



(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)



1-0041129

(51)⁷ C22B 7/00; C22C 13/00; C22C 11/10; (13) B
C22B 9/02; C22B 9/10

(21) 1-2019-01715

(22) 26/09/2017

(86) PCT/EP2017/074393 26/09/2017

(87) WO2018/060202 05/04/2018

(30) 16190907.2 27/09/2016 EP

(45) 25/09/2024 438

(43) 26/08/2019 377A

(73) METALLO BELGIUM (BE)

Nieuwe Dreef 33, 2340 Beerse, Belgium

(72) GOVAERTS Koen (BE); LEMMENS Pelle (BE); MANNAERTS Kris (BE); GORIS Jan Dirk A. (BE); DE VISSCHER Yves (BE); GEENEN Charles (BE); COLETTI Bert (BE).

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

(54) HỖN HỢP KIM LOẠI NÓNG CHẢY VÀ QUY TRÌNH TÁCH BẰNG CÁCH CHUNG CẤT HỖN HỢP KIM LOẠI NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến chế phẩm hỗn hợp kim loại chứa chì và thiếc, và bao gồm, theo khối lượng, ít nhất 10% thiếc và 45% chì, ít nhất 90% thiếc và chì cùng nhau, chì nhiều hơn thiếc, 1-5000ppm đồng, ít nhất 0,42% antimon và ít nhất 0,0001% lưu huỳnh, tối đa 0,1% tổng lượng crom, mangan, vanadi, titan và vonfram, và tối đa 0,1% mỗi nguyên tố trong số các nguyên tố nhôm, niken, sắt và kẽm. Sáng chế cũng đề cập đến quy trình tạo ra chế phẩm hỗn hợp kim loại này, bao gồm bước xử lý sơ bộ, tiếp đó là bước chung cất chân không trong đó chì được loại bỏ bằng cách làm bốc hơi và dòng đáy thu được chứa ít nhất 0,6% khối lượng chì.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất kim loại màu, cụ thể là thiếc (Sn) và chì (Pb) kết hợp với quy trình sản xuất đồng (Cu), từ các nguồn ban đầu, nghĩa là quặng tươi, từ vật liệu thứ cấp, còn gọi là vật liệu tái chế, hoặc từ các dạng kết hợp của chúng, bằng phương pháp nhiệt luyện. Vật liệu tái chế có thể là, ví dụ, sản phẩm phụ, vật liệu thải và vật liệu hết hạn sử dụng. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến chế phẩm hàn cải thiện, hỗn hợp kim loại bao gồm chủ yếu là thiếc và chì được tạo ra dưới dạng sản phẩm phụ từ quy trình sản xuất đồng kim loại, và quy trình điều chế và tách chúng bằng cách chưng cất chân không.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Vật liệu sẵn có dưới dạng vật liệu cung cấp cho quy trình sản xuất kim loại màu thường chứa nhiều kim loại. Do yêu cầu về độ tinh khiết đối với kim loại màu trong hầu hết các ứng dụng có khối lượng lớn, các kim loại khác nhau cần được tách khỏi nhau trong quy trình sản xuất. Quy trình sản xuất kim loại màu thường chứa ít nhất một và thường là nhiều bước quy trình nhiệt luyện trong đó kim loại và oxit kim loại đều tồn tại ở trạng thái nóng chảy lỏng, và trong đó oxit kim loại có thể được tách bằng trọng lực dưới dạng chất tách và thường là pha xỉ lỏng nhẹ hơn ra khỏi pha kim loại nóng chảy. Pha xỉ thường được rút ra khỏi quy trình dưới dạng dòng riêng biệt, và việc tách này có thể dẫn đến việc tạo ra xỉ dưới dạng sản phẩm phụ từ quy trình sản xuất kim loại.

Kim loại màu có thể được tạo ra từ quặng tươi dưới dạng vật liệu ban đầu, còn được gọi là nguồn ban đầu, hoặc từ vật liệu tái chế, còn gọi là vật liệu thứ cấp, hoặc từ dạng kết hợp của chúng.

Việc thu hồi kim loại màu từ vật liệu thứ cấp đã trở thành một bước vô cùng quan trọng qua nhiều năm. Việc tái chế kim loại màu sau khi sử dụng đã trở thành một đóng góp quan trọng trong ngành công nghiệp do nhu cầu lớn liên tục đối với các kim loại này và việc giảm khả năng sẵn có của quặng kim loại tươi

chất lượng cao. Ngoài ra, việc xử lý vật liệu thứ cấp thường bao gồm việc sử dụng các bước của quy trình nhiệt luyện như lò luyện kim, tạo ra xỉ dưới dạng đồng sản phẩm.

Khi tạo ra đồng bằng cách nhiệt luyện, thiếc và/hoặc chì bất kỳ có mặt có xu hướng dễ dàng bị oxy hóa và sau đó oxit của chúng dễ dàng di chuyển vào pha xỉ nổi trên bề mặt. Xỉ này có thể được tách khỏi kim loại nóng chảy giàu đồng. Bằng bước khử hóa học tiếp theo, thiếc và/hoặc chì trong xỉ có thể trở lại trạng thái kim loại của chúng, và các kim loại này có thể được tách khỏi xỉ còn lại dưới dạng hỗn hợp kim loại nóng chảy giàu thiếc và/hoặc chì, thường chứa lượng đáng kể của cả hai kim loại này. Dòng kim loại này thường có điểm nóng chảy thấp hơn so với sản phẩm phụ chứa đồng. Chúng thường được gọi là “hợp kim hàn” và đôi khi còn gọi là “kim loại trắng”. Ngoài thiếc và chì, chế phẩm hợp kim hàn thô này có thể chứa lượng đáng kể, chứ không phải lượng nhỏ, các kim loại khác như đồng (Cu), antimon (Sb), asen (As), bismut (Bi), sắt (Fe), in-đi (In), niken (Ni), kẽm (Zn), nhôm (Al), germani (Ge), telur (Te), coban (Co), mangan (Mn), selen (Se), silic (Si), ta-li (Tl), gali (Ga), và đôi khi cả kim loại quý, mặc dù thường là với lượng nhỏ hơn, như bạc (Ag), vàng (Au), platin (Pt), paladi (Pd), ruteni (Ru), rodi (Rh), osmi (Os), và iridi (Ir). Hợp kim hàn thô có thể còn chứa các nguyên tố không được xem là kim loại như lưu huỳnh (S), cacbon (C) và oxy (O).

Chế phẩm hợp kim hàn thô có thể có các mục đích thương mại trực tiếp, tùy thuộc vào thành phần của chúng, nhưng cần phải thu hồi các hợp phần riêng lẻ từ hợp kim hàn ở dạng có độ tinh khiết cao hơn để tạo ra sản phẩm kim loại có thể chấp nhận được để nâng hạng lên đáp ứng các mục đích cuối đòi hỏi khắt khe hơn. Mỗi quan tâm lớn vẫn chủ yếu là thu hồi được thiếc (Sn) có độ tinh khiết cao hơn từ các dòng hợp kim hàn, và cả thu hồi chì (Pb) ở một số dạng có độ tinh khiết cao hơn.

Đã biết kỹ thuật thu được dòng kim loại có độ tinh khiết cao hơn từ hợp kim hàn là phương pháp chưng cất chân không, kỹ thuật này thường được thực hiện trong điều kiện áp suất rất thấp, thường là không lớn hơn 50 Pa tuyệt đối, có thể là không lớn hơn 10-15 Pa, và thường là thấp đến 1-5 Pa, kết hợp với nhiệt độ

trương đối cao ít nhất là 900°C , thường là cao đến 1100°C . Phương pháp chung cất chân không hỗn hợp kim loại dạng hợp kim hàn có thể được thực hiện theo mẻ, và kỹ thuật chung cất chân không theo mẻ như vậy đã được bộc lộ trong CN101696475, CN104141152, CN101570826, và trong Yang et al, “Recycling of metals from waste Sn-based alloys by vacuum separation”, Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 25 (2015), 1315-1324, Elsevier Science Press. Việc chung cất trong chân không kim loại cũng có thể được thực hiện theo kiểu liên tục, và kỹ thuật chung cất liên tục như vậy đã được bộc lộ trong CN102352443, CN104651626 và CN104593614.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc chung cất kim loại dạng hợp kim hàn có thể gặp phải các vấn đề trong quá trình vận hành, do sự giảm độ lỏng pha kim loại lỏng nóng chảy trong quá trình vận hành, đặc biệt là khi Pb bắt đầu bay hơi và nồng độ của nó giảm. Vấn đề này xảy ra trong chung cất chân không theo mẻ, nhưng có thể trở nên rõ rệt hơn trong chung cất chân không liên tục, và do đó theo thời gian, thậm chí ở nhiệt độ cao, chất rắn không hoà tan tạo ra có thể bám dính vào thiết bị chung cất, đặc biệt là ở các vùng nhọn như các khe nhỏ, dẫn đến việc làm sự vận hành trở nên kém trơn tru và thậm chí gây tắc thiết bị.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế nhằm mục đích giảm bớt hoặc ít nhất là giảm thiểu được các nhược điểm nêu trên và/hoặc đưa ra các cải tiến chung.

Sáng chế đề xuất chế phẩm hỗn hợp kim loại và quy trình có hỗn hợp kim loại tồn tại dưới dạng dòng trung gian, như được xác định trong điểm yêu cầu bảo hộ bất kỳ trong số các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất hỗn hợp kim loại cấu thành từ, ngoài các tạp chất mà có thể có mặt với mức độ không đáng kể, chì (Pb), antimon (Sb) và thiếc (Sn), cùng với đồng (Cu) và lưu huỳnh (S) khi được nêu cụ thể và tùy ý cùng với ít nhất một nguyên tố trong số các nguyên tố bổ sung được nêu cụ thể ở dưới tùy ý có mặt với lượng nằm trong một khoảng xác định, trong đó danh sách các tạp chất có thể có gồm các nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm asen (As), bismut (Bi), in-đi (In), germani (Ge), telur (Te), coban (Co), selen (Se), silic

(Si), ta-li (Tl), gali (Ga), bạc (Ag), vàng (Au), platin (Pt), paladi (Pd), ruteni (Ru), rođi (Rh), osmi (Os), iriđi (Ir), cacbon (C), oxy (O) và catmi (Cd), hỗn hợp này bao gồm, tính theo khối lượng,

- ít nhất 10% thiếc (Sn),
- ít nhất 45% chì (Pb),
- ít nhất 90% thiếc và chì cùng nhau,
- chì nhiều hơn thiếc,
- ít nhất 1ppm và tối đa 5000ppm đồng (Cu),
- ít nhất 0,42% antimon (Sb),
- ít nhất 0,0001% khối lượng lưu huỳnh (S), và
- tối đa 0,1% tổng lượng crom (Cr), mangan (Mn), vanadi (V), titan (Ti) và vonfram (W),
- tối đa 0,1% nhôm (Al),
- tối đa 0,1% niken (Ni),
- tối đa 0,1% sắt (Fe), và
- tối đa 0,1% kẽm (Zn).

Theo một phương án, sáng chế đề xuất quy trình tách bằng cách chưng cất hỗn hợp kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên bao gồm bước xử lý sơ bộ chế phẩm cấp liệu kim loại nóng chảy lỏng,

a) chế phẩm cấp liệu chứa chì, thiếc, antimon và đồng và chứa ít nhất 0,16% tổng khối lượng là crom (Cr), mangan (Mn), vanadi (V), titan (Ti), vonfram (W), đồng (Cu), niken (Ni), sắt (Fe), nhôm (Al) và/hoặc kẽm (Zn),

chế phẩm cấp liệu sẵn có ở nhiệt độ ít nhất là 500°C,

bước xử lý sơ bộ tạo ra sản phẩm của nó là pha kim loại nóng chảy lỏng,

bước xử lý sơ bộ bao gồm các bước:

b) làm nguội chế phẩm cấp liệu đến nhiệt độ tối đa 825°C để tạo ra dung dịch chứa phế liệu nổi trên bề mặt thứ nhất mà nhờ trọng lực nổi lên trên pha kim loại nóng chảy lỏng thứ nhất,

c) bổ sung kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ, hoặc hóa chất bao gồm kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ, vào pha kim loại nóng chảy lỏng thứ nhất để

tạo ra dung dịch chứa phế liệu nổi trên bề mặt thứ hai mà nhờ trọng lực nổi lên trên pha kim loại nóng chảy lỏng thứ hai, và

d) loại bỏ phế liệu thứ hai ra khỏi pha kim loại nóng chảy lỏng thứ hai, nhờ đó pha kim loại nóng chảy lỏng thu được dưới dạng sản phẩm từ bước xử lý sơ bộ tạo ra hỗn hợp kim loại theo sáng chế, quy trình này còn bao gồm việc đưa hỗn hợp kim loại vào bước chung cất trong đó chì (Pb) được loại bỏ ra khỏi hỗn hợp kim loại bằng cách làm bốc hơi và sản phẩm đáy thu được chứa ít nhất 0,6% khối lượng chì.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng kim loại cụ thể trong chế phẩm cấp liệu có khả năng, trong điều kiện chung cất chân không thích hợp để làm bốc hơi chì ra khỏi hỗn hợp chứa thiếc, tạo ra hợp chất liên kim loại tương hỗ giữa ít nhất hai trong số các kim loại cụ thể này và/hoặc hợp chất liên kim loại ít nhất là một trong số các kim loại cụ thể với thiếc. Các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng nhiều hợp chất liên kim loại trong số các hợp chất liên kim loại này có điểm nóng chảy cao hơn nhiều so với nhiệt độ của hỗn hợp mà từ đó chúng được tạo ra. Vì vậy, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng với các điểm nóng chảy cao này hợp chất liên kim loại có thể đi ra khỏi dung dịch và tạo ra chất rắn. Các chất rắn này có thể duy trì treo lơ lửng trong kim loại lỏng và nguy cơ làm giảm độ lỏng hỗn hợp như làm tăng độ nhớt của hỗn hợp lỏng. Điều này có thể cản trở sự vận hành trơn tru của thiết bị chung cất như làm chậm dòng chảy của kim loại lỏng, dẫn đến làm giảm công suất thiết bị và do đó các thiết bị buộc phải được vận hành ở hiệu suất giảm. Các chất rắn cũng có thể bám dính và/hoặc gắn vào thiết bị chung cất, và do đó tạo ra nguy cơ làm suy kém hoặc thậm chí cản trở sự hoạt động của thiết bị chung cất, ví dụ, làm tắc nghẽn các đoạn chảy quan trọng cho dòng xử lý. Hiện tượng được mô tả này thậm chí có thể buộc phải tắt để mở ra và làm sạch thiết bị hoặc thay thế các bộ phận của thiết bị bị ảnh hưởng.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng xu hướng tạo ra hợp chất liên kim loại như vậy tăng ở nhiệt độ nhất định khi lượng chì trong hỗn hợp kim loại lỏng giảm. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng nguy cơ tạo ra hợp chất liên kim loại tăng vì hỗn hợp vật liệu nóng chảy đi từ đầu vào của thiết bị chung cất

về phía đầu ra của sản phẩm đáy, do sự bay hơi của chì ra khỏi hỗn hợp chất lỏng chảy qua thiết bị chung cất.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng xu hướng tạo ra hợp chất liên kim loại như vậy tăng khi giảm nhiệt độ của pha kim loại lỏng nóng chảy. Các tác giả sáng chế đã quan sát được rằng, ví dụ, vật liệu đi vào thiết bị chung cất chân không có thể có nhiệt độ thấp hơn so với sản phẩm lỏng được làm giàu Sn đi ra khỏi thiết bị chung cất. Do đó, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng các tác động bất lợi của hợp chất liên kim loại có thể rõ rệt hơn ở các nhiệt độ thấp hơn. Vì vậy, các tác giả sáng chế tin rằng phần đầu vào của thiết bị chung cất có thể đặc biệt dễ xuất hiện các vấn đề nêu trên do hợp chất liên kim loại gây ra.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng việc chung cất liên tục chì từ thiếc thậm chí còn dễ xảy ra hơn vấn đề cần giải quyết theo sáng chế. Các tác giả sáng chế tin rằng điều này ít nhất một phần là do việc vận hành chung cất liên tục tạo ra nhiều thời gian cho các chất rắn tích tụ dần dần đi ra khỏi dung dịch và có thể bám dính vào thiết bị. Do đó, trong chung cất vận hành liên tục, các chất rắn có thể tích tụ và gây ra các vấn đề lớn hơn những gì có thể thấy trong chung cất vận hành theo mẻ. Ngoài ra, dòng kim loại lỏng trong thiết bị chung cất chân không liên tục thường chảy theo đường phức tạp có các dòng hẹp. Đường chảy và các dòng hẹp này dễ bị cản trở bởi các hợp chất liên kim loại đang chảy ra khỏi dung dịch và tìm cách bám vào điểm neo cứng.

