

JP 2003253349 mô tả quy trình tinh luyện đồng sơ cấp trong đó nguyên liệu matte thô cũng chứa sắt sulphua. Trong bước thứ nhất, sắt sulphua này được oxy hóa một cách có chọn lọc thành sắt oxit bằng không khí được làm giàu oxy. Sắt oxit này và silic oxit bổ sung di chuyển vào pha xỉ riêng biệt mà được lấy ra khỏi lò trước khi đồng sulphua được xử lý tiếp trong bước thứ hai. Lượng sắt sulphua có mặt và phản ứng của nó với FeO có thể không đủ để tạo ra nhiệt phản ứng cần thiết để duy trì nhiệt độ lò trong bước thứ nhất này, đặc biệt khi xử lý các nguyên liệu thô lạnh. Trong bước thứ nhất, trên mỗi tấn matte cần xử lý, một lượng dư sắt kim loại được bổ sung để chống lại quá trình oxy hóa sắt tiếp thành magnetit (Fe_2O_3), điều sẽ dẫn tới làm tăng độ nhớt của xỉ và làm ảnh hưởng đến quá trình tách pha và loại xỉ ở cuối bước thứ nhất. Trong các điều kiện oxy hóa thường gặp trong bước tinh luyện đồng sơ cấp, sắt kim loại bổ sung này được oxy hóa và phản ứng này tạo ra nhiệt bổ sung.

Các kim loại trong các nguyên liệu ban đầu thường dùng cho bước tinh luyện đồng thứ cấp chủ yếu có mặt dưới dạng các oxit, mặc dù lượng nhỏ các sulfua có thể có mặt. Do đó, một điểm khác biệt quan trọng với bước tinh luyện đồng sơ cấp là sự vắng mặt của matte đồng bất kỳ làm trung gian. Một số đồng trong các nguyên liệu thô có thể thực ra đã có mặt ở dạng nguyên tố, nhưng ở nồng độ quá thấp hoặc ở dạng kém thích hợp cho việc tinh luyện đồng bằng hỏa luyện và thậm chí còn kém thích hợp hơn để dùng trong thủy luyện (ngâm chiết + điện chiết). Đồng trong các oxit sau đó được hoàn nguyên trong bước tinh luyện bằng cách bổ sung chất hoàn nguyên, ví dụ nguồn cacbon, chẳng hạn như than cốc, và/hoặc sắt kim loại, thông thường ở dạng sắt vụn. Do đó, một khác biệt cơ bản nữa với bước tinh luyện đồng sơ cấp bao gồm các điều kiện hoàn nguyên mà trong đó bước tinh luyện các nguyên liệu thô thứ cấp được vận hành.

US 3,682,623 (Ludo Dierckx et al) mô tả quy trình tinh luyện đồng bắt đầu từ các nguyên liệu thô thứ cấp, trong đó bước thứ nhất là bước tinh luyện, tức là

bước hoàn nguyên, được thực hiện trong lò nấu chảy trong đó nguyên liệu chứa đồng được nung nóng cùng với nguyên liệu rắn chứa sắt kim loại, dưới ngọn lửa trung tính được làm giàu oxy, và với sự khuấy trộn nhẹ nhàng từ khối liệu này sẽ tạo ra bể chất nóng chảy bao gồm pha xỉ. Một lượng nhỏ chất trợ dung kiềm hoặc trung tính có thể được bổ sung để tối ưu hóa tỷ trọng và độ nhớt của xỉ được tạo thành. Ngoài ra, silic oxit dư có thể được bổ sung để hấp thụ các hợp chất sắt tạo ra trong các phản ứng hoàn nguyên. Khi nhiệt độ của bể nấu chảy trong lò tăng, cho rằng tổ hợp hóa học đồng, chì, thiếc hoặc niken trong khối liệu được khử bằng sắt kim loại ở trạng thái rắn, tạo thành khối kim loại nóng chảy, được gọi là “đồng đen”, và xỉ nóng chảy chứa sắt silicat. Các phản ứng điển hình của quy trình này bao gồm:



Các phản ứng này xác nhận rằng cái gọi là bước “nấu chảy” trong US 3,682,623, đủ điều kiện là “bước tinh luyện” trong ngữ cảnh của sáng chế này. Các phản ứng này là phản ứng tỏa nhiệt, và thấy rằng nhiệt phản ứng này làm tăng nhanh nhiệt độ của khối liệu. Khi nguyên liệu đã được nấu chảy tới mức nó có thể dễ dàng chảy dọc theo tường lò, thì việc khuấy trộn trong lò có thể được tăng lên. Ở cuối bước hoàn nguyên, đồng đen và xỉ nóng chảy được tạo ra, chúng có thể tách khỏi nhau nhờ trọng lực và có thể được lấy ra khỏi lò một cách riêng biệt.

Trong suốt công đoạn khử, nhiệt độ được kiểm soát ở mức thấp nhất có thể phù hợp với việc duy trì của xỉ lỏng. Việc cấp nhiên liệu cần phải được điều chỉnh để không cho nhiệt độ khối của phản ứng vượt quá 1300°C trong bất kỳ khoảng thời gian đáng kể nào trong chu kỳ lò nấu chảy. Tốt hơn nếu nhiệt độ này được duy trì ở mức không cao hơn đáng kể so với nhiệt độ mà tại đó xỉ cơ bản trở thành chất lỏng. Nhiệt độ bể nóng chảy khoảng 1180°C được cho là đạt yêu cầu đối với khối liệu thông thường, nhưng nhiệt độ thấp hơn có thể được dùng nếu borac được sử dụng làm chất hạ điểm nóng chảy.

Nhiệt độ thấp không chỉ giảm thiểu sự bay hơi của chì và thiếc, mà còn hạn chế sự phân rã của sắt rắn trong đồng nóng chảy được tạo ra. Điều cần thiết là phải có một lượng đáng kể sắt ở trạng thái rắn để khử xỉ nhanh chóng và hoàn toàn. Sự hòa tan sắt cũng cần được giảm thiểu để duy trì độ hòa tan cao của chì và thiếc trong đồng đen tạ thành. Khi các phản ứng hoàn nguyên diễn ra và nguyên liệu mang sắt rắn dần dần hòa tan vào kim loại nóng chảy, thì có thể có lợi nếu bổ sung nguyên liệu rắn chứa sắt kim loại sau khi hoàn thành bước nấu chảy để thực hiện quá trình khử cuối cùng của đồng, thiếc, chì và kẽm còn lại trong xỉ. Nhìn chung, một lượng dư sắt được sử dụng vẫn còn lưu lại trong lò, ít nhất một phần của nó được hòa tan trong đồng đen. Kẽm bị bay hơi ra khỏi lò, nhưng một lượng đáng kể kẽm cũng còn lưu lại trong đồng đen ở cuối bước nấu chảy.

Ở cuối cái gọi là bước nấu chảy, khi bước hoàn nguyên cuối cùng đã hoàn tất, như được chỉ ra bằng cách phân tích xỉ, xỉ nóng chảy được hót ra khỏi lò và được tạo hạt. Sau khi hót xỉ nóng chảy ra khỏi lò, đồng đen thu được sau đó trong cùng lò này được tinh chế sơ bộ, cùng với nhiều nguyên liệu thô thứ cấp bổ sung đã khá giàu đồng, và bước tinh chế sơ bộ này sử dụng ngọn lửa oxy hóa mạnh. Bước tinh chế sơ bộ này do đó không còn là một phần của bước nấu chảy trước đó, là bước hoàn nguyên được đặc trưng bởi môi trường hoàn nguyên.

Trong Ví dụ 1 của US 3,682,623, khối liệu nạp vào lò nấu chảy được nấu chảy “dưới ngọn lửa trung tính, giàu oxy” (cột 15, dòng 1-2), được hiểu là ngọn lửa trung tính, sử dụng không khí được làm giàu oxy. Sau khi cho thêm một lượng đồng/sắt vụn bổ sung, xỉ này tiếp tục được hoàn nguyên dưới ngọn lửa hoàn nguyên nhẹ (cột 15, dòng 33-35). Hầu hết kẽm có mặt được hóa hơi và được thu hồi dưới dạng bụi trong hệ thống xả. Sau đó, xỉ được hót ra và được tạo hạt.

DE 10 2012 005 401 A1 mô tả lò tinh luyện dạng bể trong đó chất có chứa đồng, tốt hơn là nguyên liệu thô thứ cấp chứa đồng, được đưa vào bước tinh luyện dùng nhiên liệu là dầu và/hoặc khí cùng với không khí và/hoặc oxy được phun vào bể bằng vòi phun chìm. Bước tinh luyện này tạo ra xỉ sơ cấp có tương đối ít các tạp chất và được lấy ra khỏi quy trình, và xỉ thứ cấp để xử lý tiếp mà được chuyển từ lò tinh luyện dạng bể sang lò dạng trống quay. Lò dạng trống quay này có đầu đốt

được bố trí ở một đầu và có thể được cấp dầu hoặc khí và tùy ý cả oxy từ bình chứa oxy. Quá trình xử lý tiếp theo diễn ra từng bước và tạo ra lần lượt đồng anôt, đồng đen, hỗn hợp thiếc thô mà có thể là được xử lý tiếp bằng silic, và xỉ cuối. Than được đưa vào lò dạng trống quay theo từng bước của quy trình. Trong mỗi bước của quy trình theo DE 10 2012 005 401 A1, lò được làm nóng bằng cách đốt cháy nhiên liệu với không khí và/hoặc oxy.

EP 0185004 mô tả quy trình trong đó bước tinh luyện oxy hóa, được thực hiện trên nguyên liệu thứ cấp, nhằm làm tăng hiệu suất thu hồi các kim loại có giá trị, dẫn tới bề chất lỏng mà từ đó lần lượt trong hai bước thiếc và kẽm được lấy ra bằng cách làm bốc hơi, sau đó xỉ chứa sắt được rót ra và pha kim loại chứa đồng được giữ lại. Pha kim loại này được xử lý tiếp để trước tiên tách ra xỉ chì-silicat, đồng blister nghèo niken, và bề đồng-niken oxit mà sau đó có thể được hoàn nguyên để thu được hợp kim đồng-niken.

US2017/0198371A1 liên quan đến các khác biệt lớn có thể xảy ra trong hợp phần hữu cơ của nguyên liệu cấp vào lò tinh luyện, và ảnh hưởng của chúng đến năng suất quy trình. Tài liệu này đề xuất, ở chế độ theo mẻ, loại bỏ các hợp phần hữu cơ trong giai đoạn thứ nhất, trong khi đã tạo ra cái gọi là “đồng đen”, mà trong giai đoạn tiếp theo có thể được chuyển đổi thành đồng blister bằng cách oxy hóa thêm. Sản phẩm khác của bước thứ nhất này là xỉ cuối, nghèo kim loại. Tài liệu này nói rằng “một lượng oxy thích hợp được thổi vào buồng xử lý”. Trong quy trình này, “thành phần của xỉ và hàm lượng các kim loại có giá trị vẫn còn trong xỉ được giám sát trong quá trình nấu chảy bằng cách lấy mẫu thử và phân tích nhanh”.

Hạn chế của bước tinh luyện theo US 3,682,623 là trong phần lớn thời gian của bước tinh luyện, một phần đáng kể nhiệt đầu vào được tạo ra bởi ngọn lửa trung tính, chạy bằng không khí được làm giàu oxy. Điều này đòi hỏi một nguồn lớn nhiên liệu, không khí và oxy tinh khiết, cùng với sự phức tạp liên quan, thiết bị bổ sung và gánh nặng vận hành.

Nhiệt cấp từ ngọn lửa phía trên lò vào bề nấu chảy để lại những thứ mong muốn, vì nhiệt phải được truyền từ các khí cháy vào bề chất lỏng. Nhiệt truyền từ pha khí sang pha lỏng khá chậm, và vùng bề mặt tiếp xúc giữa đầu đốt ở đỉnh lò và

bề chất lỏng vẫn còn hạn chế. Với đầu đốt chìm, lực trọng trường sẽ khiến cho chất khí nhanh chóng bay lên và rời khỏi pha lỏng. Do đó, có tương đối ít thời gian tiếp xúc giữa khí cháy và bề nấu chảy. Nhiệt cấp từ ngọn lửa vào bể do đó chủ yếu là bằng bức xạ. Do vậy, nhiệt cấp bởi ngọn lửa có hiệu suất không cao và phần lớn nhiệt có thể cấp từ ngọn lửa cuối cùng đã thoát khỏi lò trong khí xả, nơi nó tạo thêm gánh nặng cho hệ thống làm mát khí thải.

Thể tích lớn khí thải do ngọn lửa tạo ra cũng đòi hỏi phải lắp đặt và vận hành một hệ thống xử lý khí thải lớn.

Các tác giả sáng chế nhận thấy rằng vẫn cần có cách thức thuận tiện hơn và hiệu quả hơn để cấp nhiệt vào lò tinh luyện đồng thứ cấp, đồng thời duy trì hoặc thậm chí cải tiến cách thức kiểm soát nhiệt độ trong bước tinh luyện.

Sáng chế nhằm mục đích khắc phục hoặc ít nhất là giảm nhẹ vấn đề nêu trên và/hoặc đề ra các cải tiến nói chung.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất quy trình như được xác định trong điểm bất kỳ trong số các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất quy trình thu hồi đồng từ các nguyên liệu thô thứ cấp, bao gồm, trong ít nhất một mẻ liệu, bước tinh luyện nguyên liệu gồm các vật liệu thô trong lò để thu được từ lò này đồng cô đặc trung gian,

trong đó nguyên liệu gồm các vật liệu thô được đưa dần dần vào lò, nguyên liệu này chứa đồng, và tùy ý ít nhất một kim loại mà trong các điều kiện vận hành lò là tro hơn đồng, ít nhất một phần dưới dạng oxit,

trong đó nguyên liệu này còn chứa sắt, và tùy ý ít nhất một kim loại hoặc hợp chất mà trong các điều kiện của lò là tro tối đa như sắt hoặc kẽm, sắt và kim loại tro tối đa như sắt hoặc kẽm này có mặt ít nhất một phần ở dạng nguyên tố,

trong đó nhiệt được tạo ra bên trong lò bởi các phản ứng oxy hóa khử biến đổi sắt nguyên tố và các kim loại hoặc các hợp chất tro tối đa như sắt hoặc kẽm

thành các oxit và biến đổi các oxit đồng và oxit các kim loại trơ hơn đồng thành kim loại nguyên tố,

trong đó ít nhất một phần các kim loại nguyên tố được thu nhập vào pha kim loại lỏng nóng chảy và ít nhất một phần các oxit được thu nhập vào pha xỉ lỏng nổi trên bề mặt,

trong đó các pha lỏng này có thể được tách ra và ở cuối bước tinh luyện ít nhất một trong các pha lỏng này được lấy ít nhất một phần ra khỏi lò dưới dạng xỉ tinh luyện và/hoặc dưới dạng đồng cô đặc trung gian,

đặc trưng ở chỗ

trong bước tinh luyện, dạng nguyên tố của sắt và của các kim loại hoặc các hợp chất mà trong các điều kiện của lò là trơ tối đa như sắt hoặc kẽm được duy trì trong lò với lượng dư so với lượng cần thiết để hoàn thành các phản ứng oxy hóa khử, và

việc cấp thêm nhiệt vào lò được thực hiện trong bước tinh luyện bằng cách phun khí chứa oxy để oxy hóa lượng dư của sắt và của các kim loại hoặc các hợp chất trơ tối đa như sắt hoặc kẽm có mặt trong lò và tùy ý để đốt cháy nguồn cacbon và/hoặc hydro dễ cháy có thể được đưa thêm vào lò.

