



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN  
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

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

(11)   
**2-0001695**

(51)<sup>7</sup> **C01G 49/06, C01F 7/56**

(13) **Y**

(21) 2-2014-00332

(22) 09.12.2014

(45) 25.05.2018 362

(43) 27.06.2016 339

(73) **VIỆN HÓA HỌC CÁC HỢP CHẤT THIÊN NHIÊN - VIỆN HÀN LÂM KHOA  
HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM (VN)**

Nhà 1H, 18 Hoàng Quốc Việt, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Lê Thị Mai Hương (VN), Nguyễn Văn Tiến (VN)

(54) **QUY TRÌNH LIÊN HOÀN, KHÉP KÍN ĐỂ SẢN XUẤT CHẤT KEO TỤ VÀ BỘT  
MÀU TỪ Bùn ĐỎ Tây Nguyên**

(57) Giải pháp hữu ích đề xuất quy trình liên hoàn, khép kín để sản xuất chất keo tụ và bột màu từ bùn đỏ Tây Nguyên bao gồm các bước:

(i) xác định thành phần bùn đỏ và hòa tách bùn đỏ bằng axit sulfuric;

(ii) lọc hệ sau phản ứng ở bước (i), thu hồi dung dịch muối sau hòa tách (ii) và phần bã rắn (ii);

(iii) rửa phần bã rắn (ii) sau lọc ở bước (ii), sau đó lọc để thu hồi bã rắn (iii) và dung dịch sau lọc (iii);

(iv) tuần hoàn dung dịch sau lọc (iii) ở bước (iii) kết hợp bổ sung axit sulfuric đặc 98% lại bước (i), và sấy, nung phần bã rắn (iii), sau đó để nguội phần rắn sau nung thu được bán sản phẩm bột màu (iv);

(v) nghiền phân bán sản phẩm bột màu (iv), thu được sản phẩm bột màu (v) từ bùn đỏ; và

(vi) tạo ra các sản phẩm chất keo tụ bằng cách thu một phần dung dịch sau hòa tách (ii) có thành phần chính là muối sulfat của nhôm và sắt để sử dụng trực tiếp làm chất keo tụ dạng lỏng (vi), và cô đặc phần dung dịch sau hòa tách (ii) còn lại, kết tinh muối sulfat có trong dung dịch sau cô đặc, sau đó sấy khô và nghiền phân muối này để thu được chất keo tụ dạng rắn (vi).

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực công nghệ hóa học. Cụ thể, giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình liên hoàn, khép kín để sản xuất chất keo tụ và bột màu từ bùn đỏ Tây Nguyên, Việt Nam.

### **Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích**

Việt Nam có trữ lượng bauxit đứng thứ ba trên thế giới, ước tính khoảng 5,5 tỷ tấn quặng, trong đó khu vực miền Bắc chiếm khoảng 91 triệu tấn, khu vực miền Nam chiếm khoảng 5,4 tỷ tấn. Thị xã Bảo Lộc, tỉnh Lâm Đồng là một trong những nơi có trữ lượng bauxit lớn ở Tây Nguyên, chiếm 20% tổng trữ lượng bauxit của cả nước. Việc khai thác và chế biến hiệu quả để phục vụ phát triển kinh tế xã hội của đất nước là điều hết sức quan trọng. Năm 2007, Thủ tướng Chính phủ đã ra Quyết định số 167/2007/QĐ-TTg về việc phê duyệt Quy hoạch phân vùng thăm dò, khai thác, chế biến sử dụng quặng bauxit giai đoạn 2007-2015, có xét đến năm 2025.

Hằng năm, có hơn 90 triệu tấn bùn đỏ được tạo ra trên toàn cầu. Theo quy hoạch hiện nay về khai thác bauxit tại Tây Nguyên, thì đến năm 2015 mỗi năm nước ta sẽ sản xuất khoảng 7 triệu tấn alumin, tương ứng với việc thải ra môi trường khoảng 10 triệu tấn bùn đỏ. Nếu tính đến năm 2025 thì con số này là 15 triệu tấn alumin tương đương với 23 triệu tấn bùn đỏ thải ra, theo đà phát triển như vậy, cứ sau 10 năm sẽ có 230 triệu tấn bùn đỏ được thải ra và sau 50 năm sẽ là 1,15 tỷ tấn bùn đỏ tồn đọng ở Tây Nguyên nếu chúng không được xử lý.

