



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

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

(11)



1-0024891

(51)^{2019.01} **B03D 1/02**; B03D 103/02; B03D 101/06; (13) **B**
B03D 1/012

(21) 1-2012-01916

(22) 03/12/2010

(86) PCT/IB2010/003538 03/12/2010

(87) WO2011/067680 09/06/2011

(30) 61/266,770 04/12/2009 US

(45) 25/08/2020 389

(43) 25/03/2013 300A

(73) BARRICK GOLD CORPORATION (CA)

Bce Place, Canada Trust Tower 161 Bay Street, Suite 3700 Toronto, Ontario, M5J
2S1 Canada

(72) GORAIN, Barun (CA).

(74) Công ty TNHH Trường Xuân (AGELESS CO.,LTD.)

(54) QUY TRÌNH TÁCH NGUYÊN LIỆU SULFUA CHỨA KIM LOẠI CÓ GIÁ TRỊ

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình tách nguyên liệu sulfua chứa kim loại có giá trị bằng cách sục khí chứa oxy phân tử và cho tiếp xúc với chất phản ứng sulfoxy, trong đó các nguyên liệu sulfua chứa kim loại có giá trị bao gồm các sulfua đồng và sulfua molybden. Quy trình này bao gồm chuẩn bị nguyên liệu chứa kim loại có giá trị, sục khí chứa oxy phân tử vào nguyên liệu, cho nguyên liệu vào tiếp xúc với chất phản ứng sulfoxy, và tuyển nổi nguyên liệu vào đã được xử lý để tạo ra quặng tuyển bao gồm chủ yếu ít nhất là một trong số khoáng chất sulfua của đồng và molybden.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực thu hồi kim loại nói chung và cụ thể là thu hồi đồng, molybden và/hoặc vàng nhờ quy trình tách nguyên liệu sulfua chứa kim loại có giá trị bằng cách sục khí có chứa oxy phân tử và cho tiếp xúc với chất phản ứng sulfoxy.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Công việc tuyển nổi để nâng cao chất lượng các quặng khoáng có giá trị từ quặng pyrit và các quặng mạch khác thường được thực hiện ở độ pH kiềm. Độ kiềm được điều chỉnh bằng cách bổ sung thêm vôi hoặc các hợp chất kiềm khác. Vôi thường được sử dụng do đó là chất phản ứng tương đối rẻ; tuy nhiên, một lượng lớn vôi và các chất phản ứng khác được yêu cầu đã có sẵn trong nước cho chu trình tuyển nổi để có khả năng đệm cao. Nói cách khác, một lượng lớn vôi cần thiết để thay đổi và duy trì độ pH ở các điều kiện hoạt động tối ưu. Sự bổ sung vôi cũng có thể làm giảm khả năng tuyển nổi của các quặng chẳng hạn như chalcopyrit, sphalerit, molybdenit, pyrit, pyrrhotit, và vàng và các kim loại quý khác thông qua sự lắng canxi trên bề mặt kim loại.

Thông thường, trong tuyển nổi sulfua, tính hiệu quả của các tác nhân tuyển nổi được điều chỉnh nhờ mức độ kiềm hoặc axit trong tác nhân điều chỉnh độ pH của vật liệu hoặc bùn tuyển nổi như vôi, soda khan và, với phạm vi hẹp hơn, sử dụng dung dịch soda làm tác nhân điều chỉnh độ pH. Vôi là tác nhân thường được sử dụng nhất vì giá thành, tính sẵn có và khả năng duy trì các giá trị pH ở pH 10,5 và cao hơn. Việc điều chỉnh độ pH của bùn đến pH 11,0 được yêu cầu để ức chế khoáng sulfua đá mạch của quặng sắt chẳng hạn như quặng pyrit và pyrrhotit. Chi phí đi kèm với việc bổ sung vôi có thể đáng kể và tính hiệu quả của vôi như là chất cản nổi đã được thể hiện ở đây để được khử trong nước chứa lượng muối hòa tan cao hoặc được tạo đệm cao.

Các chất cản nổi sulfua khác đã được sử dụng để ức chế pyrit, như xyanua hoặc natri hydrosulfua, kết hợp với thay đổi độ pH. Chúng không thể được sử dụng trong phạm vi pH rộng và yêu cầu giá trị pH cao, để mức tiêu thụ vôi cao vẫn là một vấn đề. Đồng thời, các chất cản nổi này có thể không đủ tính chọn lọc về mặt kinh tế.

Patent Mỹ số US 1,397, 703 bộc lộ quy trình tuyển nổi không bị tích tụ của khoáng vật đồng sulfua trong nước biển thay cho chất phản ứng sulfoxy.

Việc sử dụng các hợp chất sulfoxy để cải thiện khả năng thu hồi các khoáng vật sulfua đã được mô tả từ trước ở patent Mỹ số US 2,154,092 của Hunt. Patent này mô tả quy trình xử lý quặng chứa các hợp chất cacbon hoặc graphite được kết hợp với các thành phần đá mạch. Các hợp chất cacbon này có thể giữ nguyên với khoáng vật quặng có giá trị trong quá trình tuyển nổi và hạ trạng thái oxy hóa hoặc phủ khoáng vật có giá trị, nhờ đó giảm khả năng thu hồi bởi quá trình tuyển nổi. Để ngăn điều này, khí lưu huỳnh dioxit hoặc khí có tính khử khác bất kỳ, được bổ sung vào bùn, mà không trộn với không khí, để ức chế sự nổi lên của đá mạch có hại và các khoáng vật được phủ cacbon.

Khi bổ sung khí lưu huỳnh dioxit, Hunt chỉ ra rằng độ pH thu được của nước bùn thường có tính axit ($\text{pH} < 7$). Trong một số trường hợp, phụ thuộc vào độ kiềm tự nhiên của cả quặng và nước nghiền, bùn có thể vẫn còn tính kiềm. Quy trình có thể được thực hiện khi bùn có tính axit hoặc bazơ.

Hunt chỉ ra rằng khí có tính khử cũng có thể được tạo ra bên trong bùn quặng bởi hoạt động của một hoặc nhiều hóa chất thích hợp. Ví dụ, khi axit sulfuric và sulfite, bisulfite, hoặc thiosulfat kiềm (bazơ) hoặc kiềm thổ được bổ sung vào bùn quặng, sẽ có sự tương tác tạo ra các sản phẩm trong đó có lưu huỳnh dioxit.

Có một số các patent khác đã sử dụng các hợp chất sulfoxy trong các chu trình tuyển nổi sulfua.

Patent Canada số CA 1,238,430 bộc lộ quy trình tuyển nổi sử dụng lưu huỳnh dioxit và không khí để thu hồi chalcopyrit và pyrrhotit làm sản phẩm nổi trong khi ức chế pentlandit.

Patent Mỹ số 5,171,428 của Beattie và cộng sự mô tả quy trình tách arsenopyrit từ hỗn hợp với pyrit bằng cách cho hỗn hợp tiếp xúc với tác nhân sulfitic cung cấp ion HSO_3^- . Quy trình được thực hiện ở nhiệt độ cao vào độ pH thấp hơn khoảng pH 8 trong thời gian đủ để truyền sự ức chế có chọn lọc arsenopyrit.

Các patent Mỹ số 6,032,805 và 6,092,666 của Clark và cộng sự bộc lộ phương pháp giảm mức tiêu thụ các chất điều chỉnh độ pH kiềm bằng cách sử dụng tác nhân

chứa gốc sulfoxy. Trước hoặc đồng thời với việc thêm tác nhân chứa gốc sulfoxy, khí không có tính oxy hóa (như khí trơ hoặc khí có tính khử) được bổ sung với lượng đủ để thu được môi trường hóa học dẫn đến sự phân tách tuyển nổi các khoáng vật. Trước khi bổ sung chất góp và chất tạo váng nhưng sau khi tiếp xúc với khí không có tính oxy hóa, bùn nhão được sục khí có tính oxy hóa đến nồng độ oxy hòa tan nhất định hoặc điện thế điện hóa học thích hợp cho tuyển nổi chỉ khi thực sự cần thiết.

Patent Mỹ số 6,041,941 của Newell và cộng sự thể hiện quy trình tương tự các patent của Clark và cộng sự nêu trên, với mục đích là giảm mức tiêu thụ chất thử và sự tạo ra vảy khoáng vật trong các chu trình tuyển nổi. Trong quy trình được mô tả trong các patent của Clark và cộng sự, khí không có tính oxy hóa được bổ sung để ngăn sự oxy hóa gốc sulfoxy. Khí không có tính oxy hóa được đưa vào trong khi điều phối các chất phản ứng và các giai đoạn tuyển nổi. Ở các giai đoạn này, khí oxy hòa tan trong bùn nhão có thể làm suy biến các hợp chất sulfoxy và kết quả là tạo ra vảy.

Cần có quy trình có thể tách được các khoáng vật sulfua chứa kim loại có giá trị từ các quặng sulfua khác, cụ thể là quặng mạch chứa sulfua, trong khi điều chỉnh mức tiêu thụ chất phản ứng trong nước với phạm vi khả năng đệm đáng kể và/hoặc độ muối mà không cần bổ sung vôi hoặc chất điều chỉnh độ pH khác.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các yêu cầu này và các yêu cầu khác được giải quyết nhờ các phương án và các kết cấu khác nhau của sáng chế. Nói chung, sáng chế hướng đến việc phân tách tuyển nổi các khoáng vật sulfua kim loại có giá trị có sự hỗ trợ của chất phản ứng sulfoxy từ các quặng sulfua khác, cụ thể là pyrit, marcasit, pyrrhotit, arsenopyrit, và các quặng mạch khác.

Theo một phương án, chất phản ứng sulfoxy, thích hợp là các metabisulfit của amoni, hydro, kim loại kiềm, và hoặc kim loại kiềm thổ, được bổ sung vào vật liệu sulfua chứa kim loại có giá trị đã được nghiền nhỏ tạo bùn khoáng và sục khí trước khi tuyển nổi. Quy trình có thể ứng dụng đặc biệt cho sự phân tách tuyển nổi các hợp chất đồng sulfua, như chalcocit (Cu_2S), bornit (Cu_5FeS_4), chalcopyrit (CuFeS_2), covellit (CuS), tetrahedrit ($\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$), tennantit ($\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$), và enargit (Cu_3AsS_4) và/hoặc molypden sulfua (ví dụ, như molypdenit (MoS_2)), một mặt từ pyrit (FeS_2), marcasit (FeS_2), pyrrhotit (Fe_{1-x}S), arsenopyrit (FeAsS) trên quy trình khác. Chất phản ứng

sulfoxy hoạt động như chất cản nổi của các kháng chất sulfua mạch. Theo cách này, có thể thực hiện quá trình phân tách tuyển nổi có tính chọn lọc cao các khoáng vật sulfua khác nhau.

Không giống như các quy trình tuyển nổi thông thường mà không còn oxy phân tử từ bùn quặng trước khi bổ sung chất phản ứng sulfoxy, chất phản ứng sulfoxy được bổ sung vào vật liệu chứa kim loại có giá trị đã được sục khí. Bước sục khí được thực hiện đến mức lớp bề mặt oxy hóa mỏng được tạo ra trên các khoáng vật đồng sulfua để thúc đẩy sự hấp phụ chất gộp và nhờ đó tuyển nổi khoáng vật đồng. Để thúc đẩy sự tạo ra lớp bề mặt này, vật liệu chứa kim loại có giá trị đã được tạo bùn nhão tốt nhất là không được tiếp xúc với khí không có tính oxy hóa được tạo ra từ bên ngoài để hạ thấp hàm lượng oxy phân tử hòa tan, trước bước tuyển nổi.

Theo một số phương án, chất phản ứng sulfoxy được đưa vào sau khi sục khí và trước khi điều hòa bùn với chất gộp và chất tạo váng.

Theo một số phương án, chất phản ứng sulfoxy được đưa vào không chỉ sau khi sục khí mà còn trong chu trình nghiền chính và/hoặc phụ. Trong khi không muốn bị giới hạn bởi bất kỳ lý thuyết nào, điều này cho phép chất phản ứng sulfoxycó thể tiếp xúc với các bề mặt khoáng sulfua lộ ra và chưa bị oxy hóa, nhờ đó nâng cao tính hiệu quả của chất phản ứng.

Theo một số phương án, quy trình tuyển nổi được thực hiện ở độ pH tự nhiên và thực tế không có chất điều chỉnh độ pH. Nói cách khác, không bổ sung axit hoặc bazơ để điều chỉnh độ pH của vật liệu đã được tạo thành bùn ở bất kỳ giai đoạn nào trong quá trình nghiền lại và tuyển nổi trừ khi việc điều chỉnh độ pH được thực hiện vì các lý do kinh tế, như để giảm lượng chất phản ứng sulfoxy, giảm tác dụng ăn mòn bất kỳ, và/hoặc để tránh tình trạng hạ thấp độ pH khi yêu cầu lượng chất phản ứng sulfoxylớn. Tuy nhiên, việc điều chỉnh độ pH phải được điều khiển cẩn thận để tránh tác động bất lợi đối với việc thu hồi hoặc độ đặc của kim loại có giá trị.

Khi tạo bùn quặng, quy trình có thể sử dụng nước với chất lượng bất kỳ, có thể là nước ngọt, nước lợ, hoặc nước mặn và không cần quan tâm đến độ đậm của nước.

Sự kết hợp giai đoạn sục khí sau giai đoạn bổ sung chất phản ứng sulfoxy, và không có chất điều chỉnh độ pH, có thể dẫn đến sự thu hồi và tốc độ tuyển nổi khoáng vật đồng sulfua được gia tăng và độ đặc của khoáng đồng sulfua được cải thiện. Mặc

dù mức oxy phân tử hòa tan được tạo ra nhờ sự sục khí, trong các trường hợp nhất định, làm gia tăng mức tiêu thụ chất phản ứng sulfoxy, nhưng sự cải thiện đáng kể về động lực học và sự loại bỏ các yêu cầu về chất phản ứng là vôi có thể bù lại nhiều hơn sự gia tăng chi phí chất phản ứng sulfoxy nào. Quy trình này đặc biệt hữu ích khi nước có sẵn để tạo ra bùn tuyển nổi có khả năng đệm đáng kể và có hiệu quả trên khắp phạm vi độ pH rộng của bùn. Thực tế, quy trình có thể có hiệu quả chi phí về phục hồi và tiêu thụ chất phản ứng tốt hơn các quy trình thông thường sử dụng bổ sung vôi và xyanua. Quy trình đã được chứng minh là có hiệu suất cao khi được sử dụng trong nước có khả năng đệm hoặc độ mặn từ không đáng kể đến đáng kể. Theo đó, quy trình này đặc biệt hữu ích cho các hoạt động tập trung mà chỉ có sẵn nguồn nước biết hoặc nước lợ.

Các ưu điểm này và các ưu điểm khác sẽ rõ ràng nhờ phần mô tả sáng chế dưới đây.

