



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

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

(11)



2-0003079

(51)⁷ **C04B 18/04; C04B 28/00**

(13) **Y**

(21) 2-2019-00322

(22) 09/08/2019

(45) 27/03/2023 420

(43) 25/02/2021 395

(76) 1. Hoàng Minh Đức (VN)

Nhà 23 ngõ 294/2 Kim Mã, quận Ba Đình, thành phố Hà Nội

2. Lê Văn Quang (VN)

Lô I-3b-5 đường N6, khu công nghệ cao, phường Tân Phú, quận 9, thành phố Hồ Chí Minh

3. Đỗ Quang Minh (VN)

268 Lý Thường Kiệt, phường 14, quận 10, thành phố Hồ Chí Minh

(54) **VẬT LIỆU XÂY DỰNG HỆ GEOPOLYME TỪ Bùn ĐỎ VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập tới vật liệu xây dựng trên cơ sở geopolymer từ bùn đỏ - phế thải của quá trình sản xuất alumina từ bô xít và phương pháp sản xuất loại vật liệu này. Vật liệu xây dựng hệ geopolymer theo giải pháp hữu ích này dưới dạng viên xây, gạch ốp, lát, ngói, ... được chế tạo từ bùn đỏ với hàm lượng từ 60% đến 100% khối lượng. Các thành phần khác sử dụng trong sản xuất vật liệu xây dựng hệ geopolymer từ bùn đỏ bao gồm: xút và thành phần bổ sung oxit silic (tro bay, muối silica, tro trấu,...) với tỷ lệ phụ thuộc đặc tính của bùn đỏ, yêu cầu của sản phẩm. Vật liệu xây dựng hệ geopolymer từ bùn đỏ mô tả trong giải pháp hữu ích được gia công trong lò chưng áp ở áp suất từ 1,0 MPa đến 1,6 MPa, nhiệt độ từ 180°C đến 200°C trong khoảng thời gian từ 6h đến 10h. Nhờ đó có thể đạt được cường độ chịu nén từ 5 MPa đến trên 30 MPa. Các sản phẩm thân thiện môi trường, không bị tiết kiềm, độ pH nhỏ hơn 10 và có độ bền nước cao.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập tới vật liệu xây dựng trên cơ sở geopolyme từ bùn đỏ - phế thải của quá trình sản xuất alumina từ boxit và phương pháp sản xuất loại vật liệu này. Vật liệu xây dựng hệ geopolyme theo giải pháp hữu ích này có dạng viên xây, gạch ốp, lát, ngói, ... được chế tạo từ bùn đỏ với hàm lượng từ 60% đến 100% khối lượng bùn đỏ. Các thành phần khác sử dụng trong sản xuất vật liệu xây dựng hệ geopolyme từ bùn đỏ bao gồm: xút và thành phần bổ sung oxit silic (tro bay, muội silica, tro trấu, ...) với tỷ lệ phụ thuộc đặc tính của bùn đỏ, yêu cầu của sản phẩm. Vật liệu xây dựng hệ geopolyme từ bùn đỏ mô tả trong giải pháp hữu ích được gia công trong lò chung áp ở áp suất từ 1,0 MPa đến 1,6 MPa, nhiệt độ từ 180°C đến 200°C trong khoảng thời gian từ 6h đến 10h. Nhờ đó có thể đạt được cường độ chịu nén từ 5 MPa đến trên 30 MPa. Các sản phẩm thân thiện môi trường, không bị tiết kiềm, độ pH nhỏ hơn 10 và có độ bền nước cao.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Bùn đỏ là phế thải của nhà máy sản xuất nhôm từ quặng boxit theo công nghệ Bayer. Bùn đỏ có kích thước rất nhỏ với phần lớn các hạt nhỏ hơn 60 μm , diện tích bề mặt từ 13 m^2/g đến 16 m^2/g . Do đó, khi ngâm nước bùn đỏ có dạng hồ nhão sệt, còn khi ở trạng thái khô bùn đỏ rất dễ phát tán trong không khí, gây ô nhiễm môi trường. Thành phần của bùn đỏ phụ thuộc vào nguồn nguyên liệu và đặc điểm của nhà máy và có thể bao gồm oxit Fe_2O_3 (30%-60%), Al_2O_3 (10%-20%), SiO_2 (3-50%), Na_2O (2-10%), CaO (2-8%) và các oxit khác. Pha vô định hình chiếm khoảng 20-30%. Có thể thấy rằng, trong thành phần bùn đỏ luôn tồn tại một dư lượng lớn xút ăn da sau phản ứng tách alumina. Chính lượng xút (NaOH) dư này làm cho bùn đỏ có độ pH cao, gây ảnh hưởng xấu tới môi trường.

