



(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)



1-0032638

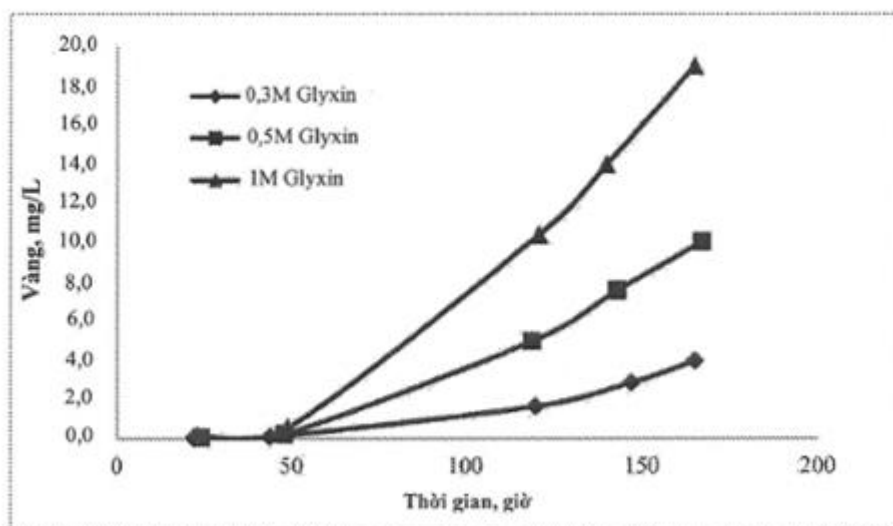
(51)⁷ C22B 11/00; C22B 3/12; C22B 15/00

(13) B

(21) 1-2016-00849 (22) 04/09/2014
(86) PCT/AU2014/000877 04/09/2014 (87) WO 2015/031943 12/03/2015
(30) 2013903380 04/09/2013 AU; 2014902389 23/06/2014 AU
(45) 25/07/2022 412 (43) 27/06/2016 339A
(73) CURTIN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (AU)
Kent Street, Bentley, Western Australia 6102, Australia
(72) EKSTEEN, Jacobus Johannes (ZA); ORABY, Elsayed Abdelrady (AU).
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) QUY TRÌNH THU HỒI KIM LOẠI CÓ CHỨA ĐỒNG VÀ/HOẶC KIM LOẠI QUÝ VÀ QUY TRÌNH NGÂM CHIẾT PHÂN ĐOẠN ĐỂ THU HỒI ĐỒNG VÀ KIM LOẠI QUÝ

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình thu hồi kim loại chứa đồng và/hoặc kim loại quý từ nguyên liệu chứa kim loại, trong đó quy trình này bao gồm các bước: ngâm chiết nguyên liệu chứa kim loại với dung dịch ngâm chiết kiềm và axit amin hoặc dẫn xuất của chúng để tạo ra nước ngâm chiết chứa kim loại; và chiết kim loại từ nước ngâm chiết này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình thu hồi kim loại được chọn từ đồng và kim loại quý từ các nguyên liệu chứa đồng và/hoặc kim loại quý. Quy trình này có thể được sử dụng để thu hồi kim loại từ quặng, tinh quặng hoặc quặng đuôi, hoặc từ các nguyên liệu chứa kim loại khác bao gồm đồ nữ trang, phế liệu điện tử và các phế liệu khác. Quy trình này có thể đặc biệt hữu dụng trong lĩnh vực ngâm chiết quặng, tinh quặng hoặc quặng đuôi hàm lượng thấp theo phương pháp ngâm chiết tách đồng hoặc ngâm chiết tại chỗ.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “kim loại quý” dùng để chỉ vàng, bạc và kim loại nhóm platin: ruteni, rođi, paladi, osimi, iridi, và platin. Tuy nhiên, trong số các kim loại quý này, quy trình này có thể có tính ứng dụng cao trong việc thu hồi vàng và/hoặc bạc, và do đó phần trình bày dưới đây sẽ tập trung vào hai kim loại quý này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc thu hồi đồng và/hoặc kim loại quý thường được tiến hành bằng các quy trình thủy luyện. Các loại thuốc tuyển khác nhau đã được sử dụng để ngâm chiết đồng và/hoặc kim loại quý. Nhiều loại thuốc tuyển này có các đặc tính bất lợi, như độc hại, đắt đỏ, thiếu tính chọn lọc và tốc độ chiết thấp, như được trình bày chi tiết dưới đây.

Kim loại quý

Trong quy trình ngâm chiết các kim loại quý như vàng và/hoặc bạc, dung dịch ngâm chiết bao gồm xyanua, thiosulfat, thioxyanat, halogenua và halogen (như clorua, bromua và iotua và clo, brom và iot) và thioure. Trong số các loại dung dịch ngâm chiết này, xyanua vẫn là thuốc tuyển phổ biến nhất được ứng dụng trên quy mô công nghiệp đối với quặng vàng và quặng vàng - bạc, mặc dù hệ thống thiosulphat amoniac đồng đã được vận hành tại một số địa điểm xử lý và khai thác vàng trên quy mô công nghiệp kể từ năm 2012. Halogenua (cụ thể là clo và clorua) thường được sử

dụng trong quy trình tinh luyện cuối cùng của vàng thỏi và vàng doré (hợp kim vàng và bạc) có lẫn tạp chất. Ngoài ra, thủy ngân kim loại nguy hiểm đối với môi trường và có độc tính cao vẫn thường được sử dụng bởi nhiều công nhân mỏ thủ công. Mặc dù là thuốc tẩy ngâm chiết (dung dịch ngâm chiết) mạnh, nhưng việc sử dụng natri xyanua, và xyanua của các kim loại kiềm (như kali) và kim loại kiềm thổ (như canxi) khác, tất cả các chất này được gọi là “Xyanua”, đặt ra hàng loạt thách thức, chủ yếu là độ độc hại của nó, các hạn chế về mặt quản lý, dấu vết cacbon lớn và tính chọn lọc thấp đối với quặng hàm lượng thấp. Đặc biệt là rất khó giải quyết đối với quặng vàng có hàm lượng đồng cao và/hoặc bạc cao do đồng thường có nồng độ gấp khoảng 1000 lần so với nồng độ vàng (nồng độ bạc thường là gấp khoảng từ 5 đến 50 lần so với nồng độ vàng), dẫn đến việc tiêu thụ quá nhiều xyanua, và phải loại bỏ xyanua đang có đối với quy trình ngâm chiết vàng. Xyanua cũng là thuốc tẩy đắt đỏ cho nên việc sử dụng chất này đối với các kim loại có giá trị thấp như đồng (và giá trị ít hơn như thế, đối với bạc) sẽ là không kinh tế, không chỉ đối với quy trình ngâm chiết, mà còn tác động đến các công đoạn phía sau (ví dụ, cạnh tranh với vàng trong quá trình hút bám vào than hoạt tính, tách rửa và xử lý chất thải). Ngoài ra nó còn tạo ra các xyanua có thể phân ly trong axit yếu (WAD), các xyanua này cần có các quy trình thu hồi hoặc giải độc/phân hủy xyanua.

Các dung dịch ngâm chiết hiện tại thay thế được cho xyanua cũng đặt ra nhiều thách thức. Mặc dù natri thiosulphat là đối thủ chính của xyanua để làm dung dịch ngâm chiết cho vàng, nhưng nó rất đắt đỏ, và cần có đồng bổ sung (dưới dạng Cu^{2+}) làm chất oxy hóa (nếu không có sẵn trong quặng vàng) và amoniac dễ bay hơi và độc để làm ổn định hệ thống ngâm chiết. Và hợp chất này chỉ có thể áp dụng cho một lượng hạn chế quặng vàng. Hơn nữa, cũng không thể sản xuất được trên quy mô kinh tế tại hiện trường, do cần có quy trình phân tách phức tạp sau đó và hợp chất này không phân hủy sinh học được.

Các thách thức chủ yếu của dung dịch ngâm chiết vô cơ thay thế được đưa ra dưới đây:

Dung dịch ngâm chiết	Các đánh giá
Natri thioxyanat trong môi trường axit	Độ hòa tan thấp của bạc mà thường liên quan đến vàng. Bị ăn mòn do môi trường axit Độc hại Rất ổn định (khả năng phân hủy sinh học kém) Không thể sản xuất được trên hiện trường
Thioure	Gây ung thư và độc hại. Đắt tiền Nguy hiểm đối với môi trường Không thể sản xuất được trên hiện trường
Halogenua (clorua-bromua-iodua)	Vàng bị hạn chế trong tinh quặng tuyển nổi hơn là quặng hàm lượng thấp. Bị ăn mòn và chi phí vốn cao Độ chọn lọc thấp (tính linh động của hầu hết các kim loại). Độ hòa tan thấp của các kim loại quý khác như bạc. Không có khả năng phân hủy sinh học. Phá hủy môi trường.

Đồng

Hiện nay, hơn 20% sản lượng đồng trên thế giới được sản xuất bằng cách sử dụng các quy trình thủy luyện, cụ thể là quy trình điện chiết - chiết bằng dung môi - ngâm chiết tách đồng axit (hoặc ngâm chiết sinh học tách đồng) đối với quặng hàm lượng thấp.

Sự có mặt của các khoáng vật đồng có chứa vàng được biết là dẫn đến nhiều thách thức trong quy trình xyanua hóa quặng vàng, như tiêu thụ xyanua với lượng lớn do sự chiết vàng thấp và các ảnh hưởng không mong muốn đến sự thu hồi vàng trong các quy trình tinh sạch đầu ra. Một quy trình trước đây để xử lý quặng này tập trung vào sự ngâm chiết chọn lọc vàng từ quặng đồng - vàng có chứa amoniacyanua. Tuy nhiên, thành công của quy trình này lại phụ thuộc vào loại quặng. Mặc dù quy trình này có thể có hiệu quả trong việc xử lý quặng được oxy hóa, vẫn nhận thấy rằng việc xử lý quặng sulphidic hoặc chuyển tiếp khiến hiệu suất thu hồi vàng thấp và cần có nồng độ thuốc tuyển cao. Khoáng vật đồng tiêu thụ khoảng 30 kg/t

NaCN đối với mỗi 1% đồng phản ứng có mặt, khiến cho sự xyanua hóa thông thường của quặng đồng - vàng hoặc tinh quặng trở nên không kinh tế. Hơn nữa, cả xyanua và amoniac đều có ảnh hưởng bất lợi đối với môi trường.

Trong số các khoáng vật đồng sulphit, thì chalcopyrit là khó ngâm chiết nhất trong môi trường axit (axit sulfuric, một mình hoặc kết hợp với axit clohydric hoặc nitric, hoặc kết hợp với ngâm chiết sinh học), đây là quy trình thủy luyện thường dùng để chiết đồng, trong khi đó quy trình nhiệt luyện để chiết được đồng ở nhiệt độ đủ cao thì lại cho hiệu suất thu hồi đồng thấp. Các lớp thụ động hóa khác nhau đã được ghi nhận là tạo ra phụ thuộc vào các điều kiện ngâm chiết, các lớp này làm chậm lại đáng kể phản ứng ngâm chiết, hoặc ngăn chặn phản ứng này tiếp diễn, tùy thuộc vào bản chất bề mặt của chalcopyrit và các điều kiện ngâm chiết hóa học cụ thể được sử dụng. Trong quặng vàng - đồng, chalcopyrit ngâm chiết chậm góp phần vào sự tiêu thụ xyanua và, trong một số trường hợp, là sự hút giữ vàng.

Có nhiều mỏ đồng-vàng lớn ở Úc và vùng Châu Á - Thái Bình Dương. Những nhà máy này sản xuất tinh quặng đồng - vàng và vận chuyển chúng qua đường biển để nấu chảy đồng và thu hồi vàng từ bùn anôt (ví dụ, Telfer, Mt Carlton, Boddington và Cadia Valley, v.v.). Tuy nhiên, việc tăng hàm lượng pyrit chứa vàng và pyrit arsenic chứa vàng trong quặng đồng sẽ tạo ra tinh quặng đồng hàm lượng thấp. Ngoài ra, sự có mặt của các giới hạn về asen trong quá trình thu hồi khối tuyển nổi của tinh quặng giàu chalcopyrit là để cho phần lớn vàng được thu hồi bằng trọng lực và ngâm chiết các đuôi quặng tuyển nổi. Việc vận chuyển tinh quặng hàm lượng thấp qua đường biển thường không kinh tế. Do đó, quy trình thay thế để thu hồi đồng và/hoặc vàng từ quặng hàm lượng thấp này hoặc quặng khó thu hồi sẽ rất hữu ích.

Do đó cần đến quy trình thu hồi kim loại thay thế mà sử dụng dung dịch ngâm chiết rẻ và không gây hại đối với môi trường để thu hồi kim loại quý và/hoặc đồng. Hiện cũng đang cần có quy trình thân thiện với môi trường có chi phí (vận hành và vốn) thấp như phương pháp chiết thay thế đối với đồng và/hoặc kim loại quý. Hiện cũng đang cần có quy trình thu hồi thân thiện với môi trường có thể được sử dụng để ngâm chiết đồng và/hoặc vàng và/hoặc bạc thông qua việc ngâm chiết tại chỗ, ngâm chiết tại hiện trường, ngâm chiết tách đống hoặc ngâm chiết trong bể của tinh quặng

hoặc khoáng vật. Cũng cần có quy trình thân thiện với môi trường và hiệu quả để thu hồi có chọn lọc đồng từ quặng đồng/kim loại quý và tinh quặng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất quy trình thu hồi kim loại chứa đồng và/hoặc kim loại quý từ nguyên liệu chứa kim loại, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

- ngâm chiết nguyên liệu chứa kim loại với dung dịch ngâm chiết kiềm và axit amin hoặc dẫn xuất của chúng để tạo ra nước ngâm chiết chứa kim loại; và
- chiết kim loại từ nước ngâm chiết này.

Quy trình này có thể bao gồm bước ngâm chiết đồng từ nguyên liệu chứa đồng.

Theo cách khác, quy trình này có thể bao gồm bước ngâm chiết đồng từ nguyên liệu chứa đồng và kim loại quý.

Theo cách khác, quy trình này có thể bao gồm bước ngâm chiết đồng và kim loại quý từ nguyên liệu chứa đồng và kim loại quý.

Theo cách khác, quy trình này có thể bao gồm bước ngâm chiết kim loại quý từ nguyên liệu chứa đồng và kim loại quý.

Theo cách khác, quy trình này có thể bao gồm bước ngâm chiết kim loại quý từ nguyên liệu chứa kim loại quý.

Sáng chế đề xuất dung dịch ngâm chiết kiềm để sử dụng trong quy trình nêu trên có chứa axit amin và/hoặc dẫn xuất của chúng, và có độ pH ít nhất là 9. Theo một phương án, độ pH ít nhất là 10.

Các loại chất kiềm trong dung dịch ngâm chiết có thể bao gồm một hoặc nhiều loại được chọn từ nhóm bao gồm vôi tôi (canxi hydroxit), natri hydroxit (natri hydroxit), potat kiềm (kali hydroxit), soda khan (natri cacbonat) hoặc amoniac/amoni hydroxit.

Dung dịch ngâm chiết kiềm có thể chứa chất oxy hóa. Sự có mặt của chất oxy hóa này được nhận thấy là đặc biệt có lợi khi quy trình này được sử dụng để thu hồi kim loại quý. Chất oxy hóa có thể là khí oxy hóa, như oxy hoặc không khí, hoặc

peroxit, như hydro peroxit và/hoặc canxi peroxit, hoặc các chất oxy hóa khác như mangan đioxit.

Theo một phương án, nguyên liệu chứa kim loại bao gồm quặng, tinh quặng hoặc quặng đuôi. Quặng hoặc tinh quặng có thể là một hoặc nhiều quặng vàng được oxy hóa, sinh phèn hoặc có cacbon. Quặng có thể là hàm lượng thấp hoặc hàm lượng cao.

Theo một phương án, quy trình này được sử dụng để thu hồi kim loại từ quặng hoặc tinh quặng hàm lượng thấp.

Mặc dù phản thảo luận dưới đây tập trung vào việc sử dụng quy trình thu hồi kim loại từ quặng, tinh quặng hoặc quặng đuôi, cần hiểu rằng quy trình này không bị giới hạn ở việc sử dụng này và có thể được sử dụng để thu hồi kim loại từ các nguồn khác như nguyên liệu tái chế, bột, phế liệu điện tử, đồ nữ trang, phế liệu v.v..

Như được lưu ý trước đây, các dung dịch ngâm chiết chính trong dung dịch ngâm chiết là thuốc tẩy thân thiện với môi trường, như axit amin tùy ý cùng với chất oxy hóa như hydro peroxit.

Dung dịch ngâm chiết bao gồm một hoặc nhiều axit amin hoặc dẫn xuất của chúng. Axit amin có thể bao gồm alpha axit amin. Axit amin có thể bao gồm một hoặc nhiều loại được chọn từ nhóm bao gồm Glyxin, Histidin, Valin, Alanin, Phenylalanin, Cystein, axit Aspartic, axit Glutamic, Lysin Methionin, Serin, Threonin và Tyrosin.

Theo một phương án, axit amin là glyxin. Glyxin là một axit amin đơn giản mà dễ dàng và không mất nhiều chi phí để sản xuất trên quy mô công nghiệp. Glyxin có nhiều ưu điểm hơn so với nhiều dung dịch ngâm chiết khác: nó là thuốc tẩy ổn định và an toàn với môi trường, lại còn có thể phân hủy được bằng enzym và được chuyển hóa dễ dàng trong hầu hết các sinh vật sống. Do tác dụng tạo phức hợp của nó, nên glyxin cũng có thể tăng cường độ hòa tan tương ứng của các kim loại quý và đồng trong dung dịch glyxin trong nước hiện nay được sản xuất ở các mức tương đương, với mức giá tương đối, hoặc rẻ hơn so với, natri xyanua. Không mong muốn bị ràng buộc bởi lý thuyết, nhận thấy rằng glyxin tạo ra phức bền vững với vàng(I) ở

dạng $\text{Au}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO})_2^-$ và với đồng(I) ở dạng $\text{Cu}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO})_2^-$. Hằng số ổn định của vàng với glyxin có độ pH=9 là 18,0 và của đồng với glyxin ở độ pH=9 là 18,9.

Dẫn xuất của axit amin có thể bao gồm peptit, như di hoặc tri-peptit.

Theo một phương án khác, nước ngâm chiết chứa hỗn hợp của hai hoặc nhiều axit amin. Hỗn hợp của các axit amin này có thể bao gồm glyxin và một hoặc nhiều axit amin khác. Ví dụ, hỗn hợp có thể bao gồm glyxin và histidin.