Ở đây, các thuật ngữ “một hoặc nhiều” và “ít nhất một” có thể được sử dụng thay thế cho nhau. Cũng lưu ý rằng các từ “bao gồm”, “gồm có” và “có” cũng có thể được sử dụng thay thế cho nhau.

Các cụm từ “ít nhất một”, “một hoặc nhiều”, và “và/hoặc” là các cách biểu diễn không hạn chế mà có cả hiệu quả nối tiếp và phân biệt. Ví dụ, mỗi cách biểu diễn “ít nhất một trong số A, B và C”, “ít nhất một trong số A, B, hoặc C”, “một hoặc nhiều trong số A, B, và C”, “một hoặc nhiều trong số A, B, hoặc C” và “A, B, và/hoặc C” có nghĩa là chỉ có A, chỉ có B, chỉ có C, cả A và B, cả A và C, cả B và C, hoặc cả A, B và C. Khi một trong số A, B, và C trong các cách biểu diễn như trên một yếu tố, ví dụ như X, Y, và Z, hoặc nhóm yếu tố, ví dụ X1-Xn, Y1-Ym, và Z1-Zo, thì nhóm từ được dự định để chỉ yếu tố riêng lẻ được chọn từ X, Y, và Z, sự kết hợp các yếu tố được chọn từ cùng một nhóm (ví dụ, X1 và X2) cũng như sự kết hợp của các thành phần được chọn từ hai hoặc nhiều nhóm (ví dụ, Y1 và Zo).

Thuật ngữ “nước lợ” chỉ nước mặn hơn so với nước ngọt nhưng không nhiều như nước mặn. Thông thường, nước lợ có độ mặn nằm trong khoảng từ 0,1 phần nghìn (0,01%) đến khoảng 25 phần nghìn (2,5%).

Thuật ngữ “khả năng đệm” chỉ mức độ dung dịch có thể chống lại sự thay đổi độ pH của nó khi bổ sung chất điều chỉnh độ pH bên ngoài.

Thuật ngữ “hòa tan” và các biến thể của nó chỉ quá trình chất rắn hoặc chất lỏng đi vào pha nước (dung dịch).

Thuật ngữ “metabisulfit” chỉ oxyanion của lưu huỳnh $S_2O_5^{2-}$ hoặc muối bất kỳ chứa ion này. Metabisulfit thường ở dạng kim loại và anion bisulfit (S_2O_5), và thường ở dạng metabisulfit kim loại kiềm hoặc kiềm thổ.

Thuật ngữ “khoáng vật” và các biến thể của nó chỉ hợp chất hóa học được tạo ra trong tự nhiên bất kỳ có thành phần hóa học xác định và cấu trúc tinh thể riêng biệt.

Thuật ngữ “độ pH tự nhiên” chỉ độ pH của dung dịch trong thực tế không có sự điều chỉnh độ pH có chủ ý. Sự điều chỉnh độ pH có chủ ý xuất hiện khi axit hoặc bazơ được bổ sung vào dung dịch nhằm mục đích điều chỉnh độ pH. Ví dụ về sự điều chỉnh độ pH không có chủ ý là khi độ pH bị điều chỉnh bởi sự sục khí, điều hòa bùn với chất phản ứng tuyển nổi (như chất gộp, chất tạo váng, chất hoạt hóa, chất cản nổi, chất phân tán, và các chất tương tự), hoặc bổ sung chất phản ứng sulfoxy.

Thuật ngữ “kim loại quý” thường đề chỉ vàng và bạc.

Thuật ngữ “dung dịch xuất phát từ đó” chỉ dung dịch có ít nhất một thành phần chung với dung dịch gốc mà từ đó dung dịch trên được tạo ra trực tiếp hoặc gián tiếp. Ví dụ, dung dịch có chất khử kiềm, chất gây ô nhiễm, hoặc kim loại có giá trị tìm thấy trong dung dịch gốc được cho rằng được xuất phát từ đó. Do đó, sản phẩm tinh chế hoặc dung dịch không chứa quặng được cho rằng là dung dịch xuất phát từ dung dịch nước cái tẩy rửa. Tương tự, dịch chiết chứa quặng hoặc dung dịch điện ly, chứa kim loại có giá trị, hoặc dung dịch tẩy mạ được cho rằng được xuất phát, trực tiếp hoặc gián tiếp, từ dung dịch nước cái tẩy rửa. Tương tự, quặng tuyển được nghiền thành bùn hoặc quặng thải được cho rằng được xuất phát từ vật liệu vào của giai đoạn tuyển nổi.

Thuật ngữ “khoáng vật sulfua” chỉ khoáng vật chứa kim loại là cation và sulfua (S^{2-}) là anion chính.

Thuật ngữ “chất phản ứng sulfoxy” chỉ hợp chất chứa thành phần trong đó oxy (O) được liên kết trực tiếp với lưu huỳnh (S), như $S=O$, SO_3X , SO_4 , v.v., hoặc hợp chất hoạt động như nguồn tạo ra gốc sulfoxy.

Thuật ngữ “nước mặn” chỉ nước, thường là nước biển, có độ mặn khoảng 25 phần nghìn (2,5%) hoặc lớn hơn, thường xuyên hơn là khoảng 30 phần nghìn (3,0%)

hoặc nhiều hơn, hoặc thường xuyên hơn nữa là khoảng 35 phần nghìn (3,5%) hoặc nhiều hơn. nước mặn thương có tổng lượng chất rắn hòa tan khoảng 10.000mg/l hoặc nhiều hơn, thậm chí tốt hơn là khoảng 20.000mg/l hoặc nhiều hơn, và thậm chí tốt hơn nữa là khoảng 25.000mg/l hoặc nhiều hơn. Mặc dù nước biển chứa nhiều hơn 70 thành phần, hầu hết các muối trong nước biển tạo thành từ sáu ion của sáu thành phần chính là clo, natri, sulfat, magie, canxi, và kali.

Thuật ngữ “độ mặn” chỉ hàm lượng muối hoàn tan trong nước. Nó thể hiện mức độ các muối khác nhau như natri clorua, magie và canxi sulfat, và các bicacbonat.

Thuật ngữ “sulfit” là các hợp chất chứa ion sulfit SO_3^{2-} (danh pháp IUPAC là: trioxidosulfat (2-)). Ion sulfit là bazơ liên hợp của axit sulfurơ.

Thuật ngữ “kim loại có giá trị” là bạc, vàng, kim loại màu (niken, chì, đồng và kẽm), coban, molypden và hỗn hợp của chúng, với đồng là kim loại chung trong nền sulfua.

Trên đây là bản chất của sáng chế để cung cấp hiểu biết về một số khía cạnh của sáng chế. Phần bản chất này không phải là một cái nhìn tổng quan cũng như không phải là một cái nhìn hết mọi khía cạnh của sáng chế và các phương án khác nhau của sáng chế. Phần này không được dự định để xác định điều chủ yếu hoặc các yếu tố chính của sáng chế cũng như không giới hạn phạm vi của sáng chế mà chỉ để thể hiện quan điểm chủ đạo của sáng chế ở dạng đơn giản như phần mở đầu cho phần mô tả chi tiết hơn sau đây. Như sẽ được đánh giá đúng, các phương án khác của sáng chế có thể sử dụng, riêng biệt hoặc kết hợp, một hoặc nhiều đặc điểm được đề cập ở trên hoặc được mô tả chi tiết dưới đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo được kết hợp và tạo ra một phần của phần mô tả các ví dụ minh họa của sáng chế. Các hình vẽ này, cùng với phần mô tả, giải thích các yếu tố chính của sáng chế. Các hình vẽ chỉ minh họa đơn giản các ví dụ được ưu tiên và các ví dụ khác của cách sáng chế có thể thực hiện và được sử dụng và không được xây dựng để giới hạn sáng chế ở các ví dụ minh họa được mô tả. Các đặc điểm và ưu điểm khác sẽ rõ ràng nhờ phần mô tả, chi tiết hơn, của các phương án khác nhau của sáng chế dưới đây, như được minh họa bởi các hình vẽ kèm theo, cụ thể như sau:

Fig.1 là lưu đồ thể hiện quy trình theo phương án của sáng chế;

Fig.2A và Fig.2B là các lưu đồ thể hiện quy trình theo phương án của sáng chế;

Fig.3 là lưu đồ thể hiện quy trình theo phương án của sáng chế;

Fig.4 là lưu đồ thể hiện quy trình theo phương án của sáng chế;

Fig.5 là đường cong thu hồi đồng đối với các mô hình sử dụng chất phản ứng trong tuyển nổi khác nhau trong nước máy và đồ thị hạng quặng đồng (%) so với mức thu hồi đồng (%);

Fig. 6 là đường cong thu hồi đồng đối với các mô hình sử dụng chất phản ứng trong tuyển nổi khác nhau trong nước mặn và đồ thị hạng quặng đồng (%) so với mức thu hồi đồng (%);

Fig. 7 là đường cong thu hồi đồng đối với các mô hình sử dụng chất phản ứng trong tuyển nổi khác nhau trong nước máy và đồ thị hạng quặng đồng (%) so với mức thu hồi đồng (%);

Fig. 8 là đường cong thu hồi đồng đối với các mô hình sử dụng chất phản ứng trong tuyển nổi khác nhau trong nước mặn và đồ thị hạng quặng đồng (%) so với mức thu hồi đồng (%);

Fig. 9 là đường cong thu hồi đồng trong nước mặn và nước máy có bổ sung MBS, có và không có sục khí, và đồ thị hạng quặng đồng (%) so với mức thu hồi đồng (%); và

Fig. 10 là đường cong thu hồi đồng trong nước lợ và nước máy có bổ sung MBS, có và không có sục khí, và đồ thị hạng quặng đồng (%) so với mức thu hồi đồng (%).

Mô tả chi tiết sáng chế

Quy trình được mô tả ở đây sử dụng bổ sung chất phản ứng sulfoxy, tốt nhất là metabisulfit, vào một hoặc nhiều điểm trong quá trình tuyển nổi. Theo một phương án, việc bổ sung chất phản ứng sulfoxy được tiến hành bởi chu kỳ sục khí, thường là rất mạnh, trong đó khí oxy hóa và oxy phân tử hòa tan được kích thích hoạt động, chứa không phải bị ngăn chặn hoặc ức chế. Sự kết hợp của sục khí với bổ sung chất phản ứng sulfoxy, mà không điều chỉnh độ pH của hỗn hợp bùn thu được với bazơ, ví dụ

như vôi, soda kiềm hoặc soda khan, hoặc axit, ví dụ như axit sulfuric, và trong sự có mặt của các chất cản nổi sulfua, như xyanua hoặc hydrosulfua, có thể thể hiện sự cải tiến rõ rệt trên sự bổ sung chất phản ứng sulfoxy mà không, hoặc không có, bước sục khí và có thể mang lại hiệu quả kinh tế hơn về mặt thu hồi và tiêu thụ chất phản ứng so hơn so với các quy trình thông thường sử dụng bazơ và/hoặc bổ sung chất cản nổi sulfua. Đồng thời, quy trình có thể có hiệu suất cao khi được sử dụng trong nước chứa lượng muối từ ít đến nhiều. Quy trình này có thể đặc biệt hữu ích đối với các hoạt động tập trung mà chỉ có sẵn nguồn nước là nước biển hoặc nước lợ. Theo các phương án khác, chất phản ứng sulfoxy được đưa vào không chỉ sau bước sục khí mà còn bổ sung trong quá trình nghiền, cụ thể là quá trình nghiền phụ.

Tham chiếu trên Fig.1, nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị 100 có thể là vật liệu chứa đồng và/hoặc molypden thích hợp bất kỳ, cụ thể là quặng mỏ, quặng thải, quặng tuyển, hoặc phần còn lại khác của quy trình thu hồi kim loại. Nguyên liệu vào 100 không chỉ chứa một hoặc nhiều khoáng vật trong số đồng và/hoặc molypden sulfua mà còn chứa một hoặc nhiều khoáng vật sulfua khác (cụ thể là các khoáng vật đá mạch chứa sulfua) cần được tách ra từ (các) khoáng vật sulfua kim loại có giá trị. Thông thường, nguyên liệu vào là đa kim, với một số hoặc tất cả các kim loại đều ở dạng muối sulfua. Nguyên liệu vào 100 nói chung chứa đồng ở dạng một hoặc nhiều trong số chalcopyrit, chalcocit, bornit, covellit, tennantit, enargit, và tetrahedrit và/hoặc molypden ở dạng molypdenit là khoáng vật sulfua kim loại có giá trị và khoáng vật sắt sulfua mà là một hoặc nhiều khoáng vật trong số pyrit, marcasit, arsenopyrit, và pyrrhotit, là khoáng vật đá mạch chứa sulfua. Thường cũng có mặt vàng hoặc bạc. Trong nhiều ứng dụng, sắt sulfua là thành phần khoáng vật đá mạch sulfua chính (ví dụ, nhiều hơn 50%) trong nguyên liệu vào 100.

Ở bước 104, nguyên liệu vào 100 được nghiền thành bùn trong quy trình nghiền hở hoặc kín. Nguyên liệu vào đã được nghiền 108 sau đó được đưa đến bước sục khí 112 trước khi đến bước bổ sung chất phản ứng sulfoxy 114.

Nước được sử dụng trong khi tạo bùn từ nguyên liệu 100 có thể là nước ngọt, nước lợ, nước mặn hoặc nước hỗn hợp bất kỳ. Quy trình có hiệu quả đáng ngạc nhiên trong tuyển nổi các khoáng vật sulfua kim loại có giá trị mặc dù nước là nước mặn và chứa chất rắn hòa tan hay nước ngọt. Theo một phương án, ví dụ, nước có độ mặn là khoảng 0,1 phần nghìn (0,01%) hoặc lớn hơn.

Kích thước giải phóng tối ưu của nguyên liệu 100 phụ thuộc vào loại quặng, hiểu biết về sự giải phóng quặng và hóa dung dịch của quặng, và các chi phí về năng lượng và môi trường.

Nguyên liệu vào đã được nghiền nhỏ 108 ở dạng bùn nhão, tốt nhất là có tỷ trọng nằm trong khoảng từ 20 đến 45 % trọng lượng.

Nguyên liệu vào đã được nghiền nhỏ 108 phải trải qua bước sục khí ở bước 112 trong thùng chứa thích hợp để tạo ra nguyên liệu vào đã được sục khí 132. Việc sục khí thường được thực hiện bằng cách phun, cùng với khuấy, khí có tính oxy hóa, tốt nhất là khí chứa oxy phân tử (ví dụ như không khí, oxy phân tử gần như tinh khiết, và không khí giàu oxy) qua nguyên liệu vào 108. Khí có tính oxy hóa tốt nhất là chứa ít nhất khoảng 20 % thể tích oxy phân tử. Việc sục khí được thực hiện trong thời gian đủ để cho phép oxy hóa lớp bề mặt mỏng để tạo ra bề mặt oxy hóa trên khoáng vật đồng và/hoặc molypden sulfua (nguyên liệu vào) 108. Thời gian lưu yêu cầu để tạo ra màng oxy hóa mong muốn thích hợp là nằm trong khoảng từ 15 đến 120 phút và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 30 đến 60 phút. Trong hầu hết các ứng dụng, độ pH không được điều chỉnh trong suốt thời gian sục khí hoặc ở các bước bất kỳ sau khi sục khí.