Cho đến nay, đã có rất nhiều các đề xuất về việc xử lý bùn đỏ, từ tồn trữ đến cải tạo, tận dụng để tách các thành phần có ích hay sử dụng cho sản xuất vật liệu xây dựng. Một số nghiên cứu ở Việt Nam đã đề cập đến việc sử dụng bùn đỏ trong sản xuất gạch đất sét nung, sản xuất xi măng hay sản xuất hệ vật liệu geopolyme.

Bằng độc quyền giải pháp hữu ích số VN 2-0001203 về "Xi măng polyme vô cơ làm từ bùn đỏ và quy trình sản xuất xi măng này" đề cập đến việc sử dụng bùn đỏ với lượng nằm trong khoảng từ 40 đến 70% trọng lượng, tro bay với lượng nằm trong khoảng từ 15% đến 20% trọng lượng, metakaolin với lượng nằm trong khoảng từ 5% đến 15% trọng lượng, và kali silicat và/hoặc natri silicat với lượng nằm trong khoảng từ 10% đến 25% trọng lượng, trong đó các thành phần có cỡ hạt nhỏ hơn 45 micrômet để chế tạo xi măng geopolyme. Theo đó, đây là một dạng geopolyme sử dụng chất hoạt hóa là kiềm silicat, đóng rắn ở nhiệt độ thường, áp suất thường.

Các nghiên cứu trên thế giới đã cho thấy để có thể xảy ra quá trình geopolyme hóa, trước tiên SiO_2 và Al_2O_3 trong nguyên liệu phải được hòa tan trong dung dịch kiềm. Tiếp theo là quá trình hình thành chuỗi cơ sở Si-Si và Si-Al trong pha lỏng, sau đó là đa trùng ngưng oligome và liên kết với pha rắn hình thành cấu trúc. Cấu trúc của geopolyme phụ thuộc vào tỷ lệ SiO_2 trên Al_2O_3 . Nếu tỷ lệ này bằng 1 sản phẩm thu được sẽ là chuỗi poly(sialate), bằng 2 sẽ là chuỗi poly(sialate-siloxo), bằng 3 sẽ là poly (sialate-disiloxo) và khi tỷ lệ này lớn hơn 3 sản phẩm sẽ có dạng liên kết Si-O-Al nằm giữa hai chuỗi polyme khác. Các dạng sản phẩm polyme này sẽ quyết định cấu trúc và tính chất của geopolyme. Điều này có nghĩa là SiO_2 hoạt tính đóng vai trò quyết định trong việc hình thành vật liệu geopolyme.