Tốt hơn nếu lượng dư của sắt và tùy ý của các kim loại hoặc các hợp chất mà trong các điều kiện của lò là trơ tối đa như sắt hoặc kẽm được duy trì bằng cách bổ sung vào lò, như một phần của nguyên liệu cho mục đích này, ít nhất một vật liệu bổ sung thô giàu sắt và/hoặc ít nhất một kim loại hoặc hợp chất thích hợp.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện thấy rằng việc duy trì lượng dư của sắt, và tùy ý các kim loại và/hoặc các hợp chất khác trơ tối đa như sắt hoặc kẽm trong lò, là phương pháp rất thuận tiện để kiểm soát phần dễ kiểm soát của nhiệt cấp vào và do đó nhiệt độ bên trong lò tinh luyện, tức là bằng cách kiểm soát việc phun vào lò khí chứa oxy, bởi vì oxy trong khí này là chất để oxy hóa lượng dư của sắt nguyên tố và/hoặc các kim loại hoặc các hợp chất khác trơ tối đa như sắt hoặc kẽm. Các tác giả sáng chế cũng phát hiện thấy rằng phương pháp này cho phép xác định trực tiếp, đúng và chính xác lượng oxy cấp vào để tạo ra một phần nhiệt phản ứng, và có

lợi hơn nếu là phần có mặt dễ dàng, trực tiếp và đầy đủ trong bề chất lỏng bên trong lò ở nơi mong đợi nhất, tức là bề mặt chung giữa pha kim loại và pha xỉ nơi được cho là xảy ra các phản ứng oxy hóa khử và thay đổi pha.

Nhiệt từ phản ứng oxy hóa sắt và các kim loại và/hoặc các hợp chất khác tro tối đa như sắt hoặc kẽm bằng oxy trong khí chứa oxy được tạo ra trong chính bề nóng chảy, và không cần thêm bất kỳ bước truyền nhiệt nào. Nhiệt của phản ứng này được tản hoàn toàn và ngay lập tức vào bề tinh luyện.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện thấy rằng việc kiểm soát nhiệt độ trong lò tinh luyện, nhờ sáng chế này, là rất dễ dàng và rất nhạy. Điều này rất có lợi, bởi vì khi nhiệt độ trong bề chất lỏng nóng chảy tăng lên, thì sẽ có nhiều hơn sắt hòa tan vào kim loại lỏng nóng chảy và sẵn sàng cho việc oxy hóa với oxy khả dụng, which trong trường hợp có dư thừa oxy sẽ tạo ra nhiều nhiệt hơn và sẽ có thể dẫn đến mất kiểm soát nhiệt độ.

Giải pháp theo sáng chế có thể tránh được nguy cơ mất kiểm soát nhiệt độ bởi vì trong quy trình theo sáng chế, việc cấp oxy như một phần của khí chứa oxy rất dễ được kiểm soát. Nếu nguyên liệu tại một thời điểm cụ thể đưa vào một lượng oxy cao hơn lượng có thể tham gia vào các phản ứng oxy hóa khử, và nếu nhiệt tạo ra bởi các phản ứng oxy hóa khử bổ sung dẫn đến sự tăng nhiệt độ nhiệt độ của bề tinh luyện, thì nhiệt độ của bề tinh luyện có thể được kiểm soát một cách dễ dàng bằng cách giảm tốc độ phun khí chứa oxy, và mọi nguy cơ mất kiểm soát nhiệt độ có thể tránh được một cách dễ dàng hoặc ít nhất là được giảm đáng kể.

Một ưu điểm khác của sáng chế là quá trình oxy hóa sắt và các kim loại hoặc các hợp chất khác tro tối đa như sắt hoặc kẽm thường không tạo ra một lượng lớn khí đầu ra, không giống như quá trình đốt cháy khí tự nhiên hoặc nhiên liệu chứa cacbon và/hoặc hydro khác, và hệ thống xử lý khí thải của lò đi liền với thiết bị tinh luyện trong đó quy trình theo sáng chế được vận hành có thể được thiết kế nhỏ hơn và do đó đòi hỏi chi phí đầu tư thấp hơn cộng với chi phí vận hành thấp hơn trong quá trình vận hành. Điểm có lợi của thể tích khí đầu ra thấp hơn là thiếc, chì và kẽm ít có giá trị hơn cũng được làm bay hơi và do đó không cần phải thu lại trong hệ thống xử lý khí thải.

Do đó, các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng sự sinh nhiệt do quá trình oxy hóa, ví dụ, của sắt dư thành sắt oxit bằng cách phun khí oxy vào bể nấu chảy có hiệu quả hơn nhiều, và cũng có hiệu quả hơn nhiều so với việc đốt ngọn lửa trên cơ sở nguồn cacbon và/hoặc hydro dễ cháy trong lò. Các tác giả sáng chế đã đánh giá rằng khoảng 80% của oxy phun vào sẽ phản ứng với các hợp chất trong bể chất lỏng của lò, và nhiệt mà các phản ứng này tạo ra vẫn ở trong bể chất lỏng, dẫn tới hiệu suất rất cao so với nhiệt mà có thể đóng góp bằng cách đốt cháy nhiên liệu hydrocacbon như khí tự nhiên, ngay cả khi quá trình đốt cháy này được thực hiện bằng oxy tinh khiết hoặc không khí được làm giàu oxy. Các tác giả sáng chế tin rằng sự khác biệt này là do quá trình chuyển hóa hợp chất sắt thành sắt oxit xảy ra trong chính bể chất lỏng, trong khi quá trình đốt cháy khí tự nhiên xảy ra trong pha khí và nhiệt đốt cháy còn phải được chuyển vào pha lỏng để góp phần vào hàm lượng entalpy của bể chất lỏng. Ngoài ra, quá trình đốt cháy như vậy có thể không nhất thiết là đốt cháy hoàn toàn.

Các tác giả sáng chế cũng đã nhận thấy rằng các nguồn sắt nguyên tố thích hợp, và các nguồn kim loại hoặc các hợp chất tro tối đa như sắt hoặc kẽm, là dễ kiếm từ nhiều nguồn khác nhau và có thể dễ dàng thu được ở các điều kiện kinh tế, làm cho phương pháp cấp nhiệt này có lợi hơn về mặt kinh tế so với cấp nhiệt bằng ngọn lửa trung tính, ngay cả khi chỉ dựa trên chi phí vận hành. Ngoài ra, lượng khí thải cacbon của quy trình theo sáng chế là thấp hơn so với quy trình đã biết trong tình trạng kỹ thuật nêu trên.

Mặc dù cũng thuộc phạm vi của sáng chế, các tác giả sáng chế không muốn vận hành tùy chọn cung cấp một phần tổng nhiệt cấp vào lò bằng cách đốt cháy nguồn cacbon và/hoặc hydro dễ cháy trong lò. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng trong các điều kiện kinh tế cụ thể, có thể có lợi khi vận hành tùy chọn này, nhưng các tác giả sáng chế luôn, cũng như khi vận hành tùy chọn này, ưu tiên kiểm soát nhiệt độ lò bằng cách phun khí chứa oxy, bởi vì nó có mức độ thuận tiện cao hơn, dễ kiểm soát hơn và nguy cơ mất kiểm soát nhiệt độ thấp hơn.

Một ưu điểm khác của sáng chế liên quan đến sự có mặt dư thừa của sắt hòa tan trong lớp kim loại lỏng nóng chảy bên trong lò là lớp sắt rắn và/hoặc sắt oxit

hình thành xung quanh các vòi phun chìm mà qua đó khí chứa oxy có thể được đưa vào và tạo thành một lớp bảo vệ bổ sung cho các vòi phun này khỏi bị mòn, vì các vòi phun này được làm mát bằng dòng khí thường mát hơn so với bể tinh luyện. Lớp bảo vệ này thường có hình dạng như một chiếc nấm rộng và được tạo ra do bản thân các vòi phun mát hơn, và kim loại lỏng nóng chảy xung quanh các vòi phun cũng trở nên mát hơn, nhờ đó độ tan của sắt trong pha đồng lỏng nóng chảy đặc giảm đi, sắt kết tụ và bám vào bề mặt ngoài của vòi phun ngoại trừ phần miệng mà qua đó khí được phun.

Khả năng đáp ứng cao của việc kiểm soát nhiệt độ là một lợi thế, bởi vì trong trường hợp nhiệt độ của chất lỏng nóng chảy tăng lên, thì lớp bảo vệ này có thể tan trở lại và vòi phun có thể bị lớp bảo vệ, dẫn đến có thể bị hư hỏng nghiêm trọng và tổn thất sản xuất. Khả năng đáp ứng cao của hệ thống kiểm soát nhiệt độ lại hiệu quả là có thể giúp giảm mạnh, tốt hơn nếu ngăn ngừa được, nguy cơ đối với các hư hỏng vòi phun như vậy, và tổn thất sản xuất liên quan.

Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng hiệu quả có lợi của sáng chế làm cho bước tinh luyện trở nên ổn định hơn và tin cậy hơn. Bước tinh luyện thường là bước rất sớm trong quy trình hỏa luyện tổng thể phức tạp hơn.

Ví dụ, quy trình tổng thể có thể là quy trình xử lý tiếp các sản phẩm của bước tinh luyện này thành các sản phẩm dẫn xuất.

Tốt hơn nếu xỉ từ bước tinh luyện này có thể được xử lý tiếp, ví dụ bằng cách làm bốc hơi để tạo ra loại xỉ ít gây lo ngại hơn khi chôn lấp và/hoặc khi được sử dụng trong ứng dụng cuối có giá trị cao hơn, như được mô tả dưới đây trong tài liệu này.

Đồng cô đặc trung gian, tốt hơn là sau khi được tách khỏi xỉ tinh luyện tạo thành trong bước tinh luyện, có thể là được xử lý tiếp, ví dụ bằng cách tinh chế, để tạo ra sản phẩm đồng tinh chế cô đặc hơn, thích hợp cho các ứng dụng cuối có giá trị cao hơn, tùy ý bằng cách đúc thành đồng anốt làm nguyên liệu cho quá trình điện phân để cuối cùng tạo ra đồng catốt có độ tinh khiết cao phù hợp với nhiều nếu không phải là tất cả các tiêu chuẩn công nghiệp hiện tại đối với đồng dùng trong các ứng dụng cuối có yêu cầu khắt khe.

Việc xử lý tiếp dòng cô đặc trung gian và/hoặc của xỉ từ bước tinh luyện có thể tạo ra các sản phẩm phụ có giá trị khác của sản phẩm đồng tinh chế.

Các sản phẩm phụ có giá trị này có thể ví dụ là dòng chất hàn thô có thể có nguồn gốc từ xỉ lò tinh chế đồng mà có thể bắt nguồn từ quá trình tinh chế đồng cô đặc trung gian. Chất hàn thô như vậy có thể được tinh chế tiếp và/hoặc điều chỉnh thêm, tức là làm sạch bằng cách loại bỏ các nguyên tố có thể ảnh hưởng đến quá trình xử lý sau và/hoặc làm hỏng hoặc ngăn cản các ứng dụng cụ thể của các sản phẩm cuối thu được từ dòng chất hàn này. Ví dụ, các sản phẩm phụ có giá trị này có thể bao gồm ít nhất một trong số các sản phẩm thuộc danh sách gồm sản phẩm chì mềm chất lượng cao, sản phẩm chì cứng chất lượng cao, sản phẩm bùn anốt giàu bạc, và sản phẩm thiếc cao cấp, như được giải thích dưới đây trong tài liệu này.

Các tác giả sáng chế cho rằng hiệu quả có lợi mà sáng chế mang lại sẽ tác động đến toàn bộ quá trình sản xuất các sản phẩm dẫn xuất của bước tinh luyện nêu trên. Độ ổn định và độ tin cậy được cải thiện của bước tinh luyện mang lại lợi thế là các quá trình sau đó được đảm bảo cấp các sản phẩm dẫn xuất ổn định và đáng tin cậy hơn từ bước tinh luyện, giúp cho việc vận hành chúng ổn định hơn và tin cậy hơn. Điều này cho phép sản xuất các sản phẩm cuối có chất lượng ổn định và đáng tin cậy hơn. Nó cũng cho phép giảm gánh nặng giám sát quy trình và/hoặc sự chú ý của người vận hành, và tăng khả năng giám sát và kiểm soát điện tử từng bước trong quy trình này cũng như trong quy trình tổng thể.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ thể hiện lưu đồ bao gồm quy trình theo sáng chế như một phần của quy trình tổng thể để thu hồi kim loại màu từ nguyên liệu thứ cấp.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả theo các phương án cụ thể, và có thể tham chiếu đến các hình vẽ cụ thể, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở các trường hợp đó, mà chỉ bởi yêu cầu bảo hộ. Mọi hình vẽ được mô tả chỉ là sơ đồ và không có

tính giới hạn. Trong các hình vẽ, kích thước của một số phần tử có thể được phóng đại và không được vẽ theo tỷ lệ nhằm mục đích minh họa. Các kích thước và kích thước tương đối trong các hình vẽ này không nhất thiết phải tương ứng với kích thước thực tế khi thực hiện sáng chế.

Hơn nữa, các thuật ngữ thứ nhất, thứ hai, thứ ba và tương tự trong phần mô tả này và trong phần Yêu cầu bảo hộ, được sử dụng để phân biệt giữa các phần tử tương tự và không nhất thiết để mô tả một trình tự hoặc trật tự thời gian. Các thuật ngữ có thể được dùng thay đổi cho nhau trong các trường hợp thích hợp và các phương án của sáng chế có thể được vận hành theo trình tự khác với trình tự được mô tả và/hoặc minh họa ở đây.

Ngoài ra, các thuật ngữ đỉnh, đáy, trên, dưới và tương tự trong phần mô tả này và trong phần Yêu cầu bảo hộ được sử dụng cho mục đích mô tả và không nhất thiết để mô tả các vị trí tương đối. Các thuật ngữ được sử dụng như vậy có thể được dùng thay đổi cho nhau trong các trường hợp thích hợp và các phương án của sáng chế được mô tả ở đây có thể được vận hành theo hướng khác với hướng được mô tả hoặc minh họa ở đây.

Thuật ngữ "bao gồm", khi dùng trong phần Yêu cầu bảo hộ, không được coi là giới hạn cho các phần tử được liệt kê trong ngữ cảnh với nó. Nó không loại trừ việc có thêm các phần tử khác hoặc bước khác. Nó cần được coi là sự có mặt của các dấu hiệu, số nguyên, bước hoặc các hợp phần được liệt kê, nhưng không loại trừ sự có mặt hoặc bổ sung một hoặc nhiều dấu hiệu, số nguyên, bước hoặc các hợp phần khác, hoặc các nhóm của chúng. Do đó, thành phần của "vật phẩm bao gồm chi tiết A và B" có thể không bị giới hạn ở một đối tượng chỉ bao gồm các chi tiết A và B. Nó có nghĩa là A và B chỉ là các chi tiết đáng quan tâm của đối tượng theo sáng chế. Phù hợp với điều này, các thuật ngữ "được bao gồm" hoặc "được nhúng" cũng bao gồm các thuật ngữ hạn chế hơn như "về cơ bản chỉ bao gồm" và "chỉ bao gồm". Do đó, bằng cách thay thế "bao gồm" hoặc "được bao gồm" bằng "chỉ bao gồm", thuật ngữ này thể hiện cơ sở của các phương án được ưu tiên nhưng thu hẹp, là một phần nội dung của tài liệu mô tả sáng chế này.

Trừ khi có chỉ dẫn khác, tất cả các phạm vi được đề cập ở đây bao gồm cho tới và bao gồm các điểm cuối đã cho, và các giá trị của các thành phần hoặc các hợp phần của tấm thép được biểu thị bằng tỷ lệ phần trăm khối lượng hoặc % khối lượng mỗi nguyên tố trong thành phần.

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, "tỷ lệ phần trăm khối lượng," "% khối lượng", "phần trăm khối lượng", "% theo khối lượng", "ppm wt", "ppm theo khối lượng", "ppm khối lượng" hoặc "ppm" và các biến thể của chúng chỉ nồng độ của chất được tính bằng khối lượng của chất đó chia cho tổng khối lượng các thành phần tấm thép và nhân với 100 hoặc 1000000 khi thích hợp, trừ khi có chỉ dẫn khác. Cần hiểu rằng, khi được sử dụng trong bản mô tả này, "tỷ lệ phần trăm", "%," được dự định có nghĩa giống như "tỷ lệ phần trăm khối lượng," "% khối lượng" v.v..

Cần lưu ý rằng, trong bản mô tả này và yêu cầu bảo hộ kèm theo, các từ tiếng Anh dạng số ít "a," "an," và "the" cũng bao gồm nghĩa số nhiều trừ khi nội dung chỉ dẫn rõ ràng theo cách khác. Do đó, ví dụ, việc đề cập đến chế phẩm chứa "a compound" cũng bao gồm chế phẩm chứa hai hoặc nhiều compound. Cũng cần lưu ý rằng thuật ngữ "hoặc" thường được sử dụng theo nghĩa bao gồm "và/hoặc" trừ khi nội dung chỉ dẫn rõ ràng khác.