Axit amin có thể được sản xuất thông qua vi khuẩn hoặc thông qua quy trình phi sinh học. Nó có thể thu được thông qua các kênh thương mại thông thường hoặc được sản xuất tại chỗ. Nếu được sản xuất tại chỗ, axit amin có thể được sản xuất riêng lẻ hoặc kết hợp tại vị trí xử lý quặng từ môi trường dinh dưỡng thích hợp bằng các loại vi sinh vật và vi khuẩn, như (nhưng không giới hạn ở):

- *Achromobacter paradoxus*
- *Aeromonas hydrophila*
- *Aeromonas sp.*
- *Bacillus circulans*
- *Bacillus megaterium*
- *Bacillus mesentericus*
- *Bacillus polymyxa*
- *Bacillus subtilis*
- *Bacillus sp.*
- *Candida sp.*
- *Chromobacterium flavum*
- *Penicillium sp.*
- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Pseudomonas liquefaciens*

- *Pseudomonas putida*
- *Pseudomonas sp.*
- *Sarcina flava*

Nồng độ axit amin trong dung dịch ngâm chiết có thể ít nhất là 0,01M, như tối thiểu bằng 0,1M. Theo một phương án, nồng độ tối đa bằng 2M. Nồng độ này sẽ phụ thuộc vào môi trường ngâm chiết cụ thể. Ví dụ, trong ứng dụng ngâm chiết tách đồng, nồng độ có thể tối thiểu bằng 0,01M. Trong ứng dụng ngâm chiết tách đồng, nồng độ tối đa có thể là 0,1M. Theo một phương án khác, như trong ứng dụng ngâm chiết trong thùng, nồng độ này có thể tối đa bằng 1M. Theo một phương án khác về quy trình, nồng độ của axit amin có thể nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1M.

Nhận thấy rằng việc ngâm chiết kim loại sử dụng các axit amin có thể được tăng cường khi có mặt chất oxy hóa trong môi trường kiềm. Nhận thấy rằng chất oxy hóa có thể làm gia tăng mức độ hòa tan đồng ở mức không đáng kể nhưng nó có hiệu quả rõ rệt hơn đến mức độ hòa tan kim loại quý.

Theo một phương án, chất oxy hóa là chất chứa oxy, như hydro peroxit hoặc khí chứa oxy. Các chất oxy hóa khác có thể được cân nhắc là mangan đioxit, kali permanganat, hoặc canxi peroxit. Tuy nhiên, các chất oxy hóa khác (ngoài oxy hoặc hydro peroxit tinh khiết) có thể có hại đối với môi trường và có thể tạo ra các loại kim loại không mong muốn mới.

Hydro peroxit được nhận thấy là có hiệu quả đặc biệt do chi phí của nó thấp và các đặc tính vô hại đối với môi trường (nó phân hủy vào nước). Độ hòa tan của nó cũng tương đối ổn định khi nhiệt độ tăng cao trong quy trình, so với khí chứa oxy (như O₂ hoặc không khí). Lượng peroxit trong dung dịch có thể ít nhất là 0,005% khối lượng, như 0,5% khối lượng hoặc lớn hơn 0,5% khối lượng. Hơn nữa, lượng peroxit được sử dụng sẽ phụ thuộc vào môi trường ngâm chiết: ví dụ, lượng hydro peroxit tối thiểu là 1% khối lượng có thể thích hợp để ngâm chiết trong thùng, và lượng tối thiểu là 0,1% khối lượng đối với các quy trình ngâm chiết tách đồng. Lượng này cũng sẽ phụ thuộc vào kim loại được ngâm chiết. Như được đề cập, sự có mặt của chất oxy hóa như H₂O₂ có thể làm tăng không đáng kể độ tan của đồng. Tuy

nhiên, chất oxy hóa có hiệu quả lớn hơn trong việc hòa tan kim loại quý và nhìn chung, nồng độ peroxit càng cao, thì lượng hòa tan kim loại quý càng lớn. Giới hạn trên thích hợp của peroxit có thể là 5% khối lượng. Theo một phương án, nồng độ peroxit tối đa là 1%. Dung dịch thường có thể được tạo thành từ 30% khối lượng dung dịch nước công nghiệp sẵn có.

Độ pH của dung dịch ngâm chiết hoặc huyền phù đặc là kiềm. Nó có thể có độ pH nằm trong khoảng rộng từ độ pH=6 đến độ pH=13. Dung dịch kiềm như natri hydroxit hoặc vôi tôi có thể được sử dụng để điều chỉnh độ pH của dung dịch ngâm chiết nếu cần. Theo một phương án, độ pH lớn hơn 10. Theo một phương án khác, độ pH là 11 hoặc lớn hơn 11.

Quy trình theo sáng chế có thể được tiến hành trên một phạm vi rộng các điều kiện, như độ pH và Eh. Điều kiện này làm cho quy trình này hiệu quả đối với ngâm chiết tách đồng hoặc ngâm chiết tại chỗ và thậm chí là đối với ngâm chiết trong thùng.

Nước ngâm chiết còn có thể chứa chất xúc tác ngâm chiết. Trong trường hợp ngâm chiết kim loại quý, chất xúc tác có thể bao gồm các loại đồng (đồng(II)). Các loại đồng này tăng cường/thúc đẩy quy trình ngâm chiết các kim loại quý bằng các axit amin. Các loại đồng này có thể đã có mặt ở dạng khoáng vật đồng trong quặng. Đối với quặng kim loại quý không chứa đồng, các loại đồng này có thể được bổ sung vào để tăng cường tốc độ ngâm chiết.

Đồng (II) có thể được sử dụng (hoặc có thể có mặt) với các nồng độ bằng 1mM hoặc lớn hơn. Nồng độ đồng có thể lớn hơn 10mM. Theo một phương án, nồng độ đồng lớn hơn 5mM. Các loại đồng đóng vai trò làm một chất xúc tác, trái ngược với chất oxy hóa, như trong các quy trình thiosulphat ngâm chiết. Do đó, các loại đồng không được tiêu thụ hết trong quy trình này.

Quy trình này có thể được tiến hành ở nhiệt độ môi trường hoặc nhiệt độ cao hơn nhiệt độ môi trường. Quy trình này có thể được tiến hành hiệu quả ở nhiệt độ môi trường khi được sử dụng để thu hồi đồng. Quy trình này có thể được tiến hành ở nhiệt độ tăng cao khi được sử dụng để thu hồi các kim loại quý. Nhiệt độ tăng cao được nhận thấy là đặc biệt có lợi khi quy trình này được sử dụng để thu hồi kim loại quý.

Khi nhiệt độ tăng cao, nhiệt độ có thể tối thiểu bằng 30°C, như ít nhất là 40°C. Nhiệt độ tối đa có thể là điểm sôi của dung dịch. Theo một phương án, quy trình này có thể được tiến hành ở nhiệt độ lên đến 75°C. Nhận thấy rằng thu được các kết quả ngâm chiết tốt ở nhiệt độ lên đến 60°C. Dung dịch ngâm chiết có thể được gia nhiệt đến nhiệt độ mong muốn bằng cách sử dụng kết hợp các phương pháp, hoặc, một trong số các phương pháp là trao đổi nhiệt và gia nhiệt bằng năng lượng mặt trời nước ngâm chiết theo quy trình thông thường.

Khi quy trình này được sử dụng để thu hồi cả đồng và kim loại quý từ nguyên liệu chứa chúng, thì quy trình ngâm chiết phân đoạn nhiều giai đoạn (ví dụ 2 giai đoạn) có thể được sử dụng mà lợi dụng các khác biệt về điều kiện thu hồi tương ứng đối với cả hai loại kim loại. Các khác biệt về điều kiện thu hồi tương ứng có thể bao gồm nhiệt độ khác nhau và/hoặc sự có mặt của chất oxy hóa. Theo một phương án về quy trình ngâm chiết phân đoạn này, đồng có thể được ngâm chiết ở nhiệt độ môi trường và sau đó kim loại quý được ngâm chiết ở nhiệt độ tăng cao. Theo một phương án khác, đồng có thể được ngâm chiết khi không bổ sung hydro peroxit, tiếp đó kim loại quý có thể được ngâm chiết sau khi bổ sung hydro peroxit.

Trong trường hợp khi không có kim loại quý, thì sự hòa tan phân đoạn không quan trọng, chỉ có nhiệt độ tăng cao mới có thể làm tăng tốc độ ngâm chiết đồng từ quặng hoặc tinh quặng.

Quy trình này có thể bao gồm bước xây dựng đồng thái chứa quặng và/hoặc tinh quặng, tiếp đó đưa nước ngâm chiết vào đồng thái. Nước ngâm chiết có thể được đưa vào đồng thái bằng cách chảy nhỏ giọt, phun vào lớp dưới bề mặt, hoặc tưới phun.

Theo cách khác, dịch ngâm chiết có thể bơm vào khối đá được cho nổ trước trong điều kiện áp suất đối với quy trình ngâm chiết tại chỗ hoặc tại hiện trường, hoặc trong bể chứa, hoặc trong thùng khuấy. Như được sử dụng ở đây, quy trình ngâm chiết “tại chỗ” dùng để chỉ quy trình ngâm chiết sử dụng trạng thái xốp tự nhiên của đá. Đối với quy trình ngâm chiết “tại hiện trường”, trạng thái xốp được tăng cường thông qua việc cho nổ có kiểm soát, hoặc cracking dịch lỏng hoặc các phương pháp khác.

Kim loại sau đó được chiết từ nước ngâm chiết. Việc chiết này tạo ra dạng được tinh chế và cô đặc của kim loại. Việc chiết này có thể là bằng cách hấp phụ như bằng hỗn hợp cacbon trong bùn (carbon-in-pulp - CIP), cacbon trong ngâm chiết (carbon-in-leach - CIL), cacbon trong cột (carbon in column - CIC), gắn kết (ví dụ, lên trên bụi kẽm), hoặc bằng phương pháp trao đổi ion (nhựa trong ngâm chiết (Resin-in-ngâm chiết - RIL), nhựa trong bùn (Resin-in-pulp - RIP) và nhựa trong cột (Resin-in-Column - RIC)). Theo cách khác, kim loại có thể được chiết bằng cách chiết bằng dung môi.

Trong trường hợp chiết các kim loại quý, các phức kim loại quý hấp phụ tốt lên than hoạt tính dạng hạt. Hỗn hợp hấp phụ ngâm chiết như cacbon trong bùn (carbon-in-pulp) và cacbon trong ngâm chiết (carbon-in-leach) có thể được áp dụng cho hệ axit amin riêng lẻ hoặc kết hợp. Trong trường hợp sử dụng quy trình hấp phụ, quy trình rửa giải vàng thích hợp có thể được chấp nhận để đạt được hiệu quả rửa giải cao. Hệ thống hấp phụ trên cơ sở cacbon thuộc phạm vi kinh nghiệm của gần như tất cả các hoạt động xử lý và khai mỏ vàng trên cơ sở xyanua, nhờ đó khiến cho quy trình hiện tại có thể tương thích với kỹ thuật chiết vàng hiện nay.

Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng phức axit amin-kim loại quý tải nạp thành công lên than hoạt tính từ dung dịch ngâm chiết có hoặc không có chất xúc tác ngâm chiết. Trong trường hợp thu hồi đồng từ dung dịch, thì hiện tượng này có thể xuất hiện thông qua phương pháp chiết bằng dung môi hoặc phương pháp trao đổi ion, sau khi điện chiết.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Mặc dù các dạng bất kỳ khác có thể nằm trong phạm vi của thiết bị và phương pháp như được đưa ra trong phần Bản chất kỹ thuật, nhưng các phương án cụ thể sẽ được mô tả, chỉ bằng cách ví dụ, dựa trên các hình vẽ kèm theo trong đó:

Fig. 1 là biểu đồ thể hiện nồng độ vàng trong dung dịch ngâm chiết ở thời điểm ngâm chiết khác nhau (độ pH=10, nhiệt độ 60°C, peroxit 1% và glyxin 1M).

Fig. 2 là biểu đồ thể hiện mức độ hòa tan vàng trong dung dịch chứa các nồng độ glyxin khác nhau và hydro peroxit 1% ở độ pH=10 và nhiệt độ bằng 60°C.

Fig. 3 là đồ thị theo $\text{Log } (\Delta[\text{Au}]/[\text{Au}]_s)$ so với $\text{Log } t$ đối với dung dịch giàu kim loại sau khi ngâm chiết trong thời gian 15 ngày (thời gian nạp 4 giờ, cacbon 1,466 g/L).

Fig. 4 là biểu đồ thể hiện ảnh hưởng của các loại axit amin đến mức độ hòa tan vàng: axit amin 0,05M, H_2O_2 1%, độ pH=11, ở nhiệt độ 60°C.

Fig. 5 là biểu đồ thể hiện ảnh hưởng của hỗn hợp axit amin đến mức độ hòa tan vàng: axit amin 0,1M, H_2O_2 1%, độ pH=11, ở nhiệt độ 60°C.

Fig. 6 là biểu đồ theo $\text{Log } (\Delta[\text{Au}]/[\text{Au}]_s)$ so với $\text{Log } t$ đối với dung dịch giàu kim loại sau khi ngâm chiết (thời gian nạp 23 giờ, cacbon 1,55 g/L).

Fig. 7 là biểu đồ thể hiện ảnh hưởng của bạc đến mức độ hòa tan vàng: glyxin 1M, H_2O_2 1%, độ pH=10, 60°C.

Fig. 8 là biểu đồ thể hiện ảnh hưởng của nhiệt độ đến mức độ hòa tan vàng: glyxin 1M, H_2O_2 1%, độ pH=10, ở các nhiệt độ khác nhau.

Fig. 9 là biểu đồ thể hiện ảnh hưởng của nhiệt độ đến mức độ hòa tan vàng: glyxin 0,1M, H_2O_2 1%, độ pH ban đầu là 11,5, ở các nhiệt độ khác nhau.

Fig. 10 là biểu đồ thể hiện ảnh hưởng của nhiệt độ đến tốc độ hòa tan vàng theo thời gian ngâm chiết: glyxin 0,1M, H_2O_2 1%, độ pH ban đầu là 11,5, ở các nhiệt độ khác nhau.

Fig. 11 là biểu đồ thể hiện ảnh hưởng của nồng độ hydro peroxit đến E_h đo được của dung dịch ngâm chiết: glyxin 0,1M, tỷ lệ phần trăm khác nhau của H_2O_2 , độ pH=11,5, 60°C.

Fig. 12 là biểu đồ thể hiện ảnh hưởng của nồng độ hydro peroxit đến mức độ hòa tan vàng: glyxin 0,1M, tỷ lệ phần trăm khác nhau của H_2O_2 , độ pH=11,5, 60°C.

Fig. 13 là biểu đồ thể hiện ảnh hưởng của pH dung dịch ngâm chiết đến mức độ hòa tan vàng: Glyxin 0,5M, H_2O_2 1%, pH, ở nhiệt độ 60°C.

Fig. 14 là biểu đồ thể hiện ảnh hưởng của pH dung dịch ngâm chiết đến mức độ hòa tan vàng: glyxin 0,1M, H_2O_2 1%, pH, ở nhiệt độ 60°C.

Fig. 15 là đồ thị thể hiện ảnh hưởng của các ion Cu^{2+} đến mức độ hòa tan vàng: glyxin 0,1M, H_2O_2 0,1%, độ pH=11, ở nhiệt độ 30°C .

Fig. 16 là biểu đồ thể hiện ảnh hưởng của ion Cu^{2+} đến mức độ hòa tan vàng: glyxin 0,1M, H_2O_2 0,3%, Cu^{2+} 4mM, độ pH=11,9 và 30°C .

Fig. 17 là biểu đồ thể hiện ảnh hưởng của pyrit đến mức độ hòa tan vàng từ dung dịch glyxin-peroxit: axit amin 0,1M, H_2O_2 1%, độ pH=11, ở nhiệt độ 60°C .

Fig. 18 là biểu đồ thể hiện mức độ hòa tan vàng trong dung dịch nghèo kim loại được tái sử dụng ban đầu chứa glyxin 1M và peroxit 1% ở nhiệt độ 60°C và độ pH=10.

Fig. 19 là biểu đồ thể hiện mức độ hòa tan vàng trong dung dịch mới và được hóa già ban đầu chứa glyxin 1M và peroxit 1% ở nhiệt độ 60°C và độ pH=10.

Fig. 20 là đồ thị thể hiện tốc độ ngâm chiết vàng trong dung dịch ban đầu chứa glyxin 1M và peroxit 1% ở nhiệt độ 60°C và độ pH=10.

Fig. 21 là biểu đồ thể hiện nồng độ vàng trong dung dịch chứa glyxin 1M, peroxit 1%, Cu(II) 5mM ở nhiệt độ 40°C và độ pH=10.

Fig. 22 là biểu đồ thể hiện tốc độ ngâm chiết vàng trong dung dịch chứa glyxin 1M, peroxit 1%, Cu(II) 5mM ở nhiệt độ 40°C và độ pH=10.

Fig. 23 là biểu đồ theo $\text{Log}(\Delta[\text{Au}]/[\text{Au}]_s)$ so với $\text{Log } t$ đối với dung dịch giàu kim loại sau khi ngâm chiết trong thời gian 15 ngày (thời gian nạp 4 giờ, cacbon 1,466 g/L).

Fig. 24 là biểu đồ thể hiện % khối lượng của các khoáng vật đồng trong tinh quặng đồng trước và sau khi ngâm chiết trong dung dịch glyxin (điều kiện ngâm chiết: hai giai đoạn, glyxin 0,3M, peroxit 1%, nhiệt độ trong phòng, độ pH=11, 48 giờ).

Fig. 25 là sơ đồ của quy trình ngâm chiết đồng dòng ngược hai giai đoạn.

Fig. 26 là biểu đồ thể hiện hiệu suất chiết đồng (%) theo thời gian ngâm chiết (giờ) từ tinh quặng Cu-Au sau khi ngâm chiết hai giai đoạn.

Fig. 27 là biểu đồ thể hiện % khối lượng của các khoáng vật đồng trong tinh quặng đồng trước và sau khi ngâm chiết trong dung dịch glyxin (điều kiện ngâm chiết: một giai đoạn, glyxin 0,4M, peroxit 1%, nhiệt độ trong phòng, độ pH=11,5, 96 giờ).

Fig. 28 là biểu đồ thể hiện hiệu suất chiết đồng (%) theo thời gian ngâm chiết (giờ) ở độ pH dung dịch khác nhau (glyxin 0,3M, H₂O₂ 1%, nhiệt độ trong phòng).

Fig. 29 là biểu đồ thể hiện hiệu suất chiết đồng (%) theo thời gian ngâm chiết (giờ) ở các nồng độ peroxit khác nhau (glyxin 0,3M, độ pH=11, nhiệt độ trong phòng, 10% tỷ trọng bùn).

Fig. 30 là biểu đồ thể hiện hiệu suất chiết đồng (%) theo thời gian ngâm chiết (giờ) ở các tỷ trọng bùn khác nhau (glyxin 0,3M, H₂O₂ 1%, độ pH=11, nhiệt độ trong phòng).

Fig. 31 là biểu đồ thể hiện hiệu suất chiết đồng (%) theo thời gian ngâm chiết (giờ) ở các nồng độ glyxin khác nhau (H₂O₂ 1%, độ pH=11, nhiệt độ trong phòng, 10% tỷ trọng bùn).

Mô tả chi tiết sáng chế

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề cập đến quy trình thu hồi kim loại quý từ nguyên liệu chứa kim loại quý, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

- ngâm chiết nguyên liệu chứa kim loại quý với dung dịch ngâm chiết kiềm chứa chất oxy hóa và axit amin hoặc dẫn xuất của chúng ở nhiệt độ tăng cao để tạo ra nước ngâm chiết chứa kim loại quý; và
- chiết kim loại quý từ nước ngâm chiết này.