Cụ thể, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng crom (Cr), mangan (Mn), vanadi (V), titan (Ti), vonfram (W), đồng (Cu), niken (Ni), sắt (Fe), kẽm (Zn) và nhôm (Al), là các kim loại mà sự có mặt của chúng trong hợp kim hàn được nạp liệu vào bước chung cất chân không có thể dẫn đến sự nhiễu loạn của hợp chất liên kim loại trong quy trình chung cất chân không hợp kim hàn. Trong số các kim loại gây nhiễu loạn tiềm năng này, Cu, Ni, Fe, Zn và Al là các kim loại quan trọng hơn cần được kiểm soát. Lý do của việc kiểm soát này là nhằm thu hồi thiếc và/hoặc chì từ các vật liệu có chứa Cu, Ni, Fe, Zn và Al có lợi hơn. Vì lý do xử lý, sắt và/hoặc nhôm cũng có thể được đưa vào ngược dòng xử lý ở bước thu hồi thiếc và/hoặc chì. Do đó, sự có mặt của Cu, Ni, Fe, Zn và Al trong sản phẩm trung gian hàn thô mà từ đó muốn thu hồi thiếc và/hoặc chì có nhiều khả năng

hơn và là kết quả của các lựa chọn trong các bước xử lý ngược dòng và của việc chọn lọc các vật liệu nạp vào các bước xử lý ngược dòng, điển hình là của bản chất nhiệt luyện.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng các nhược điểm của giải pháp đã biết có thể giảm được đáng kể và thậm chí có thể tránh được bằng cách kiểm soát trong các mức cụ thể nồng độ của các kim loại này trong vật liệu hàn đến bước chung cất trong đó hợp kim hàn được tách thành các dòng đậm đặc hơn bằng cách làm bốc hơi ít nhất một phần chì.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng các kim loại có thể gây hại này, và đặc biệt là đồng, không cần phải được loại bỏ hoàn toàn ra khỏi hợp kim hàn để làm cho hợp kim hàn phù hợp với quy trình chung cất chân không. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng các nhược điểm của giải pháp đã biết có thể được giảm đến mức chấp nhận được trong thực tế và về kinh tế và khi lượng nhỏ đồng vẫn còn trong hợp kim hàn đến bước chung cất. Phát hiện này mang lại lợi ích đó là các dòng hợp kim hàn có thể được xử lý như như dạng sản phẩm phụ của quá trình thu hồi đồng từ các vật liệu chính và/hoặc vật liệu thứ cấp, đặc biệt từ các vật liệu thứ cấp, thậm chí quan trọng hơn là từ các vật liệu hết hạn sử dụng.

Hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa ít nhất 0,0001% khối lượng lưu huỳnh (S). Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng không bắt buộc phải đưa mức lưu huỳnh xuống mức rất thấp, như dưới giới hạn phát hiện là 1 ppm khối lượng, để đạt được kết quả là hướng đích kiểm soát lượng lưu huỳnh. Trái lại, sự có mặt của lưu huỳnh trong hỗn hợp kim loại mang lại lợi ích kỹ thuật.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng lưu huỳnh gắn kết khá dễ dàng với đồng để tạo ra đồng sulfua (như CuS), và đồng sulfua này dễ dàng tách bằng trọng lực ra khỏi hỗn hợp kim loại lỏng chứa hai thành phần chính trong quy trình, tức là thiếc và chì. Vì vậy, sự có mặt của lưu huỳnh có thể góp phần loại bỏ Cu trong mỗi bước quy trình dự định để tách Cu trong phế liệu nổi trên bề mặt. Các tác giả sáng chế thực sự ưu tiên đề cập đến S dưới dạng hóa chất xử lý trong quy trình theo sáng chế. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc bổ sung hóa chất chứa lưu huỳnh như pyrit (FeS) có thể thực sự thích hợp nhằm mục đích trợ giúp việc làm giảm lượng đồng của hỗn hợp kim loại theo sáng chế, nhưng các

tác giả sáng chế ưu tiên sử dụng nguyên tố lưu huỳnh vì việc sử dụng chúng tránh được việc phải đưa thêm vào một hoặc nhiều nguyên tố hóa học. Do đó, đối với các tác giả sáng chế, lưu huỳnh ở dạng bất kỳ, và cụ thể là nguyên tố lưu huỳnh, là hóa chất xử lý rất thích hợp để loại bỏ một số kim loại không mong muốn, cụ thể là đồng.

Vì vậy, sự có mặt của lưu huỳnh trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế là chỉ báo rõ ràng hỗn hợp kim loại theo sáng chế đã được tạo ra dưới dạng sản phẩm phụ từ quy trình sản xuất đồng. Do đó, vật liệu ban đầu cho quy trình theo sáng chế có thể chứa lượng đồng có thể đo được dưới dạng tạp chất, như mức được chỉ định. Lượng đồng của các dòng khởi đầu như vậy có thể giảm được bằng nhiều bước xử lý có thể, trong đó việc gắn kết của Cu bởi S chỉ là một trong các bước xử lý này. Việc xử lý bất kỳ S để loại bỏ Cu rất có thể để lại vết S có thể đo được trong hỗn hợp kim loại. Do đó, sự có mặt của S trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế cho biết mối quan hệ chặt chẽ với hỗn hợp kim loại đã được tạo ra dưới dạng sản phẩm phụ từ quá trình sản xuất đồng, tốt hơn là bao gồm bước xử lý bằng lưu huỳnh hoặc hợp chất chứa S thích hợp.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng sự có mặt của lưu huỳnh trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế không gây phiền toái với điều kiện cũng có mặt một số đồng, như được chỉ định. Sự có mặt của S có thể góp phần vào bước làm sạch tiếp theo để loại bỏ Cu ra khỏi dòng kim loại kém quý hơn, trên đường đi của chúng để đạt được chất lượng chấp nhận được trong công nghiệp. Do đó, S trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế là sự có mặt được ưu tiên, với các lợi ích có lợi được thể hiện dưới đây.

CN 1 899 738 A bộc lộ quy trình hàn giữa tay áo bên trong và tay áo bên ngoài của vật liệu cực dùng để phủ. Hợp kim hàn được nêu trong tài liệu này được chuẩn bị có chủ đích và chứa chủ yếu Pb và Sn, một số Sb, và hơn nữa không vượt quá 0,5% khối lượng tạp chất. Các tạp chất được nêu cụ thể tiếp dưới dạng a.o. tối đa 0,08% khối lượng Cu và tối đa 0,02% khối lượng của S. CN 1 899 738 không đề cập đến vật liệu hàn chứa ít nhất 1 ppm khối lượng Cu và ít nhất là 0,0001% khối lượng, do đó cũng có 1 ppm khối lượng của lưu huỳnh. Hợp kim hàn của CN 1 899 738 A không nhằm thu hồi Pb và/hoặc Sn có độ tinh khiết cao.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng chế phẩm theo sáng chế có thể dễ dàng được đưa vào bước chung cất để loại bỏ phần chính của chì trong chế phẩm bằng cách làm bốc hơi. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc chung cất như vậy có thể tạo ra dòng phía trên giàu chì có thể dễ dàng được tinh chế tiếp bằng các phương tiện thông thường để thu được sản phẩm chì tương ứng đạt nhiều tiêu chuẩn trong số các tiêu chuẩn thương mại, và đồng thời tạo ra dòng đáy giàu thiếc chứa phần lớn antimon (Sb) có mặt trong sản phẩm của quy trình xử lý cùng với sự có mặt tối thiểu của chì (Pb). Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng sự có mặt của antimon (Sb) có thể không nhất thiết gây thiệt hại cho việc tách này được cấp ở mức antimon duy trình trong giới hạn hợp lý và vẫn còn mức Pb quy định trong sản phẩm đáy giàu Sn của quy trình chung cất. Các tác giả sáng chế tin rằng Pb duy trì trong sản phẩm Sn của quy trình chung cất hoạt động như dung môi thêm cho antimon, lên mức đáng kể mà có thể được dung nạp như được thảo luận thêm dưới đây trong tài liệu này. Các tác giả sáng chế còn tin rằng, bằng cách không làm bốc hơi tất cả các Pb cùng với vật liệu hợp kim hàn, hầu hết các antimon cùng với vật liệu hợp kim hàn dùng cho quy trình chung cất chân không vẫn còn trong sản phẩm đáy, cho phép tạo ra sản phẩm chung cất Pb vẫn còn lượng antimon thấp và do đó có thể dễ dàng được tinh chế hơn để thu được sản phẩm chì có độ tinh khiết cao, còn được gọi là “chì mềm”, có đặc tính mong muốn cho các ứng dụng chì đặc biệt nhạy cảm với thành phần.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng vấn đề tạo ra hợp chất liên kim loại trong quy trình chung cất chân không hỗn hợp kim loại theo sáng chế còn giảm được bằng cách loại bỏ ít nhất nồng độ chì theo quy định trong sản phẩm đáy ở bước chung cất. Các tác giả sáng chế tin rằng lượng chì này có tác động có lợi đến việc giữ kim loại có hại tiềm năng tốt hơn trong dung dịch và làm giảm xu hướng hình thành các hợp chất hợp chất liên kim loại có khả năng gây nhiễu loạn.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng sự có mặt của chì với lượng tối thiểu trong sản phẩm đáy của quy trình chung cất chân không được thực hiện là một phần của quy trình phù hợp với sáng chế làm cho nó dễ dàng loại bỏ bạc hoặc kim loại quý khác bất kỳ trong sản phẩm đáy bằng thiết bị kết tinh, bằng

cách sử dụng kỹ thuật như được mô tả trong CN102534249, mô tả việc vận hành thiết bị kết tinh 4 bước để tinh chế đồng thiếc thô bằng cách loại bỏ bạc.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng quy trình theo sáng chế có thể là xử lý vật liệu giàu chì, chứa lượng đáng kể của thiếc (Sn), và chứa antimon (Sb) cũng như đồng (Cu) trong giới hạn quy định, và để tạo ra, một mặt, sản phẩm chung cất thích hợp để tinh chế tiếp thành sản phẩm chì có độ tinh khiết cao đạt tiêu chuẩn thương mại, và, mặt khác, hỗn hợp kim loại lỏng nóng chảy thích hợp để nâng hạng tiếp một vài kim loại có mặt đến lượng quan trọng về mặt thương mại, cụ thể là thiếc, antimon và chì còn lại, nhưng có thể bao gồm các kim loại khác có giá trị như kim loại quý, cụ thể là bạc (Ag).

Các tác giả sáng chế chỉ ra rằng quy trình ngược dòng tạo ra hợp kim hàn thô thích hợp dưới dạng dòng cấp liệu cho quy trình theo sáng chế thường được vận hành ở nhiệt độ cao, thường là cao hơn nhiều so với nhiệt độ quy định 500°C, đúng hơn là nằm trong khoảng 700-1000°C. Các tác giả sáng chế chỉ ra tiếp rằng bước cuối của quy trình theo sáng chế, tức là bước chung cất chân không, thường cần được vận hành ở nhiệt độ thậm chí còn cao hơn. Như được giải thích trên đây trong phần Bản chất kỹ thuật của sáng chế, nhiệt độ tiêu biểu để loại bỏ chì ra khỏi thiếc bằng cách chung cất chân không là ít nhất 900°C, thường là cao đến 1100°C.

Vì vậy, các tác giả sáng chế cho rằng bước a) của quy trình theo sáng chế là phản trực quan. Các tác giả sáng chế cho rằng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ ưu tiên giữ hợp kim hàn ở nhiệt độ cao mà tại đó nó được tạo ra, ngoài ra có thể thậm chí làm nóng nó, trước khi đưa nó vào bước chung cất chân không để tách chì ra khỏi thiếc. Tuy nhiên, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng bước làm mát a) dưới dạng một phần của quy trình theo sáng chế có thể dịch chuyển, không có sự can thiệp của hóa chất khác bất kỳ, một phần đáng kể của hợp phần trong hợp kim hàn là không mong muốn trong vật liệu cho bước chung cất chân không, trong phạm vi của sáng chế, đến pha phế liệu nổi trên bề mặt, do đó pha cặn này trở nên sẵn có để được tách khỏi pha kim loại lỏng. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng bước làm mát này là bước đóng góp đáng kể trong việc tạo ra pha cặn riêng biệt giàu hợp phần không mong muốn, đi ra khỏi

pha kim loại lỏng chứa ít các hợp phần hơn trong số các hợp phần không mong muốn và do đó thích hợp hơn đối với bước chưng cất chân không gặp phải ít hơn các vấn đề vận hành do sự tạo ra có thể của hợp chất liên kim loại trong quá trình bước chưng cất gây ra. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng bước làm mát đặc biệt có khả năng làm giảm lượng đồng, niken, sắt và/hoặc kẽm trong pha hợp kim hàn lỏng còn lại.

Các tác giả sáng chế cho rằng bước c) dưới dạng một phần của quy trình theo sáng chế làm giảm tiếp nồng độ kim loại không mong muốn trong pha kim loại lỏng trên đường đến quy trình chưng cất chân không. Tuy nhiên, bước này tiêu thụ các hóa chất, theo quy định. Các tác giả sáng chế cho rằng bước làm mát a) mang lại lợi thế thêm nữa là bước xử lý hóa học c) tiếp theo cần ít hóa chất hơn. (Các) hóa chất được chỉ định cho bước c) cuối cùng đóng vai trò là bazơ, và bazơ này kết thúc ở phần cặn được loại bỏ, ít nhất là ở bước d). Cặn chứa các kim loại có giá trị, và việc sử dụng lại các pha cặn được tách ra khỏi pha kim loại lỏng là một phần của quy trình theo sáng chế nhằm thu hồi được các kim loại có giá trị đang được quan tâm về mặt kinh tế. Tuy nhiên, nhiều quy trình thu hồi các kim loại này từ các dòng cặn như vậy trong số các quy trình thu hồi đã biết có bản chất nhiệt luyện. Các quy trình này vận hành ở nhiệt độ rất cao, cao đến mức hầu hết thép xây dựng của thiết bị tiếp xúc với dòng quy trình nhiệt độ cao, thường được bảo vệ bằng vật liệu chịu lửa. Các hóa chất được sử dụng ở bước c), và kết thúc ở pha cặn được tách ra ở bước d), tuy nhiên rất có lợi đối với các vật liệu chịu lửa được sử dụng điển hình nhất được sử dụng trong các bước quy trình thu hồi kim loại màu nhiệt luyện điển hình. Các tác giả sáng chế cho rằng bước làm mát a) do đó không chỉ góp phần duy trì mức (các) hóa chất được đưa vào ở bước c), còn góp phần vào mức chấp nhận để tái sử dụng cặn được tách ở bước d) để thu hồi các giá trị kim loại từ đó bằng quy trình nhiệt luyện.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng ở bước làm mát b) chủ yếu là sắt và niken có thể được gắn kết hóa học với thiếc và các hợp chất này có thể nổi lên trên cùng với dòng chất lỏng bên dưới chứa đủ chì, như được đề cập rõ ở phần khác trong tài liệu này, và do đó có tỉ trọng đủ cao.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng hóa chất được đưa vào bước c) có thể gắn kết với một số kim loại không mong muốn, chủ yếu là kẽm, và nó cũng ở dạng nổi lên trên cùng dễ dàng trong cùng điều kiện như được giải thích trên đây cho bước b).

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig.1 thể hiện sơ đồ dòng của một phương án của quy trình theo một phương án theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả trong phần sau đây về các phương án cụ thể và có dựa vào các hình vẽ nhất định nhưng sáng chế không giới hạn ở đó mà là ở phần Yêu cầu bảo hộ. Hình vẽ bất kỳ được mô tả chỉ là sơ đồ và không giới hạn phạm vi của sáng chế. Trong các hình vẽ, kích thước của một số yếu tố có thể được phóng đại và không được vẽ theo tỷ lệ nhằm mục đích minh họa. Kích thước và kích thước tương đối không nhất thiết phải tương ứng với mức giảm thực tế để thực hành sáng chế.

Hơn nữa, các thuật ngữ thứ nhất, thứ hai, thứ ba và các thuật ngữ tương tự trong bản mô tả và trong Yêu cầu bảo hộ, được sử dụng để phân biệt giữa các yếu tố tương tự và không nhất thiết để mô tả trình tự tuần tự hoặc theo thời gian. Các thuật ngữ có thể hoán đổi cho nhau trong các trường hợp thích hợp và các phương án theo sáng chế có thể hoạt động theo các trình tự khác ngoài các trình tự được mô tả hoặc minh họa trong bản mô tả này.

Hơn nữa, các thuật ngữ trên đầu, đáy, bên trên, bên dưới và các thuật ngữ tương tự trong bản mô tả và Yêu cầu bảo hộ được sử dụng nhằm mục đích mô tả và không nhất thiết phải mô tả các vị trí tương đối. Các thuật ngữ được sử dụng có thể hoán đổi cho nhau trong các trường hợp thích hợp và các phương án theo sáng chế được đề cập trong bản mô tả có thể hoạt động theo các cách khác so với các cách được mô tả hoặc minh họa trong bản mô tả này.