Các muối của nhôm và sắt là một trong những chất keo tụ truyền thống được sử dụng nhiều trong các quá trình xử lý nước. Một trong những xu thế hiện nay của công nghệ xử lý nước là việc ứng dụng những sản phẩm có khả năng keo tụ tốt hơn có thành phần chính từ các muối sắt (III) đang ngày càng được thế giới ưu tiên phát triển. Đã có nhiều công trình nghiên cứu chế tạo các chất keo tụ khác nhau trong đó có bùn đỏ để chế tạo chất keo tụ.

Ngoài hướng tái sử dụng bùn đỏ để chế tạo chất keo tụ còn một số hướng xử lý khác như: chế tạo vật liệu hấp phụ, sử dụng làm vật liệu xây dựng, thu hồi các cấu tử quý trong bùn đỏ, luyện gang thép. Mỗi hướng xử lý đều có những ưu nhược điểm trong đó việc lựa chọn quy trình phù hợp để áp dụng trên đối tượng cụ thể là quan trọng.

Một số công trình tiêu biểu liên quan đến lĩnh vực chế tạo chất keo tụ từ bùn đỏ trên thế giới đã được công bố như:

Patent Đức số GB1411326 đề cập đến công nghệ và các thiết bị để sản xuất chất keo tụ từ bùn đỏ. Sáng chế này là một hướng có khả năng áp dụng để sản xuất công nghiệp chất keo tụ từ bùn đỏ, tuy nhiên do điều kiện thực tế, công nghệ này vẫn chưa được đưa vào áp dụng.

Patent Mỹ số DE1592104 đề cập đến việc hòa tan một phần bùn đỏ bằng axit sulfuric 60-96%. Sản phẩm có thể được dùng để xử lý nước nguồn và các loại nước thải công nghiệp, kết hợp với phân bón mùn và amoni sulfat và các loại phân bón khác để cải thiện cấu trúc đất.

Patent Mỹ số US3986975 đề cập đến việc xử lý liên tục bùn đỏ bằng cách đơn giản mà không cần những thiết bị công kênh. Quá trình sấy khô ban đầu và nghiền nhỏ bùn đỏ không còn cần thiết nữa, do đó làm giảm đáng kể giá thành. Bùn đỏ có thể được cho trực tiếp vào thiết bị cùng với axit sulfuric. Hệ phản ứng chỉ cần làm nguội mà không cần thêm bất kỳ quy trình xử lý nào. Sản phẩm thu được từ sáng chế này có hàm lượng các hoạt chất cao hơn, tính đồng nhất tốt hơn và có thể được dùng trực tiếp để xử lý nước.

Tuy nhiên qua các công trình đã công bố nêu trên cho thấy, việc áp dụng quy trình sản xuất trên các đối tượng bùn đỏ khác nhau và điều kiện thực tế tại khu vực xuất hiện nhiều hạn chế. Các thiết bị và phương án xử lý phù hợp đi kèm từng quy trình đó cần có thời gian hiệu chỉnh trên đối tượng bùn đỏ mới, việc sử dụng các sản phẩm sau sản xuất và các chất thải thứ phát liên quan vẫn chưa được làm rõ.

### **Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích**

Trên cơ sở của các giải pháp đã biết nêu trên, để khắc phục nhược điểm của các giải pháp đã biết này, đã tiến hành nghiên cứu các điều kiện cụ thể cho đối tượng bùn đỏ Tây Nguyên, Việt Nam và đề xuất quy trình liên hoàn, khép kín để sản xuất chất keo tụ và bột màu từ bùn đỏ Tây Nguyên.