Ngoài ra, mỗi hợp chất được dùng ở đây có thể được đề cập thay thế cho nhau theo công thức hóa học, tên hóa học, chữ viết tắt, v. v... của nó.

Các kim loại và các hợp chất trợ tối đa như sắt hoặc kẽm là các hợp chất mà trong các điều kiện của lò có ái lực với oxy ít nhất là bằng hoặc cao hơn của sắt hoặc kẽm, và do đó cũng cao hơn của đồng, niken, thiếc và chì. Định nghĩa này đề cập đến "sắt hoặc kẽm", bởi vì vị trí tương đối của kẽm và sắt trong dãy ái lực với oxy của chúng trong các điều kiện của lò là rất gần nhau và thậm chí có thể thay đổi tùy thuộc vào các điều kiện trong lò. Do đó, để định nghĩa này được chính xác và toàn diện, cần phải đề cập đến cả hai kim loại này. Trong các điều kiện của lò, các kim loại hoặc các hợp chất được chọn này khá dễ dàng tham gia vào phía oxy hóa của các phản ứng oxy hóa khử theo sáng chế. Các kim loại thích hợp, ví dụ, là chính các nguyên tố kẽm và sắt, nhôm, silic và canxi. Các hợp chất thích hợp có

thể, ví dụ, là các silixua kim loại, tốt hơn là silixua của các kim loại đã được coi là thích hợp, như sắt silixua (FeSi), cũng như các hợp chất lưỡng kim hoặc đa kim, kể cả hỗn hợp của chúng, như SnAl , CuFe , FeSn , hoặc các hợp kim, như hỗn hợp (ZnCu). Các hợp chất thích hợp khác có thể là các sulfua kim loại, như FeS , ZnS và/hoặc các sulfua của các kim loại khác có tính trơ tối đa như sắt hoặc kẽm.

Các kim loại và các hợp chất trơ hơn đồng là các hợp chất mà trong các điều kiện của lò có ái lực với oxy thấp hơn đồng. Các nguyên liệu thô này khá dễ dàng tham gia vào phía khử của các phản ứng oxy hóa khử theo sáng chế và dẫn đến việc giải phóng kim loại tương ứng ở dạng nguyên tố của nó. Các kim loại thích hợp, ví dụ, là bạc, vàng, các kim loại quý khác, bao gồm các kim loại nhóm platin, các hợp kim và các hỗn hợp của chúng, bao gồm hỗn hợp chứa các kim loại khác.

Trong ngữ cảnh của sáng chế, các thuật ngữ “lò tinh luyện”, “tinh luyện”, “bước tinh luyện” hoặc các cách gọi tương tự với “bước tinh luyện”, được dùng liên quan đến quá trình bao gồm nhiều hơn là sự thay đổi trạng thái vật lý đơn thuần của hợp chất từ rắn sang lỏng. Trong bước tinh luyện của quá trình hỏa luyện diễn ra một số quá trình hóa học chuyển đổi các hợp chất hóa học cụ thể thành các hợp chất hóa học khác. Các chuyển đổi quan trọng như vậy có thể là quá trình oxy hóa, có thể kết hợp với sự tạo thành oxit, hoặc quá trình khử, nhờ đó trạng thái oxy hóa của một số nguyên tử thay đổi. Trong toàn bộ tài liệu này, các thuật ngữ “lò tinh luyện”, “thiết bị tinh luyện”, và “thiết bị lò tinh luyện” được sử dụng thay thế cho nhau và tất cả đều có nghĩa là lò mà trong đó diễn ra bước quy trình này.

Trong ngữ cảnh của sáng chế, thuật ngữ “dross” được hiểu là chất thường có dạng sệt mà được tạo ra từ kết quả của bước vận hành, và có thể tách ra khỏi pha lỏng khác, thường là dưới tác động của trọng lực, và thường nổi trên đỉnh. Dross thường có thể được tháo ra hoặc được lấy ra khỏi pha lỏng bên dưới.

Thuật ngữ “chất hàn” trong ngữ cảnh của sáng chế có nghĩa là chế phẩm kim loại giàu thiếc và/hoặc chì, nhưng cũng có thể còn chứa các kim loại khác. Chất hàn được đặc trưng bởi nhiệt độ nóng chảy tương đối thấp, làm cho nó, sau khi đã được nung nóng đến nhiệt độ tương đối giới hạn, có thể được làm nguội để tạo ra

kết nối kim loại giữa hai chi tiết kim loại khác nhau, trong quy trình được gọi là “hàn”.

Trong tài liệu này và trừ khi có chỉ dẫn khác, lượng các kim loại và oxit được biểu thị phù hợp với thông lệ trong hỏa luyện kim. Sự có mặt của mỗi kim loại thường được biểu thị ở dạng tổng lượng của nó, không phụ thuộc vào sự có mặt kim loại này ở dạng nguyên tố (trạng thái oxy hóa = 0) hay dạng liên kết hóa học, thường là ở dạng oxy hóa (trạng thái oxy hóa > 0). Đối với các kim loại tương đối dễ bị khử thành dạng nguyên tố của chúng, và có thể xuất hiện dưới dạng kim loại nóng chảy trong quá trình hỏa luyện, thì sự có mặt của chúng thường được biểu thị dưới dạng kim loại nguyên tố, ngay cả đối với thành phần của xỉ, trong đó phần lớn các kim loại như vậy có thể thực sự có mặt ở dạng oxy hóa. Do đó, thành phần của xỉ như xỉ thu được trong quy trình theo sáng chế này được biểu thị bởi hàm lượng Fe, Zn, Pb, Cu, Sb, Bi như các kim loại nguyên tố. Các kim loại ít quý hơn khó bị khử hơn dưới các điều kiện hỏa luyện kim loại màu và có mặt hầu hết ở dạng oxy hóa. Các kim loại này thường được biểu thị dưới dạng oxit phổ biến nhất của chúng. Do đó, thành phần xỉ liên quan đến hàm lượng Si, Ca, Al, Na thường được biểu thị lần lượt theo SiO_2 , CaO , Al_2O_3 , Na_2O .

Xỉ luyện kim thường không là chất tinh khiết, mà là hỗn hợp chứa nhiều hợp phần khác nhau. Do vậy, xỉ luyện kim không có nhiệt độ nóng chảy rõ ràng. Trong lĩnh vực kỹ thuật này, người ta thường sử dụng thuật ngữ “nhiệt độ đường pha lỏng”, là nhiệt độ mà tại đó xỉ ở thể lỏng hoàn toàn.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, nguyên liệu được dùng còn chứa ít nhất một kim loại thứ hai được chọn từ nhóm chỉ bao gồm niken, thiếc và chì. Các nguyên liệu thô chứa ít nhất một kim loại thứ hai được chọn từ danh sách này rất được quan tâm cho việc thu hồi đồng từ đó, nhưng sự có mặt của kim loại thứ hai có thể gây thêm gánh nặng hoặc khó khăn so với các nguyên liệu thô không chứa kim loại thứ hai. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng bước tinh luyện là bước quy trình rất thích hợp để đưa vào nguyên liệu thô chứa ít nhất một kim loại thứ hai như vậy. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng ít nhất một kim loại thứ hai này cũng có thể có mặt trong nguyên liệu ở dạng oxit của nó hoặc ở

dạng khác có thể tham gia vào các phản ứng oxy hóa khử trong các điều kiện của lò và giải phóng kim loại ở dạng nguyên tố của nó. Trong bản mô tả này, các tác giả sáng chế ưu tiên dùng dạng oxit, vì nó có mức độ khả dụng cao hơn ở các điều kiện thuận lợi, vì phản ứng nhiệt được tạo ra bởi các phản ứng oxy hóa khử mà nó tham gia, cũng như vì sự đóng góp oxy vào lò, giúp làm giảm lượng oxy cần được phun vào. Việc giảm nhu cầu phun oxy cũng làm giảm lưu lượng khí thổi qua bước tinh luyện, điều này có lợi vì tốc độ phản ứng không bị giới hạn bởi tốc độ cung cấp khí oxy bên ngoài, mà chỉ bị giới hạn bởi phản ứng động học. Lượng khí cấp vào thấp hơn cũng có nghĩa là ít khí thải lò cần xử lý hơn, và cũng ít chất rắn hơn bị cuốn theo.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, trong đó nguyên liệu được dùng chứa ít nhất một kim loại thứ hai, đồng cô đặc trung gian còn chứa ít nhất một kim loại thứ hai. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng bước tinh luyện có thể được vận hành sao cho hầu hết kim loại thứ hai được lấy ra như một phần của đồng cô đặc trung gian, dễ dàng nhất bằng cách điều khiển a.o. các phản ứng oxy hóa khử trong lò tinh luyện đến mức độ thích hợp. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng điều này có lợi ở chỗ ít nhất một kim loại thứ hai cũng có thể được thu hồi sau đó như một phần của sản phẩm chất lượng cao.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, nguyên liệu được dùng chứa sắt vụn, silic, kẽm và/hoặc nhôm, tốt hơn là sắt vụn. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng phế liệu này có thể dễ dàng được định lượng đủ một cách chính xác bằng cách trộn lượng thích hợp với các nguyên liệu thô khác như một phần của mẻ liệu. Các tác giả sáng chế cũng có thể thêm phế liệu như dòng vật liệu thô bổ sung vào lò. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng các phế liệu như sắt vụn và nhôm vụn, và ở một mức độ nào đó cũng có thể là silic, có thể khá dễ dàng thu được với lượng thích hợp và các điều kiện kinh tế có lợi. Các tác giả sáng chế cũng đã thấy rằng việc bổ sung riêng biệt phế liệu như dòng cấp vật liệu thô bổ sung vào lò, tốt hơn là sắt vụn, mang lại lợi thế là có thể kiểm soát và duy trì lượng dư ở dạng nguyên tố của sắt và/hoặc các kim loại và/hoặc các hợp chất mà trong các điều kiện của lò là trợ tối đa như sắt hoặc kẽm.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, quy trình này còn bao gồm bước lấy ít nhất một phần xỉ tinh luyện ra khỏi lò. Các tác giả sáng chế ưu tiên lấy ra ít nhất một phần xỉ tinh luyện từ lò trước khi bắt đầu mẻ liệu tiếp theo. Nếu nguyên liệu có sẵn tại thời điểm cấp mẻ liệu mới bao gồm tỷ lệ đáng kể phần nhỏ mịn, thì các tác giả sáng chế ưu tiên giữ lại lớp xỉ trong lò, bởi vì lớp này tạo ra lớp phủ thích hợp mà dưới đó các phần nhỏ mịn của nguyên liệu, hoặc nguyên liệu chứa tỷ lệ đáng kể các phần nhỏ mịn này, có thể có thể được đưa vào mà không tạo ra nguy cơ quá mức khiến các hạt nguyên liệu mịn bị cuốn theo khí thải của lò và tạo thành gánh nặng và/hoặc phiền toái cho hệ thống xử lý khí thải của lò. Nếu nguyên liệu có sẵn bao gồm phần thô đáng kể, thì các tác giả sáng chế ưu tiên lấy hầu như tất cả xỉ tạo thành ra khỏi lò trước khi bắt đầu mẻ liệu tiếp theo. Điều này có lợi ở chỗ tạo ra thể tích lò lớn hơn cho mẻ liệu tiếp theo, và do đó có lợi cho năng suất năng suất và/hoặc công suất của lò tinh luyện. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng bước lấy xỉ ra khỏi lò có thể được thực hiện nhiều lần trong cùng một lần cấp mẻ liệu vào lò.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, quy trình này còn bao gồm bước lấy ít nhất một phần đồng cô đặc trung gian ra khỏi lò, tốt hơn nếu tối đa là một phần. Các tác giả sáng chế muốn đảm bảo sự có mặt vật lý thích hợp của kim loại nóng chảy trong lò khi bắt đầu mẻ liệu tiếp theo hoặc lô nhiều mẻ liệu tiếp theo. Do đó, kim loại nóng chảy này đã có sẵn ở dạng chất lỏng nóng ngay từ khi bắt đầu mẻ liệu mới hoặc lô mẻ liệu mới để tiếp nhận và làm ướt nguyên liệu rắn và có thể cả lượng ở dạng nguyên tố của sắt và của các kim loại hoặc các hợp chất mà trong các điều kiện của lò là trợ tối đa như sắt hoặc kẽm, điều này là mong muốn hoặc cần thiết để dễ dàng tạo ra và/hoặc duy trì lượng dư các chất phụ gia cho quy trình theo sáng chế. Sắt hòa tan trong kim loại nóng chảy dễ dàng có sẵn để phản ứng với oxy được phun vào bể chất lỏng, và do đó tạo ra nhiệt phản ứng ngay lập tức. Một điểm có lợi nữa là sắt rắn được bổ sung vào lò khi bắt đầu mẻ cấp mẻ liệu mới vẫn nổi trên pha kim loại nóng chảy, chính là nơi mà nó có thể đóng góp đầy đủ vào các phản ứng oxy hóa khử dự định trong quy trình này. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng việc giữ lại một phần đồng cô đặc trung gian trong lò như một phần của mẻ liệu tiếp theo khi bắt đầu cấp mẻ liệu mới làm giảm đáng kể thời gian

trước khi lò có thể hoạt động lại với công suất cao, và do đó cải thiện đáng kể công suất của bước tinh luyện. Các tác giả sáng chế ưu tiên lấy ra một phần kim loại nóng chảy được tạo thành trong mẻ liệu trước đó trước khi bắt đầu cấp mẻ liệu mới vào lò. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng bước lấy một phần đồng cô đặc trung gian ra khỏi lò có thể được thực hiện nhiều lần trong cùng một lần cấp mẻ liệu vào lò.