Như được sử dụng trong bản mô tả này và trong Yêu cầu bảo hộ, các thuật ngữ "bao gồm" và "gồm" là bao hàm hoặc kết thúc mở và không loại trừ các yếu

tổ không được ghi nhận bổ sung, các thành phần cấu thành hoặc các bước phương pháp. Theo đó, các thuật ngữ "bao gồm" và "gồm" bao hàm các thuật ngữ hạn chế hơn "cấu thành chủ yếu từ" và "cấu thành từ".

Trừ khi có quy định khác, tất cả các giá trị được đưa ra trong bản mô tả này bao gồm giá trị tối đa và bao gồm các điểm cuối đã cho và giá trị của các thành phần hoặc hợp phần của chế phẩm được biểu thị bằng phần trăm trọng lượng hoặc % theo trọng lượng của từng thành phần trong chế phẩm.

Ngoài ra, mỗi hợp chất được sử dụng ở đây có thể được mô tả hoán đổi cho nhau về công thức hóa học, tên hóa học, từ viết tắt, v.v..

Trong bản mô tả này và trừ khi có quy định khác, lượng kim loại và oxit được biểu diễn theo thực tế thông thường trong luyện kim. Sự có mặt của mỗi kim loại thường được biểu diễn theo tổng sự có mặt của nó, bất kể kim loại đó có mặt ở dạng nguyên tố của nó (trạng thái oxy hóa = 0) hay ở dạng liên kết kết hóa học bất kỳ, thường ở dạng oxy hóa (trạng thái oxy hóa > 0). Đối với các kim loại có thể tương đối dễ dàng bị khử thành các dạng nguyên tố của chúng và có thể xảy ra dưới dạng kim loại nóng chảy trong quá trình luyện kim, việc thể hiện sự có mặt của chúng dưới dạng kim loại nguyên tố là rất phổ biến, ngay cả khi thành phần của xỉ hoặc cặn được đưa ra, trong đó phần lớn các kim loại như vậy thực sự có thể có mặt ở dạng oxy hóa và/hoặc liên kết hóa học. Do đó, thành phần của hỗn hợp kim loại theo sáng chế quy định lượng Fe, Zn, Pb, Cu, Sb, Bi là kim loại nguyên tố. Các kim loại ít quý hơn khó giảm hơn trong điều kiện nhiệt luyện kim loại màu và xảy ra chủ yếu ở dạng oxy hóa. Các kim loại này thường được thể hiện dưới dạng oxit phổ biến nhất của chúng. Do đó, các chế phẩm xỉ hoặc cặn thường đưa ra lượng Si, Ca, Al, Na tương ứng được biểu thị dưới dạng SiO_2 , CaO , Al_2O_3 , Na_2O .

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa tối đa 0,10% tổng khối lượng crom (Cr), mangan (Mn), vanadi (V), titan (Ti) và vonfram (W) cùng nhau, tốt hơn nếu tối đa 0,010%, tốt hơn nữa nếu tối đa 0,005%, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,0010%, tốt hơn nếu tối đa 0,0005%, tốt hơn nữa nếu tối đa 0,0001% khối lượng crom (Cr), mangan (Mn), vanadi (V), titan (Ti) và vonfram (W) cùng nhau. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng nguy cơ tạo ra hợp chất

liên kim loại nhiều loạn tiềm năng giảm được bằng cách kiểm soát sự có mặt của các hợp chất này dưới các mức thấp hơn.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa ít nhất 0,0001% tổng khối lượng crom (Cr), mangan (Mn), vanadi (V), titan (Ti) và vonfram (W) cùng nhau, tốt hơn nếu ít nhất là 0,0005% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,0010% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,0020% khối lượng, tốt hơn nếu ít nhất là 0,0030% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,0050% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,010% tổng khối lượng crom (Cr), mangan (Mn), vanadi (V), titan (Ti) và vonfram (W) cùng nhau. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng để đạt được việc vận hành chung cát thỏa mãn, không nhất thiết phải loại bỏ các hợp chất này xuống dưới mức rất thấp, như dưới giới hạn dò của chúng là khoảng 1ppm khối lượng. Mặt khác, các tác giả sáng chế cũng đã phát hiện ra rằng việc loại bỏ các hợp chất này xuống dưới mức rất thấp đòi hỏi phải thêm đáng kể các bước xử lý, hóa chất và sự chú ý, và việc tăng thêm vận hành chung cát không chứng minh được mức các bổ sung này. Do đó, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng có lợi là kiểm soát sự có mặt của các hợp chất này trong hai giới hạn có thể đo được, như được nêu rõ trên đây.

Theo một phương án, chế phẩm cấp liệu kim loại nóng chảy lỏng được xử lý sơ bộ trong quy trình theo sáng chế chứa ít nhất 0,5%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,75%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 1,0%, tốt hơn nếu ít nhất là 1,5%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 2,0%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 2,5%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 3,0% tổng lượng crom (Cr), mangan (Mn), vanadi (V), titan (Ti), vonfram (W), đồng (Cu), niken (Ni), sắt (Fe), nhôm (Al) và/hoặc kẽm (Zn) cùng nhau. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng hợp kim hàn thô chứa các hợp chất này ở các mức theo quy định có thể dễ dàng được xử lý sơ bộ thành công bằng quy trình theo sáng chế sao cho quy trình chung cát chân không xuôi chiều có thể vận hành không bị ảnh hưởng bởi việc tạo ra hợp chất liên kim loại trong một thời gian dài. Điều này mang lại lợi ích là quy trình theo sáng chế có thể xử lý được hợp kim hàn thô mà có thể thu được bằng cách xử lý nhiệt luyện nhiều loại vật liệu thô và với việc sử dụng nhiều loại kim loại chứa vật liệu phụ trong các bước xử lý ngược dòng này. Đặc biệt có lợi là khả năng xử lý hợp kim hàn

thu được dưới dạng sản phẩm phụ từ bước nấu chảy và tinh luyện đồng được nạp liệu với các vật liệu thô thứ cấp. Các vật liệu thô thứ cấp có thể có từ nhiều nguồn khác nhau, và do đó chứa nhiều loại hợp chất khác, cụ thể là các kim loại khác ngoài chì và/hoặc thiếc. Một lợi ích nữa đó là lượng đồng của hợp kim hàn thô được dự định để chưng cất chân không không cần phải giảm xuống mức rất thấp, vì việc giảm này gây giảm áp suất có chất lượng đối với các tính năng ở bước xử lý ngược dòng, và do đó cho phép các bước quy trình này tự do hơn và nhờ đó thu được hiệu quả và/hoặc công suất cao hơn trong cùng điều kiện hạn chế của thiết bị. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng bước xử lý sơ bộ của quy trình theo sáng chế có thể dễ dàng đối phó với mức đáng kể của các hợp phần không mong muốn theo quy định. Ngoài ra, các mức quy định của các hợp phần này không nhất thiết dẫn đến mức tiêu thụ các hóa chất xử lý cao hơn, và các vấn đề lớn hơn với bước nhiệt luyện bất kỳ để thu hồi các giá trị kim loại từ cặn mà được loại bỏ ở bước d), vì hầu hết các hợp phần không mong muốn có thể đã có thể dịch chuyển được hoặc thậm chí được loại bỏ bằng các phương tiện vật lý được chỉ định, như bước b).

Theo một phương án, chế phẩm cấp liệu kim loại nóng chảy lỏng được xử lý sơ bộ trong quy trình theo sáng chế chứa tối đa 10,0%, tốt hơn nếu tối đa 8,0%, tốt hơn nữa nếu tối đa 6,0%, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 5,0%, tốt hơn nếu tối đa 4,0%, tốt hơn nữa nếu tối đa 3,0%, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 2,0%, của tổng lượng crom (Cr), mangan (Mn), vanadi (V), titan (Ti), vonfram (W), đồng (Cu), niken (Ni), sắt (Fe), nhôm (Al) và/hoặc kẽm (Zn) cùng nhau. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng liên quan đến giới hạn trên theo quy định cho phép bước xử lý sơ bộ của quy trình theo sáng chế để thực hiện hiệu quả hơn nhằm đạt được kết quả mong muốn, và hiệu quả hơn vì các yêu cầu về năng lượng và hóa chất còn hạn chế, cả trong thực tế và về kinh tế. Một lợi ích khác nữa của sự có mặt hạn chế của các hợp phần được chỉ định đó là lượng cặn còn lại được hạn chế. Cặn đã loại bỏ bất kỳ chắc chắn sẽ lôi kéo một số kim loại có giá trị. Do đó, cặn này cũng là lượng hao hụt của kim loại có giá trị từ dòng quy trình chính được dự định để thu hồi kim loại mong muốn, trong bản mô tả này chủ yếu là thiếc và/hoặc chì nhưng có thể bao gồm các kim loại khác như antimon và kim loại quý. Thậm chí

nếu cặn này được tái tuần hoàn đến điểm xử lý ngược dòng theo sáng chế, lượng kim loại mong muốn được tái tuần hoàn với cặn này sẽ làm cho quy trình không hiệu quả. Vì vậy, việc giảm mức hao hụt và/hoặc không hiệu quả của quy trình bằng các giới hạn được nêu cụ thể trên đây là lợi ích cho toàn bộ quy trình. Lợi ích khác nữa của dấu hiệu này còn là có rất ít chì đang tuần hoàn trong toàn bộ quy trình có chế phẩm cấp liệu kim loại được tạo ra và được xử lý sơ bộ. Việc xử lý dòng kim loại chứa chì ở các nhiệt độ cao thể hiện các vấn đề riêng về vệ sinh công nghiệp. Vì vậy, dấu hiệu đã nêu cũng góp phần vào làm cho vấn đề vệ sinh công nghiệp thấp hơn có liên quan đến việc thu hồi thiếc và/hoặc chì dưới dạng sản phẩm phụ từ sản xuất đồng hoặc kim loại màu khác.

Theo một phương án, chế phẩm cấp liệu kim loại nóng chảy lỏng được xử lý sơ bộ trong quy trình theo sáng chế là sẵn có ở nhiệt độ ít nhất là 510°C , tốt hơn nếu ít nhất là 520°C , tốt hơn nữa nếu ít nhất là 550°C , còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 575°C , tốt hơn nếu ít nhất là 600°C , tốt hơn nữa nếu ít nhất là 650°C , còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 700°C , tốt hơn nếu ít nhất là 750°C , tốt hơn nữa nếu ít nhất là 775°C , còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 800°C , còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 830°C . Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng nhiệt độ nạp liệu càng cao làm cho dòng cấp liệu trong quy trình ngược dòng nơi mà dòng cấp liệu được tạo ra càng lỏng. Các tác giả sáng chế cũng đã phát hiện ra rằng, ở nhiệt độ cao hơn, hợp chất liên kim loại tạo ra giữa đồng và thiếc, và do đó sẽ cần được loại bỏ đến mức nhất định như một phần của sáng chế, các hợp chất liên kim loại này dễ bị giữ lại thiếc ít hơn cho cùng lượng đồng. Do đó, nhiệt độ cao hơn góp phần vào việc loại bỏ hiệu quả hơn mức nhiễm tạp đồng, vì hợp chất liên kim loại đã được loại bỏ sau đó bị loại bỏ ít thiếc có giá trị hơn ra khỏi chế phẩm kim loại nóng chảy đang tiếp tục đường đi của nó hướng đến các sản phẩm chính. Các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng nhiệt độ nạp liệu hợp kim hàn thô cao hơn cho phép các bước xử lý sơ bộ có hiệu quả và hiệu suất hơn. Ví dụ, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng nhiệt độ nạp liệu cao hơn cung cấp nhiều không gian để làm mát hơn và quỹ đạo làm mát rộng hơn có hiệu quả hơn trong việc loại bỏ các hợp chất kim loại đích, tức là các hợp chất này có khả năng tạo ra các hợp chất

liên kim loại xuôi dòng trong quy trình chung cất, đặc biệt là trong việc loại bỏ đồng.

Theo một phương án, chế phẩm cấp liệu kim loại nóng chảy lỏng được xử lý sơ bộ trong quy trình theo sáng chế là sẵn có ở nhiệt độ tối đa 1000°C, tốt hơn nếu tối đa 980°C, tốt hơn nữa nếu tối đa 960°C. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc giới hạn nhiệt độ nạp liệu xuống dưới các giới hạn quy định mang lại lợi ích là nhu cầu năng lượng của các bước quy trình ngược dòng vẫn thiết thực, đủ hiệu quả và kinh tế. Đã không phát hiện được nhiệt độ cao hơn, vượt quá giới hạn quy định, mang lại các lợi ích để chứng minh cho đầu vào năng lượng bổ sung, dưới dạng bất kỳ mà đầu vào năng lượng này xảy ra, bao gồm cả năng lượng hóa học.

Theo một phương án, chế phẩm cấp liệu kim loại nóng chảy lỏng được xử lý sơ bộ trong quy trình theo sáng chế được làm nguội xuống nhiệt độ tối đa 820°C, tốt hơn nếu tối đa 800°C, tốt hơn nữa nếu tối đa 750°C, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 700°C, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 650°C, tốt hơn nếu tối đa 600°C, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 550°C, tốt hơn nếu tối đa 525°C, tốt hơn nữa nếu tối đa 500°C, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 450°C, tốt hơn nếu tối đa 400°C, tốt hơn nữa nếu tối đa 370°C, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 360°C, tốt hơn nếu tối đa 350°C, tốt hơn nữa nếu tối đa 345°C, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 330°C, tốt hơn nếu tối đa 320°C, tốt hơn nữa nếu tối đa 310°C để tạo ra dung dịch chứa phế liệu nổi trên bề mặt thứ nhất mà nhờ trọng lực nổi lên trên pha kim loại nóng chảy lỏng thứ nhất. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc làm mát hợp kim hàn loại bỏ ít nhất một phần kim loại trong số một vài kim loại ít mong muốn hơn, cụ thể là đồng mà còn cả niken, sắt, kẽm và nhôm, và crom, mangan, vanadi, titan và vonfram, nếu kim loại bất kỳ trong số các kim loại này có mặt. Các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng khi khi quỹ đạo làm mát rộng hơn và/hoặc xuống thấp hơn về nhiệt độ, phần lớn các kim loại này đi ra khỏi dung dịch và kết thúc ở phần trên bề mặt. Quỹ đạo làm mát được tạo ra càng rộng, bước làm mát càng dễ bị phân tách thành các bước làm mát kế tiếp khác nhau, tốt nhất là kết hợp với việc loại bỏ phế liệu trung gian. Điều này mang lại lợi ích là toàn bộ phế liệu có thể cần được loại bỏ ít hơn để loại bỏ cùng lượng kim loại không mong muốn và tổng

lượng phế liệu chứa ít kim loại đích của toàn bộ quy trình, chủ yếu là chì và/hoặc thiếc, nhưng bao gồm cả các kim loại quý khác nhau có thể có mặt trong hợp kim hàn và trong các trường hợp cụ thể antimon (Sb) cũng có thể có mặt. Các tác giả sáng chế cũng đã phát hiện ra rằng hợp kim hàn càng lạnh thì tỷ trọng của nó càng cao, có lợi cho sự phân tách phế liệu bởi trọng lực, vì phế liệu này dễ nổi hơn lên trên đầu của pha kim loại lỏng đậm đặc hơn.

Theo một phương án, chế phẩm cấp liệu kim loại nóng chảy lỏng được xử lý sơ bộ trong quy trình theo sáng chế được làm nguội xuống nhiệt độ ít nhất là 230°C , tốt hơn nếu ít nhất là 232°C , tốt hơn nữa nếu ít nhất là 240°C , còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 250°C , tốt hơn nữa nếu ít nhất là 270°C , còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 280°C , tốt hơn nếu ít nhất là 290°C , tốt hơn nữa nếu ít nhất là 300°C , còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 310°C , tốt hơn nếu ít nhất là 320°C , tốt hơn nữa nếu ít nhất là 325°C , còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 328°C . Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, nhờ giới hạn dưới ở bước làm mát này, có ít thiếc được tiêu thụ hơn trong gắn kết cùng lượng đồng cần được loại bỏ. Không muốn bị ràng buộc với lý thuyết, các tác giả sáng chế tin rằng điều này là do sự tạo ra Cu_6Sn_5 được ưu tiên và sự tạo ra Cu_3Sn được ưu tiên ít hơn ở các nhiệt độ thấp hơn. Vì vậy, giới hạn dưới ở bước làm mát làm giảm lượng thiếc có giá trị cần được loại bỏ cùng lượng đồng trong cặn này. Ngay cả nếu cặn này tùy ý được tái tuần hoàn xuôi chiều trong quy trình, dấu hiệu này là sự cải tiến hiệu quả vì ít thiếc hơn cần để tái tuần hoàn trong quy trình đó cho cùng lượng đồng được loại bỏ bằng bước làm mát của quy trình theo sáng chế.