Trong khi không mong muốn bị ràng buộc bởi bất kỳ lý thuyết nào, sự oxy hóa lớp mỏng bề mặt trên các khoáng vật đồng và/hoặc molypden sulfua cho phép khoáng vật hấp phụ chất góp tốt hơn. Điều này gây ngạc nhiên cho người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này, những người tin rằng sự sục khí dẫn đến sự oxy hóa các khoáng vật đồng và molypden sulfua gây ra sự giảm khả năng nổi và độ ổn định của hợp chất sulfoxyl.

Ở bước 114, chất phản ứng sulfoxyl 118 được bổ sung vào nguyên liệu vào đã được sục khí 132 để tạo ra nguyên liệu vào đã được xử lý 122. Chất phản ứng sulfoxyl 118 có thể được bổ sung theo cách thích hợp. Không giống như các quy trình thông thường, chất phản ứng sulfoxyl 118 được bổ sung trong khi nguyên liệu vào đã được sục khí 132 bị oxy hóa. Nói cách khác, oxy phân tử hòa tan không tách ra khỏi nguyên liệu vào đã được nghiền nhỏ trước khi bổ sung chất phản ứng sulfoxyl 118. Mức oxy phân tử hòa tan trong nguyên liệu vào đã được sục khí 132 trong quá trình điều hòa thích hợp là ở ít nhất khoảng 3 ppm, tốt hơn là ít nhất khoảng 5 ppm, và tốt hơn nữa là ít nhất khoảng 10 ppm.

Chất phản ứng sulfoxy 118 có thể là hợp chất sulfoxy bất kỳ, ví dụ như các hợp chất sulfit, bisulfit, metabisulfit, sulfua, polysulfua, thiosulfat, polythionat, hoặc bisulfua của amoniac, hydro, kim loại kiềm, hoặc kim loại kiềm thổ, khí lưu huỳnh dioxit, và hỗn hợp và các dẫn xuất của chúng. Chất phản ứng sulfoxy 118 được ưu tiên là một hoặc nhiều chất trong số các hợp chất sulfit, bisulfit, hoặc metabisulfit của amoniac, hydro, kim loại kiềm hoặc kim loại kiềm thổ, và/hoặc khí lưu huỳnh dioxit, với các hợp chất metabisulfit của amoniac, hydro, kim loại kiềm hoặc kim loại kiềm thổ được ưu tiên hơn. Trong khi không muốn bị ràng buộc với bất kỳ lý thuyết nào, chất phản ứng sulfoxy 118 được tin là hoạt động như chất cản nổi hoặc các khoáng vật sulfua khác (ví dụ, khoáng vật đá mạch sắt sulfua, cụ thể là quặng pyrit). Như người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ đánh giá, ion sulfit có thể được bổ sung hoặc được tạo ra tại chỗ nhờ phản ứng hóa học thích hợp giữa các tiền chất tạo ra ion sulfit.

Có một số dạng quy trình khác nhau về việc bổ sung chất phản ứng sulfoxy 118. Trong một quy trình, một phần của chất phản ứng sulfoxy 118 được bổ sung ở một giai đoạn, thường là trong quá trình nghiền, với các lượng bổ sung được bổ sung sau giai đoạn sục khí và trước mỗi giai đoạn trong số các giai đoạn tuyển nổi làm sạch, tuyển nổi tinh sạch hoặc tuyển nổi tuyển tinh. Trong quy trình khác, phần lớn chất phản ứng sulfoxy 118 được bổ sung ở một hoặc nhiều giai đoạn sau khi sục khí, với các lượng bổ sung ít hơn thường được bổ sung trước mỗi giai đoạn trong số các giai đoạn tuyển nổi làm sạch, tuyển nổi tinh sạch hoặc tuyển nổi tuyển tinh. Trong quy trình khác nữa, không bổ sung chất phản ứng sulfoxy 118 trong suốt quá trình nghiền mà chỉ bổ sung sau khi sục khí. Tỷ lệ bổ sung chất phản ứng sulfoxy 118 tích lũy thông thường, cho tất cả các điểm bổ sung, ít nhất là khoảng 50 g/t, thông thường hơn là ít nhất khoảng 100 g/t, thông thường hơn nữa là nhiều hơn 200 g/t, và thậm chí thông thường hơn nữa là từ nhiều hơn 200 g/t đến khoảng 1.000 g/t.

Trong khi không muốn bị ràng buộc bởi bất kỳ lý thuyết nào, có thể tin rằng chất phản ứng sulfoxy và khí có tính oxy hóa hoạt động hiệp đồng để nâng cao sự phân tách có chọn lọc và hiệu quả, đặc biệt là trong nước có độ đậm cao và/hoặc nước mặn. Trong khi sự sục khí được tin là để oxy hóa bề mặt khoáng vật sulfua để làm tăng khả năng nổi của khoáng vật sulfua của kim loại có giá trị, việc bổ sung chất phản ứng sulfoxy sau khi sục khí được tin rằng để điều khiển tối ưu sự lắng của khoáng vật

sulfua khác cần bị loại bỏ như là quặng thải. Việc tăng khả năng nổi, ví dụ, của các khoáng vật đồng sulfua với sự sục khí trong khi lắng pyrit với chất phản ứng sulfoxy có thể cho phép cải thiện độ chọn lọc tuyển nổi nhiều hơn có thể khi không có sự sục khí. Tác dụng hợp đồng này được xác nhận tốt khi sự sục khí và sự bổ sung chất phản ứng sulfoxy xảy ra liên tục, với sự sục khí trước khi bổ sung chất phản ứng sulfoxy.

Ở bước 116, nguyên liệu vào đã được xử lý 122 được điều hòa để tạo ra nguyên liệu vào được điều hòa và sự sục khí 134. Việc điều hòa được thực hiện trong bể chứa thích hợp, hoặc bể điều hòa bùn, trước khi tuyển nổi. Khi tuyển nổi, việc khuấy và do đó sự phân tán trong suốt quá trình điều hòa được kết hợp chặt chẽ với thời gian yêu cầu để diễn ra các phản ứng vật lý và hóa học.

Số lượng các chất phản ứng có thể được bổ sung trong suốt quá trình điều hòa bao gồm chất góp 120, chất tạo váng 124, và các chất phản ứng khác 128. Chất góp 120 và chất tạo váng 124 thích hợp bất kỳ có thể được sử dụng. Các chất phản ứng khác 128 bao gồm chất hoạt hóa, chất cản nổi (ví dụ như chất cản nổi cacbon để ức chế sự nổi vật liệu gốc cacbon và hoặc graphit), chất phân tán đất sét, chất điều chỉnh, vôi (trong các trường hợp hạn chế ví dụ như chất phân tán hoặc chất điều chỉnh nhớt có chi phí thấp), và các chất phản ứng để điều chỉnh thế điện cực (Eh) và/hoặc pH. Phụ thuộc vào kiểu khuấy trong khí điều hòa mà mức độ oxy hóa có thể tăng lên. Đối với máy khuấy kiểu chảy tràn, oxy phân tử thêm vào sẽ có thể được lôi cuốn trong bùn. Việc điều hòa thường xảy ra trong thời gian nằm trong khoảng từ 0,5 đến 60 phút và thông thường hơn là nằm trong khoảng từ 2 đến 30 phút.

Nguyên liệu vào đã được sục khí và điều hòa 134 được tuyển nổi ở bước 136, tốt hơn là với sự có mặt của không khí được phun vào, để tạo ra phân đoạn quặng tuyển 144 thường chứa khoảng 25% hoặc nhiều hơn, thông thường hơn là khoảng 40% hoặc nhiều hơn, và thông thường hơn nữa là nhiều hơn khoảng 50% khoáng vật sulfua kim loại có giá trị và phân đoạn quặng thải 140 thường chứa khoảng 25% hoặc nhiều hơn, thông thường hơn là khoảng 40% hoặc nhiều hơn, và thông thường hơn nữa là nhiều hơn khoảng 50% (các) khoáng vật sulfua cần loại bỏ như là quặng thải. Trong quá trình tuyển nổi, nguyên liệu vào đã được sục khí và điều hòa 134 được tuyển nổi trong dàn hoặc dãy các máy tuyển nổi. Các máy tuyển nổi có thể là các bộ phận tuyển nổi được sục khí.

Sự tuyển nổi có thể bao gồm một hoặc nhiều giai đoạn, phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể. Số lượng và kết cấu của các giai đoạn nghiền gia công thô, lọc rác, và làm sạch được xác định dựa vào các tiêu chí đã biết đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Sự lựa chọn chất gộp 120, chất tạo váng 124, và các chất phản ứng khác 128 đối với nguyên liệu vào cụ thể cũng như tỷ trọng bùn, tốc độ bổ sung các chất phản ứng, thứ tự bổ sung chất phản ứng, tốc độ bổ sung không khí trong quá trình tuyển nổi, Eh, và các điều kiện tuyển nổi khác và các thông số cũng đã biết đối với những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này.

Theo một quy trình, bước nghiền nhỏ 104, bước sục khí 112, bước điều hòa 116, và bước tuyển nổi 136 được thực hiện trong điều kiện gần như hoặc hoàn toàn không có sự điều chỉnh độ pH nhờ axit hoặc bazơ (ví dụ, không bổ sung có axit hoặc bazơ (ví dụ, vôi, soda khan, và/hoặc soda kiềm)). Nói cách khác, các bước được thực hiện ở độ pH tự nhiên, mà đối với nhiều loại quặng và nước phụ thêm thì đó là độ pH kiềm không cao hơn pH=11, thông thường hơn là độ pH nhỏ hơn pH=8,5, thông thường hơn nữa là độ pH không cao hơn khoảng pH=8, và thông thường hơn nữa là độ pH nằm trong khoảng từ pH=3 đến pH=8. Thế điện cực Eh thông thường cao hơn khoảng 5 mV và thấp hơn khoảng 155 mV và thường hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến 120 mV.

Theo một quy trình, bước nghiền nhỏ 104, bước sục khí 112, bước điều hòa 116, và bước tuyển nổi 136 được thực hiện trong điều kiện gần như hoặc hoàn toàn không có sự khử oxy phân tử hòa tan bằng cách sục khí không có tính oxy hóa vào nguyên liệu vào ở dạng bùn. Khí không có tính oxy hóa chỉ có một ít chất oxy hóa, nếu có, và thành phần chính là khí trơ, nếu không hoàn toàn, (ví dụ khí nitơ và khí argon), khí có tính khử (ví dụ, khí có tính khử không phải lưu huỳnh dioxit như cacbon dioxit, cacbon monoxit, metan, etan, và/hoặc propan), hoặc hỗn hợp của chúng. Theo một quy trình, chất phản ứng sulfoxy 118 được bổ sung về cơ bản không chứa khí lưu huỳnh dioxit. Bằng cách hạn chế sự sục khí không có tính oxy hóa, mức oxy phân tử hòa tan cao đáng kể có thể được duy trì trong bùn trước và sau khi sục khí.

Quy trình theo phương án khác sẽ được mô tả sau đây với sự minh họa trên Fig.2A và Fig.2B. Theo ví dụ này, khoáng vật sulfua kim loại có giá trị là đồng sulfua

và khoáng vật sulfua khác (hoặc khoáng vật đá mạch chứa sulfua) là một hoặc nhiều loại khoáng vật trong số pyrit, marcasit, pyrrhotit, và arsenopyrit.

Nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị 100 được nghiền nhỏ ở bước 104 để tạo ra nguyên liệu vào đã được nghiền nhỏ 108.

Nguyên liệu vào đã được nghiền nhỏ 108 được điều hòa ở bước 116 để tạo ra nguyên liệu vào đã được điều hòa 132. Các chất phản ứng được bổ sung trong khi điều hòa là chất góp 120, chất tạo váng 124, và các chất phản ứng khác 128. Không bổ sung chất phản ứng sulfoxy 118.

Nguyên liệu vào đã được điều hòa 132 trải qua quá trình tuyển nổi sơ bộ ở bước 200 để tạo ra quặng thải thô 204 và quặng tuyển thô 208. Trong khi hầu hết các khoáng vật sulfua kim loại có giá trị được giữ trong quặng tuyển thô 208, thì quặng thải thô 204 chứa một phần đáng kể các khoáng vật sulfua đá mạch. Như có thể thấy trên Fig.2A, không bổ sung chất phản ứng sulfoxy 118 trước khi tuyển nổi sơ bộ.

Ở bước 228, quặng tuyển thô 208 và quặng tuyển lọc 220 lần lượt được gom lại, điều chỉnh tỷ trọng bùn và nghiền lại trong quy trình nghiền hờ hoặc kín để tạo ra quặng tuyển đã nghiền nhỏ 232. Như sẽ được đánh giá, các khoáng vật sulfua sắt nổi lên trong phân đoạn quặng tuyển 208 khó tách hơn và yêu cầu nghiền tiếp để thực hiện giải phóng có hiệu quả.

Chất phản ứng sulfoxy 118 có thể thường được bổ sung trong quá trình nghiền nhỏ thứ cấp và sau khi sục khí. Việc bổ sung chất phản ứng sulfoxy trong quá trình nghiền có thể cho phép hấp phụ trực tiếp gốc sulfoxy lên các bề mặt khoáng vật sulfua sạch và chứa bị oxy hóa. Theo một quy trình, bổ sung nhiều chất phản ứng sulfoxy 118 trước khi tuyển nổi làm sạch hơn so với bất kỳ điểm nào trong suốt cả quy trình.

Ở bước 212, quặng thải thô 204 được tiếp tục điều hòa bằng cách bổ sung chất góp 120, và, ở bước 216, quặng thải thô đã được điều hòa trải qua bước tuyển nổi lọc 216 để tạo ra quặng tuyển lọc 220 và quặng thải lọc 224. Các khoáng vật đồng sulfua nổi chậm hơn được tuyển nổi trong quá trình tuyển nổi lọc này. Quặng tuyển lọc 220 được gom với quặng tuyển thô 208 và trải qua quá trình nghiền nhỏ thứ cấp.

Sau bước nghiền nhỏ thứ cấp 228, quặng tuyển đã được nghiền nhỏ 232 trải qua quá trình sục khí ở bước 112 để tạo ra quặng tuyển đã được sục khí 236.

Ở bước tùy ý 114, chất phản ứng sulfoxy 118 được bổ sung để tạo ra quặng tuyển thô đã được xử lý 238.