Các nghiên cứu trên thế giới về sử dụng bùn đỏ trong hệ geopolyme đã được thực hiện từ trước đây khá lâu và đã đạt được những thành tựu nhất định. Theo đó, có thể chế tạo geopolyme với cường độ đến 40 MPa, sử dụng hàm lượng bùn đỏ tới 80%. Tuy nhiên, các nghiên cứu đều cho thấy rằng khi tăng

lượng dùng bùn đỏ, cường độ geopolymer giảm đáng kể. Đó là do, bùn đỏ chỉ đóng vai trò thứ yếu trong phản ứng geopolymer hóa. Thành phần SiO_2 trong bùn đỏ hầu như không tham gia vào phản ứng geopolymer hóa do không hòa tan trong NaOH . Các oxit Al_2O_3 và Fe_2O_3 có khả năng hòa tan trong NaOH nhưng có ảnh hưởng khác nhau đến phản ứng geopolymer hóa. Trong khi Al_2O_3 có khả năng tham gia vào mạch geopolymer và có độ ổn định thì một số nghiên cứu cho thấy Fe_2O_3 ức chế phản ứng geopolymer hóa của đuôi quặng, xỉ và chất hoạt hóa.

Một vấn đề khác đáng được quan tâm là với hệ geopolymer được hoạt hóa bằng dung dịch kiềm, khi tăng nồng độ dung dịch kiềm, phản ứng geopolymer hóa được tăng cường và cường độ chịu nén của geopolymer được cải thiện. Tuy nhiên, khi đó lượng kiềm tồn dư trong geopolymer cũng gia tăng. Điều này, thứ nhất làm lãng phí nguồn nguyên liệu, mặt khác khi NaOH bị chiết ra bên ngoài sẽ hình thành $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ kết tinh trên bề mặt vật liệu. Việc tiết kiệm này có ảnh hưởng lớn đến môi trường cũng như tính chất của bản thân vật liệu geopolymer. Các biện pháp như lựa chọn chủng loại và tỷ lệ vật liệu phù hợp cũng như bảo dưỡng ở nhiệt độ cao không giải quyết triệt để được hiện tượng này

Có thể thấy rằng, bản thân bùn đỏ đã bao gồm các thành phần cần thiết cho phản ứng geopolymer hóa như SiO_2 , Al_2O_3 và Na_2O . Tuy nhiên, ở điều kiện bình thường các thành phần này không phản ứng hoặc phản ứng với nhau rất hạn chế. Kể cả khi thêm dung dịch kiềm để kích hoạt thì vật liệu thu được cũng không bền nước. Vấn đề chính có thể nằm ở chỗ SiO_2 trong bùn đỏ nằm ở dạng không thể kích hoạt trong điều kiện bình thường.

Do đó, vẫn có nhu cầu về một phương pháp sản xuất vật liệu xây dựng hệ geopolymer khắc phục các nhược điểm nêu trên, trong đó tận dụng được lượng xút và silica có sẵn trong bùn đỏ để giảm lượng xút cần sử dụng trong quá trình geopolymer hóa.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích này hướng đến việc huy động tối đa khả năng của các vật liệu trong bùn đỏ tham gia vào phản ứng geopolymer hóa. Các vật liệu như xút, các thành phần cung cấp oxit silic được thêm vào theo yêu cầu để đạt được các tính chất cần thiết. Các thành phần chính để hình thành mạch geopolymer là sản phẩm phản ứng của oxit silic và oxit nhôm trong môi trường kiềm. Tỷ lệ hòa tan phụ thuộc vào đặc điểm của oxit, nồng độ của dung dịch kiềm và điều kiện phản ứng. Ở áp suất bình thường, tỷ lệ hòa tan tăng khi tăng nồng độ dung dịch kiềm, nhiệt độ phản ứng và giảm kích thước hạt. Các sản phẩm của phản ứng ổn định trong dung dịch kiềm, tạo điều kiện thuận lợi cho sự dịch chuyển và keo tụ cũng như các giai đoạn polymer hóa về sau. Ở đây oxit silic đóng vai trò chủ đạo. Oxit nhôm và oxit sắt có thể tham gia vào mạch polymer và có sự ảnh hưởng nhất định đến tính chất của geopolymer, nhưng không thể tự hình thành mạch đa phân tử. Tuy nhiên, ở điều kiện áp suất thường, oxit silic trong bùn đỏ không tan trong dung dịch kiềm, kể cả khi đưa nhiệt độ lên đến khoảng 200°C. Do đó, không thể hình thành geopolymer khi chỉ sử dụng bùn đỏ ở áp suất thường.