Trong bước làm mát, các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng tốt hơn nếu ưu tiên nhiệt độ tối thiểu theo quy định, vì điều này đảm bảo rằng kim loại vẫn ở dạng lỏng và độ nhớt của nó vẫn đủ thấp để cho phép các chất rắn được hình thành, bằng cách làm mát và/hoặc bằng các phản ứng hóa học được hoạt hóa bằng cách bổ sung các hợp chất hóa học, để có thể nâng lên đến bề mặt và được loại bỏ ra khỏi pha kim loại lỏng bên dưới bằng cách hút ra.

Mục đích chính của việc bổ sung hợp chất quy định ở bước c) của quy trình theo sáng chế là loại bỏ phần chính của kẽm bất kỳ có thể có mặt trong hợp kim hàn thô.

Theo một phương án, sản phẩm đáy thu được bằng quy trình theo sáng chế, ở bước chung cất bằng cách loại bỏ chì, chứa lớn hơn 0,60% khối lượng chì, tốt hơn nếu ít nhất là 0,65% khối lượng chì, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,70% khối lượng chì, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,75% khối lượng chì, tốt hơn nếu ít nhất là 0,80% khối lượng chì, tốt hơn nếu ít nhất là 1,0% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 1,5% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 2,0% khối lượng, tốt hơn nếu ít nhất là 3,0% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 4,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 5,0% khối lượng, và còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 6,0% khối lượng chì. Các tác giả sáng chế tin rằng lượng Pb còn lại trong sản phẩm Sn của quy trình chung cất cao hơn có thể đóng vai trò làm dung môi thêm, ví dụ, cho lượng antimon, có thể có mặt trong vật liệu cho bước chung cất. Hiệu quả của khả năng này có thể là lợi ích của việc tách ở bước chung cất. Mục đích chính ở bước chung cất chân không dưới dạng một phần của quy trình theo sáng chế là nhằm làm bốc hơi chì (Pb) và tạo ra sản phẩm phía trên chứa chì thích hợp để làm sạch thêm bằng các phương pháp thông thường nhằm tạo ra sản phẩm chứa chì có độ tinh khiết cao, được gọi là “chì mềm”. Các tác giả sáng chế tin rằng việc để một lượng chì trong sản phẩm đáy ở bước chung cất sẽ giúp đạt được mục đích đó, bằng cách cung cấp pha lỏng vẫn hấp dẫn đối với nhiều kim loại khác ngoài chì và do đó làm giảm mong muốn đối với các kim loại này để trở thành chất dễ bay hơi cũng như xu hướng thoát khỏi pha lỏng và kết thúc trong sản phẩm phân cất ngọn ở bước chung cất. Các tác giả sáng chế tin rằng lợi ích này được gia tăng nhờ việc để nồng độ chì trong sản phẩm đáy ở bước chung cất cao hơn. Các tác giả sáng chế tin rằng lợi ích này đặc biệt quan trọng đối với antimon bất kỳ có trong vật liệu cho bước chung cất của quy trình theo sáng chế.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng các vấn đề về sự tạo ra hợp chất liên kim loại trong quy trình chung cất chân không của hỗn hợp kim loại theo sáng chế giảm tiếp được bằng cách để chì trong sản phẩm đáy ở bước chung cất ở mức lớn hơn. Các tác giả sáng chế tin rằng lượng chì lớn hơn có tác động có lợi đối với việc giữ kim loại có hại tiềm năng tốt hơn trong dung dịch và việc làm giảm xu hướng tạo ra hợp chất liên kim loại nhiễu loạn tiềm năng trong bước chung cất xuôi chiều. Không bị ràng buộc bởi lý thuyết, các tác giả sáng chế tin

rằng tác dụng này có thể dựa trên cơ sở của sự pha loãng, nhưng các tác giả sáng chế nghi ngờ rằng có thể có các yếu tố bổ sung đóng vai trò trong việc làm giảm nguy cơ tạo ra hợp chất liên kim loại trong điều kiện xảy ra ở bước chưng cất chân không.

Theo một phương án, sản phẩm đáy thu được ở bước chưng cất bằng cách loại bỏ chì chứa tối đa 10,0% khối lượng chì, tốt hơn nếu tối đa 9,0% chì, tốt hơn nữa nếu tối đa 8,0%, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 7,0% khối lượng, tốt hơn nếu tối đa 6,5% khối lượng, tốt hơn nữa nếu tối đa 6,0% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 5,0% và còn tốt hơn nữa nếu tối đa 4,0% khối lượng chì. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc chì không vượt quá mức quy định trong sản phẩm đáy ở bước chưng cất mang lại quy trình xuôi chiều có lợi tạo điều kiện thuận lợi cho việc tách tiếp kim loại khác nhau có mặt trong sản phẩm đáy để thu được sản phẩm thiếc tốt đáp ứng hầu hết các tiêu chuẩn công nghiệp quốc tế đối với loại thiếc chất lượng cao. Các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng việc kiểm soát lượng chì nằm giữa các giới hạn quy định tạo ra sự cân bằng về kinh tế và thực tế giữa một mặt các lợi ích thu được bởi sự có mặt của chì trong toàn bộ chất lỏng qua bước chưng cất và mặt khác là việc nâng hạng sản phẩm đáy xuôi chiều của quy trình chưng cất lên ít nhất sản phẩm thiếc tốt có giá trị cao kết hợp với một hoặc nhiều sản phẩm phụ chứa các kim loại khác có mặt trong sản phẩm đáy chưng cất mà sản phẩm phụ thích hợp để xử lý tiếp và dễ dàng nâng hạng chúng lên dòng sản phẩm phụ có giá trị cao. Các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng sự có mặt hạn chế của chì trong sản phẩm đáy là có lợi nếu cũng có mặt kim loại quý và các kim loại quý này cần được thu hồi xuôi chiều từ dòng đáy của quy trình chưng cất chân không. Việc thu hồi này có thể, ví dụ, được thực hiện trong bình kết tinh, như được mô tả trong CN102534249 để loại bỏ bạc ra khỏi sản phẩm thiếc thô chứa bạc cao, và do đó có thể tách pha giàu Sn tinh thể ra khỏi dòng thoát chất lỏng trong đó chất cô đặc kim loại quý cùng với hầu hết chì có mặt, nhưng chần hản với một số thiếc có giá trị còn lại. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng giới hạn của lượng chì còn lại trong đáy từ quy trình chưng cất chân không làm giảm lượng dòng thoát trong bình kết tinh và dẫn đến dòng thoát này chứa kim loại quý mong muốn với lượng đặc hơn, và do đó việc xử lý

tiếp để thu hồi kim loại quý là có lợi hơn. Lợi ích khác nữa là thiếc có giá trị bị hao hụt ít hơn trong dòng thoát và phần còn lại sẵn có trong dòng chảy dẫn đến thu được sản phẩm thiếc chính.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa ít nhất 15% khối lượng thiếc, tốt hơn nếu ít nhất là 20%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 22%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 24% khối lượng, tốt hơn nếu ít nhất là 26% khối lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 28% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 30% khối lượng thiếc. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng lượng thiếc trong hợp kim hàn cao hơn làm giảm điểm nóng chảy của hỗn hợp, với ưu điểm là việc xử lý sơ bộ hợp kim hàn thô để tạo ra vật liệu hàn cho quy trình chưng cất chân không có khoảng nhiệt độ rộng hơn sẵn có.

Như đã nêu ở những phần khác trong tài liệu này, điều này mang lại lợi ích là nhiều kim loại đích có thể đi ra khỏi dung dịch và kết thúc trở thành phế liệu, có thể dễ dàng được loại ra khỏi pha kim loại nóng chảy. Các tác giả sáng chế cũng đã phát hiện ra rằng có nhu cầu cao hơn đối với thiếc kim loại có độ tinh khiết cao có thể được thu hồi từ hỗn hợp kim loại theo sáng chế so với kim loại chì có độ tinh khiết cao có thể thu hồi được từ cùng hỗn hợp kim loại này. Vì vậy, sản phẩm thiếc chính có nguồn gốc từ hỗn hợp kim loại có giá trị kinh tế cao hơn so với sản phẩm chính chứa chì bất kỳ. Do đó, lượng thiếc cao hơn làm gia tăng mối quan tâm về kinh tế đối với hỗn hợp kim loại theo sáng chế dưới dạng vật liệu dùng để thu hồi thiếc kim loại có độ tinh khiết cao.

Hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa ít nhất là 60% khối lượng chì. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng lượng chì trong hỗn hợp kim loại lỏng cao hơn cải thiện việc tách cặn này ra khỏi pha kim loại lỏng. Với nồng độ chì trong kim loại lỏng cao hơn, phế liệu thường có tỷ trọng thấp hơn này xuất hiện nhanh hơn và dễ dàng nổi lên phía trên của pha kim loại lỏng hơn và tạo ra pha phế liệu riêng biệt sạch hơn có thể được loại bỏ với lượng hợp kim hàn bị cuốn vào ít hơn, và do đó thu được thiếc và chì có giá trị. Do đó, trong điều kiện này, phế liệu này còn chứa thiếc và chì kim loại có giá trị ít hơn. Vì vậy, thiếc và chì còn lại sẵn có với lượng lớn hơn trong hợp kim hàn được xử lý sơ bộ để nâng hạng lên sản phẩm chính có giá trị cao. Trong trường hợp phế liệu này được tái tuần hoàn vào

bước xử lý sơ bộ xuôi chiều của quy trình theo sáng chế, quá trình tách tốt hơn làm giảm lượng thiếc và chì được tái tuần hoàn xuôi chiều và là lượng cần để được xử lý để kết thúc trong hợp kim hàn thô nạp liệu vào quy trình theo sáng chế. Các tác giả sáng chế cũng đã phát hiện ra rằng lượng chì cao hơn, nhờ đó thường đại diện cho hợp kim hàn có lượng thiếc thấp hơn, mang lại lợi ích là khả năng hoà tan của đồng trong hợp kim hàn giảm, dẫn đến lượng đồng thấp hơn sản phẩm thiếc chính cuối có nguồn gốc từ sản phẩm đáy chung cất chân không, và làm tăng giá trị kinh tế của sản phẩm thiếc chính này và/hoặc làm giảm gánh nặng cho việc loại bỏ các vết đồng còn lại trong bước xử lý xuôi chiều, cộng với việc gia công lại cùng với việc thu hồi phế liệu bất kỳ được tạo ra trong bước xử lý xuôi chiều như vậy.

Theo một phương án hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa tối đa 80% khối lượng chì, tốt hơn nếu tối đa 75%, tốt hơn nữa nếu tối đa 70%, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 65%, tốt hơn nếu tối đa 60% khối lượng chì. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng một lượng chì quá mức trong hỗn hợp kim loại lỏng không làm tăng hơn nữa các lợi ích đi liền với lượng chì cao hơn trong hỗn hợp theo sáng chế. Các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng lượng chì quá mức pha loãng nhiều thiếc có giá trị hơn trong hỗn hợp kim loại, do đó mỗi quan tâm đến hỗn hợp kim loại này dưới dạng vật liệu nạp dùng để thu hồi thiếc có độ tinh khiết cao giảm.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa ít nhất 91% khối lượng thiếc và chì cùng nhau, tốt hơn nếu ít nhất là 92%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 93%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 94%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 95%, tốt hơn nếu ít nhất là 96%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 96,5%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 97%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 97,5%, tốt hơn nếu ít nhất là 98%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 98,5%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 98,7% khối lượng thiếc và chì cùng nhau. Hỗn hợp kim loại theo sáng chế được quan tâm dưới dạng dòng cấp liệu để thu hồi thiếc có độ tinh khiết cao và chì, với bước chung cất chân không của quy trình theo sáng chế là yếu tố xử lý quan trọng. Vì vậy, lượng thiếc và chì cao hơn cùng làm tăng lượng sản phẩm chính có thể thu hồi được từ hỗn hợp kim loại, và làm giảm lượng dòng sản phẩm phụ có giá trị

thấp hơn thông thường có thể xuất hiện từ quá trình tinh chế tiếp sản phẩm chung cất thành dòng sản phẩm chính. Điều này giúp làm giảm gánh nặng cần thiết để loại bỏ các sản phẩm không phải là sản phẩm chính xuống mức được quy định bởi các thông số kỹ thuật của sản phẩm chính và cần đáp ứng cao nhất có thể các tiêu chuẩn thương mại quốc tế trong thực tế. Gánh nặng này bao gồm mức tiêu thụ hóa chất và năng lượng, và cả chi phí đầu tư nhân lực và thiết bị. Do đó, lượng thiếc và chì cao hơn làm tăng lợi ích kinh tế trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế dưới dạng vật liệu dùng để thu hồi kim loại thiếc có độ tinh khiết cao, cũng như kim loại chì ở dạng chấp nhận được về mặt kinh tế.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa ít nhất 2ppm khối lượng đồng, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 3ppm, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 4ppm, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 5ppm khối lượng đồng, tốt hơn nếu ít nhất là 6ppm, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 7ppm, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 8ppm, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 9ppm khối lượng đồng, tốt hơn nếu ít nhất là 10ppm, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 12ppm, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 14ppm, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 15ppm khối lượng đồng, tốt hơn nếu ít nhất là 16ppm, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 18ppm và còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 20ppm khối lượng đồng. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng lượng đồng quy định ở đây có thể chứa trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế mà không làm mất tính hữu dụng của hỗn hợp kim loại dưới dạng dòng nạp liệu cho bước chung cất chân không, do đó không làm suy giảm hoặc phá hỏng đáng kể hiệu quả thu được từ sáng chế, tức là làm tăng nguy cơ bước chung cất chân không được thực hiện với chế phẩm kim loại sẽ không thể vận hành tiếp được ở chế độ liên tục trong một thời gian dài mà không gặp phải vấn đề về các hợp chất liên kim loại chứa đồng làm suy giảm việc vận hành trong quá trình chung cất. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng các nhược điểm của giải pháp đã biết có thể giảm được đến mức chấp nhận được về mặt kinh tế và thực tế khi một lượng nhỏ đồng, như được chỉ định, vẫn tồn tại trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế khi được dùng làm hợp kim hàn dùng cho bước chung cất.

Mức đồng cho phép cao hơn trong hỗn hợp kim loại, như được chỉ định ở trên, cũng mang lại lợi ích cho các quy trình ngược dòng mà từ đó dòng nạp liệu

của quy trình của sáng chế được tự do vận hành. Các quy trình này thậm chí có thể còn liên quan đến việc thu hồi nhiệt luyện kim loại đồng. Các quy trình tạo ra hợp kim hàn thô dưới dạng sản phẩm phụ theo dòng vật liệu cho quy trình theo sáng chế có thể thu hồi các kim loại chính khác ngoài thiếc và/hoặc chì từ nhiều loại vật liệu thô có thể, vật liệu chính cũng như vật liệu thứ cấp, và bao gồm vật liệu chứa kim loại hết hạn sử dụng.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa tối đa 4500ppm khối lượng đồng, tốt hơn nếu tối đa 4000ppm, tốt hơn nữa nếu tối đa 3500ppm, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 3000ppm, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 2500ppm, tốt hơn nếu tối đa 2000ppm, tốt hơn nữa nếu tối đa 1500ppm, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 1250ppm, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 1000ppm, tốt hơn nếu tối đa 800ppm, tốt hơn nữa nếu tối đa 600ppm, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 400ppm, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 200ppm, tốt hơn nếu tối đa 150ppm, tốt hơn nữa nếu tối đa 100ppm, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 75ppm đồng. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng nồng độ đồng trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế càng thấp, nguy cơ hình thành các hợp chất liên kim loại càng thấp khi hỗn hợp kim loại được chưng cất chân không để loại bỏ ít nhất một phần chì trong hỗn hợp do bay hơi. Các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng sự có mặt của đồng trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế càng thấp, nồng độ đồng trong các dòng sản phẩm từ quy trình chưng cất chân không xuôi chiều càng thấp. Điều này làm giảm gánh nặng trong việc loại bỏ đồng ra khỏi các dòng này trên con đường trở thành sản phẩm chính, đặc biệt là về việc tiêu thụ hóa chất và về lượng sản phẩm phụ được tạo ra, tốt hơn là được tái chế ngược dòng của quy trình theo sáng chế, và do đó cũng làm giảm gánh nặng về việc làm giảm các tác động có thể gây tổn hại của các hóa chất này trong vận hành tái chế này, như bằng cách ăn mòn vật liệu chịu lửa trong bước luyện kim.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa tối đa 0,10% khối lượng kẽm (Zn), tốt hơn nếu tối đa 0,010%, tốt hơn nữa nếu tối đa 0,0050%, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,0010%, tốt hơn nếu tối đa 0,0005%, tốt hơn nữa nếu tối đa 0,0001% khối lượng kẽm. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng chưng cất chân không được thực hiện trên hỗn hợp kim loại theo sáng chế có thể đặc

biệt nhảy với sự có mặt của kẽm. Kẽm là nơi đầu tiên có khả năng hình thành các hợp chất liên kim loại, và do đó góp phần vào vấn đề được giải quyết theo sáng chế. Kẽm cũng là kim loại khá dễ bay hơi và kẽm bất kỳ có mặt cũng có thể ít nhất trở thành một phần của pha hơi bên trong thiết bị chung cất. Việc làm nóng trong thiết bị chung cất thường được cung cấp bằng điện, bằng cách đưa dòng điện qua các điện cực làm nóng bên trong thiết bị chung cất. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc kiểm soát sự có mặt của kẽm trong các giới hạn quy định sẽ giảm rủi ro cho hiện tượng hồ quang điện xảy ra giữa hai điểm của các điện cực làm nóng này có thể nằm gần nhau và giữa chúng có sự chênh lệch điện áp. Hồ quang điện như vậy là một đoạn ngắn trong mạch điện của hệ thống cấp nhiệt, và thường là nguyên nhân gây tắt thiết bị ngay lập tức. Trong trường hợp không có hoặc trục trặc của cầu chì, chúng có thể gây hư hỏng máy biến áp và bộ chuyển đổi AC/DC trong hệ thống điện. Hồ quang điện gây tổn hại và có thể phá hủy các điện cực, và ngoài ra cũng có thể đốt cháy qua tường lò, đặc biệt là khi được vẽ giữa một điện cực và tường lò.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa ít nhất 0,0001% khối lượng kẽm (Zn), tốt hơn nếu ít nhất là 0,0005%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,0010%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,0050%, tốt hơn nếu ít nhất là 0,010%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,050% khối lượng kẽm. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng không nhất thiết phải loại bỏ kẽm xuống mức quá thấp để đủ làm giảm nhẹ các vấn đề mà kẽm có thể gây ra trong quy trình chung cất chân không hỗn hợp kim loại theo sáng chế. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng lượng nhỏ của kẽm, theo quy định, có thể vì vậy nằm lại trong trong hỗn hợp kim loại dưới dạng vật liệu cho chung cất chân không. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng với các giới hạn quy định, có thể dễ dàng đạt được mức kẽm thấp trong các sản phẩm cuối.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa tối đa 0,10% khối lượng niken (Ni), tốt hơn nếu tối đa 0,050%, tốt hơn nữa nếu tối đa 0,010%, tốt hơn nếu tối đa 0,0050%, tốt hơn nữa nếu tối đa 0,0010% khối lượng niken (Ni). Niken là kim loại có mặt trong nhiều vật liệu thô có sẵn để thu hồi kim loại màu, đặc biệt là vật liệu thô thứ cấp và đặc biệt là các vật liệu hết hạn sử dụng. Do