Quy trình liên hoàn, khép kín để sản xuất chất keo tụ và bột màu từ bùn đỏ Tây Nguyên theo giải pháp hữu ích bao gồm các bước:

(i) Xác định thành phần bùn đỏ và hòa tách bùn đỏ bằng axit sulfuric có nồng độ từ 2 đến 5 mol/L ở nhiệt độ xấp xỉ 100°C trong thời gian từ 2 đến 3 giờ với lượng axit được sử dụng thiếu so với theo phương trình tỷ lượng từ 10 đến 30% tổng lượng nhôm (tính theo  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) và sắt (tính theo  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) có trong bùn đỏ, trong đó dung dịch axit sulfuric nêu trên được chuẩn bị bằng cách hòa tan axit sulfuric đặc 98% trong nước và nhiệt của phản ứng hòa tan axit sulfuric được tận dụng để cấp nhiệt cho phản ứng hòa tách bùn đỏ. Do đặc điểm của quá trình sử dụng axit sulfuric để tiến hành hòa tách bùn đỏ với mục đích tạo ra đồng thời các sản phẩm trong cùng một quy trình, do vậy việc khống chế kỹ các điều kiện của quá trình là hết sức cần thiết. Các nghiên cứu về động học quá trình hòa tan hydroxit nhôm (gibbsit) và oxit sắt (hematit) cho thấy tốc độ và mức độ cạnh tranh là khác biệt rõ ràng trong các điều kiện khác nhau. Cụ thể hơn, với việc sử dụng lượng axit sulfuric là thiếu so với theo phương trình tỷ lượng và khống chế nhiệt độ hòa tách xấp xỉ 100°C, tốc độ hòa tan hydroxit nhôm (gibbsit) cao hơn và diễn ra trước, do vậy dung dịch chất keo tụ có hàm lượng muối sulfat nhôm cao hơn, trong khi đó oxit sắt tan chậm hơn làm cho pha rắn có hàm lượng oxit sắt cao hơn, đồng thời bề mặt riêng của pha rắn phát triển mạnh, việc phát triển bề mặt pha rắn làm cho bột màu, có thành phần chính là oxit sắt  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , có tính ưu việt hơn.

(ii) Lọc hệ sau phản ứng ở bước (i) bằng thiết bị lọc khung bản, sau đó thu hồi dung dịch muối sau hòa tách (ii) và phần bã rắn (ii).

(iii) Rửa phần bã rắn (ii) sau lọc ở bước (ii) bằng nước nóng ở nhiệt độ từ 70 đến 90°C với tỷ lệ nước rửa từ 10 đến 20% khối lượng bã rắn (ii), sau đó lọc lại bằng máy lọc khung bản để thu hồi bã rắn (iii) và dung dịch sau lọc (iii).

(iv) Tuần hoàn lại bước (i) dung dịch sau lọc (iii) ở bước (iii) kết hợp bổ sung axit sulfuric đặc 98% để đạt tỷ lệ phản ứng với bùn đỏ ở bước (i), và sấy phần bã rắn (iii) ở bước (iii) ở nhiệt độ từ 110 đến 140°C trong thời gian 6 giờ, sau đó tiến hành nung ở nhiệt độ từ 650 đến 800°C bằng lò nung sử dụng khí ga có bổ sung không khí nóng để tránh hiện tượng khử  $Fe_2O_3$  về dạng hóa trị thấp hơn trong thời gian 1 giờ, khí đuôi lò nung được sử dụng trong bước sấy phần bã rắn (iii), sau đó để nguội phần rắn sau nung thu được bán sản phẩm bột màu (iv).

(v) Nghiền phần bán sản phẩm bột màu (iv) bằng máy nghiền bi đến kích thước mong muốn thu được sản phẩm bột màu (v) từ bùn đỏ có thành phần chính là  $Fe_2O_3$ .

(vi) Tạo ra các sản phẩm chất keo tụ bằng cách thu một phần dung dịch sau hòa tách (ii) có thành phần chính là muối sulfat của nhôm và sắt và một số muối kim loại sulfat tan có nồng độ ổn định để sử dụng trực tiếp làm chất keo tụ dạng lỏng (vi), và cô đặc phần dung dịch sau hòa tách (ii) còn lại bằng cách tận dụng nhiệt từ khí đuôi lò nung của quá trình nung bã rắn (iii) ở bước (iv), kết tinh muối sulfat có trong dung dịch sau cô đặc, sau đó sấy khô và nghiền phần muối này để thu được chất keo tụ dạng rắn (vi) có thành phần chính là muối sulfat của nhôm và sắt.