Các tác giả sáng chế ưu tiên vận hành bước tinh luyện càng nhiều càng tốt ở chế độ gần như bán liên tục, trong đó vật liệu thích hợp có thể tiếp tục được bổ sung vào lò cho đến khi sử dụng hết thể tích có thể sử dụng của lò. Khi pha xỉ và pha kim loại sau đó đã đạt đến chất lượng mong muốn, trước tiên ít nhất phần chính của xỉ có thể được lấy ra khỏi lò, ví dụ bằng cách cho chảy tràn qua cửa nạp liệu khi làm nghiêng lò, và sau đó phần đáng kể của pha kim loại lỏng nóng chảy cũng có thể được lấy ra, theo cùng cách nếu tất cả xỉ đã được loại bỏ, hoặc được xả ra qua “van xả đáy” được bố trí thích hợp trong thành lò. Tốt hơn nếu một phần thích hợp kim loại nóng chảy được giữ trong lò khi bắt đầu đưa mẻ liệu tiếp theo vào lò tinh luyện, vì những lý do đã giải thích ở trên. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng hoạt động này có thể được tiếp tục trong một thời gian rất dài, và chỉ có thể phải ngừng hoặc tạm dừng vì những lý do bên ngoài hoặc khi thấy cần thiết phải can thiệp bảo trì lò tinh luyện. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng hoạt động này có thể được cải thiện hơn nữa bằng cách chuẩn bị các mẻ nguyên liệu trộn sẵn phù hợp về thành phần và kích thước của chất rắn trong mẻ. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng điều này có lợi ở chỗ có được hoạt động ổn định hơn nhiều về thời gian trong trình tự các bước cũng như chất lượng của đồng cô đặc trung gian mỗi lần được lấy ra khỏi lò như sản phẩm chính.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, sắt và các hợp chất tro tối đa như sắt hoặc kẽm được đưa vào cùng với nguyên liệu chứa sắt rắn, silic rắn, kẽm rắn và/hoặc nhôm rắn, tốt hơn là bao gồm phế liệu chứa đồng/sắt, phế liệu chứa silic, phế liệu chứa kẽm và/hoặc phế liệu chứa nhôm. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng các nguồn sắt, silic, kẽm và nhôm này luôn sẵn có từ nhiều nguồn khác nhau. Ngoài ra, chúng có thể chứa lượng nhỏ các kim loại khác that có thể có thể

thu hồi được và đáng để thu hồi ở dạng nguyên tố của chúng trong và sau bước tinh luyện. Các kim loại khác này có thể bao gồm thiếc, chì và niken. Chúng cũng có thể chứa lượng vết của các kim loại trơ hơn và thậm chí của các kim loại quý (precious metal, PM) như bạc hoặc vàng, và cả các kim loại nhóm platin (platinum group metal, PGM) như ruteni, rođi, osmi, paladi, iriđi và chính platin, trong đó các lượng rất nhỏ có thể cũng đáng để thu hồi do khan hiếm của chúng và giá trị kinh tế cao.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, nguyên liệu có ít nhất một phần là chất rắn, và do đó nguyên liệu rắn được nạp dần dần, tốt hơn là liên tục, vào lò, tốt hơn là trong hầu hết bước tinh luyện mẻ liệu và tốt hơn nữa là trong hầu hết toàn bộ quá trình tinh luyện, tốt hơn là bằng ít nhất một băng tải và/hoặc băng tải lắc. Như đã giải thích ở phần trên của tài liệu này, các tác giả sáng chế ưu tiên trong giai đoạn sớm nạp vào lò mẻ liệu và/hoặc phần thô của nguyên liệu thô có sẵn, và làm điều này cho đến khi lớp xỉ luyện kim dày được tạo thành thuận lợi như một lớp phủ trên pha kim loại nóng chảy trong lò. Nếu lớp xỉ này được tạo ra ngay từ khi bắt đầu cấp mẻ liệu, hoặc khi nó được tạo ra khi vận hành lò trên phần thô của nguyên liệu, thì các tác giả sáng chế ưu tiên đưa thêm vào lò một lượng phần nhỏ mịn của nguyên liệu có sẵn, và các tác giả sáng chế ưu tiên đưa phần nhỏ mịn này vào bằng khí nén thông qua vòi phun được đặt chìm trong bể chất lỏng và giải phóng phần nguyên liệu nhỏ mịn này xung quanh bề mặt chung giữa pha kim loại nóng chảy và pha xỉ nóng chảy nổi trên bề mặt bởi vì điều này có lợi ở chỗ làm giảm được nguy cơ tổn thất các hạt nguyên liệu mịn vào khí thải của lò.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, tốc độ nạp nguyên liệu được giữ ở mức thấp hơn tốc độ mà tại đó sự sinh nhiệt là không đủ để nấu chảy nguyên liệu rắn và/hoặc đưa nguyên liệu này lên đến nhiệt độ lò mong muốn. Các tác giả sáng chế muốn tránh tối đa nguy cơ thiếu hụt cân bằng entalpy của lò do tốc độ sinh nhiệt không đủ để nung nóng và nấu chảy nguyên liệu được đưa vào, trong trường hợp đó nhiệt độ trong lò có nguy cơ giảm xuống. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng sẽ có lợi nếu kiểm soát được tốc độ nạp nguyên liệu và, ví dụ, sắt có thể được bổ sung với tốc độ đủ sao cho lượng dư của dạng nguyên tố của sắt và của

các kim loại và các hợp chất mà trong các điều kiện của lò là tro tối đa như sắt hoặc kẽm vẫn đủ cao, kết hợp với việc nạp đủ oxy, để có thể tạo ra nhiệt phản ứng đủ để nung nóng và nấu chảy nguyên liệu được đưa vào.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, ít nhất một phần nguyên liệu có dạng vật liệu chia nhỏ, và phần vật liệu chia nhỏ này có kích cỡ hạt trung bình tối đa bằng 10 mm, tốt hơn nếu phần vật liệu chia nhỏ này có kích cỡ hạt trung bình tối đa bằng 3,36 mm. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng các vật liệu thô chia nhỏ bao gồm đồng và các kim loại khác phù hợp với quy trình theo sáng chế thường khó được xử lý bằng các quy trình thay thế, và do đó có thể được tìm thấy với lượng đáng kể và ở các điều kiện hấp dẫn về mặt kinh tế. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng những vật liệu như vậy có thể dễ dàng được xử lý hoàn hảo trong quy trình theo sáng chế. Các tác giả sáng chế ưu tiên đưa các phần vật liệu chia nhỏ như vậy vào trong lò chỉ khi đã có một lớp xỉ nóng chảy liên tục trong lò nổi bên trên pha kim loại nóng chảy bên dưới. Các tác giả sáng chế ưu tiên đưa phần vật liệu chia nhỏ này vào quanh bề mặt chung giữa kim loại nóng chảy và xỉ nóng chảy, sao cho lớp xỉ có thể có tác dụng như một lớp phủ có thể giữ lại các hạt nhỏ bất kỳ trước khi chúng có thể tiếp cận với pha khí lò và có nguy cơ bị cuốn theo dòng khí thải và không tham gia vào quá trình bên trong lò.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế trong đó liệu nạp chứa phần vật liệu chia nhỏ, phần vật liệu chia nhỏ này được vận chuyển bằng khí nén và được phun vào lò. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng đây là phương pháp rất thuận tiện để nạp phần vật liệu chia nhỏ như vậy, và phương pháp này có thể nạp phần vật liệu vào vị trí có lợi nhất, tức là gần phía trên bề mặt chung giữa kim loại lỏng và xỉ lỏng, nơi mà sắt nguyên tố như sắt vụn có mặt thường nổi lên và là nơi diễn ra hầu hết các phản ứng hóa học.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế trong đó liệu nạp chứa phần vật liệu chia nhỏ, phần vật liệu chia nhỏ này được phun vào pha xỉ lỏng và phía trên pha kim loại của bể chất lỏng. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng pha xỉ này nằm sát trên bề mặt chung giữa kim loại lỏng và xỉ lỏng, trong đó sắt nguyên

tổ như sắt vụn có mặt cũng thường nổi. Đó là nơi hầu hết các phản ứng hóa học xảy ra và cũng là nơi phần lớn nhiệt phản ứng được sinh ra.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế trong đó liệu nạp chứa phần vật liệu chia nhỏ, thành phần trung bình của phần vật liệu chia nhỏ được nạp trong toàn bộ mẻ liệu tinh luyện trong lò thỏa mãn ít nhất một và tốt hơn là tất cả các điều kiện sau đây, sau khi nung nóng tới 1150°C :

- chứa ít nhất 5% khối lượng là tổng lượng kim loại, tốt hơn nếu ít nhất 5% là tổng lượng của đồng, niken, thiếc, chì và kẽm, tốt hơn nếu ít nhất 6% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 7% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 8% khối lượng, tốt hơn nếu ít nhất 9% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 10% khối lượng là tổng lượng kim loại, tốt hơn nếu đó là tổng lượng của đồng, niken, thiếc, chì và kẽm,
- chứa tối đa 70,0% khối lượng là đồng (Cu), tốt hơn nếu tối đa 65,0% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 60,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 55,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 50,0% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 48,0% khối lượng là đồng, và tùy ý ít nhất 10% khối lượng là đồng, tốt hơn nếu ít nhất 15% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 20% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 25% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 30% khối lượng, tốt hơn nếu ít nhất 35% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 40% khối lượng và còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 42,0% khối lượng là đồng,
- chứa tối đa 2,00% khối lượng là niken (Ni), tốt hơn nếu tối đa 1,50% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 1,00% khối lượng là niken,
- chứa ít nhất 0,50% khối lượng và tối đa 10,00% khối lượng là chì (Pb), tốt hơn nếu ít nhất 1,00% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 1,50% khối lượng, và tùy ý tối đa 9,00% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 8,00% khối lượng là chì,
- chứa tối đa 15,00% khối lượng là thiếc (Sn), tốt hơn nếu tối đa 14,00% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 13,00% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 12,00% khối lượng là thiếc,

chứa tối đa 2,00% khối lượng là antimon (Sb), tốt hơn nếu tối đa 1,50% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 1,00% khối lượng là antimon,

- chứa tối đa 7,0% khối lượng là sắt (Fe), tốt hơn nếu tối đa 6,0% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 5,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 4,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 3,50% khối lượng là sắt, và
- chứa tối đa 55% khối lượng là kẽm (Zn), tốt hơn nếu tối đa 50% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 45% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 43% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 40% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 35,0% khối lượng là kẽm.

Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng phần vật liệu chia nhỏ nêu trên rất thích hợp cho quy trình theo sáng chế, do sự có mặt của các kim loại được quan tâm để thu hồi trong các sản phẩm chất lượng cao ở phần sau của quy trình và/hoặc do sự có mặt của các kim loại có thể mang lại nhiệt phản ứng như một phần của quy trình theo sáng chế, trong khi phần vật liệu chia nhỏ chỉ có hàm lượng các kim loại này ở mức đủ thấp khiến cho nó không có đủ hiệu quả kinh tế để có thể được xử lý bằng các quy trình khác nhằm thu hồi các kim loại này từ các nguyên liệu thô sơ cấp và/hoặc các nguyên liệu thô thứ cấp, và do đó nguyên liệu này có thể được tìm thấy ở các điều kiện hấp dẫn về mặt kinh tế mang lại sự nâng cấp đáng kể khi được xử lý trong quy trình theo sáng chế. Việc tuân thủ giới hạn trên đối với hàm lượng lưu huỳnh như một phần của một trong các điều kiện trong danh sách nêu trên giúp tránh được sự tạo thành pha matte đồng riêng biệt, và do đó làm rõ sự khác biệt giữa quy trình theo sáng chế có đặc điểm này và các quy trình tinh luyện đồng mà trong đó pha matte được tạo ra như một trong số các sản phẩm hoặc sản phẩm trung gian.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, nguyên liệu được dùng chứa ít nhất một vật liệu quay vòng từ bước xử lý pha kim loại lỏng nóng chảy và/hoặc pha xỉ lỏng được tạo thành trong quy trình này. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng bước tinh luyện là bước rất thuận tiện để quay vòng các sản phẩm phụ mà có thể được tạo thành trong bước xử lý tiếp pha kim loại lỏng nóng

chảy và/hoặc pha xỉ lỏng tạo thành trong bước tinh luyện. Bước xử lý tiếp như vậy có thể được tiến hành sau bước tinh luyện trong cùng một lò nhưng tốt hơn là sau bước tinh luyện và trong các thiết bị khác nhau. Ví dụ về bước xử lý tiếp như vậy sẽ được giải thích trong phần dưới đây.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế trong đó nguyên liệu được dùng chứa ít nhất một vật liệu quay vòng, ít nhất một vật liệu quay vòng này chứa ít nhất một vật liệu được chọn từ các anốt bị loại hoặc các sản phẩm khác chứa đồng, thiếc và/hoặc chì, oxit hoặc sulphua của kim loại, tốt hơn là của đồng, niken, thiếc, chì và/hoặc kẽm, bao gồm dross chứa kim loại này dưới dạng oxit hoặc sulphua được tạo thành và được lấy ra từ bước xử lý ở phần sau, silixua kim loại, tốt hơn là silixua của kim loại được chọn từ đồng, kẽm, niken, sắt, chì và thiếc, và lớp vỏ hoặc chất rắn khác được tạo ra trên thành của nồi nấu hoặc gầu rót dùng để chuyển kim loại nóng chảy và/hoặc xỉ nóng chảy lấy từ lò. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng bước tinh luyện là nơi rất thích hợp để quay vòng các sản phẩm phụ có hàm lượng không được xác định rõ ràng, như một số vật liệu trong danh sách nêu trên, hoặc các sản phẩm phụ có thể chứa nhiều kim loại đáng quan tâm, như bụi kẽm oxit mà có thể được thu gom bằng cách lọc khí thải của các lò thực hiện nhiều bước hỏa luyện khác nhau, hoặc các xỉ lò chứa các kim loại ở mức khó có thể thu hồi và/hoặc đáng để đưa qua quá trình thu hồi kim loại tổng thể một lần nữa.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, nguyên liệu này được đưa vào phần giữa bề chất lỏng trong lò. Điều này có lợi ở chỗ nguyên liệu rắn, nhờ khả năng nổi lên khi được đặt chìm trong pha kim loại nóng chảy, thường có thể nổi lên bên trên pha kim loại nóng chảy mà không tiếp xúc với lớp lót chịu lửa trong lò. Điều này làm giảm sự hao mòn và hư hỏng mà nguyên liệu rắn có thể gây ra cho lớp lót chịu lửa, và do đó cải thiện tuổi thọ của lớp lót chịu lửa và thời gian giữa hai lần can thiệp bảo dưỡng để sửa chữa lớp lót chịu lửa.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, nguyên liệu được dùng chứa phần nguyên liệu thô, phần nguyên liệu thô này tốt hơn là có kích cỡ hạt trung bình bằng ít nhất 5 mm, tốt hơn nếu ít nhất 10 mm, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 15 mm và thành phần trung bình của phần nguyên liệu thô được nạp trong toàn bộ

bước tinh luyện mẻ liệu trong lò thỏa mãn ít nhất một và tốt hơn là tất cả các điều kiện sau đây, sau khi nung nóng tới 1150°C:

- chứa ít nhất 20% khối lượng là tổng lượng kim loại, tốt hơn nếu ít nhất 20% là tổng lượng của đồng, niken, thiếc, chì và kẽm cùng nhau, tốt hơn nếu ít nhất 30% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 40% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 50% khối lượng, tốt hơn nếu ít nhất 60% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 70% khối lượng và tùy ý tối đa 95% khối lượng là tổng lượng kim loại, tốt hơn là là tổng lượng của đồng, niken, thiếc, chì và kẽm,
- chứa ít nhất 10,0% khối lượng và tối đa 70,0% khối lượng là đồng (Cu), tốt hơn nếu ít nhất 15,0% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 17,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 18,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 19,0% khối lượng, và tùy ý tối đa 65,0% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 60,0% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 55,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 50,0% khối lượng và còn tốt hơn nữa nếu tối đa 45,0% khối lượng là đồng,
- chứa ít nhất 0,50% khối lượng và tối đa 2,00% khối lượng là niken (Ni), tốt hơn nếu ít nhất 0,60% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 0,70% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 0,80% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 0,90% khối lượng, và tùy ý tối đa 1,90% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 1,80% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 1,70% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 1,60% khối lượng và vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 1,50% khối lượng là niken,
- chứa ít nhất 1,00% khối lượng và tối đa 8,00% khối lượng là chì (Pb), tốt hơn nếu ít nhất 1,10% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 1,25% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 1,50% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 1,60% khối lượng, và tùy ý tối đa 7,50% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 7,00% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 6,50% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 6,00% khối lượng và vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 5,50% khối lượng là chì,

- chứa ít nhất 0,50% khối lượng và tối đa 2,50% khối lượng là thiếc (Sn), tốt hơn nếu ít nhất 0,60% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 0,70% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 1,00% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 1,20% khối lượng, và tùy ý tối đa 2,40% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 2,30% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 2,20% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 2,00% khối lượng và vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 1,90% khối lượng là thiếc,
- chứa tối đa 0,10% khối lượng là antimon (Sb), tốt hơn nếu tối đa 0,08% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 0,06% khối lượng là antimon,
- chứa ít nhất 10,0% khối lượng và tối đa 35,00% khối lượng là sắt (Fe), tốt hơn nếu ít nhất 11,0% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 12,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 13,0% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 14,0% khối lượng, và tùy ý tối đa 34,5% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 34,0% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 33,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 32,0% khối lượng và vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 31,0% khối lượng là sắt, và
- chứa ít nhất 2,00% khối lượng và tối đa 15,00% khối lượng là kẽm (Zn), tốt hơn nếu ít nhất 2,50% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 3,00% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 3,50% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 4,00% khối lượng, và tùy ý tối đa 14,00% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 12,00% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 11,00% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 10,00% khối lượng và vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 9,00% khối lượng là kẽm.

Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng phần nguyên liệu thô này rất thích hợp để làm nguyên liệu cho quy trình theo sáng chế. Nó chứa lượng đủ các kim loại đáng quan tâm khiến cho toàn bộ phần nguyên liệu thô cũng đáng được quan tâm, nhưng hàm lượng các kim loại có giá trị không đủ cao để có thể thu hồi bằng các quy trình thay thế. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng phần nguyên liệu thô nêu trên không đủ giàu đồng và/hoặc thiếc cộng với chì để có thể được dùng làm

nguyên liệu thích hợp cho quy trình tinh chế đồng bằng hỏa luyện, chẳng hạn như quy trình được mô tả trong tài liệu WO2019/115533A1. Việc tuân thủ giới hạn trên đối với hàm lượng lưu huỳnh như một phần của một trong các điều kiện trong danh sách nêu trên góp phần thêm nữa vào việc ngăn ngừa sự tạo thành pha matte đồng riêng biệt, và do đó làm rõ sự khác biệt giữa quy trình theo sáng chế có đặc điểm này và các quy trình tinh luyện đồng trong đó pha matte được tạo ra như một trong số các sản phẩm hoặc sản phẩm trung gian.