đó, điều quan trọng trong việc thu hồi kim loại màu là quá trình này có khả năng đối phó với sự có mặt của niken. Hơn nữa, các quá trình nhiệt luyện để thu hồi kim loại màu thường tiêu thụ một lượng sắt đáng kể dưới dạng hóa chất xử lý. Tốt hơn là, có thể sử dụng vật liệu chứa sắt thứ cấp cho mục đích này. Các vật liệu này có thể, ngoài lượng sắt cao, cũng chứa một lượng nhỏ niken. Tốt hơn là, cũng có thể đối phó với các hóa chất xử lý. Tuy nhiên, niken cũng là kim loại có thể tạo ra hợp chất liên kim loại trong quy trình chưng cất chân không. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc kiểm soát trong giới hạn quy định của lượng niken có mặt trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế có thể đủ làm giảm nguy cơ cho sự tạo ra hợp chất liên kim loại chứa niken trong quy trình chưng cất chân không của hỗn hợp kim loại. Các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng tốt hơn là đưa lượng niken trong hợp kim hàn nạp liệu vào bước chưng cất chân không xuống thấp, chứ không phải là loại bỏ lượng lớn hơn của niken xuôi chiều trong quy trình. Việc loại bỏ niken xuôi chiều như vậy thường được thực hiện cùng với việc loại bỏ asen (As) và/hoặc antimon (Sb), và có nguy cơ tạo ra các khí rất độc ác-sin (AsH_3) và/hoặc Stibin (SbH_3). Do đó, việc loại bỏ niken xuống trong giới hạn quy định cũng làm giảm nguy cơ xuôi chiều để tạo ra khí độc, và do đó cũng là một biện pháp an toàn và vệ sinh công nghiệp.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa ít nhất 0,0005% khối lượng niken (Ni), tốt hơn nếu ít nhất là 0,0010%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,0050%, tốt hơn nếu ít nhất là 0,010%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,050% khối lượng niken (Ni). Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng không nhất thiết phải loại bỏ niken xuống dưới mức rất thấp, như dưới giới hạn phát hiện là 1ppm khối lượng. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc kiểm soát trong giới hạn quy định của lượng niken có mặt trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế có thể đủ làm giảm nguy cơ cho sự tạo ra hợp chất liên kim loại chứa niken trong quy trình chưng cất chân không của hỗn hợp kim loại, cũng như tránh được việc tăng nguy cơ về an toàn và vệ sinh công nghiệp xuôi chiều liên quan đến việc tạo ra khí ác-sin và/hoặc stibin có thể, đồng thời tránh được các nỗ lực không cần thiết trong việc làm sạch hỗn hợp kim loại trong quá trình chuẩn bị dưới dạng vật liệu để chưng cất chân không.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa tối đa 10% khối lượng antimon (Sb), tốt hơn nếu tối đa 8%, tốt hơn nữa nếu tối đa 6%, tốt hơn là nhỏ hơn 6%, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 5,5%, tốt hơn nếu tối đa 5,0%, tốt hơn nữa nếu tối đa 4,5%, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 4,0%, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 3,5%, tốt hơn nếu tối đa 3,0%, tốt hơn nữa nếu tối đa 2,5%, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 2,0%, tốt hơn nếu tối đa 1,5%, tốt hơn nữa nếu tối đa 1,1% khối lượng antimon (Sb). Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng antimon có thể được cho phép trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế, trong giới hạn cụ thể, mà không làm tăng các vấn đề khi hỗn hợp kim loại được dùng làm vật liệu cho chung cát chân không. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng điều quan trọng là phải giữ lượng antimon dưới giới hạn trên được chỉ định vì antimon cũng có thể bay hơi ít nhất một phần trong điều kiện chung cát. Nếu mức độ antimon cao hơn, lượng antimon đi ra khỏi bước chung cát với lượng chì cao chứa sản phẩm trên cao có thể trở nên đáng kể. Để có được sản phẩm chì nguyên chất có độ tinh khiết cao hơn tuân thủ các tiêu chuẩn công nghiệp mong muốn, lượng antimon này cần phải được loại bỏ khỏi dòng chì này trong các bước làm sạch thông thường xuôi chiều cuar bước chung cát. Lượng antimon vượt quá giới hạn quy định sẽ làm tăng gánh nặng của các bước làm sạch xuôi chiều này và tăng lượng dòng sản phẩm phụ chứa antimon. Do các dòng sản phẩm phụ này cũng có thể chứa một lượng chì đáng kể, chì này trong các sản phẩm phụ không kết thúc trong sản phẩm chính và ít nhất làm giảm hiệu quả của việc vận hành chung. Lượng antimon quá mức cũng có xu hướng làm tăng nhiệt độ nóng chảy của chất lỏng được làm giàu thiếc trong thiết bị chung cát và xuôi chiều. Điều này đòi hỏi phải vận hành ở nhiệt độ cao hơn, điều này làm tăng hao mòn thiết bị.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế bao gồm lớn hơn 0,42% khối lượng antimon (Sb), tốt hơn nếu ít nhất là 0,43%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,45%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,47%, tốt hơn nếu ít nhất là 0,50%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,55%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,60%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,65%, tốt hơn nếu ít nhất là 0,75%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 1,0%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 1,5%, tốt hơn nếu ít nhất là 2,0%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 2,5% khối lượng antimon (Sb). Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra

rằng hỗn hợp kim loại theo sáng chế có thể chứa lượng antimon có thể đo được và thậm chí là đáng kể, trong giới hạn quy định, mà không có sự có mặt của antimon mang lại sự suy yếu đáng kể cho bước chưng cất chân không xuôi dòng mà hỗn hợp kim loại có thể phải chịu. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng điều này cung cấp thêm quyền tự do vận hành cho các quy trình ngược dòng mà từ đó dòng nạp liệu cho quy trình theo sáng chế được tạo ra. Nhờ sự cho phép một lượng antimon trong hợp kim hàn thô mà chúng tạo ra dưới dạng dòng trung gian và làm vật liệu cho quy trình theo sáng chế, các quy trình ngược dòng này có khả năng chấp nhận một lượng vật liệu thô chứa antimon. Antimon có thể có mặt trong nhiều vật liệu chính và vật liệu thứ cấp dùng cho kim loại màu, cũng như trong nhiều vật liệu hết hạn sử dụng. Antimon có thể, ví dụ, có mặt trong chì mà được sử dụng từ thời La Mã cho hệ thống ống nước. Các chất này có thể bây giờ trở nên có sẵn dưới dạng vật liệu phá hủy, thường kết hợp với đồng để đặt ống và các mục đích khác, và với thiếc và chì cho các mối nối hợp kim hàn. Cho phép một lượng antimon trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế, và do đó trong hợp kim hàn thô là dòng vật liệu cho quy trình theo sáng chế, cung cấp các quy trình ngược chiều để chấp nhận các vật liệu hết hạn sử dụng như vậy. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng nồng độ đáng kể của antimon được cho phép trong các kim loại hỗn hợp theo sáng chế mà không làm gia tăng sự khó khăn đáng kể cho quy trình theo sáng chế, cũng như cho các quy trình xuôi chiều mà được nâng hạng tiếp đầu dòng và dòng đáy mà được tạo ra bằng chưng cất chân không.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa tối đa 0,10% khối lượng sắt (Fe), tốt hơn nếu tối đa 0,070%, tốt hơn nữa nếu tối đa 0,050%, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,010%, tốt hơn nếu tối đa 0,0050%, tốt hơn nữa nếu tối đa 0,003% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,0030% khối lượng sắt. Sắt là kim loại có mặt trong nhiều vật liệu thô sẵn có để thu hồi kim loại màu, cụ thể là trong các vật liệu thô thứ cấp, và cụ thể là trong vật liệu hết hạn sử dụng. Hơn nữa, các quy trình nhiệt luyện để thu hồi kim loại màu thường tiêu thụ lượng đáng kể của sắt dưới dạng hóa chất xử lý. Sắt là kim loại có thể tạo ra hợp chất liên kim loại trong quy trình chưng cất chân không. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc kiểm soát trong giới hạn quy định của lượng sắt có mặt trong

hỗn hợp kim loại theo sáng chế có thể đủ làm giảm nguy cơ cho sự tạo ra hợp chất liên kim loại chứa sắt trong quy trình chung cất chân không hỗn hợp kim loại.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa ít nhất 0,0001% khối lượng sắt (Fe), tốt hơn nếu ít nhất là 0,0002%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,0003%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,0005%, tốt hơn nếu ít nhất là 0,0010%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,0015%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,0020% khối lượng sắt. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng không nhất thiết phải loại bỏ sắt xuống dưới mức rất thấp, như dưới giới hạn phát hiện là 1ppm khối lượng. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc kiểm soát trong giới hạn quy định của lượng sắt có mặt trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế có thể đủ làm giảm nguy cơ cho sự tạo ra hợp chất liên kim loại chứa sắt trong quy trình chung cất chân không hỗn hợp kim loại, đồng thời tránh những nỗ lực không cần thiết trong việc làm sạch hỗn hợp kim loại trong chế phẩm của nó dưới dạng vật liệu cho chung cất chân không.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa tối đa 0,10% khối lượng nhôm (Al), tốt hơn nếu tối đa 0,050%, tốt hơn nữa nếu tối đa 0,010%, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,0050%, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,0010%, tốt hơn nếu tối đa 0,0005%, tốt hơn nữa nếu tối đa 0,0001% khối lượng nhôm. Nhôm là kim loại có mặt trong nhiều vật liệu thô sẵn có để thu hồi kim loại màu, đặc biệt là trong các vật liệu thô thứ cấp, và cụ thể là trong vật liệu hết hạn sử dụng, như lon nước giải khát. Hơn nữa, các quy trình nhiệt luyện để thu hồi kim loại màu có thể sử dụng nhôm làm hóa chất xử lý, như hạt nhôm, để loại bỏ đồng ra khỏi dòng kim loại lỏng dạng hợp kim hàn. Nhôm là kim loại có thể tạo ra hợp chất liên kim loại trong quy trình chung cất chân không. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc kiểm soát trong giới hạn quy định của lượng nhôm có mặt trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế có thể đủ làm giảm nguy cơ cho sự tạo ra hợp chất liên kim loại chứa nhôm trong quy trình chung cất chân không hỗn hợp kim loại.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa ít nhất 0,0001% khối lượng nhôm (Al), tốt hơn nếu ít nhất là 0,0002%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,0003%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,0005%, tốt hơn nếu ít nhất là 0,0010%,

tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,0015%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,0020% khối lượng nhôm. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng không nhất thiết phải loại bỏ nhôm xuống dưới mức rất thấp, như dưới giới hạn phát hiện là 1ppm khối lượng. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc kiểm soát trong giới hạn quy định của lượng nhôm có mặt trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế có thể đủ làm giảm nguy cơ cho sự tạo ra hợp chất liên kim loại chứa nhôm trong quy trình chưng cất chân không hỗn hợp kim loại, trong khi vẫn tránh được những nỗ lực không cần thiết trong việc làm sạch hỗn hợp kim loại trong chế phẩm của nó dưới dạng vật liệu cho chưng cất chân không.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa tối đa 0,10% khối lượng lưu huỳnh (S), tốt hơn nếu tối đa 0,070%, tốt hơn nữa nếu tối đa 0,050%, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,010%, tốt hơn nếu tối đa 0,0050%, tốt hơn nữa nếu tối đa 0,0030% khối lượng lưu huỳnh. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng sự có mặt của lưu huỳnh trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế có thể gây ra vấn đề về mùi, và có thể gây ra vấn đề vệ sinh công nghiệp, ngay cả khi lưu huỳnh chứa kim loại và/hoặc xỉ và/hoặc phế liệu đã được làm nguội và hóa rắn. Các vấn đề này có thể xuất hiện trong quá trình vận hành và trong quá trình lưu trữ, nhưng thậm chí có thể quan trọng hơn là trong quá trình can thiệp bảo trì. Do đó, các tác giả sáng chế muốn đưa mức lưu huỳnh trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế xuống trong giới hạn trên được chỉ định.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế tốt hơn là chứa ít nhất 0,0002% khối lượng lưu huỳnh (S), tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,0003%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,0005%, tốt hơn nếu ít nhất là 0,0010%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,0015%, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 0,0020% khối lượng lưu huỳnh. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng không bắt buộc phải đưa mức lưu huỳnh xuống dưới mức rất thấp, như giới hạn phát hiện là 1ppm khối lượng, để đạt được kết quả được hướng đích với việc kiểm soát lượng lưu huỳnh. Ngược lại, sự có mặt của lưu huỳnh trong hỗn hợp kim loại mang lại lợi ích về mặt kỹ thuật.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng lưu huỳnh khá dễ dàng gắn kết với đồng để tạo ra đồng sulfua (như CuS), và đồng sulfua tách dễ dàng bằng trọng

lực ra khỏi hỗn hợp kim loại lỏng chứa hai thành phần chính trong quy trình, tức là thiếc và chì. Nhằm mục đích đó, sự có mặt của S trong quy trình theo sáng chế được ưu tiên, và cũng vậy với sự có mặt của lưu huỳnh trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng duy trì lượng nhỏ của lưu huỳnh trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế góp phần làm giảm tiếp lượng nhỏ của đồng vẫn còn trong hỗn hợp kim loại, bằng cách gắn kết Cu vào sulfua và dịch chuyển thành phế liệu tiếp có thể được tạo ra trong bước làm sạch tiếp xuôi chiều trong toàn bộ quy trình. Tốt hơn là, S được đưa vào quy trình hoặc sản phẩm ở dạng mà có thể và dễ dàng chuyển hóa thành một phần của đồng sulfua. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng lưu huỳnh chứa hóa chất, như pyrit (FeS) cũng có thể là thích hợp, nhưng các tác giả sáng chế ưu tiên sử dụng nguyên tố lưu huỳnh vì việc sử dụng chúng tránh được việc đưa một hoặc nhiều nguyên tố hóa học thêm. Do đó lưu huỳnh, và cụ thể là nguyên tố lưu huỳnh, đối với các tác giả sáng chế hóa chất xử lý rất thích hợp để việc loại bỏ một số kim loại không mong muốn, cụ thể là đồng.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa ít nhất 10ppm khối lượng bạc (Ag), tốt hơn nếu ít nhất là 50ppm, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 100ppm, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 125ppm và còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 150ppm khối lượng bạc. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng bạc có thể được cho phép với lượng trong dòng xử lý của sáng chế - vốn dành cho kim loại quý như vậy - mà không làm suy giảm bước chưng cất chân không, vì không phát hiện được bạc tạo ra dễ dàng hợp chất liên kim loại trong quá trình bước chưng cất chân không và làm suy giảm các vận hành. Sự dung nạp này đối với bạc cho phép các quy trình xuôi chiều, mà tạo ra hợp kim hàn thô là dòng cấp liệu thích hợp cho quy trình theo sáng chế, và theo nguồn gốc của hỗn hợp kim loại theo sáng chế, để chấp nhận các vật liệu thô chứa bạc. Ngoài ra, bạc có thể có mặt trong các vật liệu thô với lượng rất thấp, nhưng đã tập trung phần nào vào hợp kim hàn thô được sản xuất ngược dòng, thậm chí được cô đặc nhiều hơn trong kim loại hỗn hợp theo sáng chế, và thậm chí có thể được cô đặc nhiều hơn ở sản phẩm đáy ở bước chưng cất chân không của quy trình theo sáng chế. Do đó, trình tự ở bước quy trình nhiệt luyện hoạt động như trình tự ở bước cô đối với kim loại quý và kim loại có giá trị