### **Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích**

Sau đây, quy trình liên hoàn, khép kín để sản xuất chất keo tụ và bột màu từ bùn đỏ Tây Nguyên theo giải pháp hữu ích sẽ được mô tả một cách chi tiết qua các bước sau:

(i) Xác định thành phần bùn đỏ và hòa tách bùn đỏ bằng axit sulfuric

Tiến hành thu thập số liệu về thành phần bùn đỏ thải ướt từ nhà máy để xác định các thông số cơ bản của quy trình bao gồm hàm lượng nhôm, sắt, xút dư và

hàm ẩm. Kết quả thu thập cho thấy thành phần chính của bùn đỏ tại một số khu vực khác nhau như sau:

Bảng 1: Thành phần một số loại bùn đỏ trên thế giới  
(với hàm ẩm trung bình từ 18 đến 20%)

Quốc gia	Nhà máy	Thành phần chính (%)				
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O
Australia		40,50	27,70	3,50	19,90	1-2
Mỹ	ALCOA Mobile	30,40	16,20	10,11	11,14	2
	ARKANSAS	55,60	12,15	4,50	4,50	1,5-5,0
	SHERWON	50,54	11,13	Vết	2,56	9,00
Ấn Độ	AL. CORP.	20,26	19,60	28,00	6,74	8,09
	MALCO	45,17	27,00	5,12	5,70	3,64
	HINDALCO	35,46	23,00	17,20	5,00	4,85
	BALCO	33,80	15,58	22,50	6,84	5,20
	NALCO	52,39	14,73	3,30	8,44	4,00
Trung Quốc		6,85	7,29	2,45	13,89	2,73
Hungary		38,45	15,20	4,60	10,15	8,12
Jamaica		50,90	14,20	6,87	3,40	3,18
Đức	BAUDART	38,75	20,00	5,50	13,00	8,16

(Nguồn: Shaobin Wang, H.M. Ang, M.O. Tadé, "Novel applications of red mud as coagulant, adsorbent and catalyst for environmentally benign processes", *Chemosphere* 72 (2008) 1621–1635).

Trong khi đó, bùn đỏ của nhà máy Alumin Tân Rai, loại bùn đỏ Tây Nguyên được sử dụng để minh họa cho phương pháp theo giải pháp hữu ích, có thành phần như nêu trong Bảng 2 dưới đây.

Bảng 2: Thành phần hóa học của bùn đỏ nhà máy Alumin Tân Rai, Tây nguyên  
(bùn đỏ Tân Rai)

Mẫu	Hàm ẩm (%H <sub>2</sub> O)	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%NaOH	%NaAlO <sub>2</sub>	Thành phần khác
Bùn đỏ Tân Rai	40-48	21-24	8,5-9,5	0,1-0,3	0,6-1	3-5

Qua hai Bảng số liệu về thành phần nêu trên, thấy rằng bùn đỏ Tân Rai có hàm lượng sắt trung bình nằm trong nhóm có hàm lượng cao hơn một số loại bùn đỏ khác, tỷ lệ nhôm ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )/sắt ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) bằng 0,36-0,41 cũng nằm trong nhóm thấp ( $<0,50$ ), do vậy khi tiến hành việc hòa tách chọn lọc bằng axit sulfuric, có thể thu hồi tối đa nhôm trong bùn đỏ và biến tính bề mặt pha rắn làm cho pha rắn sau hòa tách có hàm lượng sắt tăng lên, dẫn đến bột màu có hàm lượng oxit sắt  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  cao hơn và có nhiều tính chất bề mặt (bề mặt riêng, phân bố cỡ hạt mịn hơn và thể hiện được tính chất vật liệu có mao quản) phát triển hơn. Ngoài ra, một đặc điểm quan trọng nữa để ứng dụng việc tái chế bùn đỏ Tân Rai nói riêng và Tây Nguyên nói chung thành chất keo tụ và bột màu đó là bùn đỏ ở vùng này không chứa lượng kim loại nặng và nhóm các nguyên tố phóng xạ và nguyên tố đất hiếm.