Ở bước 116, quặng tuyển thô đã được sục khí 236 hoặc quặng tuyển thô đã được xử lý 238 (khi thích hợp) được điều hòa để tạo ra quặng tuyển được điều hòa 240. Các chất phản ứng được bổ sung trong khi điều hòa là chất góp 120, chất tạo váng 124, và các chất phản ứng khác 128. Thông thường, sự sục khí, bổ sung chất phản ứng chứa sulfoxy, và điều hòa xảy ra trong các thùng khác nhau, và sự sục khí oxy phân tử hòa tan sau khi sục khí không bị giảm đi trước khi bổ sung chất phản ứng sulfoxy do sự bổ sung khí không có tính oxy hóa.

Ở bước 248, quặng tuyển đã được điều hòa 240 trải qua quá trình tuyển nổi làm sạch để tạo ra quặng thải sau khi làm sạch 252 và quặng tuyển sau khi làm sạch 250. Trong khi hầu hết các khoáng vật sulfua kim loại có giá trị trong quặng tuyển đã được điều hòa 240 được giữ trong quặng tuyển sau khi làm sạch 250, quặng thải sau khi làm sạch 252 chứa phần khoáng vật sulfua có giá trị trong quặng tuyển đã được điều hòa 240. Quặng thải sau khi làm sạch chứa một lượng đáng kể khoáng vật sulfua đá mạch.

Ở bước tùy ý 114, chất phản ứng sulfoxy 118 được bổ sung vào quặng thải sau khi làm sạch để tạo ra quặng thải sau khi làm sạch đã được xử lý 262.

Ở bước 256, quặng thải sau khi làm sạch 252 hoặc quặng thải sau khi làm sạch đã được xử lý 262 (như trường hợp có thể) được điều hòa nhờ sự bổ sung chất góp 120 để tạo ra quặng thải sau khi làm sạch được điều hòa 260. Quặng thải sau khi làm sạch được điều hòa 260 trải qua quá trình tuyển nổi lọc sạch ở bước 264 để tạo ra quặng thải lọc sạch 268 và quặng tuyển 272. Trong khi hầu hết các khoáng vật sulfua kim loại có giá trị trong quặng thải sau khi làm sạch 252 được giữ trong quặng tuyển lọc sạch 272, quặng thải lọc sạch 268 chứa một phần đáng kể các khoáng vật sulfua đá mạch trong quặng thải sau khi làm sạch 252. Quặng tuyển lọc sạch 272 được đưa trở lại bước nghiền nhỏ thứ cấp 228.

Quay trở lại quặng tuyển sau khi làm sạch 250, chất phản ứng sulfoxy 118 tùy ý được bổ sung vào quặng tuyển sau khi làm sạch 250 để tạo ra quặng tuyển sau khi làm sạch đã được xử lý 252 ở bước 114.

Quặng tuyển sau khi làm sạch 250 hoặc quặng tuyển sau khi làm sạch được xử

lý 252 (khi thích hợp) được điều hòa ở bước 274 để tạo ra quặng tuyển sau khi làm sạch đã được điều hòa 276. Trong suốt quá trình điều hòa bổ sung chất góp 120.

Quặng tuyển sau khi làm sạch đã được điều hòa 276, ở bước 278, trải qua quá trình tuyển nổi làm sạch lại lần thứ nhất để tạo ra quặng thải sau khi làm sạch lại lần thứ nhất 282 và quặng tuyển sau khi làm sạch lại lần thứ nhất 280. Quặng thải sau khi làm sạch lại lần thứ nhất 282 được đưa lại bước nghiền nhỏ thứ cấp 228.

Ở bước tùy ý 114, chất phản ứng sulfoxy 118 được bổ sung vào quặng tuyển sau khi làm sạch lại lần thứ nhất 280 để tạo ra quặng tuyển sau khi làm sạch lại đã được xử lý 281.

Quặng tuyển sau khi làm sạch lại lần thứ nhất 280 hoặc quặng tuyển sau khi làm sạch lại đã được xử lý 281 (như ở trường hợp có thể) được điều hòa, ở bước 284, để tạo ra quặng tuyển sau khi làm sạch lại lần thứ nhất đã được điều hòa 286. Trong quá trình điều hòa, chất góp 120 được bổ sung vào quặng tuyển sau khi làm sạch lại lần thứ nhất 280.

Ở bước 288, quặng tuyển sau khi làm sạch lại lần thứ nhất đã được điều hòa 286 trải qua quá trình tuyển nổi làm sạch lại lần thứ hai 288 để tạo ra quặng thải sau khi làm sạch lại lần thứ hai 290, quặng thải này thích hợp là chứa ít nhất là hầu hết hoặc tốt hơn là khoảng 70% hoặc nhiều hơn khoáng vật đá mạch chứa sulfua trong nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị 100, và quặng tuyển sau khi làm sạch lại lần thứ hai 292, quặng tuyển này thích hợp là chứa ít nhất là hầu hết và tốt hơn là khoảng 70% hoặc nhiều hơn các khoáng vật sulfua kim loại có giá trị in nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị 100.

Trong quy trình nêu trên, các bước tuyển nổi làm sạch 244, lọc làm sạch 264 và tuyển nổi làm sạch lại lần thứ nhất 278 và lần thứ hai tuyển nổi làm sạch lại 288 lần lượt được thực hiện ở độ pH tự nhiên và nhiệt độ bình thường.

Trong quy trình nêu trên, có thể muốn thực hiện bước sục khí bổ sung trước một hoặc nhiều bước trong số các bước bổ sung chất phản ứng sulfoxy được thực hiện sau bước tuyển nổi thô. Bước sục khí bổ sung được thực hiện hay không phụ thuộc vào thế oxy hóa của bùn trước khi bổ sung thêm chất phản ứng sulfoxy và chất góp. Trước các bước điều hòa, sục khí và tuyển nổi sẽ đưa oxy phân tử hòa tan bổ sung vào trong các dòng bùn khác.

Như sẽ được đánh giá cao, các quy trình khác có thể được thực hiện phụ thuộc vào loại nguyên liệu vào và khoáng vật học.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các ví dụ sau đây được cung cấp để minh họa các phương án nhất định của sáng chế và không nhằm mục đích giới hạn sáng chế, như được thiết lập trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Tất cả các phần và phần trăm được tính theo trọng lượng trừ khi được chỉ định cụ thể.

Ví dụ 1 – Các phương pháp tuyển nổi thông thường

Ví dụ này chứng minh hiệu quả khi sử dụng nước trong bùn tuyển nổi có trong quá trình thu hồi đồng, khi các chất phản ứng khác nhau được sử dụng để cản nổi pyrit và quặng đồng. Như được thể hiện trong Bảng 1, nước mặn được sử dụng có hàm lượng chất rắn hòa tan tổng thể và độ dẫn điện cao hơn đáng kể so với nước máy.

Bảng 1: Thành phần của nước máy và nước tại chỗ được đậm cao

Tham số	Đơn vị	Nước máy	Nước mặn
pH	pH	7,81	8,48
Độ dẫn điện	$\mu\text{S}/\text{cm}$	0,96	5360
TDS	mg/l	405	40225
Natri	mg/l	191	12060
Kali	mg/l	9,3	414
Canxi	mg/l	332	426
Magie	mg/l	10,4	1297
Sắt	mg/l	0,17	<0,10
Clo	mg/l	199	20738
Bicacbonat	mg/l	120	70
Sulfat	mg/l	NIL	2890

Fig.3 là lưu đồ đơn giản thể hiện các thí nghiệm động lực học được dùng trong ví dụ này. Lưu đồ bao gồm bước điều hòa nguyên liệu vào đã được nghiền nhỏ 300 để tạo ra nguyên liệu vào đã được điều hòa 304, bước tuyển nổi thô 308 nguyên liệu vào đã được điều hòa 304 (sử dụng máy tuyển nổi) để tạo ra quặng thải thô 312 và quặng tuyển thô 316, bước nghiền nhỏ thứ cấp 320 quặng tuyển thô 316 để tạo ra quặng tuyển thô đã được nghiền nhỏ 324, bước tuyển nổi làm sạch lần thứ nhất 328

quặng tuyển thô đã được nghiền nhỏ 324 để tạo ra quặng tuyển sau khi làm sạch lần thứ nhất 332 và quặng thải sau khi làm sạch lần thứ nhất 336, bước tuyển nổi làm sạch lần thứ hai 344 quặng tuyển sau khi làm sạch lần thứ nhất 332 để tạo ra quặng tuyển sau khi làm sạch lần thứ hai 1,2 348 và quặng thải sau khi làm sạch lần thứ hai 352, và bước tuyển nổi lọc sạch 340 phần quặng thải sau khi làm sạch lần thứ nhất 336 để tạo ra quặng tuyển lọc sạch 356 và và quặng thải lọc sạch 360.

Năm giai đoạn gia công thô đối với các thí nghiệm động lực học được mô tả dưới đây được thực hiện theo cách tương tự sử dụng hai nguồn nước là nước máy và nước có mức chất rắn hòa tan tổng thể (Total Dissolve Solids - TDS) cao (nước mặn). Tất cả các thí nghiệm được thực hiện trên quặng được nghiền nhỏ đến kích thước P_{80} 212 micro ở các giai đoạn gia công thô và nghiền lại đến kích thước P_{80} 20 -25 micro để lọc làm sạch. Không bổ sung các chất phản ứng, các thí nghiệm được thực hiện sử dụng các điều kiện giống nhau.

Hiệu quả của việc bổ sung các chất phản ứng khác nhau vào sự chìm của sulfua và hạng quặng/mức thu hồi đồng kết hợp được khảo sát. Các chất phản ứng được sử dụng là không sử dụng chất nào, canxi và natri xyanua, và canxi xyanua và kali amyl xantan (Potassium Amyl Xanthate - "PAX").

Thành phần của nguyên liệu vào (quặng) được sử dụng trong tất cả các thí nghiệm được thể hiện trong bảng 2. Tỷ trọng bùn ban đầu là 34%. Các điều kiện thí nghiệm được thể hiện dưới đây trong bảng 3.

Bảng 2: Quặng nguyên liệu được sử dụng trong các thí nghiệm tuyển nổi với nước máy và nước mặn

Tham số	Đơn vị	Thí nghiệm
Đồng	%	0,478
Sắt	%	3,66
Vàng	g/t	0,28
Tổng lượng lưu huỳnh	%	4,34
Lưu huỳnh ở dạng Sulfua	%	1,84

Bảng 3: Bổ sung chất phản ứng và các điều kiện hoạt động cho các thí nghiệm tuyển nổi được thực hiện với nước máy và nước muối

Nước máy

Mô tả thử nghiệm	Độ pH		Thế điện cực Eh (mV)		Bổ sung chất phản ứng						Thời gian nổi (phút)
	Thô	Sạch	Thô	Sạch	A3894 (g/t)	MX950 (g/t)	PAX (g/t)	NACN (g/t)	MIBC (giọt)	Vôi (g/t)	
Đường gốc	7,3	7,2	98	121	9	37		0	16	0	30,5
Đường gốc với vôi	7,35	10,2	119	-4	9	37		0	7	295	30,5
Đường gốc với vôi và cyanua	7,4	10,2	127	-27	9	37		20	11	205	30,5
Đường gốc với vôi, cyanua và PAX	7,5	10,2	105	-27	21		46	20	10	220	30,5

Nước mặn

Mô tả thử nghiệm	Độ pH		Thế điện cực Eh (mV)		Bổ sung chất phản ứng						Thời gian nổi (phút)
	Thô	Sạch	Thô	Sạch	A3894 (g/t)	MX950 (g/t)	PAX (g/t)	NACN (g/t)	MIBC (giọt)	Vôi (g/t)	
Đường gốc	7,1	7	154	125	9	37		0	16	0	30,5
Đường gốc với vôi	7,2	10,2	126	7	9	37		0	16	2480	30,5
Đường gốc với vôi và cyanua	7,4	10,2	967	-21	9	37		20	11	1500	30,5
Đường gốc với vôi, cyanua và PAX	7,4	10,0*	108	-16	21		46	20	12	1820	30,5

Fig.5 và Fig.6 ở trên thể hiện các đường cong hạng quặng/mức thu hồi đồng đối với các bốn mô hình chất phản ứng dùng cho nước máy và nước mặn, tương ứng. Đối với tất cả các mô hình chất phản ứng được thử nghiệm, các đường cong hạng quặng/mức thu hồi đồng đối với nước máy có độ TDS thấp tốt hơn so với các đường cong hạng quặng/mức thu hồi đồng thu được đối với nước muối. Nước máy với vôi, xyanua và PAX có đường cong hạng quặng/mức thu hồi đồng tốt nhất. So với nước máy, các kỹ thuật thông thường được sử dụng để làm chìm pyrit không thực hiện như trong nước mặn.

Ví dụ 2 – Phương pháp sục khí/bổ sung chất phản ứng sulfoxo

Các thử nghiệm bổ sung được tiến hành sử dụng chu trình tuyển nổi tương tự như được sử dụng trong ví dụ 1 với ngoại lệ là bổ sung 300g/t trước giai đoạn tuyển nổi làm sạch thứ nhất và bổ sung 300g/t metabisulfite (MBS) (chất phản ứng sulfoxo) trong quá trình nghiền nhỏ thứ hai. Nói cách khác và như được thể hiện trong Bảng 4 dưới đây, toàn bộ 600g/t MBS đã được bổ sung trong chu trình tuyển nổi.

Chu trình tuyển nổi được thể hiện trong lưu đồ trên Fig. 4. Lưu đồ bao gồm bước điều hòa 400 đối với nguyên liệu vào đã được nghiền nhỏ 108 để tạo ra nguyên liệu vào đã được điều hòa 404, bước tuyển nổi sơ bộ 408 (sử dụng năm máy hoặc giai

đoạn tuyển nổi) để tạo ra phân đoạn quặng tuyển thô 412 và phân đoạn quặng thải 416, tương ứng, bước nghiền nhỏ thứ hai 420 đối với quặng tuyển thô 412, trong sự có mặt của chất phản ứng sulfoxy 118, để tạo ra quặng tuyển thô 412 đã được nghiền lại, bước sục khí 112 đối với quặng tuyển thô 412 đã được nghiền lại (trong thời gian 0 (có nghĩa là không thực hiện sục khí) hoặc 30 phút) để tạo ra quặng tuyển thô đã được nghiền lại và sục khí 428, bổ sung chất phản ứng sulfoxy 118 trước bước tuyển nổi làm sạch 432, và bước tuyển nổi làm sạch 432 đối với quặng tuyển thô đã được nghiền lại và sục khí 428 để tạo ra lần lượt quặng tuyển sau khi làm sạch 1-6 và quặng thải sau khi làm sạch 436 và 440.