là bạc, do đó hoạt động như một phản trả trước thú vị quy trình thu hồi bạc kim loại. Việc thu hồi bạc từ dòng đáy của quy trình chưng cất hỗn hợp kim loại theo sáng chế do đó, sẽ dễ dàng hơn nhiều so với việc cố gắng thu hồi từ dòng trung gian bất kỳ ngược dòng, và rất có thể đối với phần lớn các vật liệu thô chứa bạc được sử dụng làm vật liệu ban đầu cho các quá trình ngược dòng tạo ra hợp chất hàn thô tạo ra vật liệu cho quy trình theo sáng chế.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa tối đa 2000ppm khối lượng bạc (Ag), tốt hơn nếu tối đa 1800ppm, tốt hơn nữa nếu tối đa 1700ppm, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 1600ppm, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 1500ppm, tốt hơn nếu tối đa 1400ppm, tốt hơn nữa nếu tối đa 1350ppm, tốt hơn nếu tối đa 1300ppm, tốt hơn nữa nếu tối đa 1200ppm, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 1100ppm, tốt hơn nếu tối đa 1000ppm, tốt hơn nữa nếu tối đa 900ppm khối lượng bạc. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng mức bạc vượt quá nồng độ quy định trở nên ít có lợi hơn và thậm chí có thể trở nên bất lợi. Ở mức cao hơn của bạc trong vật liệu cho quy trình chưng cất chân không, một phần bạc có thể thực sự bay hơi và trở thành một phần của pha hơi trong bước chưng cất. Do đó, một số bạc có giá trị cao có thể không tìm được con đường thành sản phẩm đáy ở bước chưng cất, mà từ đó nó có thể được thu hồi theo cách thực tế và kinh tế thành sản phẩm phụ phù hợp nhờ các quy trình xuôi chiều được hướng đích để tạo ra dòng sản phẩm thiếc chính có độ tinh khiết cao.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa ít nhất 10ppm khối lượng bismut (Bi), tốt hơn nếu ít nhất là 50ppm, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 100ppm, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 150ppm và còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 200ppm khối lượng bismut, và tùy ý tối đa 2000ppm khối lượng bismut, tốt hơn nếu tối đa 1800ppm, tốt hơn nữa nếu tối đa 1500ppm, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 1300ppm, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 1100ppm, tốt hơn nếu tối đa 1000ppm, tốt hơn nữa nếu tối đa 950ppm khối lượng bismut. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng bismut có thể bay hơi tương đối trong điều kiện bước chưng cất chân không. Do đó, một số bismut có thể tìm đường vào dòng phía trên ở bước chưng cất, từ đó có thể cần phải loại bỏ để thu được sản phẩm chì chính phù hợp với thông số kỹ thuật của sản phẩm mong muốn. Việc loại bỏ tạp chất xuôi dòng này

tiêu thụ hóa chất và tạo ra một dòng sản phẩm phụ chứa một số chì có giá trị. Ngay cả khi được tái chế thành công, các dòng sản phẩm phụ này là quy trình không hiệu quả được giảm một cách thuận lợi.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa ít nhất 10ppm khối lượng asen (As), tốt hơn nếu ít nhất là 100ppm, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 200ppm, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 300ppm và còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 350ppm khối lượng asen. Dấu hiệu này mang lại lợi ích là các vật liệu chứa một số asen có thể được chấp nhận bởi các bước của quy trình ngược dòng mà từ đó vật liệu hợp kim hàn cho quy trình theo sáng chế được tạo ra. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng toàn bộ quy trình, bao gồm quy trình theo sáng chế mà còn bao gồm bước xuôi chiều bất kỳ cho bước làm sạch tiếp hoặc các bước ngược dòng mà dòng sản phẩm phụ có nguồn gốc có thể được tái chế, có thể đối phó với lượng asen như quy định. Ngoài ra, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng một số hợp kim có lợi ích thương mại dễ dàng chấp nhận ở mức độ nhất định mà không có vấn đề bất kỳ đáng kể, và các loại hợp kim được chọn đó thậm chí còn chào đón sự có mặt của As. Hỗn hợp kim loại cũng như quy trình theo sáng chế vì vậy được điều chế để chấp nhận sự có mặt của As trong các dòng quy trình của nó, mặc dù trong giới hạn quy định.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa tối đa 2000ppm khối lượng asen, tốt hơn nếu tối đa 1900ppm, tốt hơn nữa nếu tối đa 1800ppm, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 1700ppm, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 1600ppm, tốt hơn nếu tối đa 1500ppm, tốt hơn nữa nếu tối đa 1400ppm khối lượng asen. Các tác giả sáng chế muốn giữ số lượng asen trong giới hạn. Điều này làm giảm gánh nặng loại bỏ asen xuôi dòng khỏi dòng sản phẩm bất kỳ ra khỏi bước chưng cất chân không. Các bước loại bỏ này sử dụng hóa chất và tạo ra các dòng sản phẩm phụ, chắc chắn cũng chứa một lượng kim loại có giá trị như chì và/hoặc thiếc. Ngay cả khi được tái chế thành công, các dòng sản phẩm phụ này đại diện cho một quá trình không hiệu quả tổng thể, và việc giảm chúng là một lợi thế. Việc tái chế cũng có thể gây ra mang lại các vấn đề gây ra bởi hóa chất trong các dòng sản phẩm phụ này, như tác dụng ăn mòn của natri hydroxit trên vật liệu chịu lửa được sử dụng trong thiết bị và tiếp xúc với các dòng chất lỏng nóng.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa ít nhất 10ppm khối lượng in-đi (In), tốt hơn nếu ít nhất là 50ppm, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 100ppm khối lượng in-đi. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng sự có mặt của in-đi có thể là có thể chấp nhận được trong các ranh giới thực tế. Điều này cho phép bước xử lý ngược dòng chấp nhận vật liệu thô chứa in-đi, và mà có thể là không chấp nhận được trong các quy trình khác để thu hồi kim loại màu từ vật liệu thô chứa nhiều kim loại khác nhau.

Theo một phương án, hỗn hợp kim loại theo sáng chế chứa tối đa 1000ppm khối lượng in-đi, tốt hơn nếu tối đa 800ppm, tốt hơn nữa nếu tối đa 700ppm, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 600ppm, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 500ppm, tốt hơn nếu tối đa 400ppm, tốt hơn nữa nếu tối đa 300ppm khối lượng in-đi. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng in-đi với lượng đáng kể, với sự có mặt của asen, có thể tạo ra hợp chất liên kim loại đặc biệt ổn định. Các hợp chất này được đặc trưng bởi tỷ trọng tương đối thấp và do đó trở nên nổi dễ dàng lên trên đầu của pha kim loại lỏng, đặc biệt là khi pha kim loại lỏng chứa chì. Nếu điều này xảy ra trong bước chung cất chân không, hợp chất liên kim loại có thể thực sự làm suy giảm việc làm bốc hơi chì ra khỏi chất lỏng, và do đó làm giảm đáng kể tính năng chung cất chân không. Vì vậy, các tác giả sáng chế ưu tiên giới hạn nồng độ in-đi trong hỗn hợp kim loại phù hợp với sáng chế đến trong giới hạn quy định.

Theo một phương án, quy trình theo sáng chế bao gồm bước loại bỏ phế liệu nổi trên bề mặt thứ nhất ra khỏi dung dịch trước bước c). Các tác giả sáng chế ưu tiên loại bỏ phế liệu này ra khỏi mỗi bước xử lý sơ bộ trước khi bắt đầu bước xử lý sơ bộ tiếp theo. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng điều này mang lại lợi ích là toàn bộ lượng phế liệu là nhỏ hơn khi so sánh với phương pháp thay thế cho phép phế liệu từ các bước khác nhau kết hợp và loại bỏ tất cả các phế liệu cùng với nhau ở cuối các bước xử lý sơ bộ. phế liệu cũng chứa một số thiếc và/hoặc chì, và do đó các lượng kim loại có giá trị này cũng bị loại bỏ một cách bất lợi ra khỏi dòng kim loại được đưa vào bước chung cất. Các lượng kim loại có giá trị này cũng làm tăng gánh nặng của việc xử lý lại phế liệu để thu hồi các kim loại có giá trị trong đó, bao gồm cả thiếc và/hoặc chì, nhưng cũng bao

gồm cả các kim loại khác được loại bỏ khỏi dòng kim loại lỏng bằng cách xử lý sơ bộ.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, quy trình thu được chế phẩm cấp liệu bao gồm bước luyện kim loại và trong đó ít nhất một trong số các phần phế liệu bị loại bỏ được tái chế vào bước nấu chảy, tốt hơn là tất cả các phế liệu nổi trên bề mặt được tạo ra và tách ra được tái chế vào thành bước nấu chảy. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng bước nấu chảy xuôi chiều, như lò nấu chảy đồng, không chỉ là bước thu hồi kim loại màu thích hợp để tạo ra dòng hợp kim hàn thô dưới dạng sản phẩm phụ mà thích hợp để được đưa vào quy trình theo sáng chế, và để tạo ra bằng bước xử lý sơ bộ hỗn hợp kim loại theo sáng chế, mà nó cũng là điểm thích hợp cao để thu hồi ít nhất một trong số các phế liệu này được tạo ra trong bước xử lý sơ bộ của quy trình theo sáng chế. Các tác giả sáng chế ưu tiên tái chế phế liệu nổi trên bề mặt thứ nhất được tạo ra bằng cách làm mát ở bước b), cũng như phế liệu nổi trên bề mặt thứ hai được loại bỏ ở bước d), tiếp theo phản ứng hóa học xảy ra ở bước c).

Ở bước c), kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ có thể được bổ sung như vậy, như bổ sung natri kim loại. Trong trường hợp như vậy, các tác giả sáng chế cũng ưu tiên bổ sung một số nước để cho natri phản ứng với hydroxit và/hoặc oxit của nó, hợp chất gắn kết dễ dàng với kẽm. Tuy nhiên, các tác giả sáng chế cũng ưu tiên bổ sung kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ dưới dạng gắn kết hóa học, tốt hơn nữa là dưới dạng chất rắn, vì các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng dạng gắn kết đang thực hiện tốt hơn, và vì chất rắn thường có tỷ trọng thấp hơn so với dạng kim loại tinh khiết và do đó lượng dư còn lại bất kỳ nổi lên trên đầu của kim loại lỏng và có thể được loại bỏ cùng với phế liệu này. Dạng gắn kết có thể, ví dụ, là oxit, nhưng tốt hơn là hydroxit. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng canxi hydroxit (Ca(OH)_2) và kali hydroxit (KOH) là thích hợp, nhưng các tác giả sáng chế ưu tiên sử dụng natri hydroxit (NaOH), tốt hơn là ở dạng rắn, vì nó hiệu quả hơn tính theo khối lượng để liên kết một lượng nhất định của kẽm, và cũng là dạng hợp chất thích hợp sẵn có dễ dàng nhất. Các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng việc bổ sung hợp chất quy định hỗ trợ việc tách pha tốt hơn giữa chất rắn phế liệu nổi trên bề mặt và pha kim loại lỏng bên dưới. Việc tách pha tốt

hơn góp phần vào phế liệu sạch hơn chứa ít hơn kim loại chì và thiếc chính, và do đó phục hồi hiệu quả và hữu ích hơn các kim loại có giá trị này, đồng thời cũng có hiệu quả quá trình cao hơn.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, ở bước c) kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ được bổ sung dưới dạng gắn kết hóa học, tốt hơn là dưới dạng chất rắn. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc bổ sung dạng kim loại tinh khiết có thể là thích hợp, nhưng các tác giả sáng chế ưu tiên sử dụng dạng gắn kết hóa học. Dạng gắn kết hóa học cung cấp kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ ở dạng dễ bị ảnh hưởng hơn để đi vào phản ứng hóa học với kim loại đích được loại bỏ trong bước xử lý sơ bộ. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng sản phẩm phản ứng này của dạng gắn kết hóa học với kim loại đích như, ví dụ, Na_2ZnO_2 , tách dễ dàng hơn ra khỏi dòng chất lỏng nóng chảy bằng trọng lực, và có thể vì vậy được loại bỏ dễ dàng hơn dưới dạng dòng sạch hơn, chứa ít kim loại có giá trị hơn.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, ở bước c) kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ được bổ sung dưới dạng oxit hoặc hydroxit, tốt hơn là dưới dạng hydroxit. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng quy trình có khả năng đối phó dễ dàng với oxy và hydro đi kèm với kim loại dưới dạng gắn kết hóa học của nó. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng dạng này cũng tránh được việc đưa vào các nguyên tố hóa học mà quy trình sẽ gặp khó khăn hơn.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, ở bước c) natri hydroxit được bổ sung. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng natri hydroxit là thích hợp nhất cho bước xử lý sơ bộ này. Các tác giả sáng chế cũng đã phát hiện ra rằng natri hydroxit là dễ dàng sẵn có và ở điều kiện cung cấp hần dẫn hơn so với các dạng gắn kết hóa học khác của kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, chế phẩm cấp liệu chứa ít nhất 0,0010% khối lượng kẽm (Zn) và trong đó, cùng với nguồn oxy, một nguồn đánh lửa được cung cấp trong dung dịch trên đây trong quá trình và sau khi bổ sung kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, khi kẽm có mặt trong ít nhất lượng quy định, kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ được bổ sung ở bước c) phản ứng với kẽm trong phản

ứng tạo ra khí hydro dưới dạng sản phẩm phụ. Điều này đặc biệt hợp lý khi natri hydroxit được bổ sung, tạo ra Na_2ZnO_2 và khí hydro. Na_2ZnO_2 kết thúc trong phế liệu này, nhưng khí hydro được giải phóng ra khỏi dung dịch. Khí hydro có giới hạn nổ rất rộng trong hỗn hợp với không khí (giới hạn dễ cháy thấp hơn của nó (LFL) trong không khí là thấp đến 4% thể tích), và khí quyển ở trên dung dịch thường không trở về mặt hóa học nhưng chứa chủ yếu không khí và nóng. Việc sinh ra khí hydro ở bước c) vì vậy là mối nguy hiểm. Không khí ở trên dung dịch cung cấp nguồn oxy. Các tác giả sáng chế cũng ưu tiên cung cấp nguồn đánh lửa ở trên dung dịch trong quá trình và sau khi bổ sung kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ, sao cho hydro được tạo ra cháy dễ dàng trước khi chế phẩm của hỗn hợp chứa không khí và hydro ở trên dung dịch đến trong giới hạn nổ.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, pha kim loại nóng chảy lỏng thứ hai chứa ít nhất 100ppm khối lượng đồng và dưới dạng một phần của quy trình lưu huỳnh được bổ sung vào dung dịch được tạo ra ở bước c). Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng lưu huỳnh dễ dàng phản ứng với đồng có mặt và có thể tiếp tục và làm giảm đáng kể lượng đồng hỗn hợp kim loại. Việc bổ sung lưu huỳnh được phát hiện tạo ra phế liệu chứa đồng, ít nhất một phần ở dạng sulfua của đồng (ví dụ, CuS), và các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng phế liệu này có tỷ trọng thấp sao cho nó nổi dễ dàng lên trên cùng của hợp kim hàn lỏng nóng chảy dựa trên cơ sở chì và thiếc cùng nhau.

Không phải tất cả đồng có thể dễ dàng gắn kết với lưu huỳnh, và lượng nhỏ của đồng được chấp nhận xuôi chiều xử lý bằng lưu huỳnh. Các tác giả sáng chế ưu tiên duy trì sự có mặt với lượng nhỏ của lưu huỳnh, vì các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng điều này là thuận lợi cho việc làm sạch thêm các dòng được tạo ra từ hỗn hợp kim loại theo sáng chế bằng cách làm bốc hơi chì ra khỏi hỗn hợp. Việc giữ lượng nhỏ lưu huỳnh sau khi xử lý bằng lưu huỳnh và tách phế liệu, tạo ra nhiều thời gian hơn cho lượng nhỏ của Cu và S tìm thấy nhau và chuyển hóa thành đồng sulfua, mà có thể sau đó được tách khỏi dòng sản phẩm kim loại như một phần ở bước để làm sạch tiếp xuôi chiều của quy trình chưng cất chân không.