Theo một phương án của khía cạnh thứ nhất về quy trình này, bước thu hồi các kim loại quý bao gồm các hoạt động sau đây:

- axit amin được hòa tan vào dung dịch nước và được bổ sung vào dung dịch nước ngâm chiết hoặc huyền phù đặc;
- lượng tương ứng của một chất oxy hóa hoặc các chất oxy hóa (như peroxit) được bổ sung vào dung dịch ngâm chiết;

- độ pH ngâm chiết được điều chỉnh trong khoảng pH từ 6 đến 13, tốt hơn nếu độ pH ít nhất là 11;
- dung dịch ngâm chiết được gia nhiệt đến khoảng nhiệt độ từ 30°C đến 100°C, tốt hơn nếu từ 40°C đến 60°C;
- thời gian ngâm chiết có thể nằm trong khoảng từ 5 ngày đến 30 ngày hoặc lâu hơn;

Ở cuối giai đoạn ngâm chiết, huyền phù đặc hoặc dung dịch ngâm chiết được lọc và cặn rắn có thể được rửa bằng một vài lần lọc để loại bỏ bất kỳ ion kim loại được hòa tan nào từ quặng đuôi. Dung dịch ngâm chiết được xử lý bằng than hoạt tính để chiết các kim loại quý.

Theo một phương án của khía cạnh thứ nhất, quy trình thủy luyện có chi phí thấp và thân thiện với môi trường được mô tả để ngâm chiết kim loại quý trực tiếp từ quặng hàm lượng thấp và/hoặc kho dự trữ đá thải, nhờ đó làm giảm mức cắt giảm kinh tế để làm tăng tỷ lệ nguồn tài nguyên có thể được phân loại thành nguồn dự trữ.

Các ưu điểm tiềm năng của khía cạnh thứ nhất về quy trình được bộc lộ là sự làm giảm hoặc loại bỏ một hoặc nhiều yếu tố sau đây: (1) chi phí nghiền, (2) chi phí tuyển quặng sơ bộ, (3) sử dụng các thùng ngâm chiết khuấy phức hợp (trong trường hợp ngâm chiết tách đồng và ngâm chiết tại chỗ), (4) tiêu thụ năng lượng toàn bộ (từ vỉa quặng đến kim loại trong trường hợp ngâm chiết tách đồng và ngâm chiết tại chỗ), (5) sử dụng thuốc tuyển độc hại và nguy hiểm, (6) ảnh hưởng đối với môi trường của các kim loại nặng độc hại được biến đổi thành xyanua có thể phân ly axit yếu (WAD), và (7) vết cacbon, (8) tính phức tạp của việc xử lý (được so sánh với dung dịch ngâm chiết thay thế) và (9) tính phức tạp hóa học (nhờ đó làm giảm sản phẩm phụ và hợp hóa chất trung gian không mong muốn). Các ưu điểm khác bao gồm (10) chi phí của thuốc tuyển thấp, (11) hiệu quả đối với việc sản xuất tại hiện trường (đối với các axit amin được trộn bằng các vi sinh vật), (12) tính khả dụng với khối lớn các axit amin đơn giản, ví dụ glyxin, (13) dễ tiếp cận về mặt pháp lý (các hóa chất không bị quản lý), (14) khả năng thực hiện sự phá hủy sinh học được hướng đích, hoặc (15) khả năng tái chế và dùng lại các thuốc tuyển, (16) hiệu quả của việc sử dụng các kim loại

quý khác nhau, (17) độ hòa tan cao của axit amin và các phức kim loại của chúng trong nước, cho phép tăng cường sử dụng quy trình này với các thiết bị có kích thước nhỏ hơn.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề cập đến quy trình thu hồi đồng từ nguyên liệu chứa đồng, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

- ngâm chiết nguyên liệu chứa đồng với dung dịch ngâm chiết kiềm chứa axit amin hoặc dẫn xuất của chúng để tạo ra nước ngâm chiết chứa đồng; và
- chiết đồng từ nước ngâm chiết này.

Một phương án theo khía cạnh thứ hai có thể được sử dụng để tiến hành ngâm chiết chọn lọc đồng từ quặng kim loại quý-đồng hoặc tinh quặng. Phương án này có thể được sử dụng để ngâm chiết chọn lọc đồng từ tinh quặng đồng - vàng, sau đó ngâm chiết vàng (sau khi rửa tùy ý cần) bằng cách sử dụng quy trình theo khía cạnh thứ nhất ở nhiệt độ tăng cao (từ 40 đến 60°C), hoặc bằng cách sử dụng quy trình thu hồi vàng khác (ví dụ, quy trình xyanua hóa). Quy trình ngâm chiết chọn lọc đồng sẽ làm giảm tổn thất vàng do cơ chế gắn kết của vàng khi có mặt đồng kim loại do tất cả đồng kim loại sẽ hòa tan trong giai đoạn ngâm chiết sơ bộ.

Một ưu điểm của khía cạnh thứ hai là sáng chế có thể giải quyết thử thách hiện có trong việc xử lý đồng và đồng-vàng, tức là tìm kiếm dung dịch ngâm chiết thích hợp có độ an toàn và môi trường thấp hơn đối với hoạt động ngâm chiết trong đồng thải, bãi thải, tại chỗ và trong bể, mà là hoạt động ngâm chiết chậm mở rộng ra môi trường xung quanh. Theo cách khác, hoạt động này cũng có thể được thực hiện trong sơ đồ lắng gạn dòng ngược (CCD), cho phép thời gian lưu trú đầy đủ.

Các ưu điểm tiềm năng của khía cạnh thứ hai bao gồm:

1. Đồng có thể được ngâm chiết chọn lọc đối với vàng trong dung dịch glyxin-peroxit. Theo một phương án, khoảng 98% đồng có trong tinh quặng vàng-đồng được ngâm chiết trong thời gian 48 giờ theo hai giai đoạn.

2. 100% chancoxit, cuprit, đồng kim loại, và khoảng 80% chalcopyrit có thể được hòa tan trong dung dịch ngâm chiết glyxin-peroxit ở nhiệt độ môi trường.
3. Sự hòa tan thành phần đá quặng, cụ thể là sắt (ví dụ, thu được từ pyrit), là tối thiểu so với quy trình ngâm chiết trên cơ sở axit sulfuric thông thường.
4. Trong khi hiệu suất chiết đồng thường tăng lên bằng cách tăng nồng độ của axit amin và chất oxy hóa (ví dụ, peroxit, oxy hoặc không khí), nhận thấy rằng axit amin có thể ngâm chiết hiệu quả một số khoáng vật đồng khi không bổ sung lượng có tính toán của chất oxy hóa
5. Dựa vào quy trình ngâm chiết được tiến hành trong điều kiện ngâm chiết kiềm, cận cuối có thể được ngâm chiết trực tiếp bằng quy trình xyanua hóa, nếu cần hoặc được ưu tiên.
6. Phân chiết hòa tan trong xyanua của các khoáng vật đồng bị giảm đáng kể, nhờ đó có ảnh hưởng lớn đối với sự tiêu thụ xyanua đầu ra trong bước ngâm chiết vàng sau đó. Bước ngâm chiết kiềm các khoáng vật đồng cũng cho thấy rằng không cần có sự dao động về độ pH (như đối với phương pháp ngâm chiết bằng axit thông thường) do nó sẽ làm tăng các nhu cầu về chất ăn mòn đầu ra.
7. Hệ axit amin kiềm đặc biệt thích hợp đối với các khoáng sàng đồng có tỷ lệ đáng kể của nguyên liệu tiêu thụ axit như calxit, trona, dolomit hoặc các khoáng vật trên cơ sở cacbonat khác, thường cản trở các quy trình chiết axit thông thường.

Các ưu điểm khác của khía cạnh thứ hai tương tự với các ưu điểm của khía cạnh thứ nhất, cụ thể là, làm giảm hoặc loại bỏ một hoặc nhiều yếu tố sau đây: (1) chi phí nghiền, (2) chi phí tuyển quặng sơ bộ, (3) sử dụng các thùng ngâm chiết khuấy phức hợp (trong trường hợp ngâm chiết tách đồng và ngâm chiết tại chỗ), (4) tiêu thụ năng lượng toàn bộ (từ via quặng đến kim loại trong trường hợp ngâm chiết tách đồng và ngâm chiết tại chỗ), (5) sử dụng thuốc tuyển độc hại và nguy hiểm, (6) ảnh hưởng đối với môi trường của các kim loại nặng độc hại được biến đổi thành xyanua có thể

phân ly axit yếu (WAD), và (7) vết cacbon, (8) tính phức tạp của việc xử lý (được so sánh với dung dịch ngâm chiết thay thế) và (9) tính phức hợp hóa học (nhờ đó làm giảm sản phẩm phụ và các hóa chất trung gian không mong muốn). Các ưu điểm khác bao gồm (10) chi phí của thuốc tuyến thấp, (11) hiệu quả đối với việc sản xuất tại hiện trường (đối với các axit amin được trộn bằng các vi sinh vật), (12) tính khả dụng với khối lớn đối với các axit amin đơn giản, ví dụ glyxin, (13) dễ tiếp cận về mặt pháp lý (các hóa chất không bị quản lý), (14) khả năng thực hiện sự phá hủy sinh học được hướng đích, hoặc (15) khả năng tái chế và dùng lại các thuốc tuyến, (16) độ hòa tan cao của axit amin và các phức kim loại của chúng trong nước, cho phép tăng cường sử dụng quy trình này ở các thiết bị có kích thước nhỏ hơn.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề cập đến quy trình ngâm chiết phân đoạn để thu hồi đồng và kim loại quý từ nguyên liệu chứa đồng và kim loại quý, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

- ngâm chiết nguyên liệu chứa đồng và kim loại quý với dung dịch ngâm chiết kiềm chứa axit amin hoặc dẫn xuất của chúng trong chế độ thứ nhất để tạo ra nước ngâm chiết chứa đồng và cặn chứa kim loại quý;
- ngâm chiết cặn chứa kim loại quý với dung dịch ngâm chiết kiềm chứa axit amin hoặc dẫn xuất của chúng trong chế độ thứ hai để tạo ra nước ngâm chiết chứa kim loại quý;
- chiết đồng từ nước ngâm chiết chứa đồng nêu trên; và
- chiết kim loại quý từ nước ngâm chiết chứa kim loại quý nêu trên.

Chế độ thứ nhất và chế độ thứ hai có thể bao gồm các khác biệt về điều kiện thu hồi tương ứng. Các khác biệt đó có thể bao gồm nhiệt độ khác nhau và/hoặc sự có mặt hoặc không có mặt chất oxy hóa. Theo một phương án về quy trình ngâm chiết phân đoạn này, đồng có thể được ngâm chiết ở nhiệt độ môi trường và sau đó kim loại quý được ngâm chiết ở nhiệt độ tăng cao. Theo một phương án khác, đồng có thể được ngâm chiết khi không bổ sung hydro peroxit (nhưng có sục khí), tiếp đó kim loại quý có thể được ngâm chiết sau khi bổ sung hydro peroxit.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các ví dụ không giới hạn về quy trình thu hồi đồng hoặc kim loại quý từ nguyên liệu chứa đồng và/hoặc kim loại quý sẽ được mô tả dưới đây.

Các ví dụ từ ví dụ 1 đến ví dụ 15: Thu hồi kim loại quý

Tất cả các ví dụ từ ví dụ 1 đến ví dụ 15 được thực hiện bằng cách sử dụng các dung dịch được pha chế từ các thuốc tẩy được tổng hợp và thuốc tẩy bậc phân tích và nước Millipore. Trừ khi được chỉ rõ, tất cả các ví dụ đều được thực hiện bằng cách sử dụng máy khuấy từ và thanh khuấy từ được phủ Teflon. Vàng và/hoặc bạc được bổ sung vào dung dịch chứa axit amin và peroxit trong cốc bệse và được gia nhiệt đến nhiệt độ cần thiết trong khi khuấy. Các tấm vàng và vàng-bạc sử dụng trong tất cả các ví dụ được làm từ vàng và bạc có độ tinh khiết 99,99%. Trước mỗi thử nghiệm, bề mặt của mỗi tấm được đánh bóng bằng giấy cacbua silicon không thấm nước Struers (FEPA P#2400). Cuối cùng tấm vàng được rửa bằng nước chưng cất và được để khô.

Để thử nghiệm hoạt tính của cacbon trong việc hấp phụ phức vàng-glyxin, trừ khi được chỉ rõ, 1,5 g/L cacbon mới (-2,36+2mm) được bổ sung vào dung dịch giàu kim loại sau khi ngâm chiết. Thử nghiệm hấp phụ được tiến hành ở nhiệt độ trong phòng ở tốc độ quay bằng 150 vòng/phút. Để đánh giá sự hấp phụ vàng trên cacbon, các mẫu phụ được đưa ra ở các khoảng cách thời gian khác nhau và tiếp đó các mẫu phụ này được pha loãng bằng dung dịch natri xyanua trong nước trước khi được phân tích bằng cách sử dụng ICP-OES.

Ví dụ 1

Trong ví dụ 1, dung dịch chứa axit amin 1M: glyxin, và chất oxy hóa 1%, hydro peroxit, được sử dụng để hòa tan vàng kim loại tinh khiết (như vàng dây và vàng lá) ở nhiệt độ bằng 60°C. Fig. 1 thể hiện lượng vàng được hòa tan trong dung dịch (400mL) chứa glyxin 1M và peroxit 1% theo thời gian ngâm chiết. Có thể nhận thấy rằng vàng hòa tan trong các điều kiện này ở các lượng hợp lý lên đến 18 mg/L trong thời gian 280 giờ. Trong ví dụ này, nồng độ thuốc tẩy thấp hơn (từ 0,1 đến 0,4M

glyxin), nhiệt độ thấp hơn (tức là nhiệt độ 40°C) và độ pH tự nhiên của dung dịch (khoảng pH=6) cũng được thể hiện là có hiệu quả.

Ví dụ 2: Ảnh hưởng của nồng độ glyxin

Động học khi hòa tan vàng trong dung dịch chứa các nồng độ glyxin khác nhau và hydro peroxit 1% ở độ pH=10 và nhiệt độ bằng 60°C được nghiên cứu và các kết quả được vẽ đồ thị trên Fig. 2. Có thể thấy được từ các kết quả được thể hiện trên Fig. 2 rằng, trong các điều kiện của ví dụ này, mức độ hòa tan vàng tăng lên bằng cách tăng nồng độ glyxin lên đến 1M. Bảng 1 thể hiện tốc độ ngâm chiết vàng ở các nồng độ glyxin khác nhau.

Bảng 1. Tốc độ ngâm chiết vàng ở các nồng độ glyxin khác nhau: Glyxin, H₂O₂ 1%, độ pH=10, 60°C.

Glyxin, M	Au, 10 ³ x μmol/m ² .giây
0,30	11,3
0,50	16,9
1,00	31,3

Tốc độ ngâm chiết vàng trong hệ glyxin-peroxit như được thể hiện trong Bảng 1 có thể cao hơn đáng kể so với tốc độ sử dụng thiosulfat-sắt oxalat và hệ EDTA sắt khi không có mặt thioure.

Ví dụ 3: Sự hấp phụ phức vàng-glyxinat lên cacbon

Một trong những điều cân nhắc về quy trình thay thế cho quy trình ngâm chiết vàng trên cơ sở xyanua là cường độ hấp phụ của vàng được ngâm chiết lên than hoạt tính. Do đó, thích hợp là xem xét khả năng của than hoạt tính trong việc hấp phụ phức vàng-glyxin từ dung dịch ngâm chiết, đặc biệt là từ khía cạnh ứng dụng công nghiệp.

Sau một số thử nghiệm ngâm chiết động học, các lượng cacbon mới khác nhau được bổ sung vào dung dịch ngâm chiết giàu kim loại. Các mẫu phụ từ các thử nghiệm hấp phụ khác nhau được đưa vào ở các khoảng cách thời gian khác nhau và được phân tích bằng ICP-OES. Động học hấp phụ vàng và bạc lên than hoạt tính được đánh giá bằng cách xác định hằng số hoạt tính cacbon bằng cách sử dụng phương trình (1):

$$\log (\Delta [\text{Au hoặc Ag}]_c / [\text{Au hoặc Ag}]_s) = n \log t + \log k \quad (1)$$

$\Delta [\text{Au hoặc Ag}]_c$ = thay đổi theo $[\text{Au hoặc Ag}]$ trên cacbon từ $t=0$ đến $t=t$ giờ; $[\text{Au hoặc Ag}]_s = [\text{Au hoặc Ag}]$ trong dung dịch ở $t=t$ giờ; n = hằng số thu được theo thử nghiệm đối với hệ số góc của phương trình nêu trên; và k = hằng số tốc độ theo kinh nghiệm ở $t=1$ giờ;

Lượng vàng và bạc được hấp phụ lên cacbon và lượng kim loại trong dung dịch được tính toán và được thể hiện trong các Bảng 2, 3, và 4.

Fig. 3 cũng thể hiện biểu đồ theo $\log (\Delta [\text{Au}]_c / [\text{Au}]_s)$ so với $(\log t)$ đối với dữ liệu được thể hiện trong Bảng 3. Các thử nghiệm hấp phụ cho thấy rằng phức vàng-glyxin sử dụng quy trình theo sáng chế được hấp phụ lên than hoạt tính với tốc độ tương tự hoặc thậm chí cao hơn so với phức vàng-xyanua.

Cũng thấy được từ dữ liệu được thể hiện trong Bảng 3 và Bảng 4 rằng phức bạc-glyxinat được hấp phụ lên than hoạt tính ít hơn và sự có mặt của bạc làm tăng tải trọng vàng trên cacbon.

Bảng 2. Sự hấp phụ vàng lên than hoạt tính từ dung dịch giàu kim loại sau khi ngâm chiết trong thời gian 456 giờ (thể tích dung dịch 350 mL)

Thời gian (phút)	Thời gian (giờ)	[Au] (mg/L)	$\Delta [\text{Au}]_s$	$\Delta [\text{Au}]_c$	$[\text{Au}]_c / [\text{Au}]_s$	$\log t$	$\log (\Delta [\text{Au}]_c / [\text{Au}]_s)$
0	0,00	15,5					
30	0,50	11,6	3,882	2649	229	-0,301	2,359
60	1,00	9,96	5,504	3701	372	0,000	2,570
120	2,00	8,14	7,321	4852	596	0,301	2,775
240	4,00	6,47	8,993	5872	908	0,602	2,958

Bảng 3. Sự hấp phụ vàng lên than hoạt tính từ dung dịch giàu kim loại sau khi ngâm chiết hợp kim vàng/bạc trong thời gian 168 giờ (thể tích dung dịch 380 mL).

Thời gian (phút)	Thời gian (giờ)	[Au] mg/L	$\Delta [\text{Au}]_s$	$\Delta [\text{Au}]_c$	$[\text{Au}]_c / [\text{Au}]_s$	$\log t$	$\log (\Delta [\text{Au}]_c / [\text{Au}]_s)$
0	0,00	38,70					
30	0,50	24,60	14,097	6565	267	-0,301	2,426

96	1,60	15,82	22,882	10656	674	0,204	2,828
180	3,00	12,08	26,616	12395	1026	0,477	3,011
240	4,00	10,26	28,435	13242	1290	0,602	3,111

Bảng 4. Sự hấp phụ bạc lên than hoạt tính từ dung dịch giàu kim loại sau khi ngâm chiết hợp kim vàng/bạc trong thời gian 168 giờ (Thể tích dung dịch 380 mL)

Thời gian (phút)	Thời gian (giờ)	[Ag] mg/L	$\Delta[Ag]_s$	$\Delta[Ag]_c$	$[Ag]_c/[Au]_s$	Log t	$\log(\Delta[Ag]_c/[Au]_s)$
0	0,00	56,1					
30	0,50	48,1	8,079	3683	77	-0,301	1,884
96	1,60	42,7	13,412	6114	143	0,204	2,156
180	3,00	39,1	17,028	7763	198	0,477	2,298
240	4,00	37,0	19,108	8711	235	0,602	2,371

Ví dụ 4: Ảnh hưởng của các loại axit amin

Các axit amin glyxin, histidin và alanin được sử dụng để thử nghiệm sự ảnh hưởng của loại axit amin đến mức độ hòa tan vàng. Các thử nghiệm này đã được thực hiện ở axit amin 0,05M ở độ pH=11 và nhiệt độ 60°C. Fig. 4 thể hiện mức độ hòa tan vàng trong các hệ axit amin khác nhau. Có thể nhận thấy rằng mức độ hòa tan vàng ban đầu trong dung dịch histidin nhanh hơn so với các dung dịch glyxin và alanin, tuy nhiên, bằng cách kéo dài quy trình ngâm chiết, nhận thấy rằng glyxin hòa tan vàng nhanh hơn và đến mức độ lớn hơn so với histidin và alanin.