Việc chuẩn bị dung dịch axit sulfuric có nồng độ từ 2 đến 5 mol/L, chẳng hạn được thực hiện bằng cách hòa tan axit sulfuric đặc 98% trực tiếp vào trong thiết bị phản ứng có bảo ôn dùng để hòa tách bùn đỏ, nhiệt của phản ứng hòa tan axit sulfuric này được tận dụng để cấp cho phản ứng hòa tách bùn đỏ ở nhiệt độ xấp xỉ  $100^\circ\text{C}$  sau đó. Lượng axit sulfuric sử dụng để hòa tách bùn đỏ được lấy thiếu so với phương trình tỷ lượng từ 10 đến 30% tổng lượng nhôm (tính theo  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) và sắt (tính theo  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) có trong bùn đỏ. Sau khi cho lượng axit sulfuric đặc này vào thiết bị phản ứng đã cho sẵn bùn đỏ và một lượng nước trong đó, phản ứng hòa tách bùn đỏ được tiến hành dưới điều kiện khuấy trộn liên tục trong thời gian từ 2 đến 3 giờ.

(ii) Lọc hệ sau phản ứng ở bước (i)

Đưa toàn bộ hệ sau phản ứng ở bước (i) vào máy lọc khung bản, sau đó thu hồi dung dịch muối sau hòa tách (ii) và phân bã rắn (ii);

(iii) Rửa phân bã rắn (ii) sau lọc ở bước (ii)

Phần bã rắn (ii) sau lọc ở bước (ii) được rửa bằng nước nóng ở nhiệt độ từ 70 đến 90°C với tỷ lệ nước rửa từ 10 đến 20% khối lượng bã rắn (ii), sau đó lọc lại bằng máy lọc khung bản, thu được bã rắn (iii) và dung dịch sau lọc (iii).

(iv) Tuần hoàn lại bước (i) dung dịch sau lọc, và tạo ra bán sản phẩm bột màu

Phần dung dịch sau lọc (iii) ở bước (iii) được bổ sung axit sulfuric đặc 98% để đạt tỷ lệ phản ứng với bùn đỏ ở bước (i) và được tuần hoàn trở lại bước (i) này để tiến hành hòa tách bùn đỏ.

Phần bã rắn (iii) được sấy khô ở nhiệt độ từ 110 đến 140°C trong thời gian 6 giờ, sau đó tiến hành nung phần chất rắn này ở nhiệt độ từ 650 đến 800°C trong thời gian 1 giờ bằng lò nung sử dụng khí ga có bổ sung không khí nóng nhằm tránh hiện tượng khử  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  về các dạng hóa trị thấp hơn, khí đuôi lò nung được sử dụng trong bước sấy phần bã rắn (iii), chất rắn sau nung được để nguội tự nhiên thu được bán sản phẩm bột màu (iv).

(v) Nghiền bán sản phẩm bột màu (iv)

Bán sản phẩm bột màu (iv) được nghiền bằng máy nghiền bi đến cỡ hạt mịn từ 0,5 đến 5 $\mu\text{m}$ , thu được sản phẩm bột màu (v) có thành phần chính là  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  có hàm lượng từ 45% đến 55%.

(vi) Tạo ra các sản phẩm chất keo tụ

Một phần dung dịch muối sau hòa tách (ii) có thành phần chính là muối sulfat của nhôm và sắt với hàm lượng  $\text{Al}^{3+}$  từ 40 đến 50g/L và  $\text{Fe}^{3+}$  từ 5 đến 15g/L để sử dụng trực tiếp làm chất keo tụ dạng lỏng (vi).

Phần dung dịch muối sau hòa tách (ii) còn lại được cô đặc bằng nhiệt được tận dụng nhiệt từ khí đuôi lò nung của quá trình nung bã rắn (iii) ở bước (iv), sau đó kết tinh muối sulfat của nhôm và sắt có trong dung dịch sau cô đặc.