Theo phương án trong đó lưu huỳnh được bổ sung vào dung dịch được tạo ra ở bước c), nhiệt độ của dung dịch tối đa 400°C , tốt hơn nếu tối đa 375°C , và

tốt hơn nữa nếu tối đa 350°C. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng điều này mang lại lợi ích là lưu huỳnh hiệu quả hơn vì ít nguy cơ lưu huỳnh bị đốt cháy trước khi nó có thể đi đến dung dịch kim loại lỏng và phản ứng với đồng.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, chế phẩm cấp liệu bao gồm đồng và quy trình bao gồm bước bổ sung lưu huỳnh vào pha kim loại nóng chảy lỏng thứ hai ở bước d) theo ít nhất lượng theo hệ số tỷ lệ cần thiết cho phản ứng với lượng đồng (Cu) có mặt, tốt hơn nếu ít nhất là 2% trên cân bằng hóa học, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 5% trên cân bằng hóa học, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 110% cân bằng hóa học. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng lưu huỳnh dễ dàng phản ứng và tốt hơn là với đồng có mặt trong hợp kim hàn thô, và tạo ra phế liệu chứa đồng ở dạng sulfua, như CuS. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng lượng lưu huỳnh vượt quá quy định trên cân bằng hóa học góp phần vào việc giảm thành công lượng đồng đến xuống mức mong muốn. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, bằng cách bổ sung lượng lưu huỳnh trong giới hạn theo quy định trong tài liệu này, có thể là thu được mức đồng thấp đến 150ppm khối lượng hoặc thậm chí thấp hơn.

Theo một phương án, lưu huỳnh được bổ sung với lượng tối đa 200% lượng theo hệ số tỷ lệ cần thiết cho phản ứng với lượng đồng (Cu) có mặt, tốt hơn nếu tối đa 150%, tốt hơn nữa nếu tối đa 125% cân bằng hóa học, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 120%, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 115% cân bằng hóa học. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng lượng lưu huỳnh đủ để đạt được việc loại bỏ có thể chấp nhận được của đồng có mặt trong hợp kim hàn thô và để thu được các nồng độ đích của đồng trong hỗn hợp kim loại theo sáng chế, theo quy định ở một nơi khác trong tài liệu này, và để thu được chế phẩm thích hợp dưới dạng vật liệu cho bước chung cắt chân không dưới dạng một phần của quy trình theo sáng chế. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng lượng dư của lưu huỳnh không nhất thiết làm giảm đồng đến mức mong muốn thành công. Ngoài ra, lưu huỳnh chứa phế liệu có thể được tái tuần hoàn vào bước xử lý nhiệt luyện xuôi chiều, tại đó lưu huỳnh có thể tạo ra lưu huỳnh oxit bay hơi. Vì vậy, lượng lưu huỳnh dư trên mức quy định trong quy trình theo sáng chế làm gia tăng gánh nặng làm sạch khí thải từ bước xử lý ngược dòng mà phế liệu chứa lưu huỳnh được tạo ra ở đây

được tái tuần hoàn. Vì vậy, các tác giả sáng chế ưu tiên giữ lượng lưu huỳnh được bổ sung vào trong giới hạn theo quy định.

Theo phương án của quy trình theo sáng chế trong đó nguồn đánh lửa được cung cấp ở trên dung dịch, nguồn đánh lửa được tạo ra bằng cách bổ sung nguyên tố lưu huỳnh vào khí quyển ở trên dung dịch. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng nguyên tố lưu huỳnh dễ dàng đánh lửa trong điều kiện tồn tại trong dung dịch nêu trên trong quá trình bước xử lý sơ bộ, và có thể đảm bảo rằng hydro bất kỳ có mặt được nung, thậm chí khi nồng độ hydro thấp hơn ở dưới giới hạn cháy. Các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng việc được bổ sung lưu huỳnh có thể tham gia và góp phần vào việc giảm lượng đồng bằng cách gắn kết đồng bằng hóa học và chuyển đồng vào phế liệu. Tốt hơn là, toàn bộ lưu huỳnh được sử dụng để loại bỏ đồng được bổ sung dưới dạng nguyên tố lưu huỳnh vào khí quyển ở trên dung dịch. Các tác giả sáng chế ưu tiên bổ sung nguyên tố lưu huỳnh dưới dạng hạt chứ không phải là dưới dạng bột. Các tác giả sáng chế ưu tiên hạt đã khử bụi vì bột lưu huỳnh mịn bất kỳ bắt lửa quá nhanh và tương ứng với việc sử dụng ít hiệu quả hơn lưu huỳnh, do đó có thể đòi hỏi việc tiêu thụ lưu huỳnh cao hơn để thu được cùng hiệu quả. Dạng nguyên tố lưu huỳnh này dễ sẵn có từ nhiều nguồn ở điều kiện cung cấp hấp dẫn. Dạng nguyên tố lưu huỳnh này cũng dễ dàng phân phối trên phần lớn của bề mặt của dung dịch, và do đó rất hiệu quả trong việc nung hydro trên phần lớn bề mặt dung dịch này, và do đó cũng hiệu quả trong việc làm giảm nguy cơ nổ gây ra bởi việc sinh ra hydro. Dạng hạt tạo ra lợi ích thêm nữa là tạo ra ít bụi hơn, do đó tránh được các vấn đề về vệ sinh công nghiệp với bụi lưu huỳnh trong khí quyển và môi trường làm việc, ngoài việc sử dụng lưu huỳnh hiệu quả hơn vì ít lưu huỳnh hơn có thể bị thổi bay trong quá trình xử lý và do đó không đến được dung dịch mà được cho là nó bay lan ra.

Theo phương án của quy trình theo sáng chế trong đó nguyên tố lưu huỳnh được bổ sung và phế liệu thứ ba được tạo ra chứa đồng, quy trình còn bao gồm việc loại bỏ phế liệu thứ ba ra khỏi dung dịch. Các tác giả sáng chế ưu tiên loại bỏ phế liệu chứa đồng này đã tách ra khỏi phế liệu thứ nhất và thứ hai, mang lại lợi ích là hạn chế được tổng lượng phế liệu được loại bỏ. Các tác giả sáng chế cũng ưu tiên tái chế phế liệu thứ ba này vào bước nấu chảy xuôi chiều, nếu có, cụ

thể là vào bước nấu chảy đồng xuôi chiều, dưới dạng địa điểm lý tưởng để thu hồi đồng và thiếc và/hoặc chì mà hầu như không thể tránh khỏi được loại bỏ như một phần của phế liệu thứ ba ra khỏi dung dịch kim loại nóng chảy trong quy trình theo sáng chế.

Theo phương án của quy trình theo sáng chế trong đó phế liệu thứ ba được loại bỏ, sau khi loại bỏ phế liệu thứ ba lượng kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ được bổ sung vào dung dịch. Tương tự với lý do được giải thích trên đây về vật liệu được bổ sung vào bước c) dưới dạng hóa chất xử lý, các tác giả sáng chế ưu tiên sử dụng dạng gắn kết hóa học và/hoặc dạng rắn. Tốt hơn nữa là, các tác giả sáng chế sử dụng oxit hoặc hydroxit, thậm chí nhiều hydroxit hơn, và còn tốt hơn nữa là natri hydroxit. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng NaOH thêm này dễ dàng phản ứng lưu huỳnh còn lại thành natri sunfit (thường là Na_2SO_2) và khí hydro dưới dạng sản phẩm phụ. Natri sunfit tạo ra pha phế liệu khác, tốt hơn là cũng được loại bỏ khỏi dung dịch. Khí hydro giải phóng dưới dạng khí hydro từ dung dịch vào khí quyển trên dung dịch. Phản ứng tương tự xảy ra với các lựa chọn thay thế của NaOH trong bước này.

Theo phương án của quy trình theo sáng chế trong đó sau khi loại bỏ phế liệu thứ ba và việc bổ sung lượng kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ vào dung dịch, nguồn đánh lửa được cung cấp ở trên dung dịch. Các tác giả sáng chế ưu tiên rằng nguồn đánh lửa được tạo ra bằng cách bổ sung nguyên tố lưu huỳnh vào khí quyển ở trên dung dịch. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng nguyên tố lưu huỳnh dễ dàng bắt lửa trong điều kiện tồn tại phía trên dung dịch trong quá trình bước xử lý sơ bộ, và có thể đảm bảo rằng hydro bất kỳ có mặt được nung, ngay cả khi nồng độ hydro dưới giới hạn cháy thấp hơn. Các tác giả sáng chế ưu tiên bổ sung nguyên tố lưu huỳnh dưới dạng hạt chứ không phải là dưới dạng bột, với cùng các lưu ý bổ sung như được thực hiện trên đây đối với lượng bột rắc khô thấp được ưu tiên. Dạng nguyên tố lưu huỳnh này dễ sẵn có từ nhiều nguồn ở điều kiện cung cấp hấp dẫn. Dạng nguyên tố lưu huỳnh này cũng dễ dàng phân phối trên phần lớn của bề mặt của dung dịch, và do đó rất hiệu quả trong việc nung hydro trên phần lớn bề mặt dung dịch này, và do đó cũng hiệu quả trong việc làm giảm nguy cơ nổ gây ra bởi việc sinh ra hydro. Dạng hạt tạo ra lợi ích

thêm nữa là tạo ra ít bụi hơn, do đó tránh được các vấn đề về vệ sinh công nghiệp với bụi lưu huỳnh trong khí quyển và môi trường làm việc, ngoài việc sử dụng lưu huỳnh hiệu quả hơn vì ít lưu huỳnh hơn có thể bị thổi bay trong quá trình xử lý và do đó không đến được dung dịch mà được cho là nó bay lan ra.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, nguồn silic được bổ sung vào dung dịch. Các tác giả sáng chế ưu tiên sử dụng nguồn silic đioxit, tốt hơn nữa là cát. Các tác giả sáng chế ưu tiên bổ sung nguồn silic này vào dung dịch trước khi loại bỏ ít nhất một trong số các phế liệu này, tốt hơn là trước khi loại bỏ phế liệu thứ ba, nếu có, nhưng theo cách khác trước khi loại bỏ phế liệu thứ nhất hoặc phế liệu thứ hai, tốt hơn nữa là trước khi loại bỏ bất kỳ một trong số phế liệu này. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng nguồn silic này, đặc biệt là khi hợp chất được bổ sung chứa silic đioxit, như cát, mang lại lợi ích là “làm cứng” phế liệu này, tức là làm cho phế liệu này ít lỏng hơn, làm tăng độ nhớt của nó, làm cho nó hoạt động nhiều hơn như chất rắn. Sự thay đổi này của độ đặc của phế liệu này tạo điều kiện thuận lợi cho việc thu gom phế liệu này và loại bỏ phế liệu này ra khỏi dung dịch bằng cách hút văng. phế liệu được xử lý như vậy cũng trở thành “chất khô”, tức là nó có thể được thu gom và được loại bỏ với mức cuốn vào kim loại có giá trị thấp hơn. Điều này cải thiện cả hiệu lực lẫn hiệu quả của toàn bộ quy trình sản xuất kim loại chính. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng silic đioxit rất thích hợp để được sử dụng làm cứng phế liệu. Cát là nguồn silic đioxit sẵn có thuận tiện, dễ dàng và kinh tế với độ tinh khiết thỏa đáng để đạt được kết quả mà không làm suy giảm quy trình theo cách bất kỳ. Silic đioxit trong phế liệu này có thể dễ dàng được tái tuần hoàn với phế liệu này vào bước nấu chảy xuôi chiều, tại đó silic đioxit thường thường kết thúc trong sản phẩm phụ xỉ từ thiết bị nấu chảy, và trong đó nó có thể mang lại lợi ích hơn nữa. Tốt hơn là, cát được phân bố trên một diện tích lớn của bề mặt dung dịch, sao cho hiệu quả làm cứng của nó đạt đến lượng phế liệu lớn mà tại thời điểm đó đang nổi lên trên đầu của kim loại lỏng trong dung dịch.

Các tác giả sáng chế ưu tiên sử dụng lượng cát không lớn hơn 5% khối lượng tính theo lượng hóa chất được bổ sung ở bước c), theo các phương án được ưu tiên tính theo lượng NaOH được bổ sung ở bước c). Tốt hơn nữa là, các tác

giả sáng chế sử dụng tối đa 4% khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 3%, tốt hơn nữa nếu tối đa 2%, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 1%, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,5%, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,1% khối lượng cát, tính theo tổng lượng hóa chất được bổ sung ở bước c). Tốt hơn là, các tác giả sáng chế bổ sung cát trong một số bước nhỏ liên tiếp.

Bước chưng cất dưới dạng một phần của quy trình theo sáng chế có thể là được thực hiện trong điều kiện áp suất rất thấp, như không lớn hơn 50 Pa tuyệt đối, có thể không lớn hơn 10-15 Pa, và thường thấp đến 0,1-5 Pa, kết hợp với các nhiệt độ tương đối cao ít nhất là 800°C, tốt hơn nếu ít nhất là 900°C. Việc chưng cất chân không hỗn hợp kim loại dạng hợp kim hàn có thể được thực hiện theo mẻ, và kỹ thuật chưng cất chân không theo mẻ như vậy đã được bộc lộ trong CN101696475, CN104141152, CN101570826, và trong Yang et al, "Recycling of metals from waste Sn-based alloys by vacuum separation", Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 25 (2015), 1315-1324, Elsevier Science Press. Việc chưng cất trong chân không kim loại cũng có thể được thực hiện theo kiểu liên tục, và kỹ thuật chưng cất liên tục như vậy đã được bộc lộ trong CN102352443, CN104651626 và CN104593614.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, bước chưng cất được thực hiện theo kiểu vận hành liên tục.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, bước chưng cất được thực hiện ở áp suất tối đa 15 Pa tuyệt đối, tốt hơn nếu tối đa 10 Pa, tốt hơn nữa nếu tối đa 5 Pa, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 1 Pa, còn tốt hơn nữa nếu tối đa 0,7 Pa tuyệt đối. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng áp suất thấp hơn có lợi vì nó tạo điều kiện cho việc tách các kim loại dễ bay hơi hơn ra khỏi các kim loại ít bay hơi hơn. Có lợi hơn nữa là việc phân tách có thể được thực hiện ở nhiệt độ thấp hơn so với khi sử dụng áp suất vận hành cao hơn. Điều này mang lại lợi ích là việc vận hành cũng hiệu quả hơn về mặt năng lượng.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, bước chưng cất được thực hiện ở nhiệt độ ít nhất là 800°C, tốt hơn nếu ít nhất là 850°C, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 900°C, còn tốt hơn nữa nếu ít nhất là 930°C. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng nhiệt độ cao hơn thúc đẩy việc tách kim loại thành pha lỏng hơi

và cặn, ví dụ, vì nhiệt độ cao hơn làm tăng tính dễ bay hơi của kim loại hoặc kim loại dễ bay hơi hơn. Nhiệt độ cao hơn cũng có thể làm tăng tính dễ bay hơi sự khác nhau giữa kim loại hoặc các kim loại cần được bay hơi và kim loại hoặc các kim loại được giữ trong pha lỏng. Các tác giả sáng chế đã phát hiện thêm rằng nhiệt độ cao hơn cũng làm giảm nguy cơ hợp chất liên kim loại có thể tạo ra và/hoặc bám dính vào thành thiết bị, và do đó có thể làm suy kém việc vận hành chung cất.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các ví dụ sau thể hiện hiệu quả của việc làm sạch hợp kim hàn thô khi hợp kim hàn này được đưa vào bước chưng cất chân không. Hình vẽ kèm theo thể hiện sơ đồ khối ở bước quy trình và trình tự mà các tác giả sáng chế đã vận hành trong ví dụ này. Chế phẩm được báo cáo trong ví dụ này được hiện theo đơn vị trọng lượng, và là kết quả của các phân tích về mẫu được lấy hằng ngày và lấy trung bình các kết quả trong giai đoạn hơn 3 tháng.

Để phân tích dòng kim loại, một mẫu kim loại lỏng được lấy, đổ vào khuôn và để nguội để trở nên rắn. Một bề mặt của mẫu rắn được chuẩn bị bằng cách chuyển mẫu một hoặc tốt nhất là nhiều lần qua máy phay Herzog HAF/2 cho đến khi thu được bề mặt sạch và phẳng. Sau đó, bề mặt mẫu sạch và phẳng này được phân tích bằng thiết bị quang phổ phát xạ tia lửa (OES) Spectrolab M của công ty Spectro Analytical Instruments (Mỹ), cũng sẵn có thông qua công ty Ametek (Đức), theo đó các thông số, tinh thể, máy dò và ống có thể dễ dàng được lựa chọn và điều chỉnh để đạt được hiệu suất phù hợp nhất với độ chính xác và/hoặc giới hạn phát hiện mong muốn. Phân tích này cung cấp kết quả cho nhiều loại kim loại trong mẫu, bao gồm đồng, bitmut, chì, thiếc, antimon, bạc, sắt, kẽm, indi, asen, niken, ca-đi-mi và thậm chí cả nguyên tố lưu huỳnh, và phân tích này đối với hầu hết các kim loại này xuống đến giới hạn phát hiện khoảng 1ppm khối lượng.