Để đánh giá ảnh hưởng của các hỗn hợp axit amin, hỗn hợp của glyxin 0,05M và histidin 0,05M, H₂O₂ 1%, ở độ pH=11,5 và 60°C được đánh giá. Fig. 5 thể hiện ảnh hưởng của việc sử dụng hỗn hợp của các dung dịch glyxin-histidin và chỉ một mình glyxin đến mức độ hòa tan vàng. Rõ ràng là việc sử dụng hỗn hợp của glyxin và histidin hòa tan vàng nhanh hơn so với việc sử dụng chỉ một mình glyxin.

Động học hấp phụ vàng lên than hoạt tính từ các dung dịch glyxin-histidin đã được đánh giá bằng cách xác định hằng số hoạt tính cacbon bằng cách sử dụng phương trình (2). Lượng vàng được hấp phụ lên cacbon và lượng kim loại trong dung dịch được tính toán và được thể hiện trong Bảng 5.

$$\frac{\log(\Delta[Au \text{ hoặc } Ag]_c)}{[Au \text{ hoặc } Ag]_s} = n \log t + \log k \quad (2)$$

$\Delta[\text{Au hoặc Ag}]_c$ = thay đổi theo Au hoặc Ag trên cacbon từ $t = 0$ đến $t=t$ giờ;
 $[\text{Au hoặc Ag}]_s$ = Au hoặc Ag trong dung dịch ở $t=t$ giờ; n = hằng số thu được theo thử nghiệm đối với hệ số góc của phương trình nêu trên; và k = hằng số tốc độ theo kinh nghiệm ở $t=1$ giờ.

Fig. 6 cũng thể hiện biểu đồ theo $\text{Log}(\Delta[\text{Au}]_c / [\text{Au}]_s)$ so với $(\text{Log } t)$ đối với dữ liệu được thể hiện trong Bảng 5. Thử nghiệm hấp phụ cho thấy rằng vàng từ dung dịch chứa Glyxin-Histidin được hấp phụ lên than hoạt tính. Hằng số hoạt tính cacbon được tính là 188 và tải trọng vàng là 5,5 kg Au/tấn cacbon. Từ dữ liệu được thể hiện trong Bảng 5 và Fig. 6 này, có thể nhận xét rằng vàng có thể được nạp lên trên cacbon từ các dung dịch chứa hỗn hợp của dung dịch glyxin-histidin.

Bảng 5. Sự hấp phụ vàng lên than hoạt tính từ dung dịch glyxin-Histidin

Thời gian (phút)	Thời gian (giờ)	[Au] (mg/L)	$\Delta[\text{Au}]_s$	$\Delta[\text{Au}]_c$	$[\text{Au}]_c/[\text{Au}]_s$	Log t	$\text{Log}(\Delta[\text{Au}]_c / [\text{Au}]_s)$
0	0	24,084	0,000	0	0		
30	0,5	19,143	4,941	2471	129	-0,301	2,111
80	1,33	16,656	7,428	3714	223	0,124	2,348
150	2,5	15,03	9,054	4527	301	0,398	2,479
270	4,5	13,173	10,911	5456	414	0,653	2,617
1380	23	8,34	15,744	7872	944	1,362	2,975

Ví dụ 5: Ảnh hưởng của bạc

Để nghiên cứu ảnh hưởng của bạc đến mức độ hòa tan vàng, các lá (diện tích bề mặt 20 cm^2) vàng tinh khiết và 50% vàng-50% bạc được ngâm chiết trong dung dịch chứa glyxin và peroxit. Sự hòa tan vàng và bạc từ vàng tinh khiết và hợp kim vàng-bạc được thể hiện trên Fig. 7. Có thể nhận thấy rằng sự có mặt của bạc làm tăng cường mức độ hòa tan vàng và bạc hòa tan nhanh hơn so với vàng trong dung dịch glyxin.

Bảng 6 thể hiện tốc độ ngâm chiết vàng và bạc sau thời gian 168 giờ từ vàng tinh khiết và 50% vàng-50% bạc. Có thể nhận thấy rằng tốc độ ngâm chiết vàng từ hợp kim vàng-bạc cao hơn khoảng 6 lần so với tốc độ ngâm chiết từ vàng tinh khiết. Tốc độ ngâm chiết bạc cao hơn so với vàng trong dung dịch glyxin-peroxit.

Bảng 6. Tốc độ ngâm chiết vàng và bạc từ vàng tinh khiết và hợp kim vàng-bạc: Glyxin, H₂O₂ 1%, độ pH=10, 60°C

Nguồn Au, Ag	Au, 10 ³ x $\mu\text{mol/m}^2\cdot\text{giây}$
Vàng từ (tấm vàng tinh khiết)	31,3
Vàng (từ 50% Au đến 50% Ag)	185
Bạc (từ 50% Au đến 50% Ag)	247

Ví dụ 6: Ảnh hưởng của nhiệt độ

Ảnh hưởng của nhiệt độ đến mức độ hòa tan vàng được thể hiện trên Fig. 8, Fig. 9 và Fig. 10.

Fig. 8 thể hiện ảnh hưởng của nhiệt độ đến động học ngâm chiết vàng trong dung dịch chứa glyxin 1M, H₂O₂ 1%, ở độ pH=10. Có thể nhận thấy rằng mức độ hòa tan vàng tăng lên đáng kể khi nhiệt độ tăng lên từ 23 đến 60°C.

Fig. 9 thể hiện ảnh hưởng của nhiệt độ đến động học ngâm chiết vàng ở nồng độ glyxin 0,1M ở nhiệt độ bằng 23, 30, 40, 60 và 75°C. Rõ ràng là, có thể nhận thấy rằng mức độ hòa tan vàng tăng lên đáng kể khi nhiệt độ tăng. Tuy nhiên ở nhiệt độ cao (75°C), nhận thấy rằng mức độ hòa tan vàng ban đầu nhanh hơn nhưng tốc độ ngâm chiết vàng lại giảm nhanh chóng.

Quy trình ngâm chiết vàng là quy trình được kiểm soát hóa học trong đó nhiệt độ hầu hết ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng. Các kết quả đáng quan tâm nhất được thể hiện trên Fig. 9 sau thời gian 264 giờ ngâm chiết ở nhiệt độ trong phòng, tốc độ hòa tan vàng tăng lên đáng kể khi nhiệt độ tăng lên đến 60°C.

Fig. 10 minh họa tốc độ hòa tan vàng trong thời gian ngâm chiết ở các nhiệt độ khác nhau. Có thể nhận thấy rằng ban đầu tốc độ ngâm chiết vàng ở nhiệt độ cao tăng lên sau đó bắt đầu giảm đi bằng cách kéo dài thời gian ngâm chiết. Tốc độ hòa tan vàng trung bình sau thời gian sáu ngày ngâm chiết ở nhiệt độ 75°C là $39 \times 10^{-3} \mu\text{mol/m}^2\cdot\text{giây}$, cao hơn so với tốc độ ngâm chiết vàng là $2 \times 10^{-3} \mu\text{mol/m}^2\cdot\text{giây}$ từ hệ sắt-thiosulfat khi không có thioure.

Ví dụ 7: Ảnh hưởng của peroxit

Độ pH và E_h của dung dịch theo thời gian được đánh giá bằng cách sử dụng dụng cụ đo 90-FLMV. Fig. 11 thể hiện profin E_h của dung dịch glyxin-hydro peroxit theo thời gian ở các nồng độ hydro peroxit khác nhau. Từ các kết quả được thể hiện trên Fig. 12, nhận thấy rõ ràng rằng hydro peroxit làm tăng đáng kể mức độ hòa tan vàng. Lượng tối thiểu là peroxit 0,1% cũng dẫn đến mức độ hòa tan vàng và khi tăng nồng độ hydro peroxit lên đến peroxit 2% thì sẽ làm tăng đáng kể mức độ hòa tan vàng.

Ví dụ 8: Ảnh hưởng của độ pH

Ảnh hưởng của độ pH (bằng cách bổ sung ion hydroxit) đến mức độ hòa tan vàng được thể hiện trên Fig. 13 và Fig. 14. Có thể nhận thấy rằng hệ glyxin-peroxit rất nhạy với độ pH ngâm chiết và ion hydroxit và có thể nhận thấy rằng mức độ hòa tan vàng tăng lên đáng kể nhờ tăng độ pH ngâm chiết đến độ pH = 10 nêu trên.

Fig. 13 thể hiện ảnh hưởng của độ pH đến tốc độ ngâm chiết vàng trong các dung dịch chứa glyxin 0,5M và peroxit 1% ở nhiệt độ ngâm chiết bằng 60°C. Chỉ sau 24 giờ ngâm chiết ở độ pH=11, tốc độ ngâm chiết vàng là 0,35 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{giây}$. Tốc độ ngâm chiết này cao hơn so với tốc độ ngâm chiết vàng (từ 0,22 đến 0,25 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{giây}$) từ dung dịch thiosulfat 100mM khi có mặt chất oxy hóa sắt và thioure. Bảng 7 thể hiện tốc độ ngâm chiết vàng sau các lần ngâm chiết khác nhau ở độ các pH bằng 5,8, 10 và 11. Dữ liệu này thể hiện tốc độ ngâm chiết vàng ở độ pH=11 cao hơn 30 lần so với tốc độ ngâm chiết ở độ pH=10 sau thời gian 48 giờ. Tuy nhiên, nhận thấy rằng tốc độ ngâm chiết giảm đi do tăng thời gian ngâm chiết ở độ pH=11. Tốc độ ngâm chiết vàng ban đầu ở độ pH tự nhiên của dung dịch (pH ~5,8) nhanh hơn tốc độ ngâm chiết ở độ pH và giảm đi do kéo dài thời gian ngâm chiết.

Bảng 7. Tốc độ ngâm chiết vàng ở độ pH ngâm chiết khác nhau: Glyxin 0,5M, H_2O_2 1%, pH, 60°C

Thời gian ngâm chiết, giờ	Au, $10^3 \times \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{giây}$		
	pH = 5,8	pH = 10	pH = 11
24	8,11	0,59	352
29	8,75	1,30	367
48	5,13	11,47	322

119	4,19	14,34	174
167	3,02	16,93	142

Ảnh hưởng của việc bổ sung các ion hydroxit, từ đó, là độ pH của dung dịch đến mức độ hòa tan vàng trong dung dịch chứa glyxin 0,1M, H₂O₂ 1%, ở nhiệt độ 60°C được thể hiện trên Fig. 14. Hơn nữa, nhận thấy rằng mức độ hòa tan vàng trong dung dịch glyxin-peroxit rất nhạy với độ pH ngâm chiết và ion hydroxit. Mức độ hòa tan vàng tăng lên đáng kể bằng cách tăng độ pH ngâm chiết đến độ pH kiềm cao hơn.

Tốc độ ngâm chiết vàng tăng lên ở độ pH lớn hơn 10, tốt hơn nếu lớn hơn 11 trong dung dịch chứa glyxin 0,1M và peroxit 1% ở nhiệt độ ngâm chiết bằng 60°C.

Từ các kết quả được thể hiện trên Fig. 14, có thể nhận thấy rằng việc bổ sung peroxit nhiều hơn một chút vào hệ thống sẽ làm tăng mức độ hòa tan vàng. Bảng 8 thể hiện lượng chất ăn mòn cần thiết tính theo mM để đạt đến độ pH đích.

Bảng 8. NaOH cần thiết để đạt được độ pH đích của dung dịch ngâm chiết

Độ pH ngâm chiết	NaOH cần thiết (mM)
6,10	0
10,10	47,5
11,50	125,0
12,00	175,0
12,80	293,0

Ví dụ 9: Ảnh hưởng của Cu²⁺

Nhận thấy rằng việc bổ sung Cu²⁺ vào hệ glyxin-peroxit làm tăng cường mức độ hòa tan vàng. Fig. 15 cho thấy sự có mặt của ion Cu²⁺ làm tăng cường mức độ hòa tan vàng trong hệ Glyxin-peroxit, trong dung dịch chứa glyxin 0,1M, H₂O₂ 1%, độ pH=11 ở nhiệt độ 30°C như thế nào.

Thử nghiệm bổ sung được tiến hành để nghiên cứu ảnh hưởng của ion Cu²⁺ đối với hệ glyxin-peroxit hòa tan vàng bằng cách tăng độ pH ngâm chiết đến 11,9 và nồng độ peroxit đến 0,3%. Lượng vàng được hòa tan từ hệ này dựa trên sự ngâm chiết được thể hiện trên Fig. 16. Việc so sánh các kết quả trên Fig. 15 khi có mặt Cu²⁺ và Fig. 16 chỉ ra rằng độ pH tăng và peroxit làm tăng cường mức độ hòa tan vàng.

Dung dịch vàng-glyxin khi có mặt các ion Cu^{2+} đã được tái nạp thành công lên than hoạt tính.

Ví dụ 10: Ảnh hưởng của pyrit

Thân quặng vàng có thể chứa các khoáng vật đá quặng khác nhau có tính phản ứng khác nhau; một trong các khoáng vật phản ứng tốt nhất có liên quan đến vàng là pyrit. Để nghiên cứu ảnh hưởng của pyrit, các lượng khoáng vật pyrit khác nhau được bổ sung vào dung dịch ngâm chiết trước khi bổ sung tấm vàng. Fig. 17 thể hiện ảnh hưởng của pyrit đến mức độ hòa tan vàng trong dung dịch chứa pyrit (FeS_2). Rõ ràng là mức độ hòa tan vàng khi có mặt pyrit thấp hơn so với khi không có pyrit. Việc giảm mức độ hòa tan vàng có thể được cho là do sự hòa tan peroxit thành oxidiza pyrit, hoặc sự hòa tan xúc tác trên bề mặt pyrit.

Ví dụ 11: Hoạt tính của dung dịch tái sử dụng

Thử nghiệm ngâm chiết được tiến hành bằng cách sử dụng dung dịch nghèo kim loại được tái sử dụng sau khi hấp phụ vàng và bạc. Dung dịch nghèo kim loại tái sử dụng một hoặc hai lần được dùng để ngâm chiết tấm vàng tinh khiết có chiều rộng 1 cm và chiều dài 10 cm. Các kết quả của thử nghiệm này được thể hiện trên Fig. 18. Nhận thấy rằng dung dịch ngâm chiết được tái sử dụng có thể ngâm chiết vàng rất hiệu quả theo thời gian. Các kết quả được thể hiện trên Fig. 18 minh họa rằng dung dịch ngâm chiết và quy trình là mạnh xét về độ ổn định của thuốc tẩy theo thời gian.

Ví dụ 12: Ảnh hưởng của sự hóa già dung dịch

Dung dịch chứa glyxin 1M và peroxit 1% được giữ 4 ngày ở nhiệt độ trong phòng. Sau khi hóa già, vàng được bổ sung vào dung dịch đã được hóa già và mẫu được lấy thường xuyên và phân tích vàng bằng cách sử dụng ICP-OES. Các kết quả ngâm chiết vàng trong dung dịch mới và được hóa già được thể hiện trên Fig. 19. Các kết quả này cho thấy rằng vàng hòa tan nhanh hơn ở tốc độ ngâm chiết cao hơn trong dung dịch hóa già so với dung dịch mới. Tốc độ ngâm chiết vàng trong dung dịch được hóa già và dung dịch mới sau thời gian 215 giờ lần lượt là 0,045 và 0,032 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{giờ}$. Fig. 20 thể hiện tốc độ ngâm chiết vàng trong thời gian 264 giờ ngâm

chiết trong dung dịch chứa glyxin 1M và peroxit 1%. Đáng chú ý là nhận thấy rằng tốc độ ngâm chiết vàng tăng lên theo thời gian ngâm chiết.

Ví dụ 13: Độ pH và Eh theo thời gian

Điện thế điện hóa (Eh) và độ pH của dung dịch ngâm chiết được đo trong thời gian 19 ngày ngâm chiết. Bảng 9 thể hiện các trị số của độ pH và Eh theo thời gian trong thời gian 456 giờ ngâm chiết. Có thể nhận thấy rằng độ pH và Eh ổn định vừa phải theo thời gian này, một lần nữa chỉ ra độ ổn định của thuốc tuyền.

Bảng 9. Độ pH và Eh theo thời gian ngâm chiết trong các dung dịch chứa glyxin 1M và peroxit 1% ở nhiệt độ 60°C

Thời gian, giờ	Độ pH	E _h (mV)
3	9,3	-128
23	9,3	-117
48	9,25	-112
167	9,21	-117
215	9,24	-118
287	9,19	-115
384	9,18	-121
456	9,21	-115

Ví dụ 14: Thời gian ngâm chiết kéo dài ở nhiệt độ 40°C

Trong thử nghiệm này, dung dịch chứa glyxin 1M, hydro peroxit 1% và Cu(II) 5mM được sử dụng ở nhiệt độ 40°C. Vàng kim loại tinh khiết dưới dạng vàng lá có diện tích bề mặt 36 cm² được sử dụng trong ví dụ này. Fig. 21 thể hiện lượng vàng hòa tan trong dung dịch (400mL) chứa glyxin 1M, hydro peroxit 1% và Cu(II) 5mM. Có thể nhận thấy rằng vàng cũng hòa tan trong điều kiện này với lượng hợp lý. Các kết quả đáng quan tâm nhất từ ví dụ này là tốc độ ngâm chiết vàng tăng theo thời gian (hầu hết các quy trình ngâm chiết vàng thay thế đều thể hiện tốc độ ngâm chiết vàng giảm theo thời gian). Các kết quả này phản ánh độ ổn định mạnh của các thuốc tuyền trong dung dịch ngâm chiết. Thử nghiệm được tiến hành trong thời gian khoảng 14 ngày (334 giờ). Fig. 21 thể hiện lượng vàng được hòa tan trong dung dịch ngâm chiết theo thời gian và Fig. 22 thể hiện tốc độ ngâm chiết vàng tính theo $\mu\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{ngày}$ trong toàn bộ khoảng thời gian ngâm chiết. Trong hệ thống mạnh này, độ pH của dung dịch

không thay đổi theo thời gian 14 ngày ngâm chiết và Eh dao động trong khoảng từ -50 mV đến -40 mV.

Ví dụ 15: Sự hấp phụ vàng lên than hoạt tính

Các lượng khác nhau của than hoạt tính được bổ sung vào dung dịch ngâm chiết giàu kim loại trong ví dụ 12 và ví dụ 13. Các mẫu từ các thử nghiệm hấp phụ khác nhau được lấy ở các khoảng cách thời gian và được phân tích bởi ICP-OES. Vàng được hấp phụ lên cacbon và lượng vàng trong dung dịch được tính toán và được thể hiện trong các Bảng 10, 11, và 12.