Để khắc phục điều này, có thể bổ sung các thành phần vật liệu chứa oxit silic hoạt tính có khả năng tan trong dung dịch kiềm ở áp suất thường như tro bay, muội silica, tro trấu, ... Khi đó bùn đỏ có vai trò như chất độn và cung cấp một phần oxit nhôm hoạt tính cho phản ứng. Tuy nhiên, phản ứng trong điều kiện này cần môi trường kiềm dư khá lớn.

Các nghiên cứu được thực hiện bởi nhóm tác giả đã cho thấy, oxit silic trong bùn đỏ có thể phản ứng và tan trong dung dịch kiềm trong điều kiện nhiệt độ cao, áp suất cao khi gia công trong lò chưng áp. Điều kiện lò chưng áp cũng làm thay đổi tỷ lệ hòa tan của các oxit có trong tro bay, ... Các thử nghiệm thực tế đã xác định được tương quan giữa tỷ lệ oxit silic, oxit nhôm hòa tan trong bùn đỏ, tro bay, .. ở các điều kiện gia công lò chưng áp khác nhau (áp suất, nhiệt độ, thời gian, ...). Gia công trong lò chưng áp cũng giúp

oxit silic có thể hòa tan trong dung dịch kiềm với nồng độ thấp hơn, giúp giảm được lượng kiềm dư. Đây chính là nền tảng để phát triển hệ vật liệu geopolymer từ bùn đỏ với các tính năng được nâng cao hơn.

Trong dung dịch kiềm và dưới điều kiện chưng áp, các liên kết Si-O-Si trong oxit silic sẽ bị bẻ gãy để hình thành $\text{Si}(\text{OH})_3\text{O}^-$ và các monome trong pha lỏng. Ở giai đoạn tiếp theo các monome sẽ tham gia quá trình trùng ngưng để hình thành mạng polyme và liên kết các hạt rắn và mạng geopolymer và đóng rắn toàn bộ hệ thống. Kết quả thực nghiệm cho thấy lượng oxit silic hòa tan trên đơn vị thể tích là yếu tố quyết định đến tính chất cơ lý của hệ geopolymer. Dựa vào quan hệ này có thể dự báo được tính chất của geopolymer và lựa chọn thành phần phù hợp đáp ứng các yêu cầu đề ra.

Cụ thể, giải pháp hữu ích đề cập đến:

[1] Vật liệu xây dựng hệ geopolymer thu được từ phương pháp bao gồm các bước:

- chuẩn bị hỗn hợp bùn đỏ, tùy ý tối đa 40% khối lượng bùn đỏ được thay thế bằng tro bay hoặc tối đa 15% khối lượng bùn đỏ được thay thế bằng muối silica hoặc tro trấu;
- chuẩn bị dung dịch NaOH có nồng độ từ 1M đến 3M;
- trộn hỗn hợp bùn đỏ với dung dịch NaOH và tùy ý, thêm nước sao cho tỷ lệ khối lượng lỏng/rắn bằng 0,2;
- tạo hình hỗn hợp thu được;
- gia công chưng áp trong lò chưng áp (autoclave) với áp suất từ 1,0 MPa đến 1,6 MPa, nhiệt độ từ 180°C đến 200°C trong khoảng thời gian từ 6h đến 10h; và
- dỡ sản phẩm, kiểm tra chất lượng và lưu kho.

[2] Vật liệu xây dựng hệ geopolymer theo mục 1, trong đó vật liệu này còn chứa các loại cốt liệu bao gồm đá dăm, cát, với tỷ lệ khối lượng hỗn hợp bùn đỏ : cốt liệu nằm trong khoảng từ 1:2,5 đến 1:3,5.