Các tác giả sáng chế cũng đã thấy rằng hàm lượng lưu huỳnh tương đối thấp có thể dễ dàng được chấp nhận trong phần thô của nguyên liệu. Điều này có lợi ở chỗ có thể chấp nhận nhiều lựa chọn nguyên liệu thô hơn trong bước tinh luyện, bao gồm cả các nguyên liệu thô không được chấp nhận hoặc ít được mong muốn trong các quy trình thay thế để xử lý các nguyên liệu thô như vậy.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, hàm lượng sắt và/hoặc các kim loại và các hợp chất tro tối đa như sắt hoặc kẽm hòa tan trong kim loại nóng chảy bên trong lò được duy trì ít nhất ở mức 1,0% khối lượng, tốt hơn nếu ít nhất ở mức 1,5% khối lượng, nhờ đó hàm lượng của các kim loại và các hợp chất tro tối đa như sắt hoặc kẽm được chuyển đổi thành hàm lượng sắt tương đương, trong đó hàm lượng sắt tương đương là hàm lượng sắt mà có thể đóng góp cùng một lượng nhiệt phản ứng như các kim loại hoặc hợp chất tro tối đa như sắt hoặc kẽm khi phản ứng với oxy trong các điều kiện của lò. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng việc tuân thủ điều kiện này được giám sát và duy trì rất thuận lợi, và dễ dàng đảm bảo được lượng đủ dư của dạng nguyên tố của sắt và của các kim loại hoặc các hợp chất mà trong các điều kiện của lò là tro tối đa như sắt hoặc kẽm. Việc tuân thủ điều kiện này cũng đảm bảo rằng trong lò luôn có đủ lượng dư của sắt và/hoặc các kim loại hoặc các hợp chất khác tro tối đa như sắt hoặc kẽm, sao cho khi phun đủ oxy, thì nhiệt độ bên trong lò có thể được duy trì một cách dễ dàng. Một ưu điểm nữa là điều kiện này đảm bảo việc bảo vệ vòi phun sự bằng sắt rắn và/hoặc sắt oxit như đã được mô tả trong tài liệu này.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, hàm lượng sắt và/hoặc các kim loại và các hợp chất mà trong các điều kiện của lò là tro tối đa như sắt hoặc

kẽm hòa tan trong kim loại nóng chảy bên trong lò được duy trì ở mức tối đa 10,0% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 9,0% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 8,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 7,0% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 6,0% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 5,0% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 4,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 3,5% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 3,0% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 2,5% khối lượng, nhờ đó hàm lượng của các kim loại và các hợp chất tro tối đa như sắt hoặc kẽm được chuyển đổi thành hàm lượng sắt tương đương, trong đó hàm lượng sắt tương đương là hàm lượng sắt mà có thể đóng góp cùng một lượng nhiệt phản ứng như kim loại hoặc hợp chất tro tối đa như sắt hoặc kẽm khi phản ứng với oxy trong các điều kiện của lò. Việc tuân thủ điều kiện này làm giảm nguy cơ sắt thoát ra khỏi dung dịch tại các điểm lạnh hơn trong lò, như sát thành lò, nơi nó có thể làm giảm thể tích lò khả dụng và làm giảm sự khuấy động của bề chất lỏng bên trong lò.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, sắt nguyên tố được đưa vào bước tinh luyện với tốc độ sao cho một lượng dư sắt, cao hơn độ tan của nó trong bề kim loại ở các điều kiện trong lò, được duy trì trong bể nấu chảy trong thời gian thực hiện quy trình. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng đây là một cách thức rất thuận tiện để cấp đủ sắt vào lò nhằm đảm bảo được lượng sắt dư mong muốn.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, lượng sắt dư có mặt trong lò được duy trì bằng cách lấy mẫu định kỳ ít nhất là pha kim loại nóng chảy trong lò và phân tích mẫu để xác định hàm lượng sắt. Tốt hơn nếu lượng sắt dư được giữ ở mức giới hạn để hạn chế lượng các miếng sắt rắn di chuyển xung quanh trong bề chất lỏng của lò nhằm ngăn ngừa các hư hỏng ra, hao mòn và rách vỡ mà các miếng sắt rắn trôi nổi này có thể gây ra cho lớp lót chịu lửa trong lò.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, nguồn cacbon và/hoặc hydro dễ cháy được chọn từ nhóm gồm than cốc, than, muội than, hydrocacbon, khí tự nhiên, metan, etan, propan, butan, hydrocacbon dạng lỏng ở các điều kiện tiêu chuẩn, polyme chứa hydrocacbon, chất dẻo, phế liệu dẻo, mỡ, dầu, sơn, sơn vecni, cao su, tốt hơn là dạng phế liệu của chúng, và hỗn hợp các chất này. Các tác giả

sáng chế đã nhận thấy rằng có nhiều nguồn thích hợp, và một số nguồn này khá sẵn có với các điều kiện cung cấp hấp dẫn.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, lượng nguồn cacbon và/hoặc hydro dễ cháy được giữ dưới mức mà tại đó sự tạo bọt xỉ sẽ ảnh hưởng đến hoạt động của bước tinh luyện, tốt hơn là thấp hơn đáng kể mức này sao cho nguy cơ tạo bọt xỉ vẫn thấp tới mức có thể chấp nhận được. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng mức có thể chấp nhận cao hơn phụ thuộc vào nguồn được chọn, nhưng có thể dễ dàng được xác định bằng cách thử và sai. Một ưu điểm nữa của việc tuân thủ biện pháp phòng ngừa này là nhiệt độ của khí thải từ lò vẫn ở mức có thể chấp nhận được, cũng như hàm lượng cacbon monoxit của khí thải đó. Theo cách khác, lượng nguồn cacbon và/hoặc hydro dễ cháy được giới hạn dưới mức mà tại đó nhiệt độ của khí thải từ lò vẫn ở mức thấp có thể chấp nhận được, hoặc dưới mức mà hàm lượng cacbon monoxit trong khí thải vẫn có thể chấp nhận được.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, ít nhất một phần khí chứa oxy được đưa vào trong pha xỉ nổi trên bề mặt, tốt hơn nếu càng gần càng tốt với bề mặt chung giữa pha kim loại và pha xỉ nổi trên bề mặt. Các tác giả sáng chế ưu tiên đưa ít nhất một phần khí chứa oxy vào vị trí mục tiêu này, nơi oxy được tiêu thụ dễ dàng nhất bằng các phản ứng oxy hóa các kim loại nguyên tố, như sắt, hòa tan trong pha kim loại, và từ đó oxit được tạo thành bởi phản ứng oxy hóa có thể dễ dàng di chuyển vào pha xỉ nổi trên bề mặt với khoảng cách khuếch tán nhỏ nhất.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, ít nhất một phần khí chứa oxy được đưa vào bằng ít nhất một vòi phun bằng kim loại có miệng phun được đặt chìm trong pha xỉ lỏng. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng đây là phương pháp rất thuận tiện để đưa khí chứa oxy vào vị trí mục tiêu. Vòi phun có thể được đưa vào qua một lỗ chuyên dụng trên thành lò, hoặc có thể được đưa vào qua miệng nạp của lò nơi nguyên liệu cũng có thể được đưa vào.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế sử dụng ít nhất một vòi phun bằng kim loại, chất khí được phun qua vòi phun bằng kim loại chứa ít nhất 30% thể tích là oxy, tốt hơn nếu ít nhất 40% thể tích, tốt hơn nữa nếu ít nhất 50% thể tích, vẫn còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 75% thể tích, và còn tốt hơn nữa nếu khí

này là oxy có độ tinh khiết cao. Điều này có lợi ở chỗ, so với việc sử dụng không khí làm khí chứa oxy, có thể giảm được và tốt hơn là tránh được việc tạo thêm khí thải của lò. Do đó, hệ thống xử lý khí thải có thể được làm nhỏ hơn hoặc có thể được vận hành một cách hiệu quả hơn. Một ưu điểm nữa là khí thải của lò chứa ít oxit nitơ hơn, và do đó dễ được chấp nhận hơn về mặt môi trường.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế sử dụng ít nhất một vòi phun bằng kim loại, dòng khí qua vòi phun bằng kim loại được làm mát tới mức đủ để tránh cho vòi phun bị ăn mòn và/hoặc nóng chảy trong các điều kiện nhúng chìm trong bể chất lỏng xỉ nóng chảy. Các tác giả sáng chế ưu tiên đưa vòi phun khí vào lò từ phía trên bể chất lỏng, và chỉ nhúng vòi phun vào pha xỉ nổi trên bề mặt nhưng không sâu đến tận bể kim loại nóng chảy. Các tác giả sáng chế đã quan sát thấy rằng vòi phun, nhờ tác dụng làm mát đủ của khí đi qua nó như nêu trên, có thể duy trì một thời gian dài tiếp xúc với pha xỉ nóng, nhưng sẽ bị hòa tan nhanh trong pha kim loại nóng chảy bên dưới.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, ít nhất một phần khí chứa oxy được đưa vào đáy lò thông qua ít nhất một vòi phun, tốt hơn là qua nhiều vòi phun, tốt hơn nữa nếu các vòi phun này được phân bố đều trên đáy lò. Điều này có lợi ở chỗ tạo ra được sự khuấy động mạnh bể chất lỏng trong lò.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế sử dụng vòi phun, khí được đưa vào qua ít nhất một vòi phun khí chứa oxy chứa tối đa 50% thể tích là oxy, tốt hơn nếu tối đa 40% thể tích, tốt hơn nữa nếu tối đa 30% thể tích, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 25% thể tích là oxy, vẫn còn tốt hơn nữa nếu khí được đưa vào qua vòi phun là không khí. Khí này cần phải thắng được áp suất thủy tĩnh gây ra bởi chiều cao của chất lỏng trong lò. Do đó, khí này cần được nén để có thể đưa vào qua vòi phun. Nếu khí này bao gồm không khí, thì không khí cần được nén trước khi đưa vào.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế sử dụng vòi phun, khí được đưa qua ít nhất một vòi phun có nhiệt độ mát hơn so với pha kim loại lỏng nóng chảy bao quanh vòi phun. Pha kim loại lỏng nóng chảy bao quanh vòi phun này nhờ đó được làm mát và độ tan của sắt trong đó giảm xuống, và khi pha kim

loại lỏng nóng chảy bão hòa với sắt ở nhiệt độ cao hơn, thì sẽ làm cho sắt và/hoặc các hợp chất chứa sắt, như các oxit sắt, kết tủa và tạo thành lớp lắng phủ bám xung quanh các vòi phun, thường ở dạng hình nấm rỗng, giúp bảo vệ các vòi phun khỏi bị ăn mòn bởi nhiệt cao của phản ứng oxy hóa sắt gần với các vòi phun.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, xỉ tinh luyện được sản xuất bởi quy trình này chứa ít nhất 20% khối lượng là sắt (Fe), tốt hơn nếu ít nhất 22,5% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 25,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 27,50% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 30,00% khối lượng là sắt. Trong bản mô tả này, hàm lượng sắt là tổng lượng sắt ở tất cả các trạng thái hóa trị của nó, tức là tổng lượng tất cả sắt có mặt dưới dạng sắt nguyên tố và sắt có mặt dưới dạng liên kết hóa học, thường ở dạng oxit. Điều này có lợi ở chỗ có được độ lỏng xỉ cao hơn, tức là độ nhớt thấp hơn ở cùng nhiệt độ.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, thành phần của xỉ tinh luyện thu được thỏa mãn ít nhất một và tốt hơn nếu tất cả các điều kiện sau đây:

- chứa tối đa 1,00% khối lượng là đồng (Cu), tốt hơn nếu tối đa 0,90% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 0,80% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,70% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,60% khối lượng là đồng,
- chứa tối đa 0,20% khối lượng là niken (Ni), tốt hơn nếu tối đa 0,17% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 0,15% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,12% khối lượng và vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,10% khối lượng là niken,
- chứa tối đa 2,00% khối lượng là chì (Pb), tốt hơn nếu tối đa 1,50% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 1,00% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,95% khối lượng và vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,90% khối lượng là chì,
- chứa tối đa 1,00% khối lượng là thiếc (Sn), tốt hơn nếu tối đa 0,80% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 0,60% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,40% khối lượng và vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,25% khối lượng là thiếc,

- chứa tối đa 22,50% khối lượng là kẽm (Zn), tốt hơn nếu tối đa 20,00% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 17,50% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 15,00% khối lượng và vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 12,50% khối lượng là kẽm.

Việc tuân thủ các giới hạn trên đối với đồng, niken, thiếc và chì có lợi ở chỗ ít phải loại bỏ các kim loại có giá trị khỏi quy trình. Sáng chế hướng đến một quy trình thu hồi đồng, việc hạn chế sự thất thoát đồng trong xỉ tinh luyện có lợi ở chỗ cải thiện được tỷ lệ thu hồi đồng từ các nguyên liệu thô sẵn có.

Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng nhiều nguyên liệu thô chứa đồng, cụ thể là nguyên liệu thứ cấp trong nhóm này, cũng chứa lượng đáng kể kim loại khác, chủ yếu là thiếc, nhưng cũng có thể chứa chì, niken và kẽm. Các tác giả sáng chế nhận thấy rằng hầu hết các kim loại khác đồng này có thể được thu hồi từ cùng một nguyên liệu thô bằng các bước quy trình hỏa luyện, với điều kiện là các kim loại này không bị mất đi trong xỉ tinh luyện. Việc tuân thủ các giới hạn trên đối với các kim loại khác, chủ yếu là đối với thiếc và niken, cũng như chì và một mức độ nào đó là kẽm, có lợi ở chỗ có được khả năng thu hồi cao các kim loại này từ các nguyên liệu thô có sẵn.

Sự có mặt của kẽm trong xỉ tinh luyện có thể được phép cao hơn trong trường hợp có thêm bước làm bốc hơi xỉ trong đó xỉ tinh luyện được làm bốc hơi để giảm hàm lượng kẽm, tùy ý cả hàm lượng chì. Các tác giả sáng chế ưu tiên bổ sung bước làm bốc hơi này để lấy ra thêm kẽm từ xỉ tinh luyện, tốt hơn nếu cũng thêm cả lượng vết của chì, như được mô tả trong tài liệu WO 2016/156394 A1.

Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng các đặc điểm nêu trên về mức thất thoát thấp các kim loại có giá trị trong xỉ tinh luyện có thể được kiểm soát và thu được bằng cách vận hành thích hợp bước tinh luyện tương ứng với nhiệt độ lò, việc khuấy động trong lò, và việc bổ sung oxy, chất khử và việc lựa chọn chúng, và vật liệu trợ dung (hoặc chất tạo xỉ như chúng cũng có thể được gọi) và việc lựa chọn chúng.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, thành phần của đồng cơ đặc trung gian như sản phẩm chất lượng cao từ bước tinh luyện thỏa mãn ít nhất một và tốt hơn là tất cả các điều kiện sau đây:

- chứa ít nhất 50,0% khối lượng là đồng (Cu), tốt hơn nếu ít nhất 55,0% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 60,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 65,0% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 70,0% khối lượng, tốt hơn nếu ít nhất 72,5% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 75,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 77,0% khối lượng, còn tốt hơn nếu ít nhất 78,0% khối lượng hoặc thậm chí 79,0% khối lượng là đồng (Cu), và tùy ý tối đa 97,0% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 95,0% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 90,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 85% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 82,0% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 80% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 79,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 78,0% khối lượng, còn tốt hơn nếu tối đa 77,0% khối lượng là đồng (Cu),
- chứa ít nhất 0,01% khối lượng là niken (Ni), tốt hơn nếu ít nhất 0,05% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 0,10% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 0,50% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 1,00% khối lượng, tốt hơn nếu ít nhất 1,10% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 1,25% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 1,40% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nếu ít nhất 1,50% khối lượng hoặc thậm chí 1,70% khối lượng là niken (Ni), và tùy ý tối đa 15,00% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 12,50% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 10,00% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 7,50% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 5,00% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 4,00% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 3,00% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 2,50% khối lượng, vẫn tốt hơn nếu tối đa 2,40% khối lượng là niken (Ni),
- chứa ít nhất 0,10% khối lượng là chì (Pb), tốt hơn nếu ít nhất 0,50% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 1,00% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 2,00% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 3,00% khối lượng, tốt hơn nếu ít nhất 3,50% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 4,00% khối lượng,

còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 4,50% khối lượng, vẫn tốt hơn nếu ít nhất 5,00% khối lượng hoặc thậm chí 5,50% khối lượng là chì, và tùy ý tối đa 15,00% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 14,50% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 14,00% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 13,50% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 13,00% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 12,50% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 12,00% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 11,50% khối lượng, vẫn tốt hơn nếu tối đa 11,00% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 10,50% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 10,00% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 9,50% khối lượng, vẫn tốt hơn nếu tối đa 9,00% khối lượng là chì (Pb),

- chứa ít nhất 1,00% khối lượng là thiếc (Sn), tốt hơn nếu ít nhất 1,25% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 1,50% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 1,75% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 2,00% khối lượng, tốt hơn nếu ít nhất 2,25% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 2,50% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 2,75% khối lượng, vẫn tốt hơn nếu ít nhất 3,00% khối lượng hoặc thậm chí 3,25% khối lượng là thiếc (Sn), và tùy ý tối đa 12,00% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 10,00% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 8,00% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 7,00% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 6,00% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 5,50% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 5,00% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 4,50% khối lượng, vẫn tốt hơn nếu tối đa 4,00% khối lượng là thiếc (Sn),
- chứa ít nhất 0,05% khối lượng là sắt (Fe), tốt hơn nếu ít nhất 0,10% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 0,30% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 0,50% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 0,60% khối lượng, tốt hơn nếu ít nhất 0,70% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 0,80% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 0,90% khối lượng, vẫn tốt hơn nếu ít nhất 1,00% khối lượng hoặc thậm chí 1,10% khối lượng là sắt (Fe), và tùy ý tối đa 5,00% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 4,00% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 3,00% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 2,50% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 2,00% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 1,75% khối

lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 1,50% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 1,25% khối lượng, vẫn tốt hơn nếu tối đa 1,00% khối lượng là sắt (Fe),

- chứa ít nhất 0,10% khối lượng là kẽm (Zn), tốt hơn nếu ít nhất 0,50% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 1,00% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 2,00% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 2,50% khối lượng, tốt hơn nếu ít nhất 3,00% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 3,50% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 4,00% khối lượng, là kẽm (Zn), và tùy ý tối đa 10,00% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 9,50% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 9,00% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 8,50% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 8,00% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 7,50% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 7,00% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 6,50% khối lượng, vẫn tốt hơn nếu tối đa 6,00% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 5,50% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 5,00% khối lượng là kẽm (Zn),
- chứa tối đa 5% khối lượng là lưu huỳnh (S), tốt hơn nếu tối đa 4,5% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 4,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 3,5% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 3,0% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 2,5% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 2,0% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 1,5% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 1,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,5% khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,1% khối lượng là lưu huỳnh, và tùy ý ít nhất 5ppm theo khối lượng, tốt hơn nếu ít nhất 50ppm theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 100ppm theo khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 500ppm theo khối lượng, vẫn còn tốt hơn nữa nếu ít nhất 1000ppm theo khối lượng, tốt hơn nếu ít nhất 0,5% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất 1,0% khối lượng là lưu huỳnh.

Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng các đặc điểm nêu trên của sáng chế cũng có thể được kiểm soát và thu được bằng cách vận hành thích hợp bước tinh luyện, như được mô tả trên đây, bao gồm việc lựa chọn vật liệu cấp vào. Việc tuân thủ giới hạn trên đối với hàm lượng lưu huỳnh như một phần của một trong các điều kiện trong danh sách nêu trên giúp tránh được sự tạo thành pha matte đồng riêng biệt, và do đó làm rõ sự khác biệt giữa quy trình theo sáng chế bao gồm đặc

điểm này và các quy trình tinh luyện đồng trong đó pha matte được tạo ra như một trong số các sản phẩm hoặc sản phẩm trung gian. Các tác giả sáng chế cũng đã nhận thấy rằng pha kim loại nêu trên rất thích hợp để thu hồi các kim loại có giá trị bằng các bước của quy trình hỏa luyện, như được mô tả dưới đây trong tài liệu này.

Các tác giả sáng chế cũng đã nhận thấy rằng hàm lượng cao của đồng trong pha kim loại có thể được tạo ra để làm chất chiết xuất các kim loại có giá trị khác, như niken, thiếc và chì, từ pha xỉ, và do đó nó cũng góp phần vào tỷ lệ thu hồi cao của các kim loại khác ngoài đồng.

Các tác giả sáng chế cũng đã nhận thấy rằng việc tuân thủ hàm lượng chì nêu trên mang lại ưu điểm trong việc thu hồi một kim loại thậm chí còn có giá trị hơn về kinh tế là thiếc, bởi vì thiếc và chì có thể được thu hồi như dòng sản phẩm phụ kiểu chất hàn, nhờ vào việc hàm lượng chì có thể được điều chỉnh một cách thích hợp và sau đó được chưng cất để thu hồi sản phẩm thiếc có độ tinh khiết cao, cùng với các sản phẩm phụ có giá trị chứa chì với chất lượng khác nhau.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, bể chất lỏng trong lò có nhiệt độ nằm trong khoảng 1100-1300°C, tốt hơn nếu ít nhất 1120°C, tốt hơn nữa nếu ít nhất 1140°C hoặc thậm chí 1150°C, và tùy ý tối đa 1250°C, tốt hơn nếu tối đa 1200°C, tốt hơn nữa nếu tối đa 1180°C. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng khoảng nhiệt độ này có lợi ở chỗ tạo ra được đủ độ lỏng của xỉ và làm hóa hơi thỏa đáng kẽm thu được từ bước tinh luyện, trong khi vẫn duy trì được tốc độ hóa hơi thấp của thiếc và/hoặc chì từ bước tinh luyện, do đó góp phần vào tỷ lệ thu hồi cao của thiếc và/hoặc chì và/hoặc kẽm và khả năng vận hành cao của bước tinh luyện. Các tác giả sáng chế ưu tiên để cho khối nóng chảy trong lò nguội xuống tối đa 1140°C trước khi lấy kim loại ra khỏi lò. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng biện pháp phòng ngừa này góp phần kéo dài thời hạn sử dụng các thùng chứa trong đó kim loại nóng chảy được tiếp nhận và được chuyển đến bước quy trình tiếp theo.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, khí thải từ lò được thu gom và xử lý bằng cách làm mát và/hoặc lọc. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng khí thải từ bước tinh luyện có chứa các kim loại có giá trị đáng để thu hồi, và

việc xử lý nêu trên cũng làm giảm các mối quan tâm về môi trường liên quan đến việc xả khí thải của bước tinh luyện vào khí quyển.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, khí thải thứ cấp từ xung quanh lò cũng được thu gom và xử lý bằng cách lọc, tùy ý kết hợp với làm mát. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng đặc điểm này làm giảm hơn nữa các mối quan tâm về môi trường có thể liên quan đến việc vận hành của lò theo sáng chế.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, bước tinh luyện được thực hiện trong lò tinh luyện.

Lò tinh luyện có ưu điểm là việc vận hành và thiết bị đơn giản, do đó có lợi về kinh tế. Lò tinh luyện còn có ưu điểm nữa là có thể xử lý được nguyên liệu thô có chất lượng khác nhau. Lò tinh luyện có thể tiếp nhận các nguyên liệu thô có độ loãng cao và/hoặc bị nhiễm tạp nhiều hợp phần, như nhiều loại chất hữu cơ. Trong lò tinh luyện các kim loại được làm nóng chảy, và các chất hữu cơ và các vật liệu dễ cháy khác được đốt cháy. Do các nguyên liệu thô hỗn hợp và/hoặc bị nhiễm tạp này hầu như không còn có bất kỳ công dụng cuối cùng nào khác, chúng có thể được cung cấp với những điều kiện rất hấp dẫn về mặt kinh tế. Do đó, khả năng xử lý các nguyên liệu thô này và làm giàu các kim loại có giá trị chứa trong đó là mối quan tâm của người vận hành quy trình theo sáng chế này.

Lò tinh luyện là thiết bị khá đơn giản và rẻ tiền gồm lò hình trụ lớn có thể nghiêng quanh trục dọc của nó trên một phần của hình tròn đầy đủ. Điều này có lợi ở chỗ vốn đầu tư thấp và/hoặc chi phí vận hành thấp để thực hiện bước tinh luyện.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, thành lò được làm mát ít nhất trên một phần bề mặt. Điều này có lợi ở chỗ làm giảm được sự hao mòn và rách của thành lò, và đặc biệt đối với các bộ phận có thể chuyển động là một phần của phương tiện di chuyển trong lò để khuấy bể chất lỏng, và để tăng cường và/hoặc việc kiểm soát việc khuấy bể chất lỏng.

Theo một phương án của sáng chế, quy trình này còn bao gồm bước làm hóa hơi pha xỉ được tạo thành trong bước tinh luyện để thu được xỉ hóa hơi, tốt hơn là bước làm hóa hơi được tiến hành trong lò hóa hơi. Bước hóa hơi tạo ra xỉ hóa hơi,

cùng với ít nhất là bụi chứa hầu hết các kim loại đã được hóa hơi từ xỉ tinh luyện, thường ở dạng oxy hóa của chúng. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng việc có thêm bước quy trình này là có lợi, bởi vì nó mở rộng tiêu chí chấp nhận đối với các nguyên liệu thô của bước tinh luyện bằng cách bao gồm các nguyên liệu thô chứa nhiều kẽm hơn, và tùy ý cả chì. Các nguyên liệu thô như vậy thường khó được xử lý trong các quy trình thay thế nơi chúng là gánh nặng quy trình và/hoặc kinh tế, và do đó có thể được cung cấp ở mức dồi dào hơn và với các điều kiện kinh tế hấp dẫn hơn. Bước làm bốc hơi kẽm có thể được thực hiện như được Michael Borell mô tả trong tài liệu “Slag – a resource in the sustainable society”, trong mục “Securing the Future”, tại hội nghị International Conference on Mining and the Environmental Metals and Energy Recovery, diễn ra tại Skellefteå, Thụy Điển năm 2005, trang 130-138. Tuy nhiên, các tác giả sáng chế ưu tiên thực hiện thêm một bước làm bốc hơi như được mô tả trong tài liệu WO 2016/156394 A1.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, xỉ lấy ra từ bước tinh luyện hoặc từ bước làm bốc hơi được tạo hạt. Tốt hơn nếu xỉ này là xỉ tinh luyện và/hoặc xỉ từ bước làm bốc hơi được lấy từ các lò tương ứng dưới dạng chất lỏng. Điều có lợi là lò này có thể được giải phóng sản xuất tiếp và/hoặc xử lý xỉ trong khi xỉ thu được nguội dần. Xỉ này có thể được làm nguội và/hoặc hóa rắn bằng cách cho xỉ tiếp xúc với môi trường làm nguội, như không khí, có thể là không khí xung quanh.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, bước làm nguội xỉ được thực hiện bằng cách cho xỉ lỏng tiếp xúc với nước. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng việc làm nguội bằng nước rất hiệu quả và có thể được áp dụng theo nhiều cách khác nhau dẫn đến tốc độ làm nguội được kiểm soát tương đối tốt.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, quy trình này còn bao gồm bước sử dụng xỉ thu được cho các ứng dụng cuối được chọn từ tạo ra lớp mài mòn và/hoặc lớp phủ cho ngói lợp hoặc ván lợp mái, làm cát phun hoặc thành phần của hạt phun, như một thành phần của gạch xốp dưới dạng chất tạo màu đen, tốt hơn là trong các sản phẩm xây dựng, tốt hơn nữa là trong ngói đen, các khối cứng màu đen, tốt hơn là cho mục đích trang trí, và như một vật dẫn tỷ trọng cao, tốt hơn là

cho các ứng dụng dưới nước, tốt hơn nữa là cho kỹ thuật thủy lực, và sự kết hợp của chúng.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế để sản xuất vật thể cho ngành xây dựng, quy trình này còn bao gồm bước bổ sung xi thu được làm cốt liệu và/hoặc chất kết dính trong quá trình sản xuất vật thể cho ngành xây dựng, tốt hơn là làm chất kết dính cho cốt liệu, tốt hơn là làm chất kết dính hoạt tính, tốt hơn nữa là làm chất kết dính có hoạt tính puzolan, còn tốt hơn nữa nếu làm chất thay thế cho xi măng Portland, còn tốt hơn nữa nếu làm chất thay thế một phần cho xi măng Portland.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, xi thu được được bổ sung làm chất kết dính trong thành phần polyme vô cơ, tốt hơn là kết hợp với bazơ, tốt hơn nữa là làm chất kết dính chính trong thành phần polyme vô cơ, còn tốt hơn nữa là làm chất kết dính duy nhất trong thành phần polyme vô cơ.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế trong đó xi thu được được bổ sung trong quá trình sản xuất vật thể cho ngành xây dựng, quy trình này còn bao gồm bước tạo bột xốp cho thành phần polyme vô cơ.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế để sản xuất vật thể cho ngành xây dựng, vật thể cho ngành xây dựng này là phần tử kết cấu, tốt hơn nếu phần tử kết cấu này được chọn từ danh sách gồm gạch, đá lát, khối kết cấu, khối bê tông, và các dạng kết hợp của chúng.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế để sản xuất vật thể cho ngành xây dựng, vật thể cho ngành xây dựng này có cấu trúc bột xốp.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế để sản xuất vật thể cho ngành xây dựng, quy trình này còn bao gồm bước sử dụng vật thể này để cải thiện tính cách nhiệt và/hoặc cách âm, để che chắn tia X, và các dạng kết hợp của chúng.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, quy trình này còn bao gồm bước tinh chế đồng cơ đặc trung gian để thu được sản phẩm đồng tinh chế cùng với ít nhất một xỉ tinh luyện đồng. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng bước tinh

chế này có thể được tiến hành thích hợp như đã được mô tả trong tài liệu WO2019/115543A1.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế trong đó đồng cô đặc trung gian còn chứa thiếc và chì, quy trình này còn bao gồm bước thu hồi thành phần kim loại hàn thô từ đồng cô đặc trung gian. Việc thu hồi kim loại hàn thô có thể được tiến hành thích hợp như đã được mô tả trong tài liệu WO2019/115524A1.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế bao gồm bước thu hồi thành phần kim loại hàn thô, quy trình này còn bao gồm bước thu hồi từ thành phần kim loại hàn thô này ít nhất một trong số sản phẩm chì mềm tinh khiết, sản phẩm chì cứng tinh khiết và sản phẩm thiếc tinh khiết. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng thành phần kim loại hàn thô này là nguyên liệu rất thích hợp để thu hồi ít nhất một trong các sản phẩm nêu trên, tốt hơn nếu ít nhất là sản phẩm thiếc tinh khiết, tốt hơn nữa nếu ngoài ra cũng thu hồi được một trong hai sản phẩm chì tinh khiết, và còn tốt hơn nữa nếu thu hồi được cả hai sản phẩm chì tinh khiết.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế bao gồm bước thu hồi thành phần kim loại hàn thô, quy trình này còn bao gồm bước tinh chế sơ bộ thành phần kim loại hàn thô này để tạo ra thành phần kim loại chất hàn đã được tinh chế sơ bộ.