Động học hấp phụ vàng và bạc lên than hoạt tính cũng được đánh giá bằng cách xác định hằng số hoạt tính cacbon bằng cách sử dụng phương trình (3) dưới đây:

$$\log (\Delta [\text{Au hoặc Ag}]_c / [\text{Au hoặc Ag}]_s) = n \log t + \log k \quad (3)$$

trong đó:

$\Delta [\text{Au hoặc Ag}]_c$ = thay đổi theo $[\text{Au or Ag}]$ trên cacbon từ $t=0$ đến $t=t$ giờ

$[\text{Au hoặc Ag}]_s$ = $[\text{Au hoặc Ag}]$ trong dung dịch ở $t=t$ giờ

n = hằng số thu được theo thử nghiệm đối với hệ số góc của phương trình trên.

k = hằng số tốc độ theo kinh nghiệm ở $t=1$ giờ

r^2 = hệ số tương quan của phương trình trên

Là một ví dụ nhằm thể hiện hoạt tính hấp phụ vàng lên cacbon, Fig. 23 thể hiện biểu đồ theo $\log (\Delta [\text{Au}]_c / [\text{Au}]_s)$ so với $(\log t)$ đối với dữ liệu được thể hiện trong Bảng 10.

Các thử nghiệm hấp phụ khác nhau cho thấy rằng vàng được ngâm chiết sử dụng quy trình theo sáng chế có thể được hấp phụ lên than hoạt tính ở tốc độ tương tự với phức xyanua vàng.

Cũng có thể thấy được từ dữ liệu được thể hiện trong các Bảng 11 và 12 rằng bạc được hấp phụ không đáng kể lên than hoạt tính và sự có mặt của bạc làm tăng tải trọng vàng trên cacbon.

Bảng 10. Sự hấp phụ vàng lên than hoạt tính từ dung dịch giàu kim loại sau khi ngâm chiết trong thời gian 456 giờ (thể tích dung dịch 350 mL)

Khối lượng khô của cacbon		0,513g		Tải trọng (4 giờ) = 6,2 Kg/t			
							log
Thời gian (phút)	Thời gian (giờ)	[Au] mg/L	$\Delta[Au]_s$	$\Delta[Au]_c$	[Au]c/[Au] _s	Log t	[Au]c/[Au] _s
0	0,0	15,5	0,000	0	0		
30	0,5	11,6	3,882	2649	229	-0,301	2,359
60	1,0	9,96	5,504	3701	372	0,000	2,570
120	2,0	8,14	7,321	4852	596	0,301	2,775
240	4,0	6,47	8,993	5872	908	0,602	2,958

Bảng 11. Sự hấp phụ vàng trên than hoạt tính từ dung dịch giàu kim loại sau khi ngâm chiết hợp kim vàng/bạc trong thời gian 168 giờ (thể tích dung dịch 380 mL)

Khối lượng khô của cacbon		0,816g		Tải trọng (4 giờ) = 10,5 Kg/t			
							log
Thời gian (phút)	Thời gian (giờ)	[Au] mg/L	$\Delta[Au]_s$	$\Delta[Au]_c$	[Au]c/[Au] _s	Log t	[Au]c/[Au] _s
0	0,00	32,54	0,000	0	0		
30	0,50	24,33	8,210	3823	157	-0,301	2,196
96	1,60	15,87	16,670	7763	489	0,204	2,689
180	3,00	11,55	20,990	9775	846	0,477	2,928
240	4,00	9,78	22,760	10599	1084	0,602	3,035

Bảng 12. Sự hấp phụ bạc trên than hoạt tính từ dung dịch giàu kim loại sau khi ngâm chiết hợp kim vàng/bạc trong thời gian 168 giờ (thể tích dung dịch 380 mL)

Khối lượng khô của cacbon		0,816g		Tải trọng (4 giờ) = 1,54 Kg/t			
Thời gian (phút)	Thời gian (giờ)	[Ag] mg/L	$\Delta[Ag]_s$	$\Delta[Ag]_c$	[Ag]c/[Ag] _s	Log t	log[Ag]c/[Ag] _s
0	0,00	59,51	0,000	0	0		
30	0,50	56,32	3,190	1454	26	-0,301	1,412
96	1,60	54,33	5,180	2361	43	0,204	1,638
180	3,00	52,43	7,080	3228	62	0,477	1,789
240	4,00	51,59	7,920	3611	70	0,602	1,845

Các ví dụ từ ví dụ 16 đến ví dụ 21: Sự thu hồi đồng

Các ví dụ từ ví dụ 16 đến ví dụ 21 sau đây mô tả chi tiết sự thu hồi đồng từ tinh quặng trọng lực đồng-vàng. Tuy nhiên, cần hiểu rằng quy trình theo sáng chế không bị giới hạn ở việc thu hồi đồng từ tinh quặng đồng-vàng, và cũng có thể được ứng dụng để thu hồi đồng từ các nguyên liệu chứa đồng khác, như tinh quặng đồng không chứa vàng.

Tinh quặng trọng lực đồng-vàng được tạo ra từ quá trình cấp dòng xoáy ngâm vào thiết bị tách trọng lực ly tâm theo mẻ tại nhà máy đồng-vàng ở miền Tây nước Mỹ. Tinh quặng trọng lực dễ dàng cô đặc nhiều khoáng vật không chứa sulphit của đồng, và đồng tự nhiên, cũng như các khoáng vật sulphit, với vàng để tạo ra sự phân bố khoáng vật học của đồng trên phạm vi rộng. Sau đó mẫu tinh quặng trọng lực được nghiền bằng cách sử dụng máy nghiền đĩa và được sàng lọc bằng cách sử dụng các sàng 150 và 106 μm . Sàng +150 μm được tái sử dụng sau khi nghiền.

Cỡ hạt của mẫu nghiền được sử dụng trong các thử nghiệm ngâm chiết là 100%-150 μm và 80%-106 μm . Mẫu này được gửi đi để phân tích thành phần bằng cách sử dụng kỹ thuật tiêu thụ axit sau khi phân tích dung dịch đối với các kim loại khác nhau bằng cách sử dụng phép đo phổ phát xạ quang học plasma ghép cặp cảm ứng (inductively coupled plasma optical emission spectrometry - ICP-OES). Chế phẩm khoáng vật học của tinh quặng trọng lực trước và sau khi ngâm chiết được phân tích bằng dung dịch khoáng vật học được tự động hóa và hợp nhất cung cấp phép phân tích định lượng của các khoáng vật bằng cách sử dụng kỹ thuật đánh giá định lượng các khoáng vật bằng kỹ thuật kính hiển vi điện tử quét (QEMSCAN).

Tất cả các ví dụ được thực hiện bằng cách sử dụng dung dịch được pha chế từ thuốc tẩy bậc phân tích và nước Millipore. Trừ khi được chỉ rõ, tất cả các thử nghiệm này đều được tiến hành bằng cách sử dụng hệ thống lắc chai phù hợp với thực tiễn thông thường của phòng thí nghiệm. Tinh quặng và dung dịch glyxin được đặt trong bình Winchester 2,5L. Huyền phù đặc được khuấy bằng cách lắc chai trên hệ thống lắc chai ở tốc độ 150 vòng/phút. Chai được thông khí để vận chuyển khí oxy, đảm bảo rằng việc thiếu oxy không làm giới hạn tốc độ phản ứng.

Ở các thời điểm khác nhau, các mẫu dung dịch ngâm chiết được thu lại bằng cách sử dụng bộ lọc màng hình trụ (cỡ lỗ 0,45 μm). Dịch lọc được phân tích đối với đồng và sắt bằng cách sử dụng quang phổ học hấp phụ nguyên tử. Các thành phần vi lượng được phân tích bằng cách sử dụng phép đo phổ phát xạ quang học plasma ghép cặp cảm ứng (inductively coupled plasma optical emission spectrometry - ICP-OES). Phép phân tích thành phần cặn được tiến hành bằng cách sử dụng kỹ thuật tiêu thụ axit sau đó đến kỹ thuật phân tích ICP-OES.

Từ dữ liệu được thể hiện trong Bảng 13, có thể nhận thấy rằng trong số các khoáng vật đồng phổ biến, chalcopyrit (CuFeS_2) có độ hòa tan trong xyanua nhỏ nhất và các oxit đồng khác và đồng tự nhiên có độ hòa tan cao trong dung dịch xyanua.

Bảng 13: Độ hòa tan của các khoáng vật Cu trong dung dịch NaCN 1%

Khoáng vật	Công thức	% Đồng được hòa tan
Azurit	$2\text{Cu}(\text{CO})_3, \text{Cu}(\text{OH})_2$	94,5
Malachit	$2\text{CuCO}_3 (\text{OH})_2$	90,2
Chancoxit	Cu_2S	90,2
Covelit	CuS	95,6
Chalcopyrit	CuFeS_2	5,60
Đồng tự nhiên	Cu	90,0
Cuprit	Cu_2O	85,5
Bornit	$\text{FeS}, 2\text{Cu}_2\text{S}$	70,0
Enargit	Cu_3AsS_4	65,8
Tetrahedrit	$(\text{Cu}, \text{Fe}, \text{Ag}, \text{Zn})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$	21,9
Chrysocola	$\text{CuSiO}_3, (\text{nH}_2\text{O})$	11,8

Bảng 14 thể hiện phép phân tích thành phần của tinh quặng đồng-vàng được sử dụng trong các ví dụ từ ví dụ 16 đến ví dụ 21. Tinh quặng đồng-vàng có 3,75% Cu được phân bố trong số một loạt các khoáng vật đồng, bao gồm đồng tự nhiên.

Bảng 14: Phép phân tích thành phần của tinh quặng đồng-vàng

Nồng độ (%)												
ID của mẫu	Au	Ag	Cu	As	Fe	Si	Ni	Al	K	Co	Pb	S
Nồng độ,	0,213	0,03	3,75	0,76	11,6	27,0	0,06	2,0	0,69	0,34	0,12	11,4

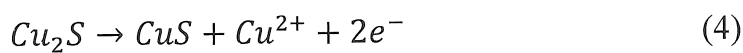
Ví dụ 16: Sự ngâm chiết hai giai đoạn

Các thử nghiệm cho thấy rằng 98% Cu được chiết trong 48 giờ trong quy trình ngâm chiết hai giai đoạn trong các điều kiện sau đây: glyxin 0,3M, H₂O₂ 1%, độ pH=11,0, 23°C và tỷ trọng bùn 16% (% trọng lượng/thể tích). Các chế phẩm khoáng vật học chứa tinh quặng đồng-vàng trước và sau khi ngâm chiết được phân tích bằng QEMSCAN được thể hiện trong Bảng 15. Fig. 24 cũng thể hiện phần trăm khối lượng đối với mỗi khoáng vật đồng trong tinh quặng trước và sau khi ngâm chiết. Các kết quả được thể hiện trên Fig. 24 cho thấy rằng 100% đồng kim loại và khoáng vật đồng sulfua, như bornit và chancoxit/digenit, được hòa tan. Khoảng 80% chalcopyrit được hòa tan. Phân tích QEMScan của cặn cho thấy rằng chalcopyrit không được ngâm chiết xuất hiện dưới dạng hạt được giải phóng trong phần chiết cỡ lớn nhất.

Bảng 15: Phân tích khoáng vật học của các khoáng vật đồng và đá quặng trong tinh quặng trước và sau khi ngâm chiết (Điều kiện ngâm chiết: glyxin 0,3M, H₂O₂ 1%, độ pH=11, nhiệt độ trong phòng)

Khoáng vật học khối, % khối lượng		
Khoáng vật	Trước khi ngâm chiết	Sau khi ngâm chiết
Chancoxit/digenit	1,46	0,01
Kim loại Cu	1,30	0,00
Cuprit	0,88	0,00
Chalcopyrit	0,71	0,15
Bornit	0,27	0,02
Covelit	0,18	0,12
Cu-sulfua phức hợp ngoại lai	0,09	0,00
Giới hạn đồng	0,34	0,02
Pyrit	28,55	32,33
Pyrrhotit	0,35	0,20
Arsenopyrit	0,01	0,00
Quartz	48,49	51,28
Feldpars	5,32	5,59
Calxit	0,12	0,10
Dolomit	0,09	0,11
Ankerit/Dolomit	0,78	0,61
Rutil/Anataza/Ilmenit	0,52	0,75
Hematit	0,69	1,71
Goethit	2,72	2,21
Các khoáng vật khác	7,16	4,75

Bảng 16 thể hiện tỷ lệ phần trăm của mỗi khoáng vật đồng được hòa tan sau khi ngâm chiết trong dung dịch glyxin. Sự có mặt của covelit (CuS) trong cặn cuối cùng có thể góp phần gây kết tủa lại đồng trong khi ngâm chiết theo phương trình (2). Sự tạo thành covelit (CuS) trong khi ngâm chiết các khoáng vật đồng sulfua, như chalcopyrit, được nhận biết bởi một số nghiên cứu. Có thể kết luận rằng covelit hòa tan trong dung dịch ngâm chiết và kết tủa lại bằng phản ứng của đồng với lưu huỳnh hoặc sulfua trong khi ngâm chiết.



Bảng 16: Sự hòa tan khoáng vật đồng quan sát được trong dung dịch glyxin 0,3M ở nhiệt độ trong phòng, H₂O₂ 1%, độ pH=11

Khoáng vật	Độ hòa tan Cu, %
Chancoxit/digenit	100
Kim loại Cu	100
Cuprit	100
Chalcopyrit	80
Bornit	92
Covelit	19
Cu-sulfua phức hợp ngoại lai	99
Giới hạn đồng	95

Fig. 25 thể hiện sơ đồ của mạch ngâm chiết đồng dòng ngược hai giai đoạn dựa trên khái niệm, được chỉ dẫn chung bằng số chỉ dẫn 10. Để đạt được độ hòa tan đồng cao, thì việc ngâm chiết có thể được tiến hành theo hai giai đoạn 12, 14 (như bằng cách sử dụng hai bình phản ứng ngâm chiết) trong điều kiện ngâm chiết giống nhau trong mỗi giai đoạn. Ở trạng thái ổn định, tinh quặng Cu-Au mới 16 sẽ nạp giai đoạn thứ nhất 12 và dung dịch ngâm chiết 18 (tạo thành) mới sẽ nạp giai đoạn thứ hai 14. Huyền phù đặc được ngâm chiết thoát khỏi giai đoạn 12 được đưa vào quy trình tách rắn/lỏng thứ nhất, 20, để tạo ra dung dịch ngâm chiết giàu đồng thứ nhất, 22, và cặn ngâm chiết rắn, 24. Cặn 24 được nạp vào giai đoạn ngâm chiết thứ hai 14. Huyền phù đặc được ngâm chiết thoát khỏi giai đoạn ngâm chiết thứ hai 14 được đưa vào quy trình tách rắn/lỏng thứ hai, 32, để tạo ra tinh quặng vàng, 34 và đồng PLS thứ hai, 36. PLS thứ hai được tái sử dụng trong giai đoạn ngâm chiết thứ nhất 12 dưới dạng

dung dịch ngâm chiết. Dung dịch ngâm chiết giàu chứa đồng, 22, được đưa vào vào quy trình điện chiết, 26, và quy trình thu hồi đồng, 28. Dung dịch nghèo 30 từ bước điện chiết 26 được tái sử dụng dưới dạng dung dịch xử lý trong giai đoạn ngâm chiết thứ hai 14. Bảng 18 thể hiện nồng độ của đồng và các tạp chất khác trong dung dịch ngâm chiết cuối cùng từ các giai đoạn 1 và 2.

Bảng 17: Nồng độ đồng và các tạp chất trong dung dịch ngâm chiết cuối cùng ở giai đoạn 1 và giai đoạn 2

Nồng độ (mg/L)												
ID của mẫu	Cu	Au	As	S	Fe	Si	Ni	Co	Pb	K	Mg	Ca
Giai đoạn 1	4745	0,85	24,7	185	12,1	9,14	5,21	3,14	16,4	14,8	14,4	25,1
Giai đoạn 2	1069	1,28	29,4	146	6,69	6,45	4,34	2,27	10,2	9,2	2,99	14,1

Khoảng 98% đồng được ngâm chiết bằng cách sử dụng 0,3 mol/L glyxin ở nhiệt độ trong phòng với chỉ khoảng 12 mg/L Fe, 16 mg/L Pb và các tạp chất nồng độ thấp được chuyển vào dung dịch giàu kim loại. Có vẻ là sắt không hòa tan đáng kể trong dung dịch kiềm glyxin.

Fig. 26 thể hiện sự hòa tan đồng dưới dạng hàm thời gian sau khi ngâm chiết trong hai giai đoạn. Có thể nhận thấy rằng hơn 98% đồng được hòa tan. Cũng được quan sát thấy rằng, sau 5 giờ ngâm chiết, hiệu suất chiết đồng là khoảng 66% đồng và tốc độ hòa tan nhanh từ đầu của đồng này là do sự có mặt của cuprit và đồng kim loại có độ hòa tan cao trong tinh quặng.

Ví dụ 17: Ngâm chiết một giai đoạn

Trong phần này, quy trình ngâm chiết tinh quặng đồng-vàng được tiến hành trong một giai đoạn bằng cách tăng nồng độ glyxin từ 0,3M đến 0,4M và kéo dài thời gian ngâm chiết đến 96 giờ. Fig. 27 thể hiện phần trăm khối lượng của các khoáng vật đồng được phân tích bằng QEMSCAN trước và sau khi ngâm chiết để so sánh. Dựa vào nồng độ đồng trong dung dịch ngâm chiết cuối cùng, và đồng trong cặn cuối cùng, hiệu suất chiết đồng là 82%. Từ các kết quả được thể hiện trên Fig. 27, rõ ràng là 100% chancoxit, cuprit, đồng kim loại, và chỉ 50% chalcopirit được hòa tan. Đáng chú ý là quan sát thấy rằng, như được thể hiện trên Fig. 27, đồng được kết tủa lại dưới

dạng Covelit (CuS) hoặc đồng rất mịn được hấp phụ trên đất sét hoặc được kết hợp trong silicat (Giới hạn Cu).

Ví dụ 18: Ảnh hưởng của độ pH

Ảnh hưởng của độ pH của dung dịch ngâm chiết đến độ hòa tan đồng được thể hiện trên Fig. 28. Có thể nhận thấy rằng độ hòa tan ban đầu của đồng ở độ pH thấp hơn (độ pH=8,0) là cao hơn so với độ hòa tan ở độ pH bằng 10 và 11,5. Tuy nhiên, bằng cách kéo dài thời gian ngâm chiết, nhận thấy rằng độ hòa tan đồng tăng lên ở độ pH kiềm hơn (ví dụ, độ pH=11,5). Từ các kết quả được thể hiện trên Fig. 28, có thể quan sát thấy rằng độ hòa tan đồng tăng lên không đáng kể bằng cách làm tăng độ pH ngâm chiết từ độ pH=10 đến độ pH=11,5.

Ví dụ 19: Ảnh hưởng của peroxit

Để nghiên cứu ảnh hưởng của việc sử dụng peroxit làm chất oxy hóa đến sự ngâm chiết đồng trong dung dịch glyxin, thì peroxit ở các nồng độ 0%, 1% và 2% được bổ sung vào dung dịch glyxin 0,3M ở nhiệt độ trong phòng. Các kết quả được thể hiện trên Fig. 29 cho thấy rằng peroxit làm tăng không đáng kể độ hòa tan đồng.