[3] Phương pháp sản xuất vật liệu xây dựng hệ geopolymer từ bùn đỏ bao gồm các bước sau:

- chuẩn bị hỗn hợp bùn đỏ, tùy ý tối đa 40% khối lượng bùn đỏ được thay thế bằng tro bay hoặc tối đa 15% khối lượng bùn đỏ được thay thế bằng muối silica hoặc tro trấu;
- chuẩn bị dung dịch NaOH có nồng độ từ 1M đến 3M;
- trộn hỗn hợp bùn đỏ với dung dịch NaOH và tùy ý, thêm nước sao cho tỷ lệ khối lượng lỏng/rắn bằng 0,2;
- tạo hình hỗn hợp thu được;
- gia công chung áp trong lò chung áp (autoclave) với áp suất từ 1,0 MPa đến 1,6 MPa, nhiệt độ từ 180°C đến 200°C trong khoảng thời gian từ 6h đến 10h; và
- dỡ sản phẩm, kiểm tra chất lượng và lưu kho.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Bùn đỏ là phế thải của quá trình sản xuất alumina từ bôxít theo công nghệ Bayer dưới dạng sệt hoặc rắn được vận chuyển về nhập kho. Với vật liệu dạng sệt, có thể phơi khô tự nhiên hoặc sấy. Nguyên liệu bùn đỏ được đồng nhất hóa và tiến hành kiểm tra các chỉ tiêu chất lượng bao gồm tỷ lệ oxit silic hòa tan (trong điều kiện chung áp nhất định), hàm lượng kiềm dư, độ ẩm, ...

Tro bay phế thải của nhà máy nhiệt điện đốt than được tập kết trong kho chứa có mái che. Tro bay cũng được đồng nhất hóa và kiểm tra các chỉ tiêu kỹ thuật tương tự.

Muối silica là vật liệu siêu mịn chứa oxit silic vô định hình thu được trong quá trình sản xuất silic và hợp kim silic bằng lò hồ quang. Muối silica được vận chuyển và nạp vào silô hoặc bảo quản trong bao gói trong kho có mái che.

Tro trấu là sản phẩm thu được khi đốt trấu ở chế độ thích hợp. Tro trấu cần được nghiền tới độ mịn nhất định trước khi sử dụng. Tro trấu được lưu kho và bảo quản tương tự như muối silica.

Vẩy xút (NaOH) được nhập về và bảo quản trong điều kiện phù hợp đảm bảo an toàn. Dung dịch kiềm được chế tạo bằng cách hòa tan vẩy xút công nghiệp trong nước theo tỷ lệ cho trước để có được nồng độ thích hợp.

Việc lựa chọn phối liệu ban đầu được bộ phận kỹ thuật thực hiện dựa trên các kết quả phân tích chất lượng vật liệu đầu vào, yêu cầu của sản phẩm đầu ra và công nghệ gia công áp dụng. Các phương án phối liệu được kiểm tra thử nghiệm trong phòng thí nghiệm trước khi áp dụng trong sản xuất. Định kỳ tiến hành kiểm lại phối liệu khi có thay đổi về nguồn nguyên liệu hoặc tính chất của nguyên liệu.

Việc định lượng vật liệu ban đầu được thực hiện theo khối lượng với độ chính xác $\pm 1\%$.

Trộn hỗn hợp được thực hiện nhờ máy trộn cưỡng bức trục đứng hoặc trục ngang để đạt được hỗn hợp đồng nhất.

Hỗn hợp sau khi trộn được chuyển vào máy tạo hình theo phương pháp rung ép. Sau khi tạo hình, hỗn hợp có thể được gia công nhiệt sơ bộ trong lò chung với nhiệt độ dưới 100°C .