Thành phần kim loại hàn thô, mà có thể thu được dưới dạng sản phẩm phụ từ quá trình tinh chế đồng cô đặc trung gian thu được từ quy trình theo sáng chế, có thể được tinh chế sơ bộ tiếp hoặc được xử lý để loại bỏ nhiều tạp chất, đặc biệt là đồng. Điều này có thể được thực hiện bằng cách cho thành phần kim loại hàn thô, dưới dạng chất lỏng nóng chảy, tiếp xúc với silic và/hoặc nhôm nguyên tố, các nguyên tố mà trong các điều kiện vận hành liên kết với Cu, Ni và/hoặc Fe và tạo thành pha hợp kim silixua và/hoặc aluminua riêng biệt. Các tác giả sáng chế ưu tiên sử dụng phế liệu chứa silic và/hoặc nhôm. Tốt hơn nếu vật liệu được bổ sung còn chứa Sn và/hoặc Pb, bởi vì các kim loại này dễ được chế biến thành các sản phẩm chất lượng cao tương ứng khi được đưa vào giai đoạn này của quy trình. Do Sb và As thường có mặt của trong thành phần kim loại hàn thô, nên các tác giả sáng chế ưu tiên sử dụng silic và tránh sử dụng nhôm, mặc dù nó thường sẵn có hơn và dễ

phản ứng hơn. Điều này cũng tránh được sự tạo thành H_2S , một khí độc, và các phản ứng tỏa nhiệt nhiều hơn trong lò xử lý, và cũng tránh được sự tạo ra sản phẩm phụ là pha hợp kim, mà khi tiếp xúc với nước sẽ sinh ra stibin và/hoặc arsin, là các chất khí rất độc. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng silic cấp vào bước xử lý này có thể chứa một lượng sắt (Fe) hạn chế, dễ dàng lớn hơn 1% khối lượng và dễ dàng lên tới 5% khối lượng hoặc thậm chí lên tới 10% khối lượng là Fe. Do đó, quy trình này có thể được vận hành bằng cách sử dụng các sản phẩm Si không được chấp nhận đối với những người tiêu dùng silic khác, như vật liệu loại bỏ từ dây chuyền sản xuất, và do đó có thể sẵn có hơn. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng gánh nặng của việc xử lý Fe bổ sung này, cũng liên kết với Si, thường dễ dàng được bù đắp bằng các điều kiện thuận lợi cho việc cung cấp nguồn silic.

Bước tinh chế sơ bộ này có thể được tiến hành thích hợp như đã được mô tả trong tài liệu WO2019/115524A1, và tạo ra cái gọi là “pha cupro”, là sản phẩm phụ mà, tốt hơn là sau khi được “rửa sạch” như mô tả, có thể được tái tuần hoàn đến bước tinh luyện của quy trình theo sáng chế.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế bao gồm bước thu hồi thành phần kim loại hàn thô, quy trình này còn bao gồm bước điều chỉnh thành phần kim loại hàn thô hoặc thành phần kim loại chất hàn đã được tinh chế sơ bộ để tạo ra thành phần kim loại chất hàn đã được điều chỉnh. Bước điều chỉnh này có thể xử lý thêm chất hàn sao cho nó thích hợp để chưng cất trong chân không, một bước quy trình đòi hỏi kỹ thuật cao, nhạy cảm với sự có mặt của các tạp chất kim loại cụ thể. Bước điều chỉnh và chưng cất này có thể được tiến hành thích hợp như đã được mô tả trong tài liệu WO2018/060202A1.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế có bước tạo ra thành phần kim loại chất hàn đã được điều chỉnh, quy trình này còn bao gồm bước chưng cất thứ nhất để chưng cất thành phần chất hàn đã được điều chỉnh trong đó chỉ được lấy ra từ chất hàn này bằng cách làm bay hơi và thu được sản phẩm đỉnh của bước chưng cất thứ nhất và sản phẩm đáy của bước chưng cất thứ nhất. Bước chưng cất thứ nhất như vậy có thể được tiến hành thích hợp như đã được mô tả trong tài liệu WO2018/060202A1.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế có bước tạo ra sản phẩm đỉnh của bước chưng cất thứ nhất, quy trình này còn bao gồm bước loại ra ít nhất một tạp chất được chọn từ các kim loại arsen, antimon và thiếc từ sản phẩm đỉnh của bước chưng cất thứ nhất để thu được sản phẩm chì mềm tinh khiết. Tốt hơn nếu sản phẩm chì mềm tinh khiết này được tạo ra như đã được mô tả trong tài liệu WO2020/157165A1.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế bao gồm bước chưng cất thứ nhất, trong đó sản phẩm đáy của bước chưng cất thứ nhất này chứa chì và bạc, và quy trình này còn bao gồm bước tách sản phẩm đáy của bước chưng cất thứ nhất bằng cách kết tinh phân đoạn thành sản phẩm dịch xả lỏng giàu bạc thứ nhất tại đầu cuối lỏng của bước kết tinh và sản phẩm giàu thiếc thứ nhất tại đầu cuối tinh thể của bước kết tinh. Các tác giả sáng chế ưu tiên thực hiện bước tách này như đã được mô tả trong tài liệu WO2020/157167A2.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế bao gồm bước kết tinh phân đoạn, quy trình này còn bao gồm bước tách sản phẩm dịch xả lỏng giàu bạc thứ nhất thành sản phẩm giàu chì cộng thiếc và sản phẩm giàu bạc, tốt hơn là bằng cách điện phân nhờ đó bùn anốt là sản phẩm giàu bạc. Các tác giả sáng chế ưu tiên thực hiện bước tách này như đã được bộc lộ trong tài liệu WO2020/157167A2.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế có bước tạo ra sản phẩm giàu thiếc thứ nhất và sản phẩm giàu thiếc thứ nhất này còn chứa chì và antimon, quy trình này còn bao gồm bước chưng cất thứ hai để chưng cất sản phẩm giàu thiếc thứ nhất, trong đó chủ yếu là chì và antimon được làm bay hơi và thu được sản phẩm đỉnh chưng cất thứ hai và sản phẩm đáy chưng cất thứ hai.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế bao gồm bước chưng cất thứ hai, quy trình này còn bao gồm bước chưng cất thứ ba để chưng cất sản phẩm đỉnh chưng cất thứ hai, trong đó chì được làm bay hơi và thu được sản phẩm đỉnh chưng cất thứ ba và sản phẩm đáy chưng cất thứ ba, tốt hơn nếu ít nhất một phần sản phẩm đáy chưng cất thứ ba này được tái tuần hoàn đến cửa nạp liệu của bước chưng cất thứ hai và/hoặc cửa nạp liệu của bước kết tinh phân đoạn.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế bao gồm bước chung cất thứ ba, quy trình này còn bao gồm bước loại ra ít nhất một tạp chất được chọn từ các kim loại arsen và thiếc từ sản phẩm đỉnh chung cất thứ ba để thu được sản phẩm chì cứng tinh khiết. Các tác giả sáng chế ưu tiên thực hiện bước này như đã được mô tả trong tài liệu WO2020/157168A1.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế bao gồm bước chung cất thứ hai, quy trình này còn bao gồm bước tinh chế sản phẩm đáy chung cất thứ hai để thu được sản phẩm thiếc tinh khiết. Các tác giả sáng chế ưu tiên thực hiện bước này như đã được mô tả trong tài liệu WO2020/157168A1.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế bao gồm bước tinh chế đồng cô đặc trung gian để thu được sản phẩm đồng tinh chế, quy trình này còn bao gồm bước đúc sản phẩm đồng tinh chế để tạo ra các tấm anot đồng tinh chế. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng sản phẩm đồng tinh chế ở dạng các tấm anot đồng là sản phẩm rất thích hợp cho bước điện phân tiếp theo để sản xuất đồng catốt có độ tinh khiết cao, cùng với bùn anot mà có thể được xử lý tiếp để thu hồi các kim loại có giá trị chứa trong đó. Các tác giả sáng chế ưu tiên thực hiện bước tinh chế điện phân này như đã được mô tả trong tài liệu WO2019/219821A1.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, ít nhất một phần của quy trình được giám sát và/hoặc được kiểm soát bằng điện tử. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng việc kiểm soát các bước của quy trình theo sáng chế bằng điện tử, tốt hơn nếu bằng chương trình máy tính, có lợi ở chỗ có được quá trình xử lý tốt hơn nhiều, với kết quả dễ đoán hơn nhiều và gần với mục tiêu của quy trình hơn. Ví dụ trên cơ sở kết quả đo nhiệt độ, cũng như kết quả đo áp suất và/hoặc mức độ và/hoặc kết hợp với các kết quả phân tích hóa học các mẫu thử lấy từ dòng quy trình và/hoặc các kết quả phân tích thu được trực tuyến nếu muốn, chương trình máy tính này có thể kiểm soát thiết bị liên quan đến việc cung cấp hoặc rút bỏ điện năng, cung cấp nhiệt hoặc môi chất làm mát, điều khiển lưu lượng và/hoặc áp suất. Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng việc giám sát hoặc kiểm soát như vậy đặc biệt có lợi đối với các bước được vận hành ở chế độ liên tục, nhưng cũng có thể có lợi đối với các bước được vận hành theo mẻ hoặc bán mẻ. Ngoài ra và tốt hơn nếu

các kết quả giám sát thu được trong khi hoặc sau khi thực hiện các bước trong quy trình theo sáng chế cũng được dùng để giám sát và/hoặc kiểm soát các bước khác như một phần của quy trình theo sáng chế, và/hoặc của các quy trình được áp dụng ở phía trước hoặc sau quy trình theo sáng chế, như một phần của quy trình tổng thể trong đó quy trình theo sáng chế chỉ là một phần. Tốt hơn nếu toàn bộ quy trình tổng thể được giám sát bằng điện tử, tốt hơn nữa nếu bằng ít nhất một chương trình máy tính. Tốt hơn nếu quy trình tổng thể được kiểm soát bằng điện tử nhiều nhất có thể.

Các tác giả sáng chế muốn rằng việc kiểm soát bằng máy tính cũng cung cấp dữ liệu và các hướng dẫn được truyền từ một máy tính này hoặc chương trình máy tính này tới ít nhất một máy tính khác hoặc chương trình máy tính khác hoặc môđun của cùng một chương trình máy tính, để giám sát và/hoặc kiểm soát các quy trình khác, bao gồm nhưng không chỉ giới hạn ở các quy trình được mô tả trong tài liệu này.

Sáng chế sẽ được minh họa chi tiết bằng Fig.1, thể hiện lưu đồ của quy trình tổng thể như một phương án ưu tiên bao gồm các bước quy trình theo điểm 1 yêu cầu bảo hộ để thu được đồng cô đặc trung gian.

Trên Fig.1, số chỉ dẫn được dùng để chỉ các bước quy trình hoặc dòng sản phẩm như sau:

100. Bước tinh luyện hoặc lò tinh luyện
 200. Tinh chế đồng
 300. Đúc đồng anốt
 400. Làm bốc hơi xỉ
 500. Tinh chế chì/thiếc
1. Phần nguyên liệu thô
 2. Phần nguyên liệu chia nhỏ hoặc bụi
 3. Đồng đen dưới dạng đồng cô đặc trung gian
 4. Bụi lò tinh luyện dưới dạng sản phẩm phụ từ lò tinh luyện

5. Xỉ tinh luyện
6. Xỉ lò tinh chế
7. Chất hàn thô dưới dạng sản phẩm phụ từ bước tinh chế đồng
8. Đồng tinh chế
9. Sản phẩm đồng anốt
10. Sản phẩm chì mềm
11. Sản phẩm chì cứng
12. Sản phẩm thiếc tinh chế
13. Xỉ hóa hơi
14. Bụi lò hóa hơi dưới dạng sản phẩm phụ từ lò hóa hơi.

Fig.1 thể hiện việc phân nguyên liệu thô 1 và phần vật liệu chia nhỏ 2 được nạp vào lò tinh luyện 100 nơi khí chứa oxy (không được thể hiện) được phun vào để kiểm soát các phản ứng trong lò và cũng như nhiệt độ trong lò. Khí thải của lò được làm mát và được lọc, nhờ đó thu được bụi lò tinh luyện 4. Xỉ tinh luyện 5 được lấy ra khỏi lò và nạp vào bước hóa hơi 400 để thu hồi bụi lò hóa hơi 14 và để tạo ra xỉ cuối hoặc cái gọi là “xỉ sạch” 13 dưới dạng xỉ thứ cấp.

Đồng đen 3 dưới dạng đồng cô đặc trung gian được nạp vào lò tinh chế đồng 200, để tạo ra sản phẩm đồng tinh chế 8, chất hàn thô dưới dạng sản phẩm phụ 7 và xỉ lò tinh chế 6. Xỉ lò tinh chế 6 có thể được dẫn tới lò hóa hơi 400 để làm tăng lượng xỉ cuối 13 và bụi lò hóa hơi 14. Đồng tinh chế 8 được đưa tới bước đúc đồng anốt 300 để tạo ra các tấm anốt đồng 9. Chất hàn thô 7 được chuyển tới bước tinh chế chì/thiếc 500, trong đó sản phẩm chì mềm 10, sản phẩm thiếc tinh chế 12, và tùy ý sản phẩm chì cứng 11 được tạo ra.

Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng hiệu quả kỹ thuật có lợi của sáng chế, không chỉ nhờ vào việc vận hành bước tinh luyện 100 một cách ổn định và đáng tin cậy hơn, có thể tác động tới các công đoạn phía sau và toàn bộ quá trình

tạo ra các sản phẩm 9, 10, 11, 12, 13 và 14 như được thể hiện trên Fig.1. Các bước này, nhờ vào giải pháp theo sáng chế, có được dòng cấp liệu ổn định và đáng tin cậy hơn xuất phát từ bước tinh luyện và do đó có thể tạo ra các sản phẩm cuối có chất lượng ổn định và đáng tin cậy hơn. Một điểm có lợi nữa là sáng chế này làm giảm gánh nặng giám sát và sự chú ý của người vận hành các bước của quy trình sau đó cũng như của quy trình tổng thể.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Trong lò dạng trống quay có đường kính trong bằng 3m, một lượng đồng đen lỏng ở mức khoảng 1,00m từ bề liệu trước đó được giữ lại làm đồng cô đặc trung gian, tương ứng với khối lượng khoảng 113 tấn.

Lò này được vận hành ở chế độ bán liên tục trong thời gian hoạt động kéo dài khoảng 16 tháng liên tục, sử dụng trình tự lặp lại của các chế độ vận hành sau đây, trong đó mỗi chu kỳ liên quan đến các bề liệu sơ chế khác nhau được thu gom và phối trộn bằng cách lựa chọn các lô vật liệu khác nhau từ kho nguyên liệu thô sẵn có:

Chế độ 1: Từ bề liệu thích hợp, các nguyên liệu rắn thô lớn được đưa dần vào lò. Chế độ này được thực hiện nếu cần cho tới khi thu được lớp xỉ liên tục nổi lên bên trên pha kim loại lỏng,

Chế độ 1+2: Khi đã có lớp xỉ liên tục trong lò, từ bề liệu sơ chế thích hợp khác được chuẩn bị cho mục đích này, nguyên liệu đã được chia nhỏ, còn được gọi là “bụi”, được vận chuyển bằng khí nén và được phun vào pha xỉ lỏng phía trên pha kim loại trong bể chất lỏng, thường cũng dần dần theo thời gian, trong khi việc nạp dần dần nguyên liệu rắn thô tốt hơn vẫn được tiếp tục,

Chế độ 3: Thông thường, nhưng chỉ khi cần thiết, như một phần của công đoạn sau khi việc cấp liệu đã hoàn thành và/hoặc lò được coi là đã đầy, bao gồm một khoảng thời gian trong đó các điều kiện trong lò được duy trì và các phản ứng hóa học được cho tiếp diễn, và cho đến khi thu được thành phần của xỉ và kim loại mong muốn.

Chế độ 4: Xi được rót ra từ lò bằng cách nghiêng trống quay cho đến khi ít nhất một phần pha xi nổi trên bề mặt chảy tràn qua cửa nạp của lò. Tốt hơn nếu xi này được chuyển ở dạng lỏng trong vật chứa thích hợp tới lò hóa hơi để tiếp tục thu hồi kẽm và tùy ý cả chì bằng cách làm bốc hơi, và có thể cả đồng như một phần của pha kim loại dưới dạng sản phẩm phụ của bước làm bốc hơi. Xi thu được từ bước làm bốc hơi này, hoặc nếu không có bước làm bốc hơi này thì xi từ bước tinh luyện, được làm nguội, hóa rắn và được tạo hạt bằng cách cho xi lỏng nóng tiếp xúc với dòng nước lớn.