Kết quả đáng quan tâm nhất ở đây là hiệu suất chiết đồng đạt đến 75% trong dung dịch chỉ chứa một mình glyxin (không có peroxit) trên hệ thống lẫn chai được thông khí mà cho phép chuyển đủ oxy từ không khí bao quanh.

Ví dụ 20: Ảnh hưởng của tỷ trọng bùn

Để nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ trọng bùn đến sự ngâm chiết đồng trong dung dịch glyxin, thì các tỷ trọng bùn 10, 16 và 20% được sử dụng. Ảnh hưởng của tỷ trọng bùn đến mức độ hòa tan đồng được thể hiện trên Fig. 30. Sự tăng tỷ trọng bùn từ 10% đến 20% làm giảm mức độ chiết đồng khoảng 10%. Cũng nhận thấy rằng sự giảm hiệu suất chiết đồng ở tỷ trọng bùn cao hơn có thể được cho là chủ yếu do hiệu suất vận chuyển oxy vào dung dịch ngâm chiết.

Ví dụ 21: Ảnh hưởng của nồng độ glyxin

Ảnh hưởng của nồng độ glyxin đến độ hòa tan đồng được thể hiện trên Fig. 31. Rõ ràng là, bằng cách làm tăng nồng độ glyxin, thì hiệu suất chiết đồng tăng nhẹ. Có

thể nhận thấy rằng, nhìn chung độ hòa tan đồng phụ thuộc vào nồng độ của glyxin trong dung dịch glyxin-peroxit.

Trong các điểm yêu cầu bảo hộ dưới đây, và trong phần mô tả nêu trên, ngoại trừ khi ngữ cảnh yêu cầu khác đi do cách diễn đạt riêng hoặc các hàm ý cần thiết, cụm từ “bao gồm” và các biến thể ngữ pháp của nó được sử dụng với nghĩa là kể cả, tức là để chỉ rõ sự có mặt của dấu hiệu được nêu nhưng không cản trở sự có mặt hoặc bổ sung thêm các dấu hiệu khác theo các phương án khác nhau về thiết bị và phương pháp như được bộc lộ trong bản mô tả.

Các đơn sáng chế khác có thể được nộp ở Úc hoặc các nước khác, trên cơ sở, hoặc xin hưởng quyền ưu tiên từ, đơn sáng chế này. Cần hiểu rằng các điểm yêu cầu bảo hộ tạm thời dưới đây được cung cấp chỉ dùng để minh họa và không dùng để giới hạn phạm vi của các đối tượng có thể được bảo hộ trong các đơn bất kỳ trong tương lai. Các dấu hiệu có thể được bổ sung vào hoặc được lược bỏ khỏi các điểm yêu cầu bảo hộ tạm thời này để xác định thêm hoặc xác định lại sáng chế hoặc các sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình thu hồi kim loại có chứa đồng và/hoặc kim loại quý từ nguyên liệu chứa kim loại, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

ngâm chiết nguyên liệu chứa kim loại với dung dịch kiềm chứa nước có độ pH ít nhất là 9 và chứa dung dịch ngâm chiết chứa axit amin hoặc dẫn xuất của chúng để tạo ra nước ngâm chiết chứa kim loại; và

chiết kim loại từ nước ngâm chiết này,
trong đó axit amin này bao gồm glyxin.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó kim loại bao gồm kim loại quý và bước ngâm chiết bao gồm bước ngâm chiết nguyên liệu chứa kim loại quý với dung dịch kiềm chứa chất oxy hóa và axit amin hoặc dẫn xuất của chúng ở nhiệt độ tăng cao để tạo ra nước ngâm chiết chứa kim loại quý.

3. Quy trình theo điểm 2, trong đó chất oxy hóa là peroxit, mangan đioxit, hoặc khí chứa oxy.

4. Quy trình theo điểm 3, trong đó chất oxy hóa là hydro peroxit và lượng hydro peroxit trong dung dịch ít nhất là 0,005% khối lượng, và tối đa là 5% khối lượng.

5. Quy trình theo điểm 3, trong đó nước ngâm chiết còn gồm chất xúc tác ngâm chiết có chứa các loại đồng (đồng(II)), có mặt ở nồng độ ít nhất là 1mM và lên đến 10mM.

6. Quy trình theo điểm 2, trong đó nhiệt độ tăng cao ít nhất là 30°C.

7. Quy trình theo điểm 1, trong đó bước ngâm chiết được tiến hành ở nhiệt độ môi trường.

8. Quy trình theo điểm 1, trong đó nguyên liệu bao gồm quặng, tinh quặng hoặc quặng đuôi.

9. Quy trình theo điểm 1, trong đó quy trình này bao gồm quy trình ngâm chiết tách đồng, quy trình ngâm chiết tại chỗ, quy trình ngâm chiết tại hiện trường, quy trình ngâm chiết trong bể hoặc ngâm chiết trong thùng.

10. Quy trình theo điểm 1, trong đó dẫn xuất của axit amin bao gồm peptit.

11. Quy trình theo điểm 1, trong đó nồng độ của axit amin trong dung dịch ngâm chiết ít nhất là 0,001M và tối đa là 2M.

12. Quy trình theo điểm 1, trong đó độ pH nằm trong khoảng từ 9 đến 13.

13. Quy trình theo điểm 1, trong đó độ pH lớn hơn 10.

14. Quy trình ngâm chiết phân đoạn để thu hồi đồng và kim loại quý từ nguyên liệu chứa đồng và kim loại quý, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

ngâm chiết nguyên liệu chứa đồng và kim loại quý với dung dịch kiềm chứa dung dịch ngâm chiết chứa axit amin hoặc dẫn xuất của chúng trong các điều kiện thứ nhất bao gồm nhiệt độ môi trường và/hoặc không có mặt chất oxy hóa để tạo ra nước ngâm chiết chứa đồng và cặn chứa kim loại quý;

ngâm chiết cặn chứa kim loại quý này với dung dịch kiềm chứa dung dịch ngâm chiết chứa axit amin hoặc dẫn xuất của chúng trong các điều kiện thứ hai bao gồm nhiệt độ tăng cao và/hoặc có mặt chất oxy hóa để tạo ra nước ngâm chiết chứa kim loại quý;

chiết đồng từ nước ngâm chiết chứa đồng nêu trên; và

chiết kim loại quý từ nước ngâm chiết chứa kim loại quý nêu trên.

15. Quy trình thu hồi kim loại chứa đồng và/hoặc kim loại quý từ nguyên liệu chứa kim loại, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

ngâm chiết nguyên liệu chứa kim loại với dung dịch kiềm chứa nước chứa dung dịch ngâm chiết chứa dẫn xuất của axit amin để tạo ra nước ngâm chiết chứa kim loại, trong đó dẫn xuất của axit amin bao gồm peptit; và

chiết kim loại từ nước ngâm chiết này.