Phần muối sulfat của nhôm và sắt sau kết tinh được sấy khô và nghiền bằng máy nghiền bi, thu được chất keo tụ dạng rắn (vi) có thành phần chính là hỗn hợp muối sulfat của nhôm và sắt.

**Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích**



Sau đây, ví dụ cụ thể để thực hiện quy trình theo giải pháp hữu ích sẽ được mô tả nhằm tạo ra 200g bột màu, 200ml chất keo tụ dạng lỏng (dung dịch keo tụ) và 80g chất keo tụ dạng rắn từ 1 kg bùn đỏ.

(i) Xác định thành phần bùn đỏ và hòa tách bùn đỏ bằng axit sulfuric

Cho 1 kg bùn đỏ ướt thải từ nhà máy Alumin Tân Rai, Tây nguyên có thành phần chính nêu trong Bảng 2 nêu trên vào thiết bị phản ứng có máy khuấy.

Chuẩn bị dung dịch axit sulfuric để hòa tách bùn đỏ bằng cách bổ sung khoảng 500ml nước vào thiết bị phản ứng đã có sẵn lượng bùn đỏ nêu trên rồi bật máy khuấy, sau đó cho trực tiếp khoảng 250ml dung dịch axit sulfuric đặc 98% vào thiết bị này. Phản ứng hòa tách được tiến hành ở nhiệt độ xấp xỉ 100°C trong thời gian 3 giờ. Nhiệt độ phản ứng được kiểm soát bằng tốc độ cấp axit và bảo ôn thiết bị phản ứng.

(ii) Lọc hệ sau phản ứng ở bước (i)

Sau thời gian phản ứng, chuyển toàn bộ hệ sang thiết bị lọc khung bản để thu hồi dung dịch muối sau hòa tách (ii) và phần bã rắn (ii) riêng rẽ.

(iii) Rửa phần bã rắn (ii) sau lọc ở bước (ii)

Phần bã rắn (ii) ban đầu được rửa bằng khoảng 150ml nước nóng ở nhiệt độ 80°C có khuấy, sau đó lọc lại bằng thiết bị lọc khung bản nêu trên thu được bã rắn (iii) và dung dịch sau lọc (iii).

(iv) Tuần hoàn lại bước (i) dung dịch sau lọc, và tạo ra bán sản phẩm bột màu

Phần dung dịch sau lọc (iii) được bổ sung axit sulfuric đặc 98% để đạt tỷ lệ phản ứng với bùn đỏ và được tuần hoàn trở lại bước (i) để tiến hành hòa tách bùn đỏ.

Phần bã rắn (iii) được sấy ở nhiệt độ 110°C trong thời gian 6 giờ, sau đó cân lại khối lượng ta thu được phần bã rắn có khối lượng khoảng 250g. Phần bã này được chuyển sang lò nung sử dụng khí ga có bổ sung không khí nóng để đạt nhiệt độ nung 700°C trong thời gian 1 giờ, khí đuôi lò nung được sử dụng trong

bước sấy phần bã rắn (iii), chất rắn sau nung được để nguội tự nhiên thu được bán sản phẩm bột màu (iv).

(v) Nghiên cứu phân bán sản phẩm bột màu (iv)

Bán sản phẩm bột màu (iv) được nghiền bằng máy nghiền bi đến cỡ hạt 4µm, thu được sản phẩm bột màu (v) có thành phần chính là  $Fe_2O_3$  có hàm lượng khoảng 50% khối lượng.

(vi) Tạo ra các sản phẩm chất keo tụ

Phần dung dịch muối sau hòa tách (ii) thu được có tổng thể tích khoảng 700 ml có thành phần chính là muối sulfat của nhôm và sắt. Có thể sử dụng một phần dung dịch này dưới dạng chất keo tụ dạng lỏng (vi) (chẳng hạn 200 ml), phần còn lại (500 ml) được cô đặc, muối sulfat trong dung dịch sau cô đặc được kết tinh, sấy và nghiền, thu được khoảng 80g chất keo tụ dạng rắn (vi) mà có thành phần chính là muối sulfat của nhôm và sắt.