Các sản phẩm sau khi tạo hình được chắt vào lò chung áp lò chung áp. Quá trình chung áp bao gồm các giai đoạn: tăng áp, đẳng áp và giảm áp. Trong giai đoạn tăng áp, áp suất trong lò chung áp được nâng từ áp suất khí quyển lên đến áp suất gia công tối đa với tốc độ từ $0,005 \text{ MPa/min}$ đến $0,015 \text{ MPa/min}$. Trong giai đoạn này nhiệt độ trong lò chung áp cũng gia tăng tương ứng với áp suất. Trong gia đoạn tiếp theo áp suất và nhiệt độ được giữ cố định. Áp suất gia công tối đa nằm trong khoảng từ $1,0 \text{ MPa}$ đến $1,6 \text{ MPa}$. Thời gian của gia đoạn đẳng áp là khoảng từ 6 h đến 10h. Trong giai đoạn giảm áp, áp suất trong lò chung áp được giảm về áp suất khí quyển với tốc độ từ $0,01 \text{ MPa/min}$ đến $0,015 \text{ MPa/min}$.

Sau khi kết thúc chung áp, tiến hành dỡ sản phẩm, kiểm tra chất lượng và lưu kho.

Ví dụ 1. Sản xuất gạch xây đặc

Gạch xây đặc hệ geopolyme từ bùn đỏ được sản xuất với kích thước tiêu chuẩn 220x105x65 mm và 190x90x45 mm. Mác gạch M75, M100 và M150.

Bùn đỏ sử dụng trong sản xuất có khối lượng thể tích 3,47 g/cm³, khối lượng thể tích xốp 685 kg/m³, kích thước hạt trung bình 9,5 µm. Thành phần các oxit: 7,40% SiO₂; 13,65% Al₂O₃; 56,05% Fe₂O₃; 3,63% Na₂O; 0,25% K₂O; 3,10% CaO; 0,15% TiO₂ và mất khi nung 12,5%.

Tro bay nhiệt điện đốt than sử dụng trong sản xuất có khối lượng thể tích 2,20 g/cm³, khối lượng thể tích xốp 905 kg/m³, kích thước hạt trung bình 48,2 µm. Thành phần các oxit: 47,74% SiO₂; 35,36% Al₂O₃; 7,02% Fe₂O₃; 0,69% Na₂O; 0,41% K₂O; 4,20% CaO; 0,43% TiO₂ và mất khi nung 3,85%.

Muội silica dùng trong sản xuất là sản phẩm nhập khẩu có khối lượng thể tích 2,15 g/cm³, khối lượng thể tích xốp 360 kg/m³, kích thước hạt trung bình 1,5 µm. Thành phần muối silica bao gồm 94,5% SiO₂ và 2,74% mất khi nung.

NaOH khan dạng vảy màu trắng với độ tinh khiết 97-98% có khối lượng riêng 2,13 g/cm³ được pha với nước theo tỷ lệ (3,92% NaOH + 96,08% H₂O) và (7,62% NaOH + 92,38% H₂O) để tạo thành dung dịch NaOH 1M và 2M.

Vật liệu khô được phối trộn theo tỷ lệ tro bay từ 10% đến 25%, bùn đỏ từ 90% đến 75%. Tỷ lệ chất lỏng trên chất rắn bằng 0,2 được chế tạo bằng cách bổ sung thêm lượng nước cần thiết vào dung dịch NaOH 1M. Chú ý điều chỉnh lượng nước thực tế theo độ ẩm của vật liệu để phù hợp quá trình gia công. Ngoài ra, tỷ lệ trên có thể được điều chỉnh tùy theo lượng kiềm tồn dư thực tế trong bùn đỏ.

Trong một trường hợp khác hợp phần khô có thể bao gồm từ 5% đến 10% muối silica (hoặc tro trấu) và 95% đến 90% bùn đỏ.

Hỗn hợp được trộn trong máy trộn cưỡng bức và được tạo hình bằng thiết bị rung ép.