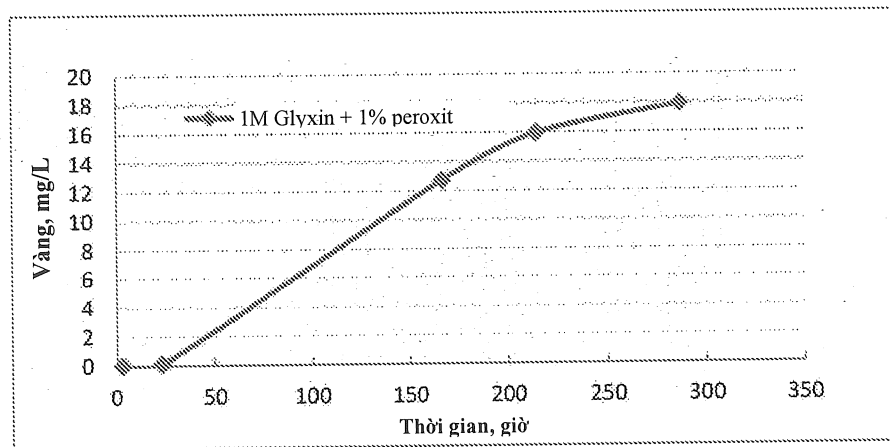


Fig. 1

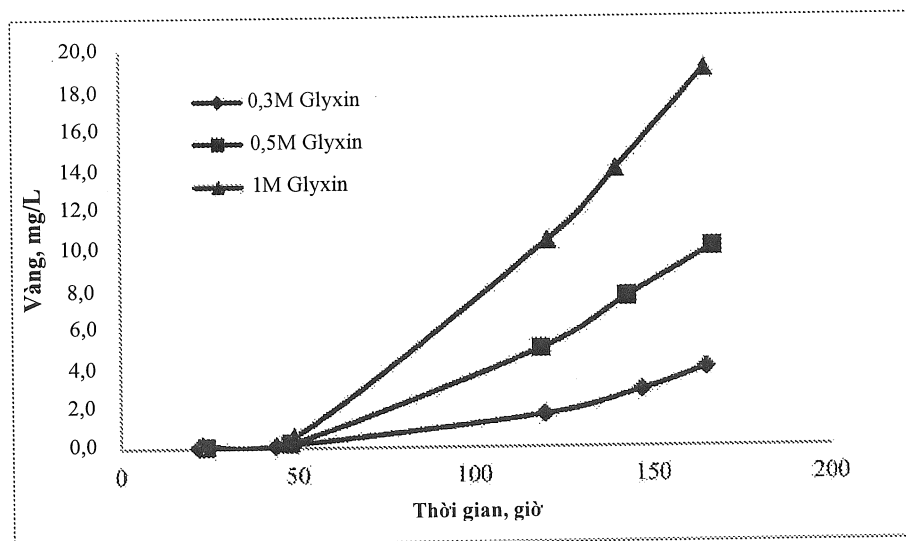


Fig. 2

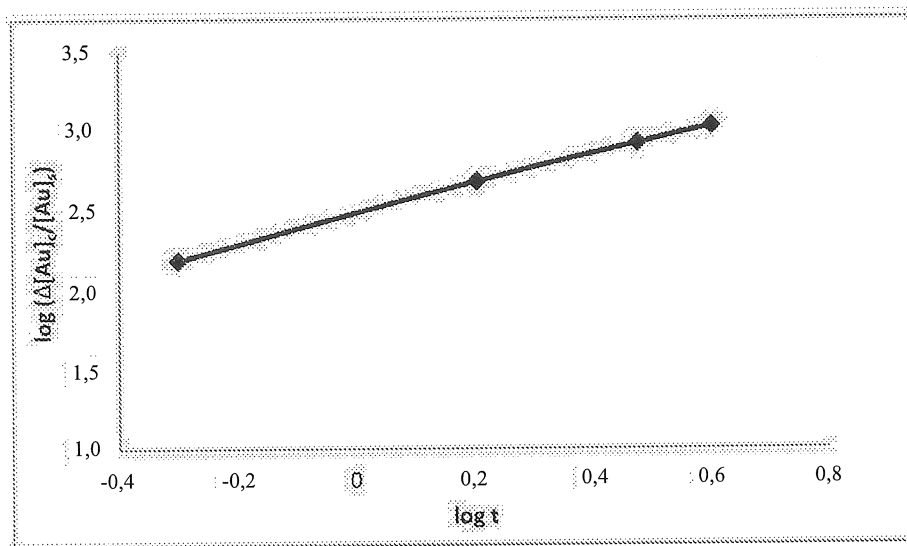


Fig. 3

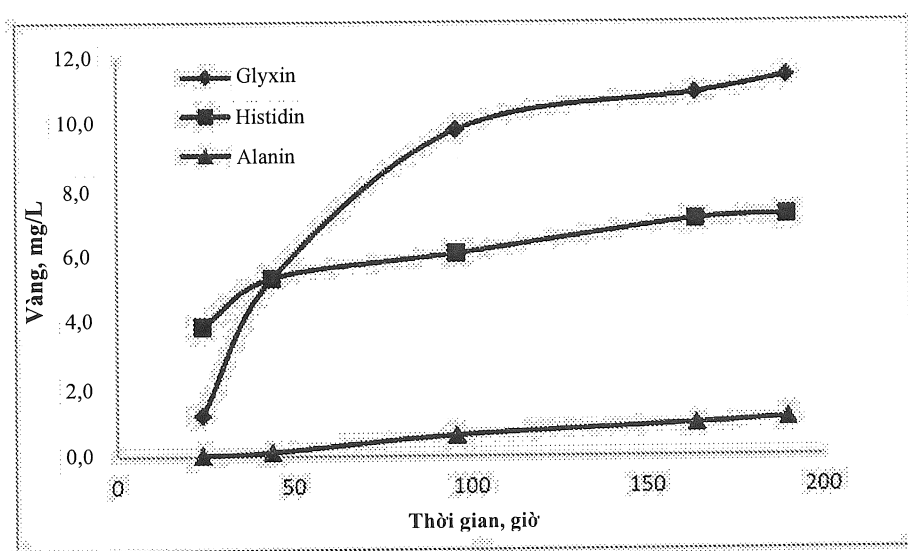


Fig. 4

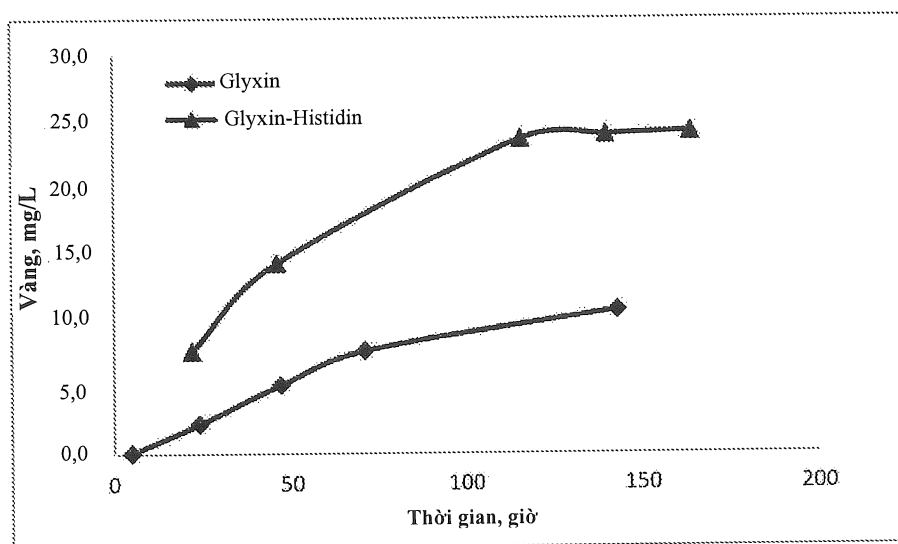


Fig. 5

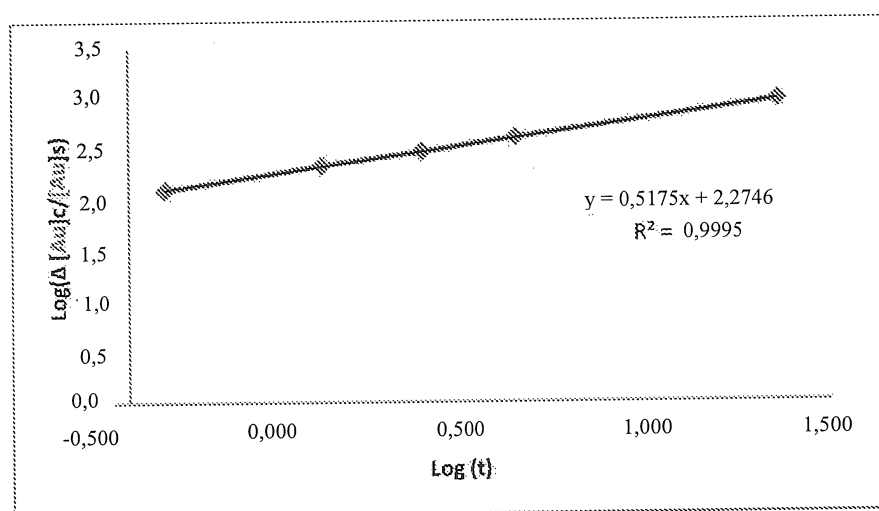


Fig. 6

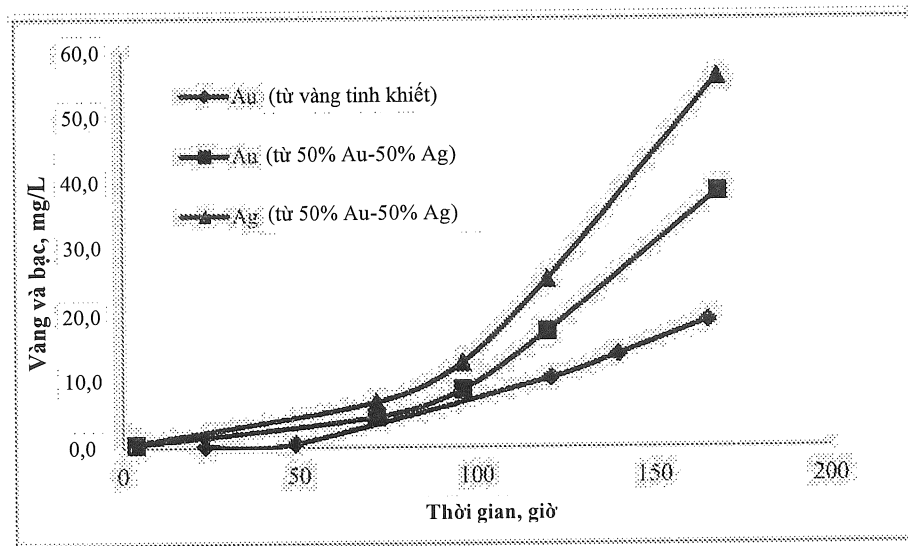


Fig. 7

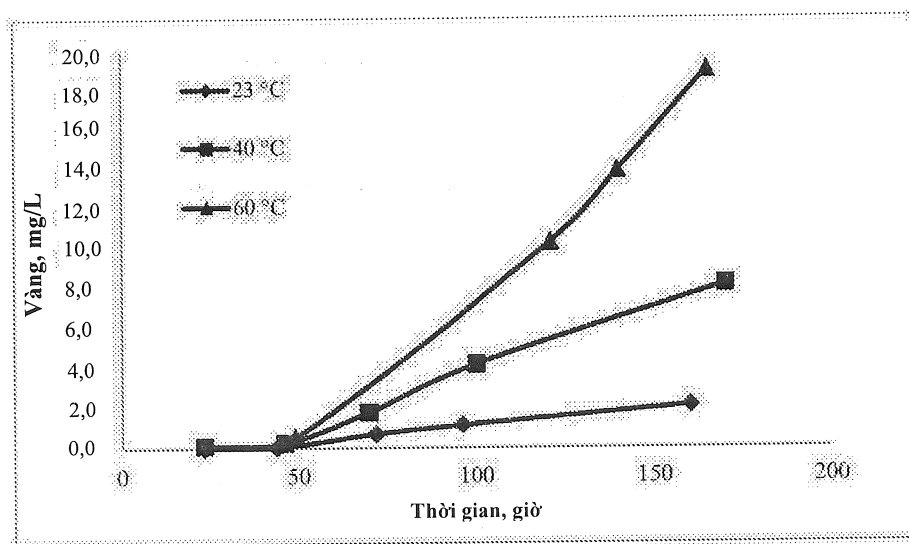


Fig. 8

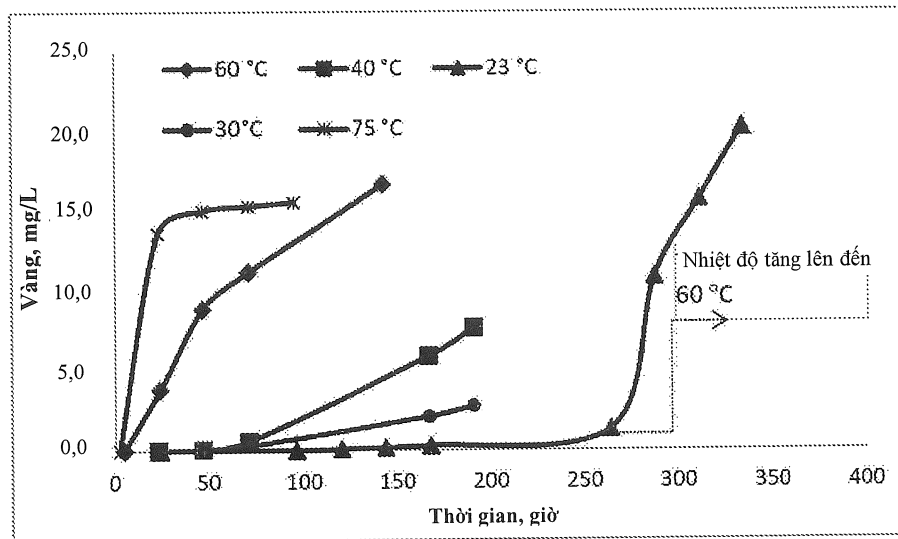


Fig. 9

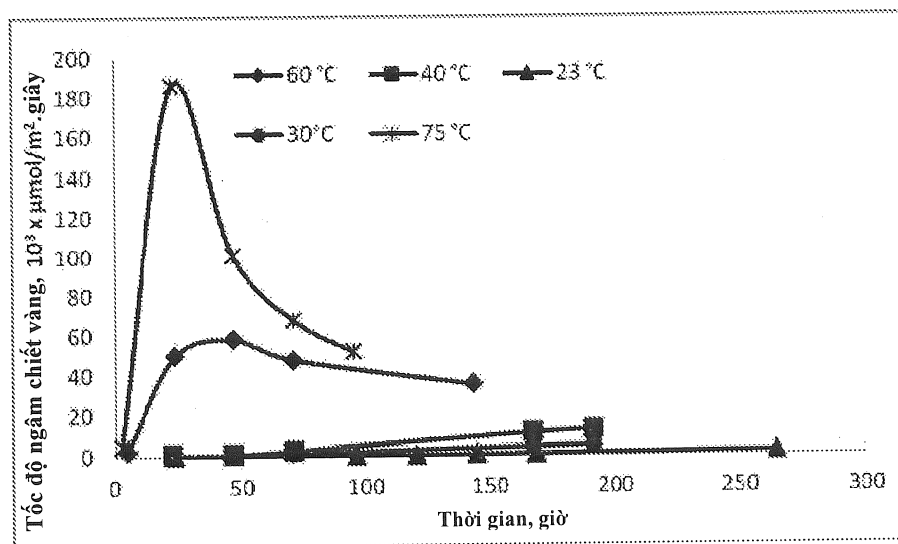


Fig. 10

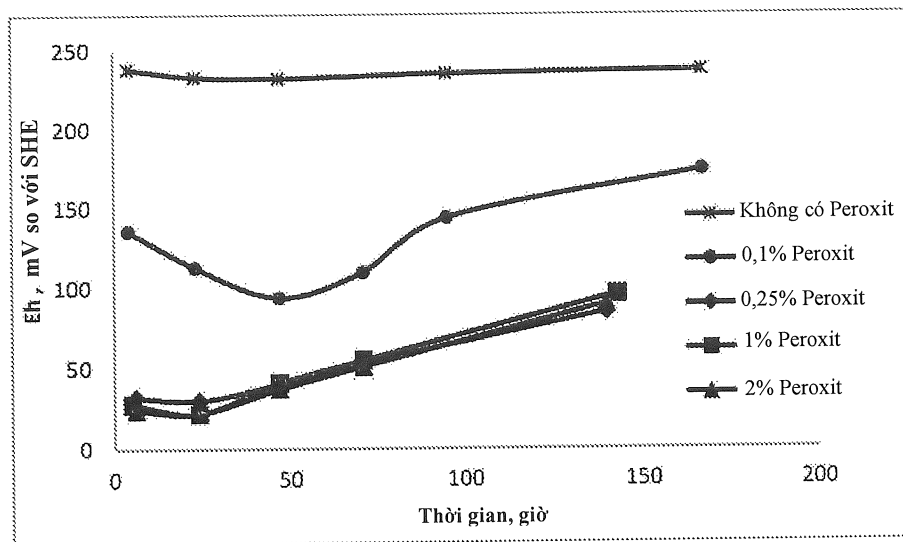


Fig. 11

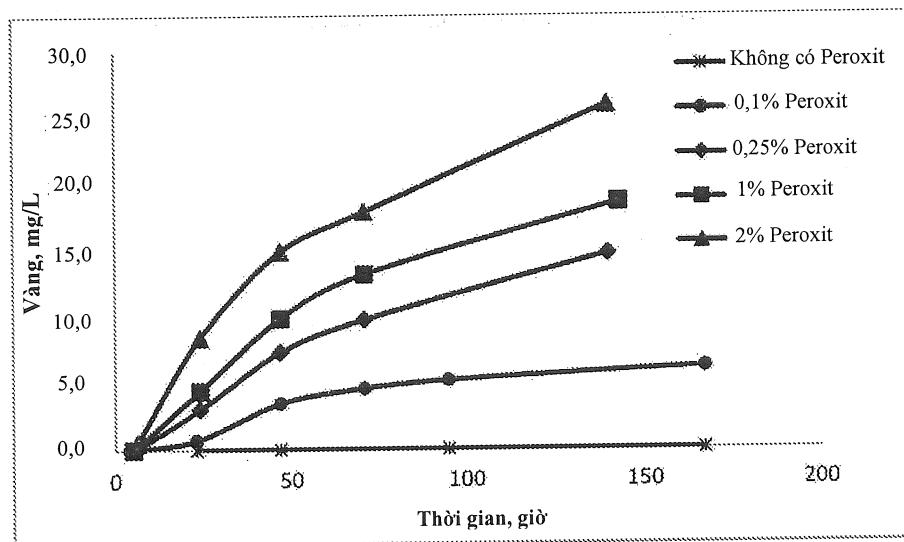


Fig. 12

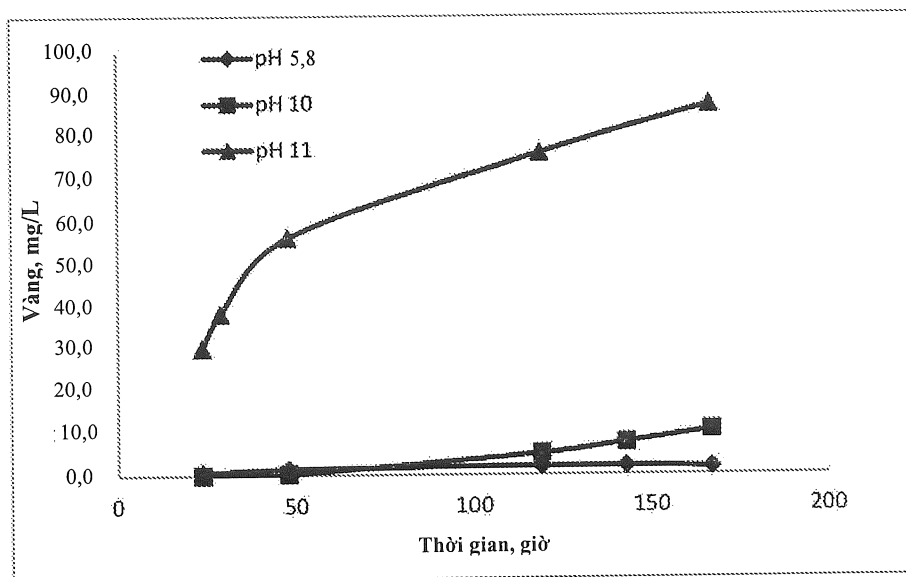


Fig. 13

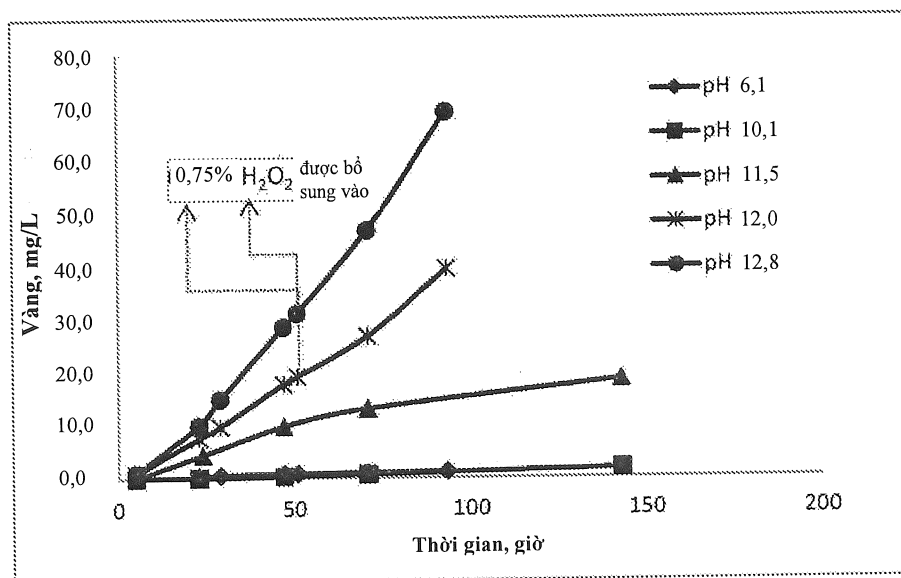


Fig. 14

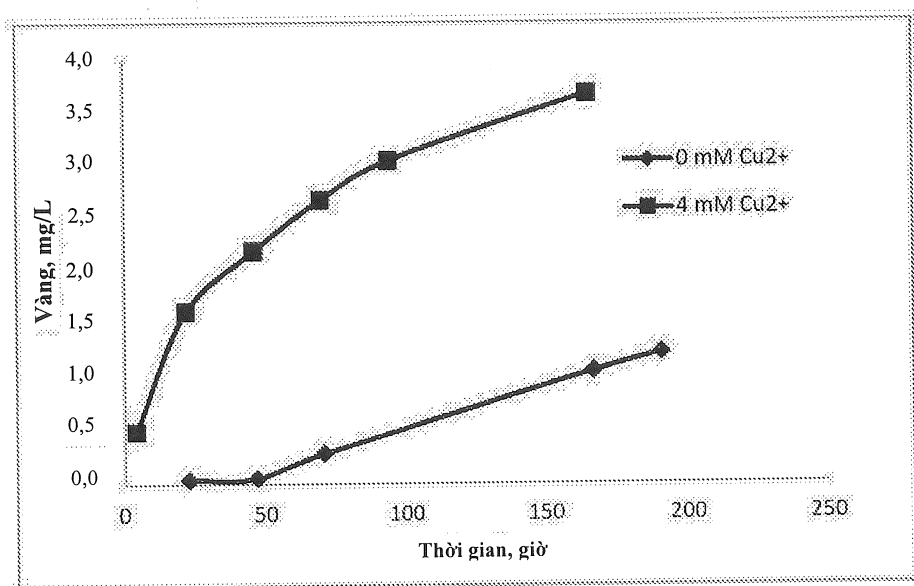


Fig. 15

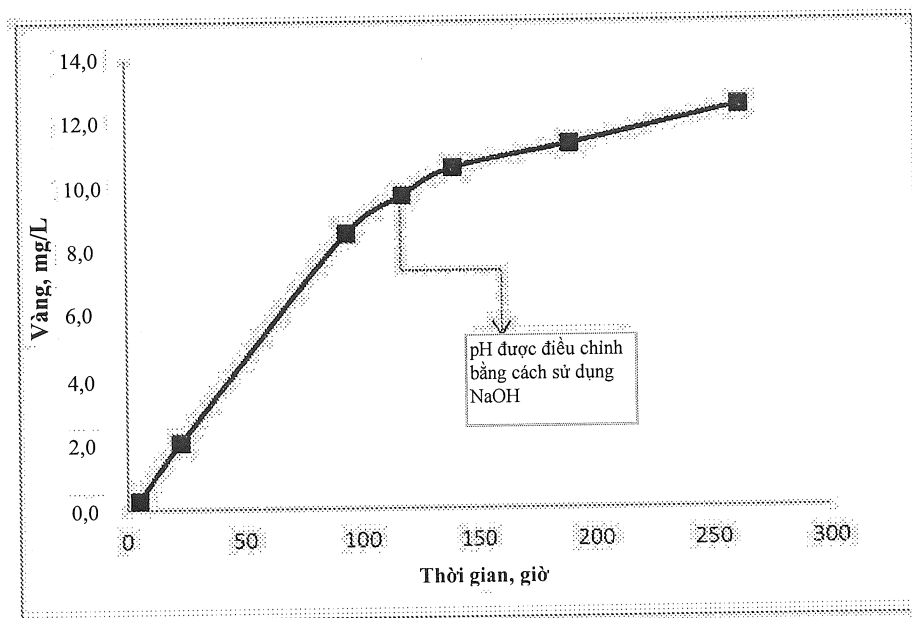