Tương tự, hai loại nước giống nhau được sử dụng là nước máy và nước mặn với mức TDS cao (nước mặn). Tất cả các thử nghiệm được thực hiện trên nguyên liệu vào (quặng) đã được nghiền nhỏ đến kích thước P_{80} 212 micromet đối với năm giai đoạn gia công sơ bộ và nghiền lại đến kích thước P_{80} 20-25 micromet đối với giai đoạn lọc làm sạch. Ngoài bổ sung chất phản ứng, các thử nghiệm được thực hiện sử dụng các điều kiện giống nhau. Tỷ trọng bùn nguyên liệu ban đầu là khoảng 34%, và nguyên liệu vào (quặng) giống như được sử dụng trong ví dụ 1. Các điều kiện thí nghiệm được thể hiện trong bảng 4 dưới đây. Các thử nghiệm được thực hiện có hoặc không có bước sục khí trong thời gian 30 phút sau bước nghiền nhỏ thứ cấp, và trước chu trình tuyển nổi làm sạch. Hiệu quả của việc sục khí trước khi bổ sung MBS lên sự cản nổi sulfua và hạng quặng/mức thu hồi đồng được khảo sát. Để tham khảo, đường cong hạng quặng/mức thu hồi đồng với vôi, xyanua và PAX được thể hiện.

Bảng 4: Sự bổ sung chất phản ứng và các điều kiện hoạt động đối với bước tuyển nổi được thực hiện với nước máy và nước mặn

Nước tại chỗ

Mô tả thử nghiệm	Độ pH		Thế điện cực Eh (mV)		Bổ sung chất phản ứng					Thời gian nổi (phút)
	Thô	Sạch	Thô	Sạch	A3894 (g/t)	MX950 (g/t)	MBS (g/t)	MIBC (giọt)	Vôi (g/t)	
MBS có sục khí	7,4	5,6	115	85	9	37	600	13	0	30,5
MBS không có sục khí	7,4	4,8	91	95	9	37	600	12	0	30,5

Nước mặn

Mô tả thử nghiệm	Độ pH		Thế điện cực Eh (mV)		Bổ sung chất phản ứng					Thời gian nổi (phút)
	Thô	Sạch	Thô	Sạch	A3894 (g/t)	MX950 (g/t)	MBS (g/t)	MIBC (giọt)	Vôi (g/t)	
MBS có sục khí	7,5	5,2	101	94	9	37	600	12	0	30,5
MBS không có sục khí	7,5	4,9	103	90	9	37	600	14	0	31,5

Như có thể quan sát được từ các đường cong hạng quặng/mức thu hồi đồng trên Fig.7 và Fig.8, việc sử dụng MBS làm cải thiện các đường cong hạng quặng/mức thu hồi đồng trong cả hai loại nước. Hiệu quả rõ rệt nhất trong nước muối. Tuy nhiên, hiệu quả vẫn không thực sự cho đến khi sử dụng sục khí làm mức thu hồi đạt được trong nước mặn trở thành xấp xỉ với mức quan sát được trong nước máy. Đồ thị trở nên rõ ràng hơn so với mức thu hồi đồng, có hoặc không có sục khí, được thể hiện trên Fig. 9. Trong nước mặn, việc bổ sung MBS làm cải thiện mức thu hồi đồng từ 50% đến 75% ở cùng hạng quặng đồng là 32%.

Ví dụ 3– Phương pháp sục khí/bổ sung chất phản ứng sulfoxy

Các thử nghiệm tiếp theo được tiến hành sử dụng chu trình tuyển nổi được thể hiện trong Fig. 4 như được sử dụng trong ví dụ 2, ngoại trừ việc sử dụng nước lợ tại chỗ. Các tham số của nước tại chỗ được thể hiện trong bảng 5. Các thử nghiệm được thực hiện, có hoặc không có, bước sục khí trong thời gian 30 phút sau khi nghiền lần thứ hai và trước chu trình tuyển nổi làm sạch. Hiệu quả của việc sục khí, sau khi bổ sung MBS, lên sự cản nổi sulfua và sự thu hồi/hạng quặng đồng được khảo sát. Để tham khảo, đường cong thu hồi- hạng quặng với nước máy được thể hiện trên Fig.10.

Bảng 5: Thành phần của nước máy và nước tại chỗ có độ đậm cao

Tham số	Đơn vị	Nước tại chỗ
pH	pH	7,02
Độ dẫn điện	$\mu\text{S/cm}$	10,38
TDS	mg/l	7515
Natri	mg/l	1940
Kali	mg/l	11,2
Canxi	mg/l	620
Magie	mg/l	84,5
Sắt	mg/l	<0,10

Clo	mg/l	2535
Bicacbonat	mg/l	30
Sulfat	mg/l	1198

Ví dụ 4 – Thử nghiệm chu trình kín

Các thử nghiệm chu trình kín được thực hiện sử dụng các loại quặng khác nhau và nước bề mặt mặn và được đem để so sánh hiệu suất tuyển nổi sử dụng sự bổ sung chất phản ứng sulfoxy với hiệu suất tuyển nổi sử dụng xyanua làm chất cản nổi mà không sục khí và bổ sung chất phản ứng chứa sulfoxy. Các loại quặng khác nhau là các loại quặng đồng sulfua chứa mức sắt sulfua đáng kể. Các thử nghiệm chu trình kín thông thường sử dụng nước tại chỗ thường được cho rằng cung cấp nhiều thông tin có giá trị hơn so với các thử nghiệm làm sạch hờ. Tóm tắt về các thử nghiệm chu trình kín được biểu diễn trong bảng 6 và bảng 7:

Bảng 6: Các kết quả thử nghiệm chu trình kín đối với các mẫu thử nghiệm sử dụng xyanua làm chất cản nổi và nước tại chỗ

Thứ tự		% của quặng	Hạng quặng đồng ban đầu, %	Hạng quặng tuyển, %	Độ chảy	Mức thu hồi đồng, %
		Lắng đọng				
1		5,0	0,59	28,3	1,9	91,7
2		2,0	0,42	28,2	1,08	72,2
3		5,0	0,61	32,9	1,51	80,9
4		3,0	0,51	31,3	1,41	86,1
5		3,0	0,69	30,5	1,88	83,6
6		4,0	0,43	33,3	1,14	88,5
7		6,0	0,36	25,4	1,1	78
8		5,0	0,67	29,8	2,01	89,5
9		7,0	0,60	34	1,59	89,9
10		9,0	0,61	32,2	1,7	90,1
11		4,0	0,56	29,8	1,66	87,5
12		11,0	0,51	32,9	1,37	88,8
13		5,0	0,56	26,7	1,64	81
14		1,0	0,64	31	1,73	84,5

15		8,0	0,52	28,7	1,42	78,5
16	Trọng lượng trung bình	4,0	0,53	30,7	1,49	87,1
			0,55	30,59	1,53	85,7

Bảng 7: Các kết quả thử nghiệm chu trình kín đối với các mẫu thử nghiệm sử dụng quy trình sục khí/bổ sung metabisulfit và nước tại chỗ

Thứ tự		% của quặng	Hạng quặng đồng ban đầu, %	Hạng quặng tuyển, %	Độ chảy	Mức thu hồi đồng, %
		Lắng đọng				
1		5,0	0,6	33,7	1,66	93,6
2		2,0	0,44	33,6	1,2	92,1
3		5,0	0,63	36,6	1,66	92,2
4		3,0	0,51	34,4	1,38	93,3
5		3,0	0,7	34	1,98	93,8
6		4,0	0,44	34,7	1,09	91,3
7		6,0	0,41	29	1,32	92,6
8		5,0	0,75	37,6	1,09	87,6
9		7,0	0,60	37,4	1,49	91
10		9,0	0,57	33,3	1,65	90,4
11		4,0	0,6	34,7	1,58	91,7
12		11,0	0,48	33,2	1,44	92,4
13		5,0	0,56	24,8	2,11	90,6
14		1,0	0,6	33,7	1,78	93,5
15		8,0	0,51	32	1,43	90,3
16	Trọng lượng trung bình	4,0	0,53	36,8	1,3	90,1
			0,55	33,55	1,50	91,42

Cả bảng 6 và bảng 7 đều thể hiện sự tuyển nổi có sục khí sau khi bổ sung amoni metabisulfit mang lại kết quả tốt hơn đáng kể so với tuyển nổi sử dụng xyanua làm chất cản nổi cho sắt sulfua. Trung bình, mức độ thu hồi đồng cao hơn khoảng 6% đối

với hạng quặng tuyển cao hơn 3% đối với tuyển nổi được thực hiện có sức khí sau khi bổ sung amoni metabisulfit.

Có thể sử dụng một số các biến thể và sửa đổi của sáng chế. Có thể cung cấp một số đặc điểm của sáng chế mà không cần bổ sung các đặc điểm khác.

Ví dụ, chất phản ứng sulfoxycó các chế độ hoạt động khác nhau phụ thuộc vào khoáng vật và các điều kiện của bùn (ví dụ, Eh và pH) liên quan. Chất phản ứng sulfoxy, ví dụ, có thể hoạt động như là chất cản nổi và/hoặc chất hoạt hóa đối với cùng một khoáng vật sulfua dưới các điều kiện thay đổi của bìn hoặc là chất cản nổi đối với một loại khoáng vật sulfua và/hoặc là chất hoạt hóa đối với khoáng vật sulfua khác dưới cùng một bộ các điều kiện. Ví dụ, dưới cùng một bộ các điều kiện, chất phản ứng sulfoxy kích hoạt sự nổi các khoáng vật sulfua của đồng, chì và kẽm, và dưới một bộ các điều kiện khác sẽ kích hoạt sự nổi chỉ của các khoáng vật đồng sulfua và không kích hoạt sự nổi của chì và kẽm sulfua. Theo một ví dụ khác, chất phản ứng sulfoxy cản trở sự nổi của kẽm sulfua nhưng không cản trở sự nổi của chì sulfua.

Trong các ví dụ khác, quặng tuyển và quặng thải có thể bao gồm các khoáng vật sulfua kim loại có giá trị khác nhau. Kim loại có giá trị trong quặng thải có thể được phân lập sau từ các khoáng vật sulfua đá mạch nhờ các giai đoạn tuyển nổi sau đó. Các ví dụ về kim loại quý được trộn lẫn trong các quặng sulfua tuân theo quy trình được thảo luận ở đây bao gồm đồng-vàng (ví dụ, calaverit (AuTe_2) hoặc sylvanit (Au,AgTe_2)), đồng-vàng-bạc (ví dụ, acanthit (Ag_2S), sylvanit (Au,AgTe_2), pyrrargyrit (Ag_3SbS_3), và proustit (Ag_3AsS_3)), chì (ví dụ, galen (PbS), altaite (PbTe), bournonit (PbCuSbS_3), jamesonit ($\text{Pb}_4\text{FeSb}_6\text{S}_{14}$), và cylindrit ($\text{Pb}_3\text{Sn}_4\text{FeSb}_2\text{S}_{14}$, tham khảo http://en.wikipedia.org/wiki/Sulfide_mineral - cite_note-0#cite_note-0))-kẽm (ví dụ, sphalerit (ZnS))-đồng, đồng-kẽm, và đồng-molypden. Các quặng sulfua thô, ví dụ, thường chứa các hợp chất sulfua của ba hoặc nhiều kim loại có giá trị cũng như các khoáng vật sulfua đá mạch như pyrit.

Sáng chế, theo nhiều phương án, kết cấu hoặc khía cạnh khác nhau, bao gồm các thành phần, phương pháp, quy trình, hệ thống và/hoặc thiết bị về cơ bản như được mô tả ở đây, bao gồm các phương án, các kết cấu, các khía cạnh, các sự kết hợp nhỏ và các tập hợp con của nó. Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu cách thực hiện và sử dụng sáng chế sau khi hiểu bản mô tả này. Sáng chế,

theo nhiều phương án, kết cấu hoặc khía cạnh khác nhau, bao gồm cung cấp các thiết bị và quy trình không chứa các chi tiết không được mô tả ở đây hoặc theo các phương án, kết cấu hoặc khía cạnh khác nhau của nó, không chứa các chi tiết như thế có thể được sử dụng trong các thiết bị hoặc quy trình đã có, ví dụ, để cải thiện hiệu suất, dễ dàng đạt được và/hoặc giảm chi phí cho việc thực hiện.

Phản thảo luận trên đây của sáng chế đã được thực hiện nhằm mục đích minh họa và mô tả sáng chế. Phần mô tả trên không nhằm giới hạn sáng chế ở dạng hoặc các dạng được mô tả ở đây. Trong phần mô tả chi tiết sáng chế ở trên, ví dụ, các đặc điểm khác nhau của sáng chế được ghép chung vào trong một hoặc nhiều phương án, kết cấu hoặc khía cạnh để thuận lợi khi mô tả. Các đặc điểm của các phương án, các kết cấu hoặc các khía cạnh của sáng chế có thể được kết hợp trong các phương án, các kết cấu hoặc các khía cạnh sửa đổi khác so với các phương án, các kết cấu hoặc các khía cạnh đã được mô tả ở trên. Phương pháp này theo sáng chế không được giải thích là phản ánh ý tưởng của sáng chế mà sáng chế đòi hỏi nhiều đặc điểm hơn được mô tả rõ ràng như trong các điểm yêu cầu bảo hộ. Ngoài ra, như các điểm yêu cầu bảo hộ sau đây phản ánh, các khía cạnh sáng tạo nằm ở ít hơn tất cả các đặc điểm của phương án, kết cấu hoặc khía cạnh đã được bộc lộ ở trên. Do đó, các điểm yêu cầu bảo hộ sau đây được kết hợp ở vào trong phần mô tả chi tiết sáng chế, với mỗi điểm là một phương án ưu tiên riêng biệt của sáng chế.

Ngoài ra, cả phần mô tả của sáng chế bao gồm phần mô tả một hoặc nhiều phương án, kết cấu hoặc các khía cạnh và các biến thể và sửa đổi nhất định, các biến thể, sự kết hợp và các sửa đổi khác đều thuộc phạm vi của sáng chế, ví dụ, như có thể thuộc phạm vi hiểu biết của người có trình độ trung bình trong lĩnh vực tương ứng, sau khi hiểu rõ phần mô tả bộc lộ ở trên. Điều này được dự định nhằm đạt được quyền bảo hộ bao gồm các phương án, các kết cấu hoặc các khía cạnh khác nhau của các mở rộng bao gồm các kết cấu, các chức năng, phạm vi hoặc các bước khác, có thể thay thế cho nhau và/hoặc tương tự trong các điểm yêu cầu bảo hộ, mặc dù kết cấu, các chức năng, phạm vi hoặc các bước khác, có thể thay thế cho nhau và/hoặc tương tự không được bộc lộ ở đây, và không dành cho đối tượng nào của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình tách nguyên liệu sulfua chứa kim loại có giá trị bao gồm các bước:

chuẩn bị nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão chứa ít nhất một loại khoáng vật trong số các khoáng vật đồng sulfua và molybden sulfua làm nguyên liệu sulfua chứa kim loại có giá trị, trong đó nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão bao gồm:

i) một hoặc nhiều loại nước trong số nước lợ và nước mặn; và

ii) khoáng vật sulfua đá mạch chứa pyrit;

sục khí, với khí chứa oxy phân tử, vào nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão để tạo ra nguyên liệu vào dạng bùn nhão đã được sục khí;

sau đó cho nguyên liệu vào dạng bùn nhão đã được sục khí tiếp xúc với chất phản ứng sulfoxy để tạo ra nguyên liệu vào dạng bùn nhão đã được xử lý; và

tuyển nổi các nguyên liệu vào dạng bùn nhão đã được xử lý để tạo ra quặng tuyển bao gồm ít nhất là hầu hết khoáng vật của ít nhất một trong số các khoáng vật đồng sulfua và molybden sulfua trong nguyên liệu vào dạng bùn nhão đã được sục khí và quặng đuôi chứa khoáng vật sulfua đá mạch trong nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão đã được sục khí.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó trước bước tuyển nổi, nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão không được tiếp xúc với khí không có tính oxy hóa được tạo ra từ bên ngoài để làm giảm hàm lượng oxy phân tử hòa tan của nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão.