Gạch sau khi tạo hình được đưa vào chưng áp ở điều kiện áp suất từ 1,0 MPa đến 1,6 MPa, nhiệt độ từ 180°C đến 200°C trong khoảng thời gian từ 6h đến 10h.

Khi tạo hình bằng công nghệ đầm rung, để đỡ khuôn sớm có thể gia nhiệt sơ bộ trong khoảng 2h ở nhiệt độ 60°C đến 100°C dưới áp suất khí quyển.

Ví dụ 2. Sản xuất gạch xây đặc có bổ sung đá dăm

Quy cách sản phẩm gạch tương tự như trong Ví dụ 1. Bên cạnh các vật liệu mô tả trong ví dụ 1 có sử dụng thêm đá dăm với kích thước hạt lớn nhất 5 mm. Khối lượng thể tích đá dăm 2,67 g/cm³, khối lượng thể tích xốp 1450 kg/m³.

Tỷ lệ trộn (theo khối lượng) giữa tro bay và bùn đỏ hoặc muội silica và bùn đỏ được giữ nguyên như ở ví dụ 1. Tỷ lệ trộn giữa hỗn hợp tro bay - bùn đỏ hoặc muội silica - bùn đỏ với đá dăm là từ 1:2,5 đến 1:3,5. Dung dịch NaOH 1M được sử dụng với lượng nước bổ sung để hỗn hợp đạt độ cứng tương đương với hỗn hợp trong ví dụ 1.

Các công đoạn gia công tiếp theo được tiến hành tương tự như trong ví dụ 1.

Yêu cầu bảo hộ

1. Vật liệu xây dựng hệ geopolymer thu được từ phương pháp bao gồm các bước:

- chuẩn bị hỗn hợp bùn đỏ, tùy ý tối đa 40% khối lượng bùn đỏ được thay thế bằng tro bay hoặc tối đa 15% khối lượng bùn đỏ được thay thế bằng muối silica hoặc tro trấu;
- chuẩn bị dung dịch NaOH có nồng độ từ 1M đến 3M;
- trộn hỗn hợp bùn đỏ với dung dịch NaOH và tùy ý, thêm nước sao cho tỷ lệ khối lượng lỏng/rắn bằng 0,2;
- tạo hình hỗn hợp thu được;
- gia công chung áp trong lò chung áp (autoclave) với áp suất từ 1,0 MPa đến 1,6 MPa, nhiệt độ từ 180°C đến 200°C trong khoảng thời gian từ 6h đến 10h; và
- dỡ sản phẩm, kiểm tra chất lượng và lưu kho.

2. Vật liệu xây dựng hệ geopolymer theo điểm 1, trong đó vật liệu này còn chứa các loại cốt liệu bao gồm đá dăm, cát, với tỷ lệ khối lượng hỗn hợp bùn đỏ : cốt liệu nằm trong khoảng từ 1:2,5 đến 1:3,5.

3. Phương pháp sản xuất vật liệu xây dựng hệ geopolymer từ bùn đỏ bao gồm các bước sau:

- chuẩn bị hỗn hợp bùn đỏ, tùy ý tối đa 40% khối lượng bùn đỏ được thay thế bằng tro bay hoặc tối đa 15% khối lượng bùn đỏ được thay thế bằng muối silica hoặc tro trấu;
- chuẩn bị dung dịch NaOH có nồng độ từ 1M đến 3M;
- trộn hỗn hợp bùn đỏ với dung dịch NaOH và tùy ý, thêm nước sao cho tỷ lệ khối lượng lỏng/rắn bằng 0,2;
- tạo hình hỗn hợp thu được;
- gia công chung áp trong lò chung áp (autoclave) với áp suất từ 1,0 MPa đến 1,6 MPa, nhiệt độ từ 180°C đến 200°C trong khoảng thời gian từ 6h đến 10h; và
- dỡ sản phẩm, kiểm tra chất lượng và lưu kho.