Fig. 16

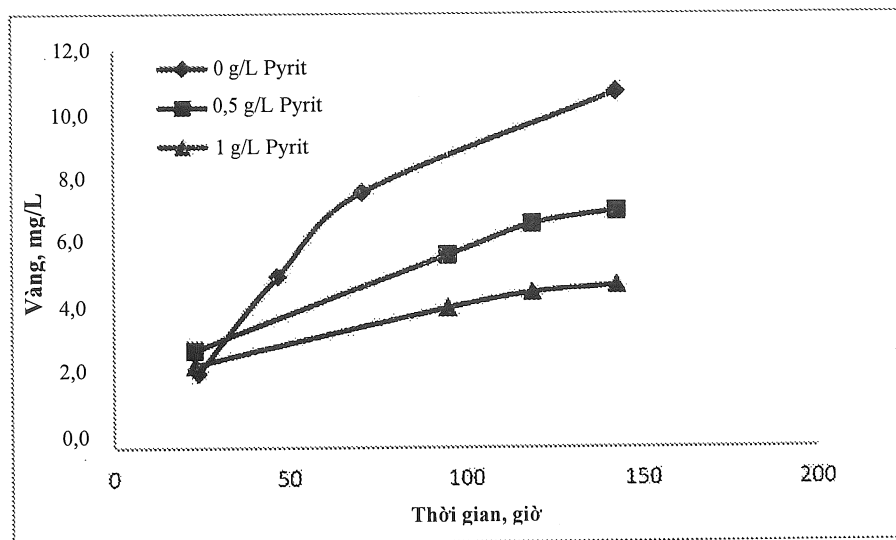


Fig. 17

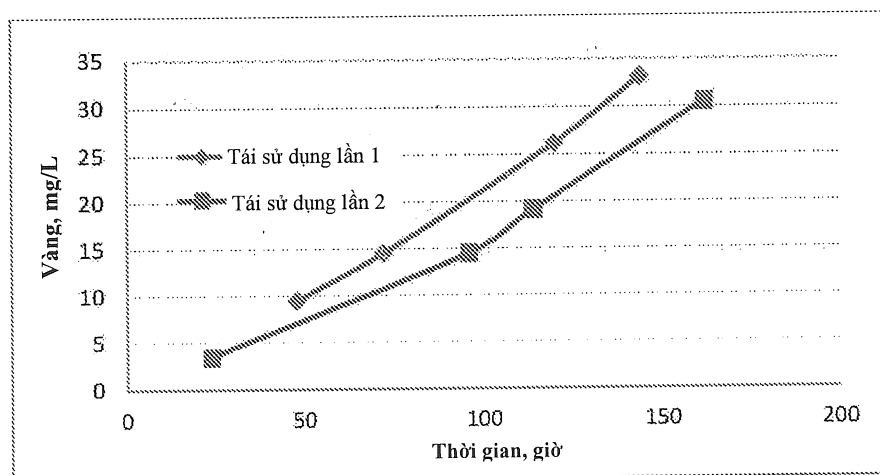


Fig. 18

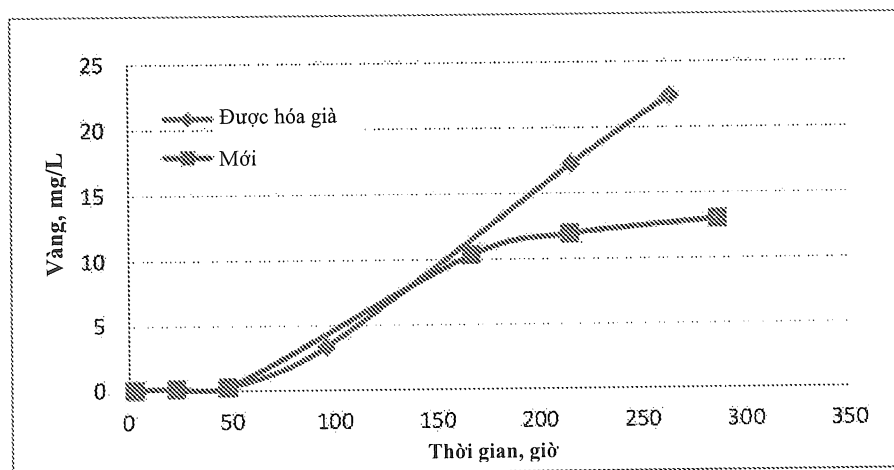


Fig. 19

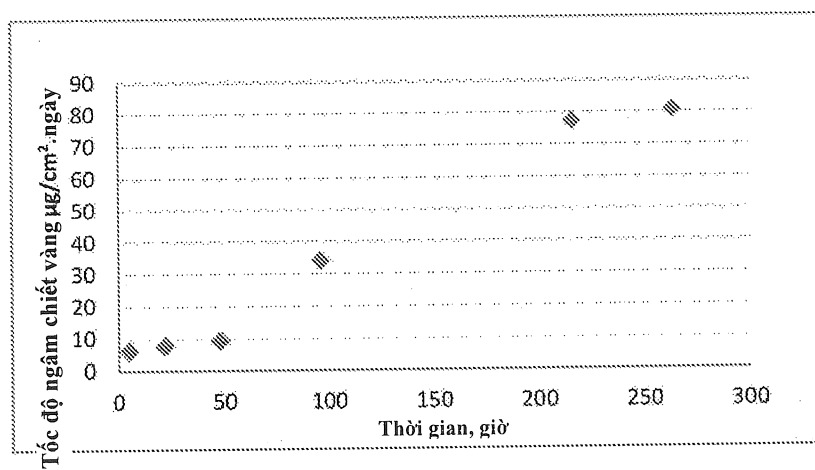


Fig. 20

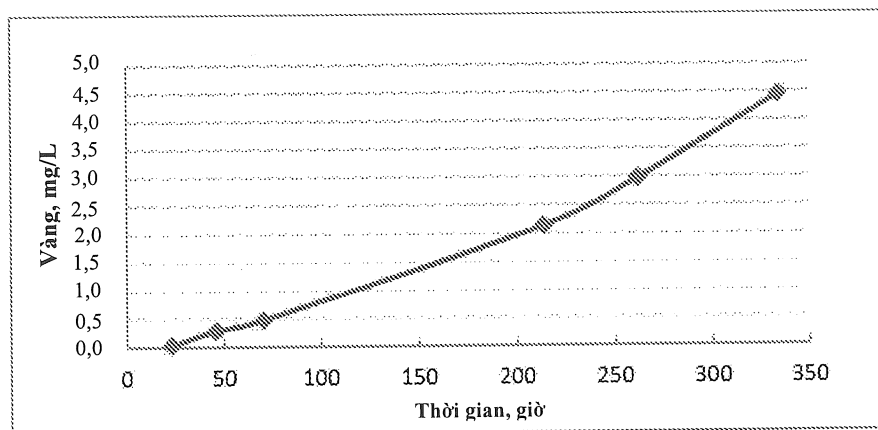


Fig. 21

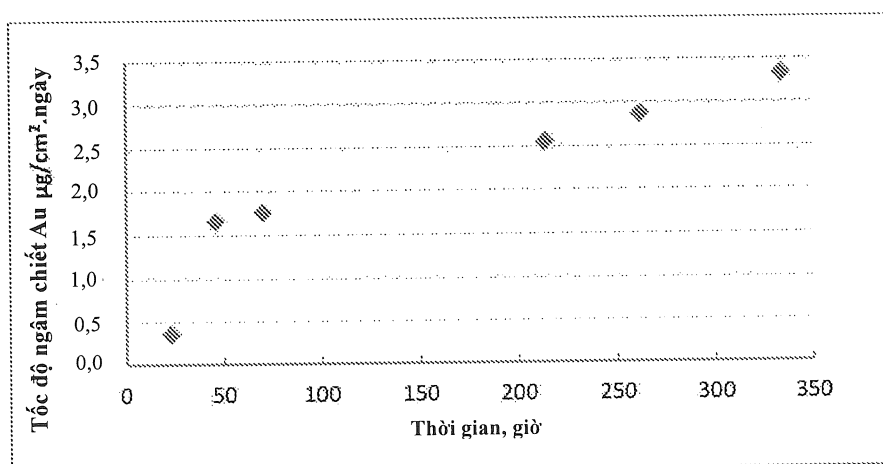


Fig. 22

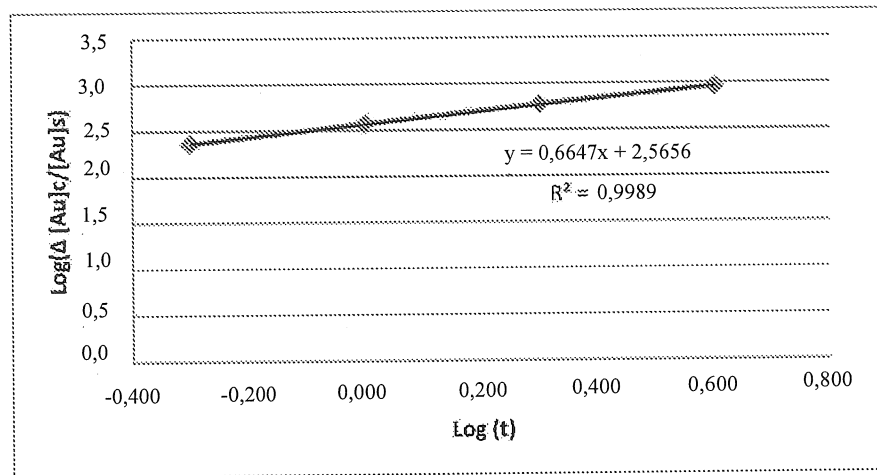


Fig. 23

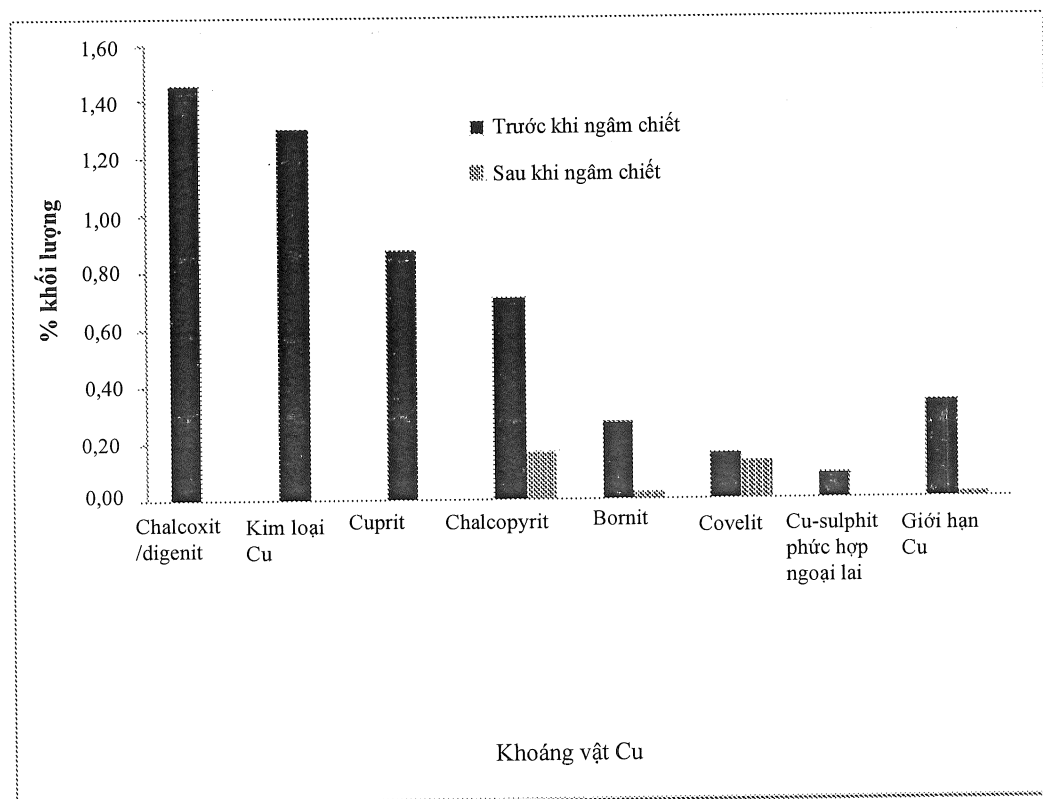
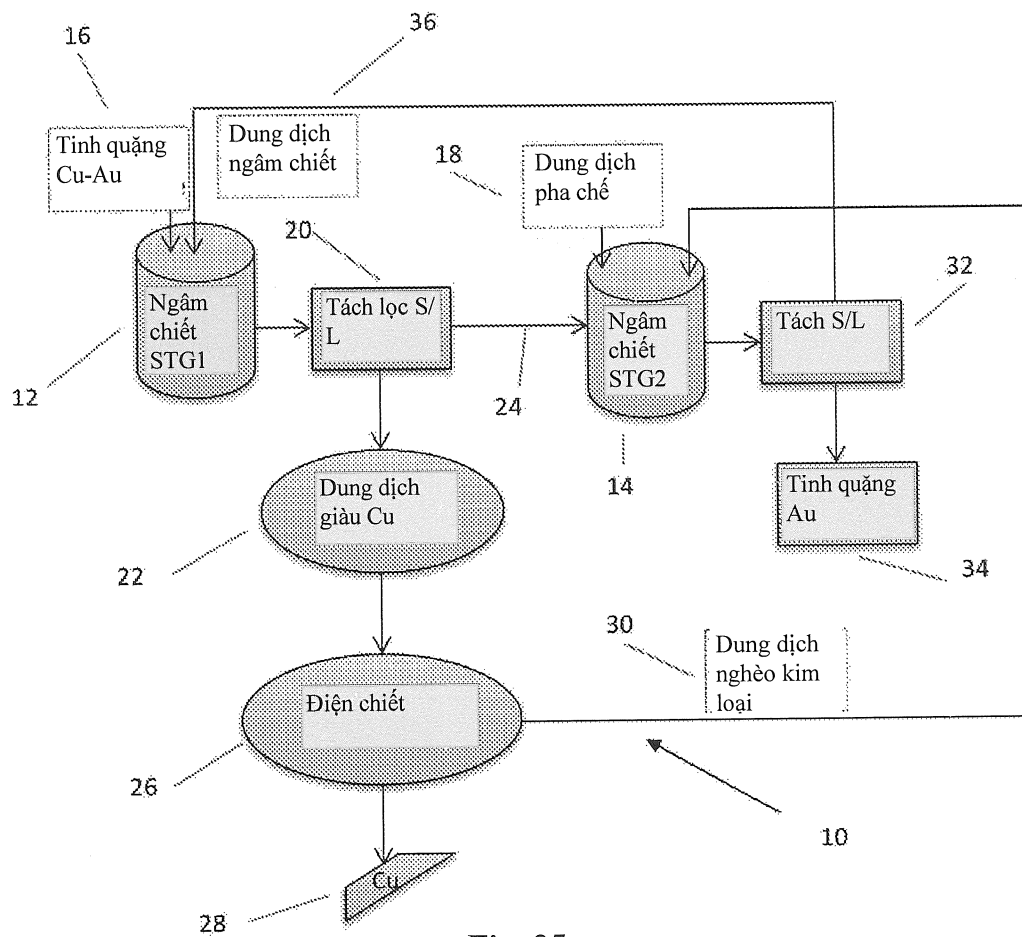


Fig. 24



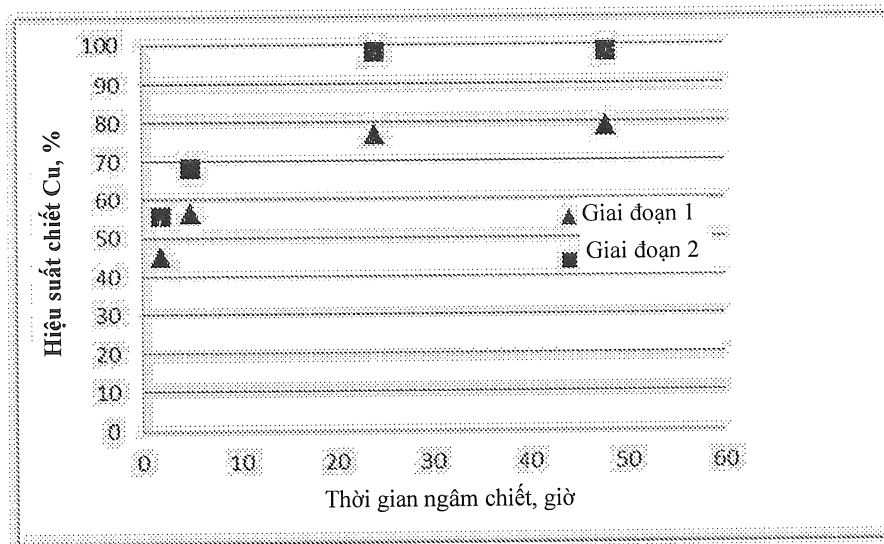


Fig. 26

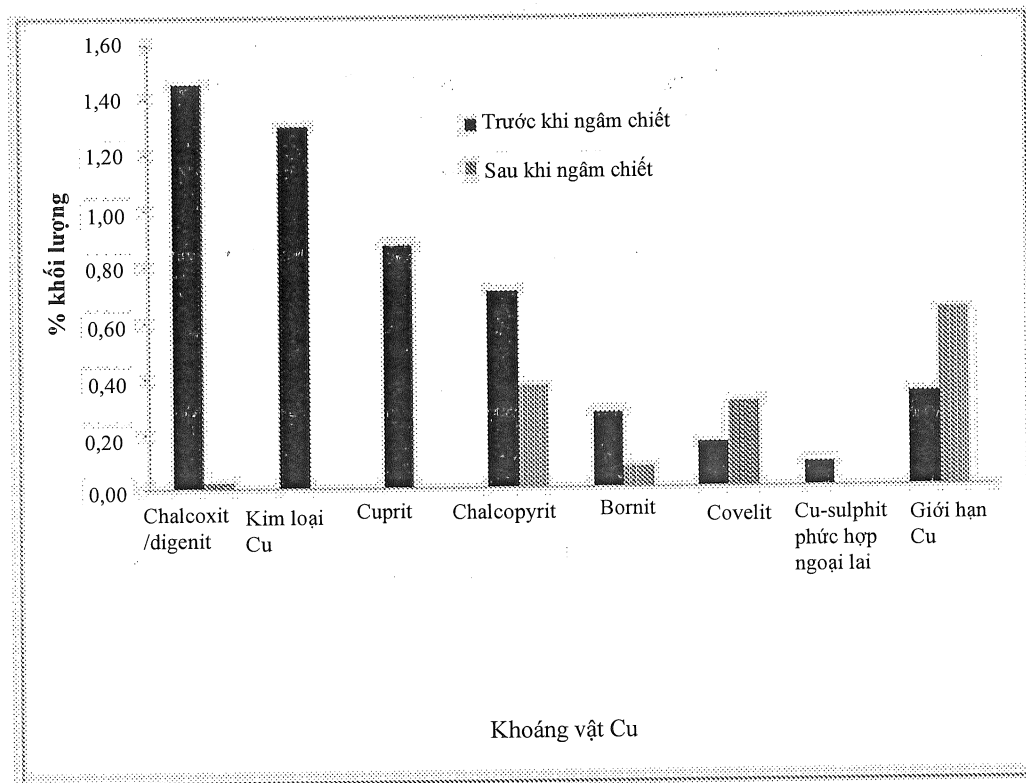


Fig. 27

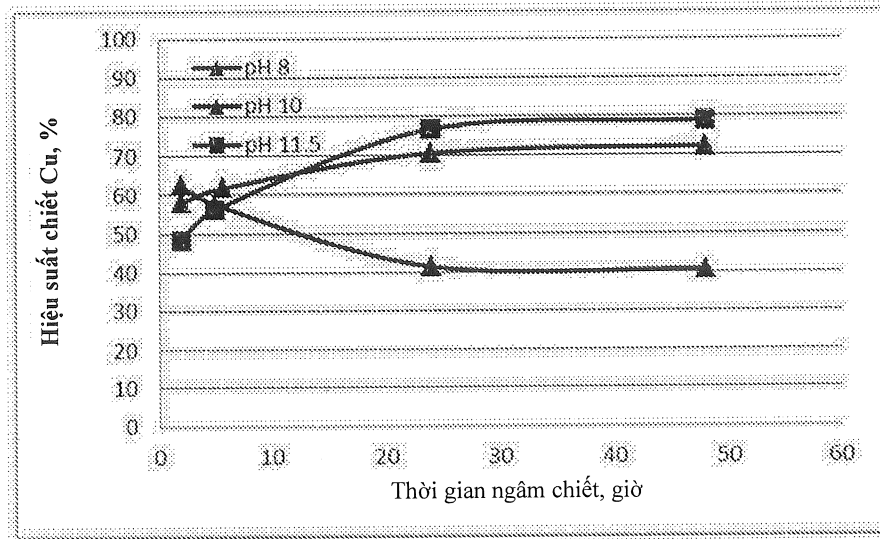


Fig. 28

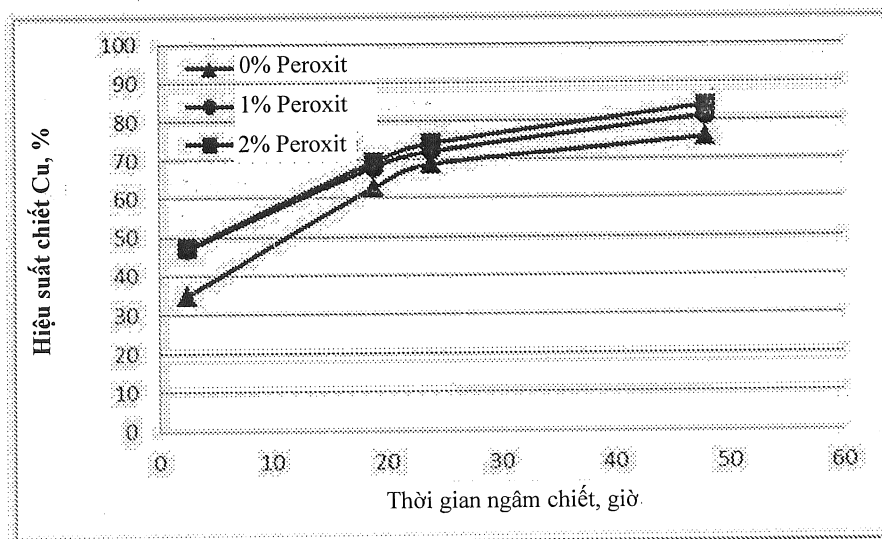


Fig. 29

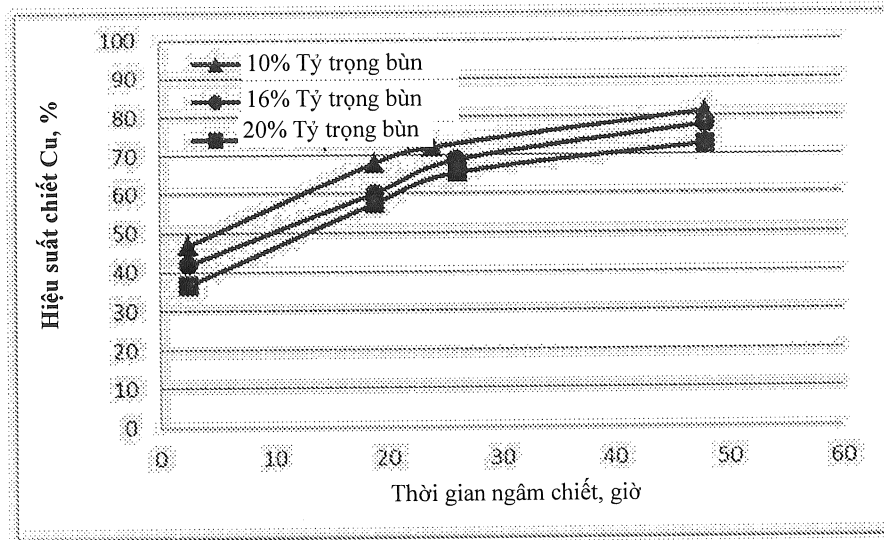


Fig. 30

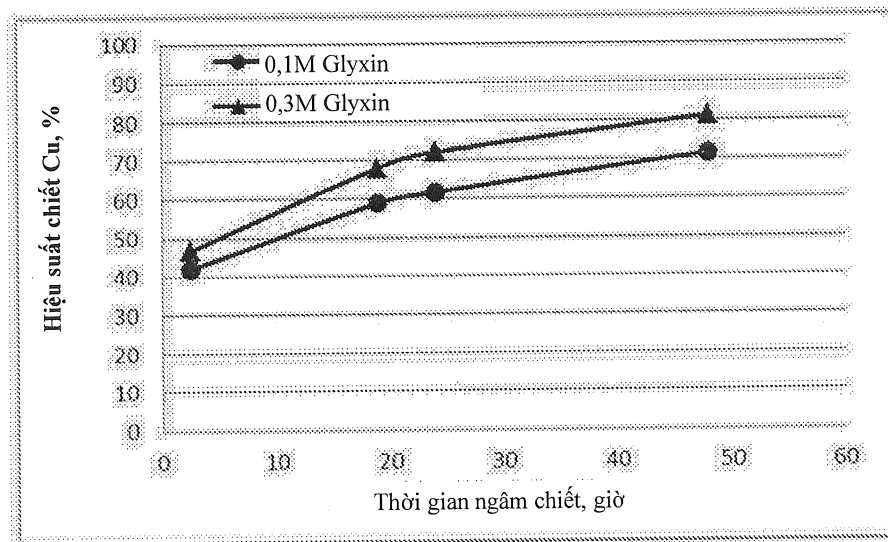


Fig. 31