3. Quy trình theo điểm 1, trong đó ít nhất một trong số đồng sulfua và molybden sulfua là đồng sulfua và trong đó ít nhất khoảng 50 g/t chất phản ứng sulfoxy được bổ sung vào nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão.

4. Quy trình theo điểm 1, trong đó bước tuyển nổi là tuyển nổi làm sạch, trong đó nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão là quặng tuyển thô của quá trình tuyển nổi thô, trong đó ít nhất một trong số đồng sulfua và molybden sulfua là đồng sulfua, trong đó nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão không tiếp xúc với chất phản ứng sulfoxy trước quá trình tuyển nổi thô, và trong đó quặng tuyển thô phải trải qua quá trình nghiền nhỏ thứ cấp trước bước tuyển nổi, trong đó

nguyên liệu vào đã được xử lý có độ pH nhỏ hơn độ pH 8, và trong đó chất phản ứng sulfoxy được tiếp xúc với nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị trong suốt quá trình nghiền nhỏ thứ cấp và sau khi sục khí.

5. Quy trình theo điểm 1, trong đó nguyên liệu vào dạng bùn nhão đã được sục khí có hàm lượng oxy phân tử hòa tan lớn hơn 2 ppm trong bước tiếp xúc sau đó và trong đó chất phản ứng sulfoxy là một hoặc nhiều chất trong số các sulfite, bisulfite và metabisulfite của amoni, hydro, kiềm hoặc kiềm thổ, trong đó nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão không được điều chỉnh độ pH trước và trong quá trình tuyển nổi, trong đó một hoặc nhiều loại nước trong số nước lợ và nước mặn có ít nhất một trong số các độ mặn khoảng 0,01% hoặc lớn hơn và tổng lượng chất rắn hòa tan ít nhất khoảng 10.000 mg/l và trong đó việc tuyển nổi được thực hiện ở độ pH tự nhiên của nguyên liệu vào dạng bùn nhão đã được xử lý.

6. Quy trình theo điểm 1, trong đó một hoặc nhiều loại nước trong số nước lợ và nước mặn có ít nhất một trong số các độ mặn khoảng 0,01% hoặc lớn hơn và tổng lượng chất rắn hòa tan ít nhất khoảng 10.000 mg/l.

7. Quy trình theo điểm 6, trong đó ít nhất một trong số đồng sulfua và molybden sulfua là đồng sulfua, và khoáng vật sulfua thứ hai là khoáng vật sắt sulfua, trong đó khoáng vật sắt sulfua là ít nhất một loại trong số marcasit, arsenopyrit, và pyrrhotit, trong đó bước tuyển nổi là tuyển nổi làm sạch, trong đó chất phản ứng sulfoxy được bổ sung vào dung dịch có nguồn gốc từ nguyên liệu vào dạng bùn nhão đã được sục khí trong quá trình nghiền, trong đó quá trình nghiền thuộc quy trình nghiền lại, trong đó nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị là quặng tuyển thô của quá trình tuyển nổi thô, trong đó nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị không tiếp xúc với chất phản ứng sulfoxy trước khi tuyển nổi thô, và trong đó hơn 200 g/t chất phản ứng sulfoxy được bổ sung vào nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị.

8. Quy trình theo điểm 6, trong đó trước bước tuyển nổi, nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão không được tiếp xúc với khí không có tính oxy hóa được tạo ra từ bên ngoài để làm giảm hàm lượng oxy phân tử hòa tan của nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão.

9. Quy trình theo điểm 6, trong đó ít nhất một trong số đồng sulfua và molybden sulfua là đồng sulfua, trong đó khoáng vật sulfua thứ hai chứa kim loại có giá trị khác ngoài

đồng và molypden, trong đó nguyên liệu vào dạng bùn nhão đã được sục khí là ít nhất một phần của nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão, trong đó ít nhất khoảng 100 g/t chất phản ứng sulfoxy được bổ sung vào nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị, và trong đó hàm lượng oxy phân tử hòa tan của khoáng vật dạng bùn nhão đã được sục khí ít nhất là khoảng 5 ppm.

10. Quy trình theo điểm 6, trong đó hàm lượng oxy phân tử hòa tan của nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão trong suốt bước tiếp xúc lớn hơn 2 ppm.

11. Quy trình theo điểm 6, trong đó ít nhất một trong số đồng sulfua và molypden sulfua là đồng sulfua, trong đó khoáng vật sulfua thứ hai chứa kim loại có giá trị khác ngoài đồng và molypden, trong đó chất phản ứng sulfoxy là một hoặc nhiều chất trong số các hợp chất sulfit, bisulfit, và metabisulfit của amoni, hydro, kim loại kiềm hoặc kim loại kiềm thổ, trong đó ít nhất khoảng 50 g/t chất phản ứng sulfoxy được bổ sung vào khoáng vật chứa kim loại có giá trị, và trong đó nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão không có sự điều chỉnh độ pH trước và trong khi tuyển nổi.

12. Quy trình theo điểm 6, trong đó nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão và nguyên liệu vào dạng bùn nhão đã được sục khí không có sự điều chỉnh độ pH trước khi tuyển nổi, trong đó ít nhất một trong số đồng sulfua và molypden sulfua là đồng sulfua, trong đó nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão còn bao gồm khoáng vật đá mạch chứa sulfua, trong đó khoáng vật đá mạch chứa sulfua ít nhất là một trong số các khoáng vật marcasit, arsenopyrit, và pyrrhotit, trong đó quặng thải còn bao gồm khoáng vật đá mạch chứa sulfua và, trong đó nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão và nguyên liệu vào dạng bùn nhão đã được sục khí ở độ pH tự nhiên, trong đó trước bước tuyển nổi, nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão không được tiếp xúc với khí không có tính oxy hóa được tạo ra từ bên ngoài để làm giảm hàm lượng oxy phân tử hòa tan trong nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão, và trong đó nguyên liệu vào dạng bùn nhão đã được sục khí có độ pH thấp hơn pH 8,5.

13. Quy trình theo điểm 6, trong đó ít nhất một trong số đồng sulfua và molypden sulfua là đồng sulfua, trong đó nguyên liệu vào đã được sục khí có độ pH thấp hơn pH 8,5, trong đó hàm lượng oxy phân tử hòa tan của nguyên liệu vào đã được sục khí trong suốt bước tiếp xúc là nhiều hơn 2 ppm, bước tuyển nổi là tuyển nổi làm sạch,

trong đó chất phản ứng sulfoxy được bổ sung vào dung dịch có nguồn gốc từ nguyên liệu vào trong quá trình nghiền, trong đó quá trình nghiền là quy trình nghiền lại, trong đó nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão là quặng tuyển thô của quá trình tuyển nổi thô, và trong đó nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão không tiếp xúc với chất phản ứng sulfoxy trước khi tuyển nổi thô, trong đó chất phản ứng sulfoxy là một hoặc nhiều chất trong số các hợp chất sulfit, bisulfit, và metabisulfit của amoni, hydro, kim loại kiềm hoặc kim loại kiềm thổ, trong đó nhiều hơn 100 g/t chất phản ứng sulfoxy được bổ sung vào nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị, và trong đó nguyên liệu vào chứa kim loại có giá trị dạng bùn nhão không có sự điều chỉnh độ pH trước và trong khi tuyển nổi.