Để phân tích phế liệu, các tác giả sáng chế ưu tiên sử dụng kỹ thuật phát huỳnh quang tia X (XRF) có hiệu chỉnh phù hợp, tốt hơn là sử dụng quang phổ kế PANalytical Axios XRF của công ty PANalytical B.V. (NL). Kỹ thuật này cũng

được ưu tiên so với OES trên đây để phân tích mẫu kim loại chứa lượng tạp chất đáng kể, như dòng 4 và các dòng xuôi chiều của nó, trong sơ đồ khối trong hình vẽ kèm theo. Cũng với kỹ thuật này, các chi tiết có thể dễ dàng được lựa chọn và điều chỉnh để tối ưu hóa kết quả về độ chính xác và/hoặc giới hạn phát hiện phù hợp nhất với mục đích phân tích.

Vật liệu hợp kim hàn thô ban đầu có nguồn gốc từ vật liệu chứa đồng, chì và thiếc tinh khiết (dòng 1) trong lò nấu chảy đồng tạo ra “đồng đen” hợp chất trung gian chứa khoảng 85% khối lượng Cu. Đồng đen này sau đó đã được đưa vào lò tinh chế đồng với nhiều bước tinh luyện luyện kim mà tạo ra một mặt là sản phẩm đồng chính có độ tinh khiết cao hơn, mặt khác là một số sản phẩm phụ xỉ. Lò luyện kim và lò luyện đồng được thể hiện dưới dạng bước 100 trong hình vẽ. Dưới dạng một phần của việc vận hành tinh luyện, hợp kim hàn thô được thu hồi dưới dạng dòng 2 từ một số xỉ của xỉ tinh luyện. Hợp kim hàn thô có thành phần được thể hiện trong Bảng 1. Việc làm sạch hợp kim hàn thô này được thực hiện để loại bỏ lượng đáng kể các tạp chất kim loại chứa trong đó, nếu không sẽ có nguy cơ ảnh hưởng tiêu cực đến bước chung cất chân không xuôi dòng. Các tạp chất đích cho bước làm sạch chủ yếu là Cu (1,6176%), Fe (44ppm), Ni (11ppm) và Zn (573ppm), và mục tiêu của việc làm sạch hợp kim hàn thô là hợp kim hàn này có thể được xử lý tron tru hơn nữa bằng cách sử dụng chung cất chân không.

Bảng 1: Hợp kim hàn thô từ việc tinh luyện

Nguyên tố	% khối lượng
Bi	0,0267
Cu	1,6176
Fe	0,0044
Ni	0,0011
Pb	73,5960
Sb	0,6927
Sn	24,0041
Zn	0,0573
Tổng	99,9999

Hợp kim hàn thô sẵn có từ các công đoạn tinh chế xuôi chiều ở nhiệt độ khoảng 835°C. Trong phần vận hành làm sạch đầu tiên phần 200, hợp kim hàn

được làm nguội xuống 334°C, và điều này thực hiện trong hai bước. Trong bước thứ nhất, hợp kim hàn thô được làm nguội đến khoảng 500°C và phế liệu thứ nhất được loại bỏ khỏi bề mặt của chất lỏng nóng chảy. Trong bước thứ hai, hợp kim hàn thô được làm nguội tiếp xuống 334°C và phế liệu thứ hai được loại bỏ ra khỏi bề mặt của chất lỏng nóng chảy. Bước làm mát 200 tạo ra tổng phế liệu chứa phần lớn đồng có mặt trong hợp kim hàn thô, và được loại bỏ dưới dạng sản phẩm phụ (dòng 9). Nồng độ của kim loại được quan tâm trong chất trung gian hợp kim hàn (dòng 3) được cung cấp trong Bảng 2. Lượng đồng trong hợp kim hàn được giảm từ 1,6176% xuống 0,6000% theo trình tự bước làm mát và loại bỏ phế liệu này. Nồng độ Fe và Zn trong hợp kim hàn cũng đã được giảm một cách đáng kể. Toàn bộ phế liệu được tạo ra trong quá trình vận hành làm mát được loại ra và tái tuần hoàn xuôi chiều trong quy trình vào bước nấu chảy (được thể hiện dưới dạng dòng 9), sao cho lượng kim loại có giá trị của nó có thể có thể được bình ổn càng nhiều càng tốt.

Bảng 2: Hợp kim hàn sau bước làm mát

% khối lượng	Hợp kim hàn
Bi	0,0288
Cu	0,6000
Fe	0,0010
Ni	0,0028
Pb	71,0685
Sb	0,8151
Sn	27,2817
Zn	0,0033
Ag	0,0783
Au	0,0020
As	0,0902
Cd	0,0031
In	0,0225
S	0,0027
Te	0,0020
Tổng	100,0020

Trong bước làm sạch thứ hai 300, natri hydroxit rắn (dòng 13) được bổ sung vào chất trung gian hợp kim hàn của Bảng 2. Trong bước xử lý này, kẽm được gắn kết bởi natri hydroxit, có lẽ là để tạo ra Na_2ZnO_2 , và tạo ra pha tách mà

tách dưới dạng dịch nổi trên bề mặt rắn ra khỏi hợp kim hàn và được loại bỏ dưới dạng dòng 10. Do đó, lượng kẽm trong hợp kim hàn dòng 4 được giảm tiếp. Lượng natri hydroxit được điều chỉnh sao cho nồng độ Zn trong hợp kim hàn giảm xuống 16ppm trọng lượng (Bảng 3). phế liệu được tạo ra trong bước này cũng được tái tuần hoàn (dòng 10) vào bước nấu chảy xuôi chiều như một phần của ô 100 trong hình vẽ.

Bảng 3: Hợp kim hàn sau bước xử lý NaOH thứ nhất

Nguyên tố	% khối lượng
Bi	0,0309
Cu	0,3550
Fe	0,0006
Ni	0,0017
Pb	72,9626
Sb	0,8635
Sn	25,6014
Zn	0,0016
Ag	0,0546
As	0,0998
Cd	0,0034
In	0,0208
S	0,0031
Te	0,0012
Tổng	100,0001

Trong bước làm sạch tiếp 400, dòng xuôi chiều ở bước 300 đang sử dụng natri hydroxit, lượng nguyên tố lưu huỳnh (dòng 14), là khoảng 130% cân bằng hóa học tính theo lượng đồng có mặt trong pha kim loại, được bổ sung để làm giảm tiếp lượng đồng của hợp kim hàn. Do nguyên tố lưu huỳnh được sử dụng là dạng hạt lưu huỳnh thu được từ công ty Zakłady Chemiczne Siarkopol trong Tarnobrzeg (PL). Lưu huỳnh 14 được phản ứng chủ yếu với đồng để tạo ra đồng sulfua mà được dịch chuyển vào pha phế liệu nổi trên bề mặt khác. phế liệu này được loại bỏ dưới dạng dòng 11. Sau khi bổ sung lưu huỳnh ở bước 400, ở bước 500 một lượng natri hydroxit (dòng 15) khác nữa được bổ sung để gắn kết hóa học các vết sót lại bất kỳ của lưu huỳnh để tạo ra phế liệu khác. Sau khi cho phép một thời gian phản ứng, một số ít lưu huỳnh đã tạo hạt được nằm rải rác/trải ra trên bề mặt dung dịch. Lưu huỳnh bắt lửa và nung hydro bất kỳ mà có thể đã được

bay ra từ chất lỏng dưới dạng sản phẩm phụ từ phản ứng. Sau đó, lượng nhỏ của cát trắng được nằm rải rác/trải ra trên dung dịch để làm khô/làm cứng phế liệu này. Tổng phế liệu này được tạo ra ở bước 500 sau đó được loại ra khỏi dung dịch kim loại lỏng dưới dạng dòng 12. Hợp kim hàn đã sạch thu được như vậy (dòng 6, thành phần của nó được cung cấp trong Bảng 4) chỉ chứa 38ppm Cu và được xử lý tiếp bằng chung cát chân không ở bước 600. phế liệu chứa lưu huỳnh 12 được xử lý lại trong quy trình tinh luyện xuôi chiều 100, sao cho lượng kim loại có giá trị có thể được bình ổn.

Bảng 4: Hợp kim hàn đã được làm sạch cho chung cát chân không

Nguyên tố	% khối lượng
Bi	0,0326
Cu	0,0038
Fe	0,0004
Ni	0,0009
Pb	73,1206
Sb	0,8012
Sn	25,8694
Zn	0,0013
Ag	0,0537
As	0,0871
Cd	0,0020
In	0,0202
S	0,0053
Te	0,0010
Tổng	99,9995

Hợp kim hàn đã được làm sạch 6 được xử lý tiếp bằng cách sử dụng chung cát chân không, ở nhiệt độ trung bình là 982°C và áp suất tuyệt đối trung bình là 0,012 mbar (1,2 Pa). Bước chung cát chân không tạo ra hai dòng sản phẩm mà thích hợp để được tinh chế tiếp thành sản phẩm chính có chất lượng cao theo chuẩn công nghiệp. Một mặt, các tác giả sáng chế thu được dưới dạng dòng đầu 7 là dòng sản phẩm chứa chủ yếu chì và mặt khác các tác giả sáng chế thu được dưới dạng sản phẩm đáy 8 là sản phẩm dòng chứa chủ yếu thiếc. Thành phần của hai dòng sản phẩm chung cát 7 và 8 được cung cấp trong Bảng 5.

Bảng 5: Dòng sản phẩm chung cát chân không

% trọng lượng	Dòng chì (Đầu)	Dòng thiếc (Đáy)
Bi	0,0518	0,0014
Cu	0,0000	0,0273
Fe	0,0006	0,0000
Ni		0,0022
Pb	99,5375	1,0055
Sb	0,2233	2,3664
Sn	0,1006	96,2129
Zn	0,0000	0,0001
Ag	0,0031	0,2153
As	0,0746	0,1193
Cd	0,0012	0,0000
In	0,0057	0,0481
S	0,0016	
Te	0,0000	
Tổng	100,0000	99,9998

Việc chung cát chân không được thực hiện theo kiểu liên tục, và trong khoảng thời gian khoảng ba (3) năm mà không quan sát được sự tắc hoặc nghẽn thiết bị chung cát do sự tạo ra hợp chất liên kim loại. Cả hai dòng sản phẩm ở bước chung cát chân không vẫn duy trì trong toàn bộ khoảng thời gian phù hợp để được tiếp tục tinh chế, trong các bước 700 và 800 tương ứng, để tạo ra các sản phẩm chính tuân thủ các chuẩn công nghiệp quốc tế đã thiết lập.

Với việc mô tả đầy đủ sáng chế, người có hiểu biết trong lĩnh vực này sẽ hiểu rằng sáng chế có thể được thực hiện trong khoảng rộng các thông số trong phạm vi được yêu cầu bảo hộ, mà không tách đi ra khỏi phạm vi của sáng chế, như được xác định theo Yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hỗn hợp kim loại cấu thành từ, ngoài các tạp chất mà có thể có mặt với mức độ không đáng kể, chì (Pb), antimon (Sb) và thiếc (Sn), cùng với đồng (Cu) và lưu huỳnh (S) khi được nêu cụ thể và tùy ý cùng với ít nhất một nguyên tố trong số các nguyên tố bổ sung được nêu cụ thể ở dưới tùy ý có mặt với lượng nằm trong một khoảng xác định, trong đó danh sách các tạp chất có thể có gồm các nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm asen (As), bismut (Bi), in-đi (In), germani (Ge), telur (Te), coban (Co), selen (Se), silic (Si), ta-li (Tl), gali (Ga), bạc (Ag), vàng (Au), platin (Pt), paladi (Pd), ruteni (Ru), rođi (Rh), osmi (Os), iriđi (Ir), cacbon (C), oxy (O) và catmi (Cd), hỗn hợp này bao gồm, tính theo khối lượng,

- ít nhất 10% thiếc,
- ít nhất 60% chì,
- ít nhất 90% thiếc và chì cùng nhau,
- chì nhiều hơn thiếc,
- ít nhất 1ppm và tối đa 5000ppm đồng,
- ít nhất 0,42% antimon (Sb),
- ít nhất 0,0001% khối lượng lưu huỳnh (S), và
- tối đa 0,1% tổng lượng crom (Cr), mangan (Mn), vanadi (V), titan (Ti) và vonfram (W),
- tối đa 0,1% nhôm (Al),
- tối đa 0,1% niken (Ni),
- tối đa 0,1% sắt (Fe), và
- tối đa 0,1% kẽm (Zn).

2. Hỗn hợp kim loại theo điểm 1, trong đó hỗn hợp kim loại này, trong điều kiện chưng cất chân không ở nhiệt độ là 800°C thích hợp để làm bốc hơi chì ra khỏi hỗn hợp bao gồm thiếc, tạo ra hỗn hợp kim loại nóng chảy lỏng mà không tạo ra các hợp chất liên kim loại rắn.

3. Hỗn hợp kim loại theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hỗn hợp này chứa ít nhất 91% khối lượng thiếc và chì cùng nhau.

4. Hỗn hợp kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó hỗn hợp này chứa tối đa 10% khối lượng antimon (Sb).

5. Hỗn hợp kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó hỗn hợp này chứa ít nhất 10ppm khối lượng bạc (Ag).

6. Quy trình tách bằng cách chưng cất hỗn hợp kim loại như được xác định theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên bao gồm bước xử lý sơ bộ chế phẩm cấp liệu kim loại nóng chảy,

a) chế phẩm cấp liệu (2) chứa chì, thiếc, antimon và đồng, và chứa ít nhất 0,16% khối lượng và tùy ý tối đa 10% tổng khối lượng crom (Cr), mangan (Mn), vanadi (V), titan (Ti), vonfram (W), đồng (Cu), niken (Ni), sắt (Fe), nhôm (Al) và/hoặc kẽm (Zn),

chế phẩm cấp liệu (2) sẵn có ở nhiệt độ ít nhất là 500°C,

bước xử lý sơ bộ tạo ra sản phẩm của nó là pha kim loại nóng chảy lỏng (6),

bước xử lý sơ bộ bao gồm các bước:

b) làm mát (200) chế phẩm cấp liệu (2) xuống đến nhiệt độ tối đa 825°C, để tạo ra dung dịch chứa phế liệu nổi trên bề mặt thứ nhất (9) mà nhờ trọng lực nổi lên trên pha kim loại nóng chảy lỏng thứ nhất (3),

c) bổ sung (300) kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ, hoặc hóa chất bao gồm kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ (13), vào pha kim loại nóng chảy lỏng thứ nhất (3) để tạo ra dung dịch chứa phế liệu nổi trên bề mặt thứ hai (10) mà nhờ trọng lực nổi lên trên pha kim loại nóng chảy lỏng thứ hai (4), và

d) loại bỏ phế liệu thứ hai (10) ra khỏi pha kim loại nóng chảy lỏng thứ hai (4), trong đó pha kim loại nóng chảy lỏng (6) thu được dưới dạng sản phẩm từ bước xử lý sơ bộ tạo ra hỗn hợp kim loại như được xác định theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên,

quy trình còn bao gồm bước đưa hỗn hợp kim loại (6) vào bước chưng cất (600)

trong đó chì (Pb) được loại bỏ ra khỏi hỗn hợp kim loại bằng cách làm bốc hơi và sản phẩm đáy (8) thu được chứa ít nhất 0,6% khối lượng chì.

7. Quy trình theo điểm 6, trong đó quy trình thu được chế phẩm cấp liệu (2) bao gồm bước nấu chảy kim loại và trong đó ít nhất một trong số các phế liệu đã được loại bỏ (9, 10, 11, 12) được tái tuần hoàn vào bước nấu chảy.

8. Quy trình theo điểm 6 hoặc 7, trong đó chế phẩm cấp liệu (2) chứa ít nhất 0,0010% khối lượng kẽm (Zn) và trong đó cùng với nguồn oxy, nguồn đánh lửa được cung cấp ở trên dung dịch trong quá trình và/hoặc sau khi bổ sung kim loại kiềm và/hoặc kim loại kiềm thổ.

9. Quy trình theo điểm 8, trong đó nguồn đánh lửa (13) trên dung dịch được tạo ra bằng cách bổ sung nguyên tố lưu huỳnh vào khí quyển ở trên dung dịch.

10. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm 6-9, trong đó pha kim loại nóng chảy lỏng thứ hai (4) chứa ít nhất 100ppm khối lượng đồng và trong đó lưu huỳnh (14) được bổ sung vào dung dịch được tạo ra ở bước c).

11. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm 6-10, trong đó chế phẩm cấp liệu (2) bao gồm đồng và quy trình bao gồm bước bổ sung lưu huỳnh (14) vào pha kim loại nóng chảy lỏng thứ hai (4) được tạo ra ở bước d) với ít nhất lượng theo hệ số tỷ lệ cần thiết cho phản ứng với lượng đồng (Cu) có mặt.