Chế độ 5: Một phần kim loại được lấy ra khỏi lò, nếu thuận tiện cho đến khi mức kim loại lỏng tối thiểu bằng khoảng 1,00m cộng với một ít xỉ lỏng có thể còn lại trong lò. Việc lấy kim loại ra được thực hiện, nếu xỉ đã được lấy ra hoàn toàn, bằng cách cho pha kim loại chảy tràn qua cửa nạp, và nếu chỉ một phần của pha xi được lấy ra thì kim loại được tháo ra qua van xả được bố trí thích hợp trên thành lò.

Sau khi lấy ra xỉ và/hoặc kim loại theo Chế độ 4 và/hoặc Chế độ 5, tức là khi đã có thêm chỗ trong lò, việc cấp nguyên liệu thô được bắt đầu lại, tùy thuộc vào sự có mặt của xỉ trong lò như trong Chế độ 1 hoặc Chế độ 1+2 nêu trên, và nếu mẻ liệu trước đó đã hoàn thành, thì bắt đầu từ mẻ liệu tiếp theo.

Nếu bước xử lý đồng cô đặc trung gian sau đó cần nhiều nguyên liệu hơn, thì một phần pha kim loại lỏng được lấy không liên tục ra khỏi lò trước hoặc không rút ra bất kỳ pha xỉ nổi trên bề mặt nào ngay trước hoặc ngay sau khi rút ra kim loại.

Vật liệu trợ dung bổ sung, đôi khi được gọi là “chất tạo xỉ”, thuật ngữ thường được sử dụng trong tiếng Đức, thường là cát, được bổ sung vào lò với mức cần thiết để đảm bảo đủ độ lỏng của xỉ. Trước bước tạo hạt xỉ từ lò hoặc từ lò hóa hơi sau đó, silic đioxit được bổ sung thêm nếu cần thiết để đảm bảo tỷ lệ Fe/Si chính xác sao cho kiểm soát được nguy cơ tạo ra hydro trong quá trình rót xỉ và quá trình tạo hạt, và nguy cơ nổ liên quan. Trong khoảng thời gian cần thiết để xử lý mẻ liệu, trung bình tổng cộng 11,5 tấn cát được đưa vào lò trong mỗi mẻ liệu.

Trong quá trình thực hiện các Chế độ 1, 1+2 và 3, khi cần duy trì nhiệt độ lò, khí oxy tinh khiết được phun vào thông qua vòi phun được đưa vào qua cửa nạp. Trong các chế độ vận hành này, khi có thể, lò trống được lắc để khuấy động chất lỏng trong đó.

Trong tất cả các chế độ vận hành này, không khí nén được cấp ở áp suất 10 bar qua 4 vòi phun được bố trí ở các vị trí thích hợp trong thành lò dưới mực chất lỏng, và được phun vào lò, chủ yếu là với mục đích khuấy động bề chất lỏng, nhưng cũng để đưa thêm oxy vào bề chất lỏng để tham gia vào các phản ứng hóa học.

Trong giai đoạn nêu trên, mỗi mẻ liệu với tổng khối lượng trung bình khoảng 92,4 tấn các nguyên liệu thô rắn thô, bao gồm một số vật liệu quay vòng, được đưa vào lò, cũng như tổng khối lượng khoảng 23,2 tấn các vật liệu thô chia nhỏ được đưa vào lò. Các nguyên liệu thô rắn thô và các vật liệu thô chia nhỏ có thành phần trung bình như được trình bày trong Bảng I. Lượng đủ sắt vụn rắn bổ sung tạo thành một phần của hỗn hợp sơ chế trong mẻ liệu gồm các nguyên liệu thô rắn thô, và được nạp vào lò như một phần của chúng, để duy trì sự có mặt của sắt rắn nổi trên pha kim loại. Do đó, lượng sắt vụn bổ sung này được đưa vào thành phần của các nguyên liệu thô rắn thô trong Bảng I.

Bảng I

Nguyên tố, % khối lượng	Thô	Bụi
Cu	40,45	44,82
Pb	5,02	6,74
Sn	1,67	4,93
Ni	0,99	0,76
Fe	27,10	3,43
Si	1,99	1,70

Al	0,25	0,00
Zn	9,30	16,07
Bi	0,02	0,01
As	0,01	0,07
Sb	0,01	0,16
CaO	0,51	4,64
SiO ₂	5,49	5,58
Al ₂ O ₃	1,33	1,75
Tổng, % khối lượng	94,14	90,66

Trải trên toàn bộ giai đoạn vận hành nêu trên, tính cho mỗi mẻ liệu trung bình có khoảng 6,6 tấn oxy được phun dưới dạng không khí nén ở nhiệt độ môi trường qua 4 vòi phun trong đáy lò và dưới dạng khí oxy qua vòi phun gần bề mặt chung giữa pha kim loại và pha xỉ nổi trên bề mặt. Nhiệt độ trong lò có thể được duy trì rất thuận lợi và chính xác trong trong phạm vi hẹp 1150-1180°C. Điều quan trọng nhất là cần kiểm soát lượng oxy phun vào để tránh nhiệt độ vượt quá phạm vi này, sao cho giảm thiểu được sự bay hơi của thiếc và/hoặc chì. Tốc độ cấp nguyên liệu thô, bao gồm nguyên liệu rắn thô cũng như việc phun bụi, được kiểm soát để tránh nhiệt độ giảm xuống dưới mức mong muốn, và việc phun oxy cho phép dễ dàng khôi phục nhiệt độ nếu xảy ra hiện tượng giảm nhiệt độ tạm thời. Để lấy kim loại ra khỏi lò, nhiệt độ được cho giảm xuống đến khoảng 1140°C để giảm nguy cơ làm hỏng vật chứa mà kim loại nóng chảy này được chuyển vào.

Khí thải từ lò được làm nguội và được lọc để thu hồi các chất rắn trong các chất khí này dưới dạng bụi lò tinh luyện.

Trên toàn bộ giai đoạn vận hành nêu trên, tính cho mỗi mẻ liệu, lượng trung bình các sản phẩm có thành phần như được trình bày trong Bảng II được tạo ra và được lấy ra khỏi lò tinh luyện.

Bảng II

Nguyên tố, % khối lượng	Xi tinh luyện	Kim loại	Bụi
Cu	0,60	77,41	6,18
Pb	0,30	9,40	10,99
Sn	0,11	4,25	1,03
Ni	0,04	1,74	0,03
Fe	35,85	1,12	0,50
Si	0,00	0,00	0,00
Al	0,00	0,00	0,00
Zn	11,48	4,98	48,90
Bi	0,00	0,04	0,00
As	0,00	0,04	0,03
Sb	0,00	0,07	0,04
CaO	2,20	0,00	0,00
SiO ₂	31,40	0,02	0,60
Al ₂ O ₃	3,58	0,00	0,01
Tổng %	85,56	99,07	68,31
Tổng khối lượng, tấn	70,1	61,1	2,5

Hàm lượng lưu huỳnh của pha kim loại thu được dưới dạng đồng cô đặc trung gian từ quy trình trong ví dụ này được xác định và thấy rằng mỗi mẻ liệu chứa thấp xa 2% khối lượng, thay vì chứa tối đa 0,25 % khối lượng. Đối với mỗi mẻ liệu, hàm lượng lưu huỳnh trong xỉ được thấy có giá trị tối đa là 0,33 % khối lượng và trong bụi có giá trị tối đa là 0,21 % khối lượng.

Với việc sáng chế đã được mô tả đầy đủ này, người có hiểu biết trong lĩnh vực này sẽ hiểu rằng sáng chế có thể được thực hiện trong phạm vi rộng các thông số được xác định trong phần yêu cầu bảo hộ mà không vượt ra ngoài phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình thu hồi đồng từ các vật liệu thô thứ cấp bao gồm, trong ít nhất một mẻ liệu, bước tinh luyện (100) nguyên liệu (1, 2) chứa các vật liệu thô trong lò để thu được đồng cô đặc trung gian (3), trong đó:

nguyên liệu gồm các vật liệu thô được đưa dần dần vào lò, nguyên liệu này chứa đồng, và tùy ý ít nhất một kim loại mà trong các điều kiện vận hành lò là trơ hơn thiếc, ít nhất một phần dưới dạng oxit,

nguyên liệu này còn chứa sắt, và tùy ý ít nhất một kim loại hoặc hợp chất mà trong các điều kiện của lò là trơ tối đa như sắt hoặc kẽm, sắt và kim loại trơ tối đa như sắt hoặc kẽm này có mặt ít nhất một phần ở dạng nguyên tố của chúng,

nhật được tạo ra bên trong lò bởi các phản ứng oxy hóa khử biến đổi sắt nguyên tố và các kim loại hoặc các hợp chất trơ tối đa như sắt hoặc kẽm thành các oxit và biến đổi các oxit đồng và oxit các kim loại trơ hơn thiếc thành kim loại nguyên tố,

ít nhất một phần các kim loại nguyên tố được thu nhập vào pha kim loại lỏng nóng chảy và ít nhất một phần các oxit được thu nhập vào pha xỉ lỏng nổi trên bề mặt,

các pha lỏng này có thể được tách ra và ở cuối bước tinh luyện ít nhất một trong các pha lỏng này được lấy ít nhất một phần ra khỏi lò dưới dạng xỉ tinh luyện (5) và/hoặc dưới dạng đồng cô đặc trung gian (3),

đặc trưng ở chỗ:

trong bước tinh luyện lượng dư dạng nguyên tố của sắt và của các kim loại hoặc các hợp chất mà trong các điều kiện của lò là trơ tối đa như sắt hoặc kẽm được duy trì trong lò so với lượng cần thiết để hoàn thành các phản ứng oxy hóa khử, và

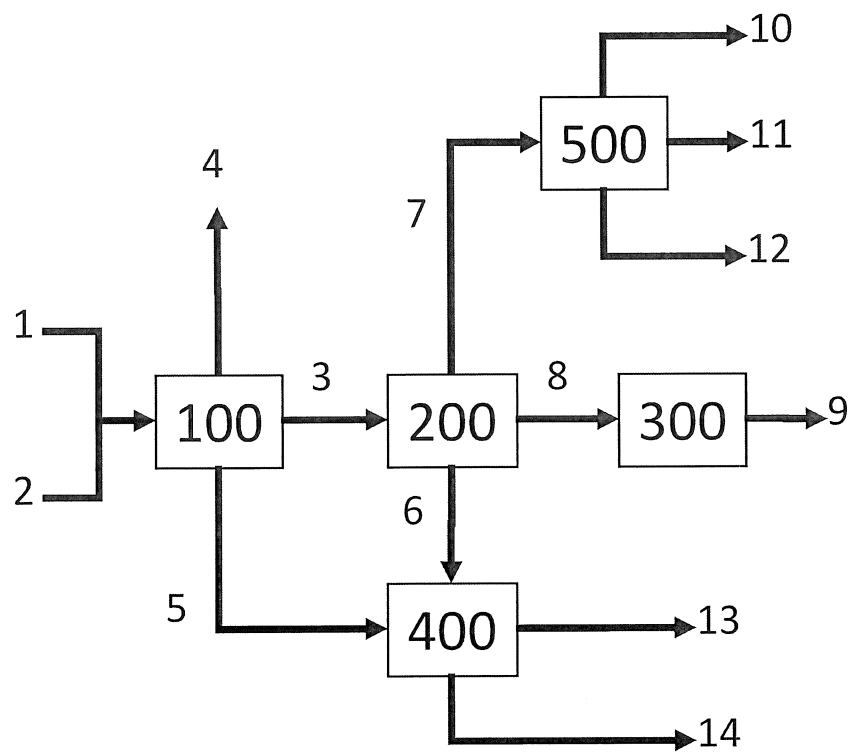
việc cấp thêm nhiệt vào lò được thực hiện trong bước tinh luyện bằng cách phun khí chứa oxy để oxy hóa lượng dư của sắt và của các kim loại hoặc các hợp chất trợ tối đa như sắt hoặc kẽm có mặt trong lò và tùy ý để đốt cháy nguồn cacbon và/hoặc hydro dễ cháy có thể được đưa thêm vào lò.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó nguyên liệu này còn chứa ít nhất một kim loại thứ hai được chọn từ nhóm chỉ bao gồm niken, thiếc và chì.
3. Quy trình theo điểm 2, trong đó đồng cô đặc trung gian (3) còn chứa ít nhất một kim loại thứ hai.
4. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó nguyên liệu (1, 2) có ít nhất một phần rắn và trong đó nguyên liệu rắn được nạp dần dần, tốt hơn nếu liên tục, vào lò.
5. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó ít nhất một phần của nguyên liệu (1, 2) có dạng phần chia nhỏ (2), và phần vật liệu chia nhỏ (2) này có kích cỡ hạt trung bình tối đa bằng 10 mm.
6. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó hàm lượng sắt và các kim loại hoặc các hợp chất trợ tối đa như sắt hoặc kẽm hòa tan trong kim loại nóng chảy bên trong lò được duy trì ít nhất ở mức 1,0% khối lượng, tốt hơn nếu ít nhất ở mức 1,5% khối lượng, trong đó hàm lượng của các kim loại và các hợp chất trợ tối đa như sắt hoặc kẽm được chuyển đổi thành hàm lượng sắt tương đương, trong đó hàm lượng sắt tương đương là hàm lượng sắt mà có thể đóng góp cùng một lượng nhiệt phản ứng như kim loại hoặc hợp chất trợ tối đa như sắt hoặc kẽm khi phản ứng với oxy trong các điều kiện của lò.
7. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó ít nhất một phần khí chứa oxy được đưa vào bằng ít nhất một vòi phun bằng kim loại có miệng phun được đặt chìm trong pha xỉ lỏng.

8. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó ít nhất một phần khí chứa oxy được đưa vào trong đáy lò qua ít nhất một vòi phun, tốt hơn là qua nhiều vòi phun, tốt hơn nữa nếu các vòi phun này được phân bố đồng đều trên đáy lò.
9. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó thành phần của đồng cô đặc trung gian (3) dưới dạng sản phẩm chất lượng cao thu được từ bước tinh luyện (100) thỏa mãn ít nhất một và tốt hơn là tất cả các điều kiện sau đây:
- chứa ít nhất 50,0% khối lượng là đồng (Cu),
 - chứa ít nhất 0,01% khối lượng là niken (Ni),
 - chứa ít nhất 0,10% khối lượng là chì (Pb),
 - chứa ít nhất 1,00% khối lượng là thiếc (Sn),
 - chứa ít nhất 0,05% khối lượng là sắt (Fe),
 - chứa ít nhất 0,10% khối lượng là kẽm (Zn), và
 - chứa tối đa 5% khối lượng là lưu huỳnh (S).
10. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, còn bao gồm bước làm hóa hơi (400) pha xỉ tạo thành trong bước tinh luyện (100) để thu được xỉ hóa hơi (13), tốt hơn nếu bước làm hóa hơi này được tiến hành trong lò hóa hơi.
11. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, còn bao gồm bước bổ sung xỉ thu được (5, 13) làm cốt liệu và/hoặc làm chất kết dính trong quá trình sản xuất vật thể cho ngành xây dựng, tốt hơn là làm chất kết dính cho cốt liệu, tốt hơn là làm chất kết dính hoạt tính, tốt hơn nữa là làm chất kết dính có hoạt tính puzolan, còn tốt hơn nữa là làm chất thay thế cho xi măng Portland, còn tốt hơn nữa là làm chất thay thế một phần xi măng cho Portland.

12. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11, còn bao gồm bước tinh chế (200) đồng cô đặc trung gian (3) để thu được sản phẩm đồng tinh chế (8) cùng với ít nhất một xỉ tinh luyện đồng (6).
13. Quy trình theo điểm 12 trong đó đồng cô đặc trung gian (3) còn chứa thiếc và chì, quy trình này còn bao gồm bước thu hồi thành phần kim loại hàn thô (7) từ đồng cô đặc trung gian (3).
14. Quy trình theo điểm 13, còn bao gồm bước thu hồi (500) từ thành phần kim loại hàn thô (7) ít nhất một trong số sản phẩm chì mềm tinh khiết (10), sản phẩm chì cứng tinh khiết (11) và sản phẩm thiếc tinh khiết (12).
15. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 14, còn bao gồm bước đúc sản phẩm đồng tinh chế (8) để thu được các tấm anốt đồng tinh chế (9).

1/1

*Fig. 1*