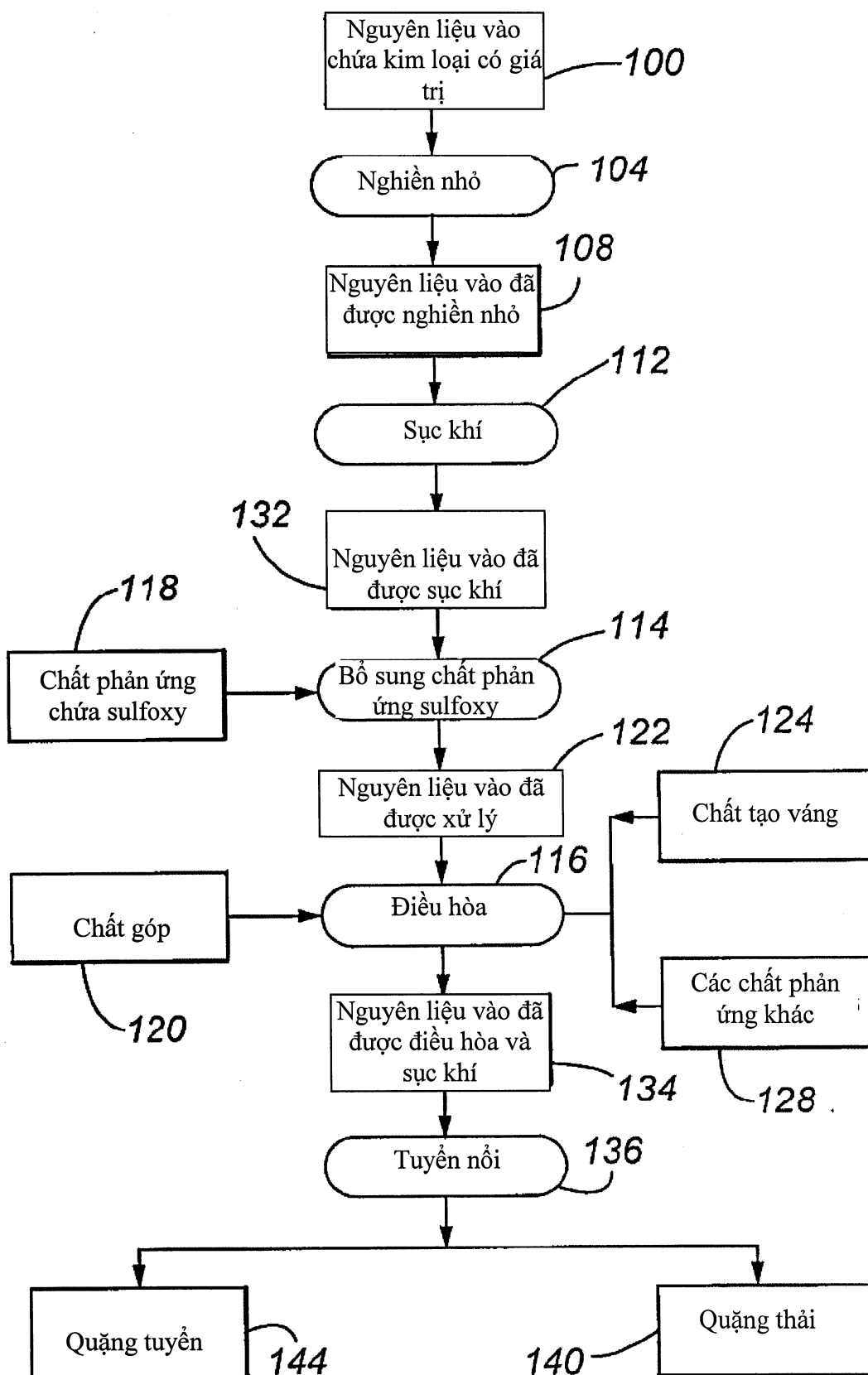


Fig.1

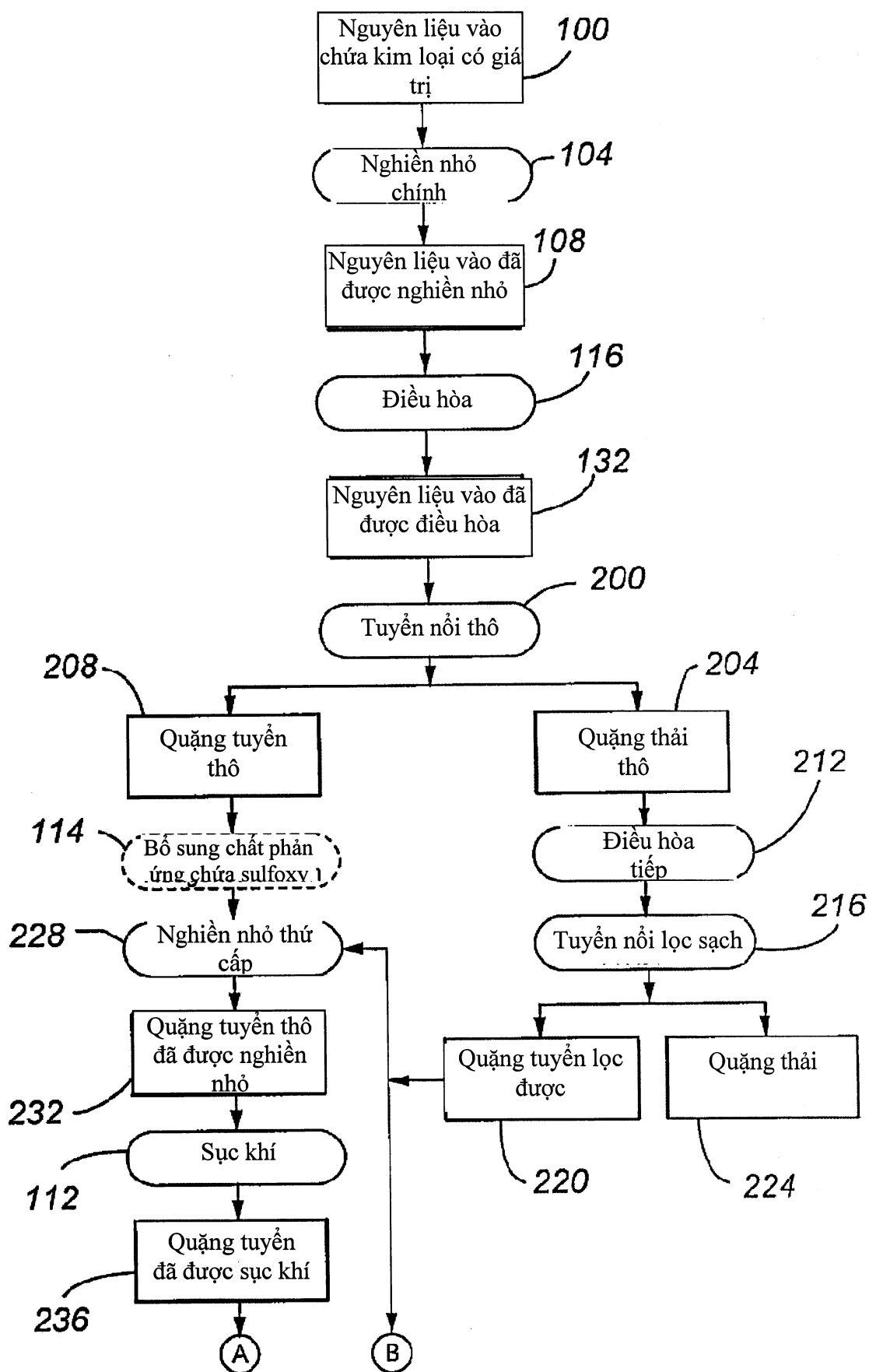


Fig.2A

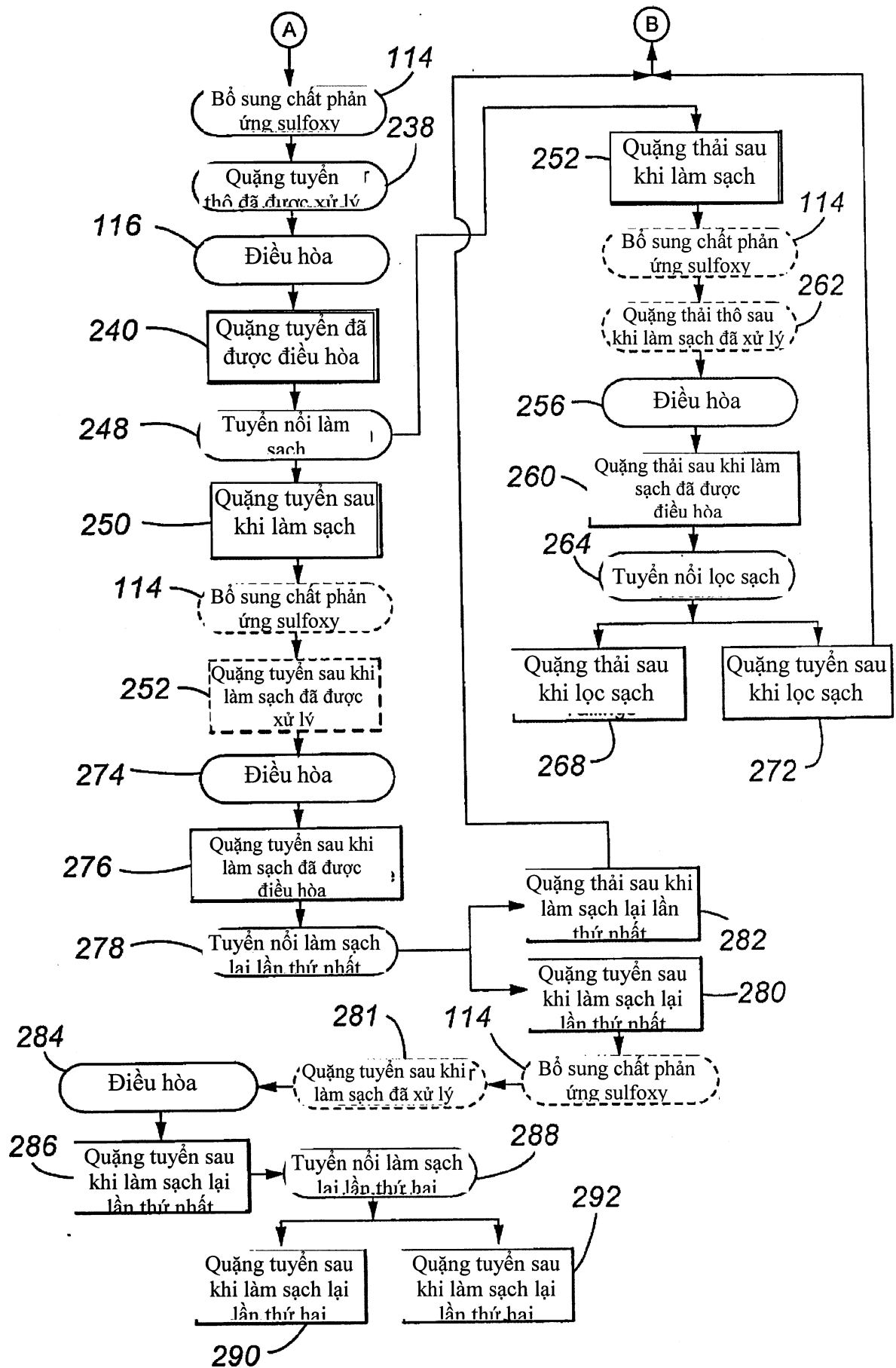


Fig.2B

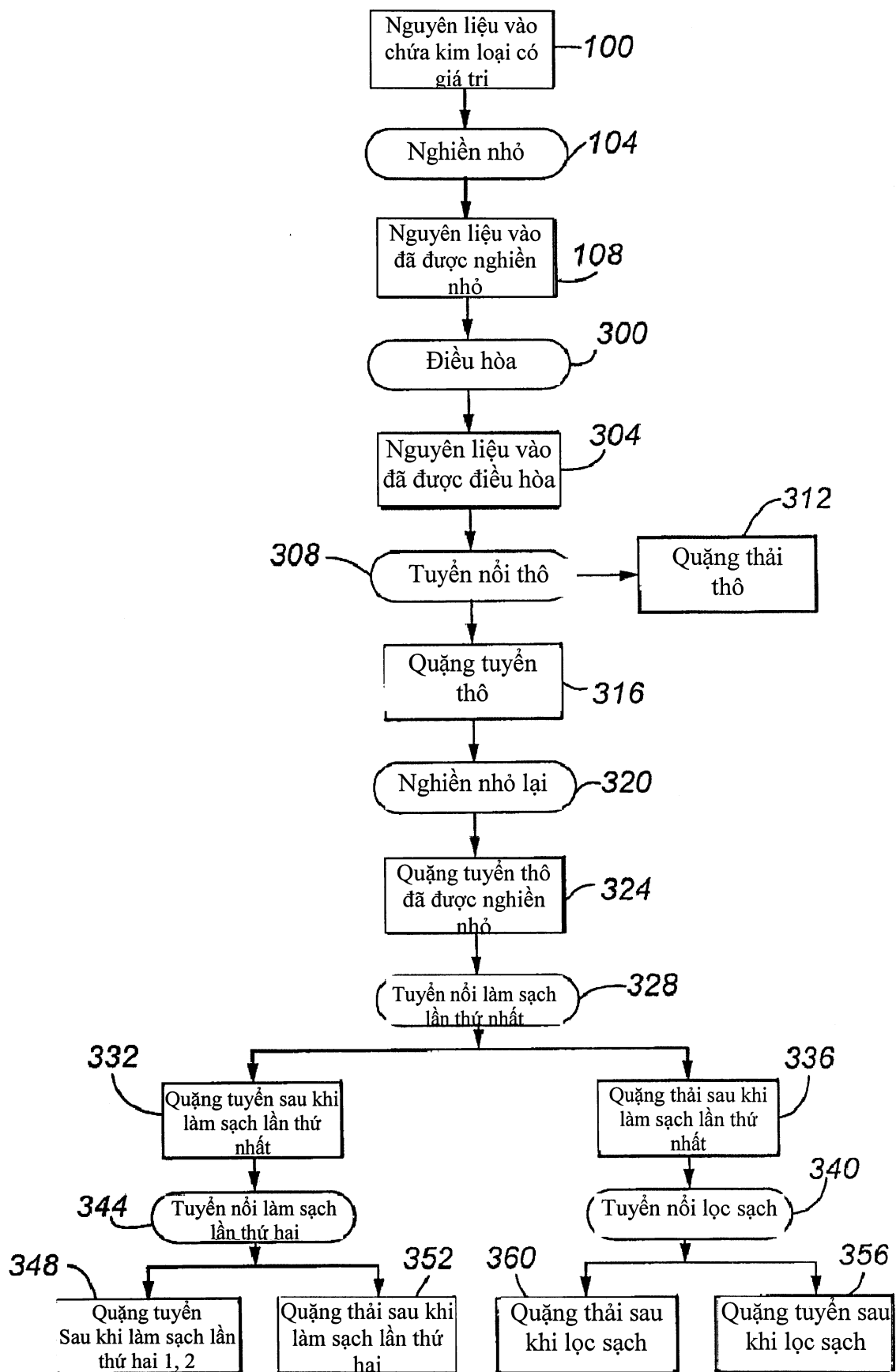
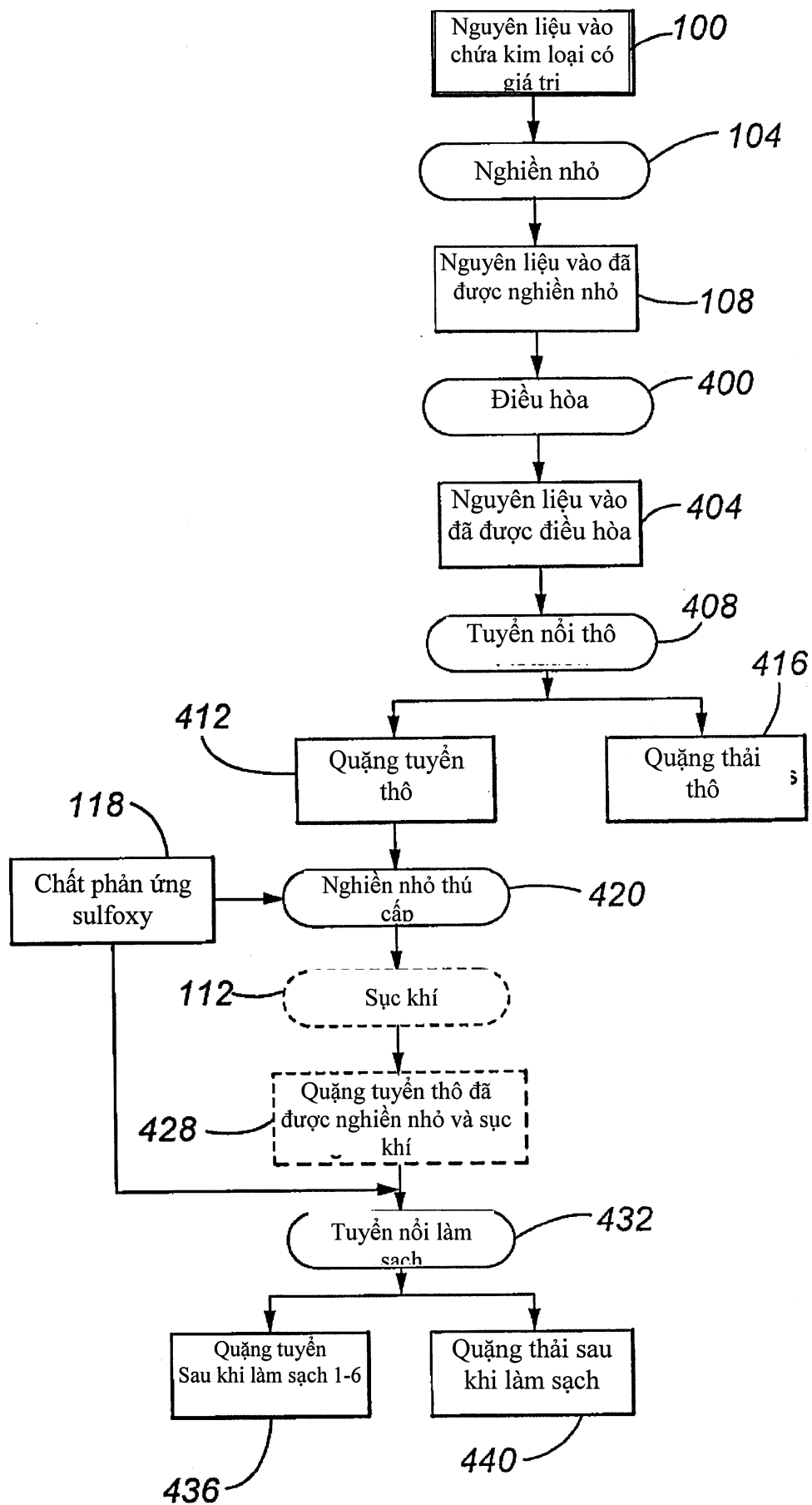


Fig.3



Fig,4

Đường cong hạng quặng/mức thu hồi đồng đối với các mô hình chất phản ứng tuyển nổi khác nhau trong nước máy

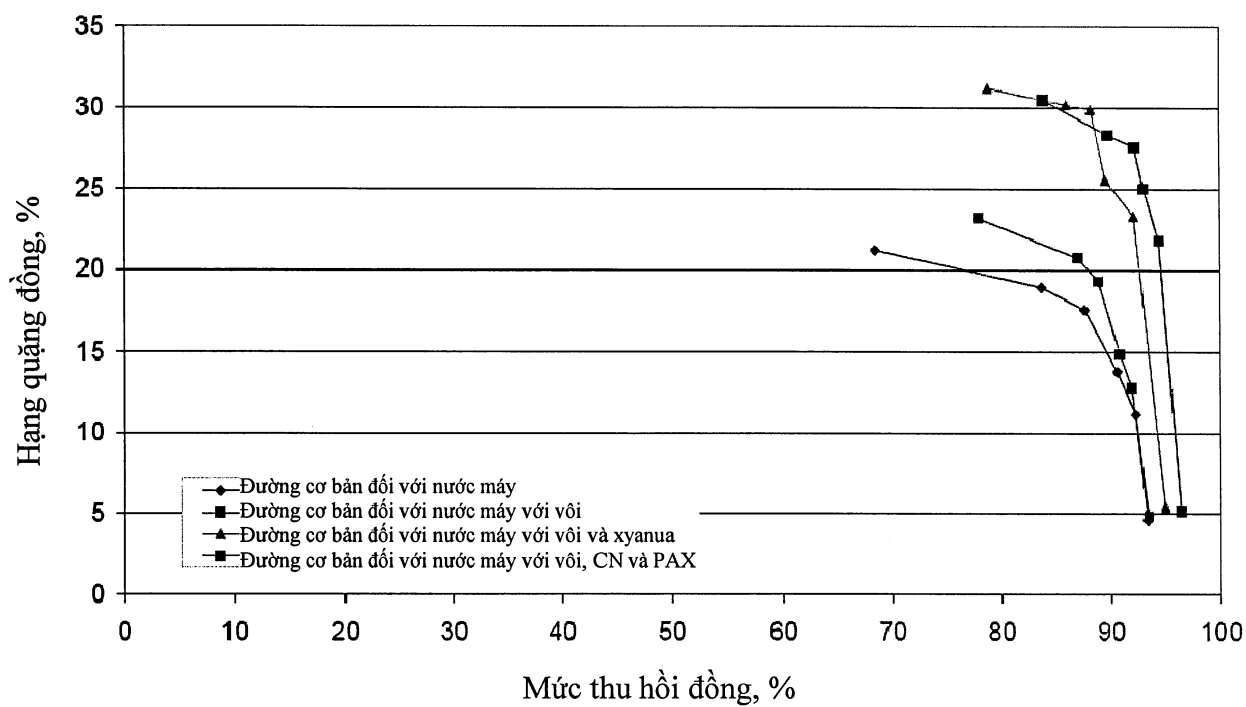


Fig.5

Đường cong hạng quặng/mức thu hồi đồng đối với các mô hình chất phản ứng tuyển nổi khác nhau trong nước mặn