#### **Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích**

Việc áp dụng quy trình theo giải pháp hữu ích góp phần cung ứng một lượng sản phẩm chất keo tụ có chất lượng cho các khu xử lý nước thải, nước cấp với chất lượng sản phẩm chất keo tụ cao. Đồng thời với việc phát triển hạ tầng đô thị, sản phẩm bột màu đỏ ngày càng có nhu cầu cao để sử dụng trong các sản phẩm thuộc lĩnh vực vật liệu xây dựng như gạch không nung, gạch block tự chèn, gạch ngói màu đỏ chất lượng cao, ứng dụng rất tốt của sản phẩm này là trong sơn chống gỉ và chất độn, v.v.. Song song với việc tạo ra các sản phẩm có giá trị sử dụng từ nguồn bùn đỏ phế thải công nghiệp tồn trữ với số lượng lớn, thì việc áp dụng quy trình này vào sản xuất công nghiệp sẽ là một giải pháp hiệu quả nhằm giảm thiểu lượng bùn đỏ tồn trữ này.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình liên hoàn, khép kín để sản xuất chất keo tụ và bột màu từ bùn đỏ Tây Nguyên bao gồm các bước:

(i) xác định thành phần bùn đỏ và hòa tách bùn đỏ bằng axit sulfuric có nồng độ từ 2 đến 5 mol/L ở nhiệt độ xấp xỉ 100°C trong thời gian từ 2 đến 3 giờ với lượng axit được sử dụng thiếu so với theo phương trình tỷ lệ từ 10 đến 30% tổng lượng nhôm (tính theo  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) và sắt (tính theo  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) có trong bùn đỏ, trong đó dung dịch axit sulfuric nêu trên được chuẩn bị bằng cách hòa tan axit sulfuric đặc 98% trong nước và nhiệt của phản ứng hòa tan axit sulfuric được tận dụng để cấp nhiệt cho phản ứng hòa tách bùn đỏ;

(ii) lọc hệ sau phản ứng ở bước (i) bằng thiết bị lọc khung bản, sau đó thu hồi dung dịch muối sau hòa tách (ii) và phần bã rắn (ii);

(iii) rửa phần bã rắn (ii) sau lọc ở bước (ii) bằng nước nóng ở nhiệt độ từ 70 đến 90°C với tỷ lệ nước rửa từ 10 đến 20% khối lượng bã rắn (ii), sau đó lọc lại bằng máy lọc khung bản để thu hồi bã rắn (iii) và dung dịch sau lọc (iii);

(iv) tuần hoàn lại bước (i) dung dịch sau lọc (iii) ở bước (iii) kết hợp bổ sung axit sulfuric đặc 98% để đạt tỷ lệ phản ứng với bùn đỏ ở bước (i), và sấy phần bã rắn (iii) ở bước (iii) ở nhiệt độ từ 110 đến 140°C trong thời gian 6 giờ, sau đó tiến hành nung ở nhiệt độ từ 650 đến 800°C bằng lò nung sử dụng khí ga có bổ sung không khí nóng để tránh hiện tượng khử  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  về dạng hóa trị thấp hơn trong thời gian 1 giờ, khí đuôi lò nung được sử dụng trong bước sấy phần bã rắn (iii), sau đó để nguội phần rắn sau nung thu được bán sản phẩm bột màu (iv);

(v) nghiền phần bán sản phẩm bột màu (iv) bằng máy nghiền bi đến kích thước mong muốn thu được sản phẩm bột màu (v) từ bùn đỏ; và

(vi) tạo ra các sản phẩm chất keo tụ bằng cách thu một phần dung dịch sau hòa tách (ii) có thành phần chính là muối sulfat của nhôm và sắt và một số muối kim loại sulfat tan có nồng độ ổn định để sử dụng trực tiếp làm chất keo tụ

dạng lỏng (vi), và cô đặc phần dung dịch sau hòa tách (ii) còn lại bằng cách tận dụng nhiệt từ khí đuôi lò nung của quá trình nung bã rắn (iii) ở bước (iv), kết tinh muối sulfat có trong dung dịch sau cô đặc, sau đó sấy khô và nghiền phần muối này để thu được chất keo tụ dạng rắn (vi) có thành phần chính là muối sulfat của nhôm và sắt.