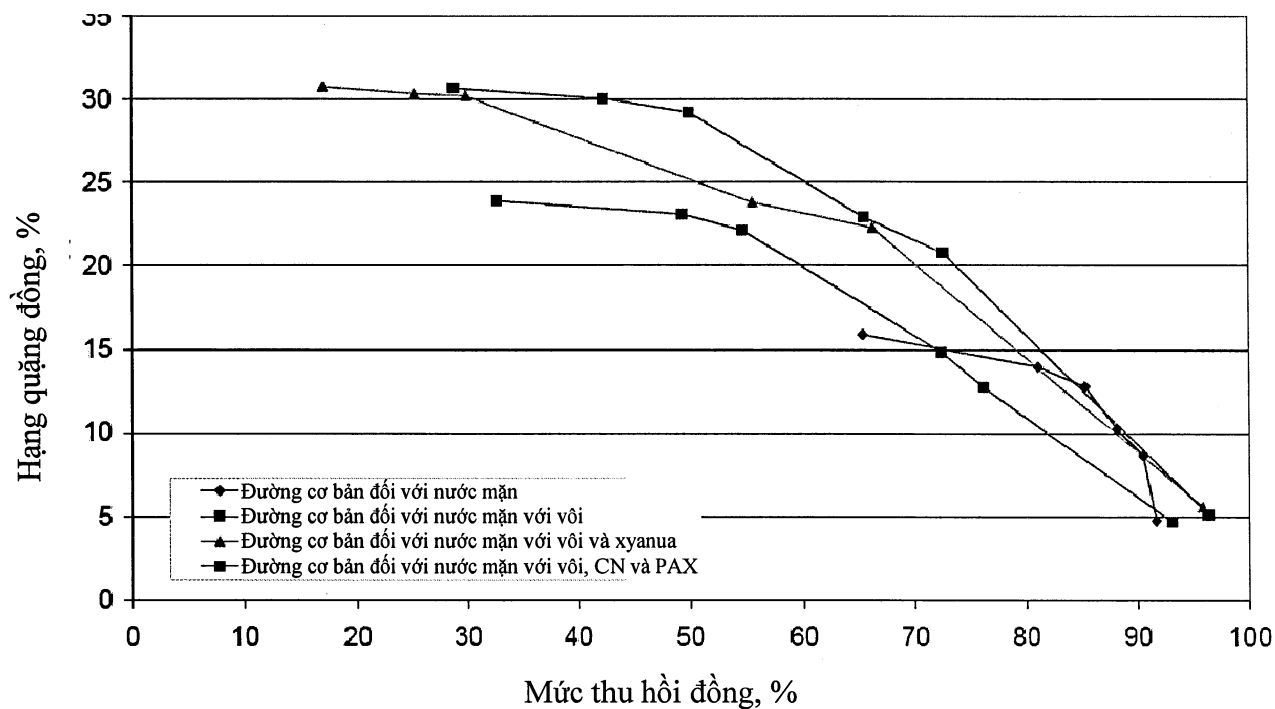


Fig.6

Đường cong hạng quặng/mức thu hồi đồng đối với các mô hình chất phản ứng tuyển nổi khác nhau trong nước máy, bổ sung MBS có hoặc không sục khí

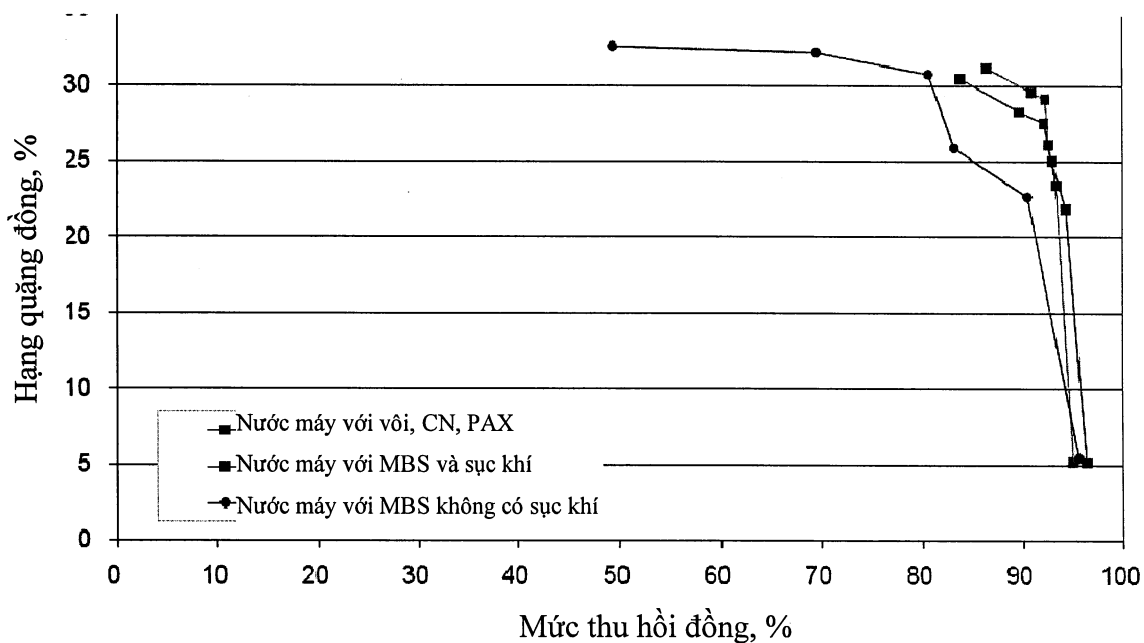


Fig.7

Đường cong hạng quặng/mức thu hồi đồng đối với các mô hình chất phản ứng tuyển nổi khác nhau trong nước mặn, bổ sung MBS có hoặc không sục khí

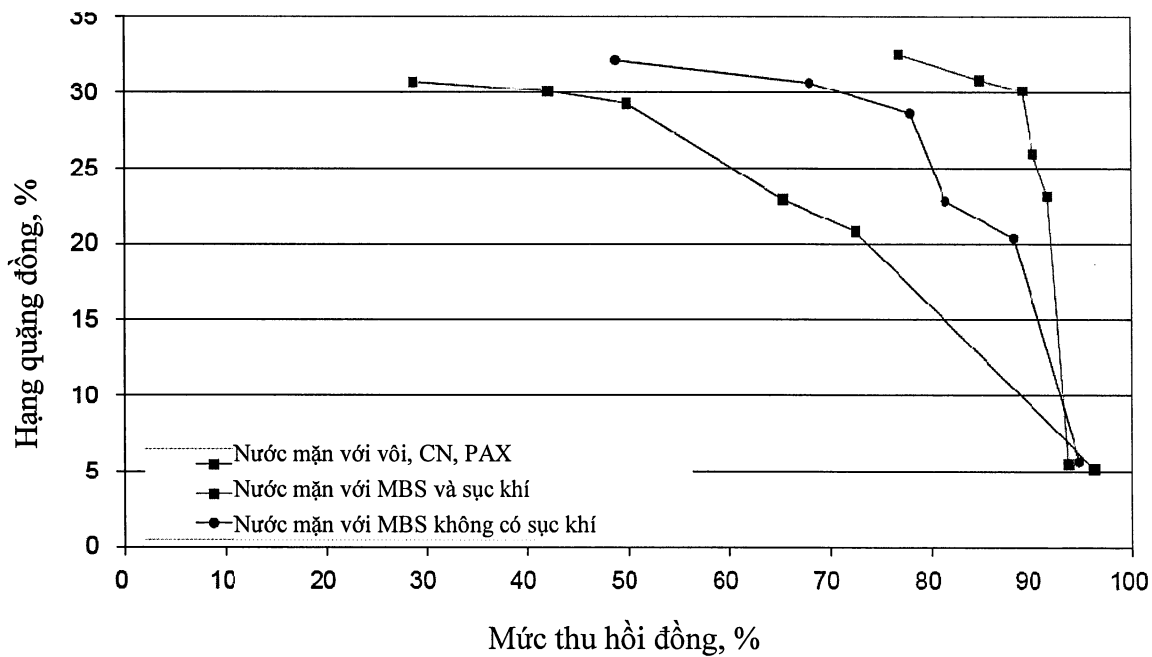


Fig.8

Đường cong hạng quặng/mức thu hồi đồng trong nước mặn và nước máy với MBS có và không có sục khí sau khi bổ sung MBS

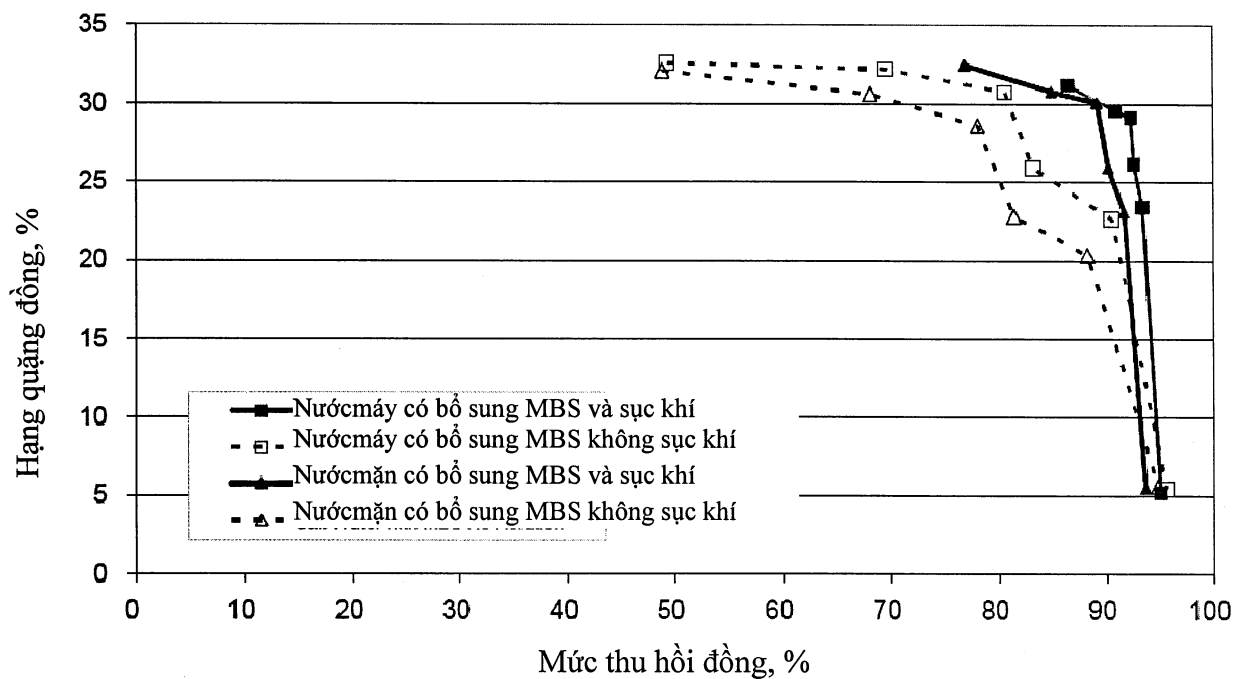


Fig.9

Đường cong hạng quặng/mức thu hồi đồng trong nước tại chỗ và nước máy với MBS có và không có sục khí sau khi bổ sung MBS

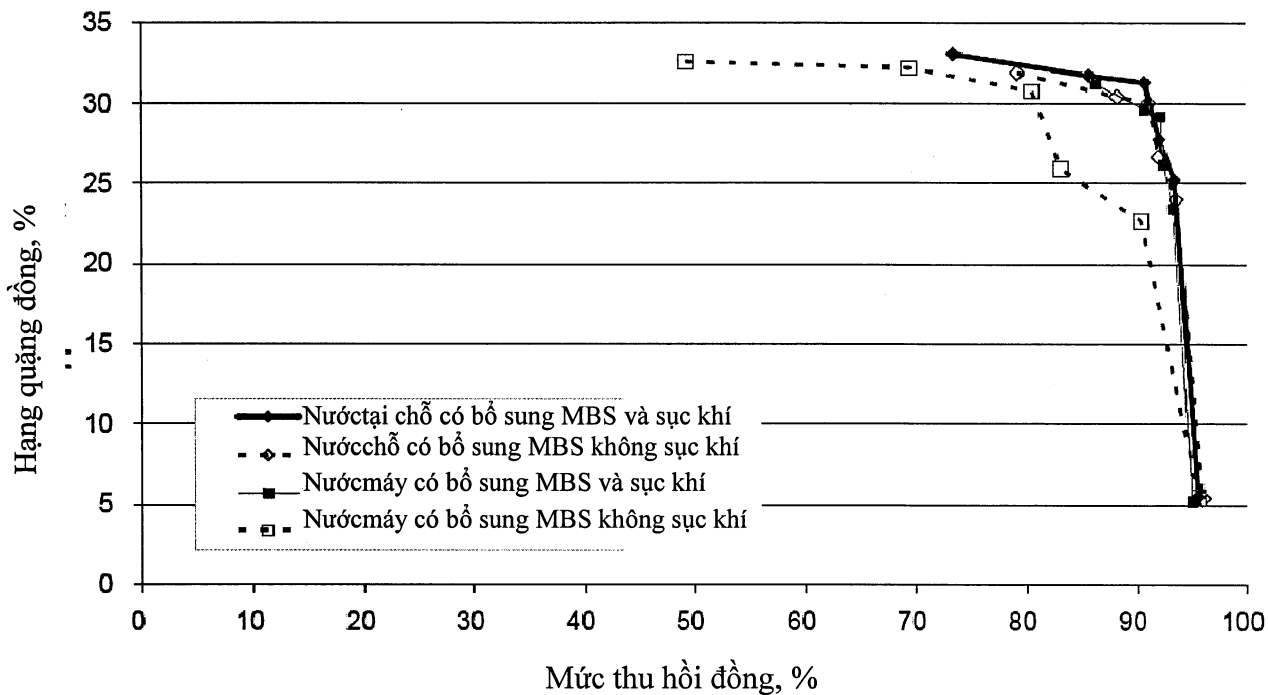


Fig.10