

ĐẤT ĐỎ BASALT - NGUỒN NGUYÊN LIỆU CHO SẢN XUẤT GẠCH KHÔNG NUNG

NGUYỄN ÁNH DƯƠNG, KIỀU QUÝ NAM, TRẦN TUẤN ANH

Email: anhduongvdc@yahoo.com

Viện Địa chất, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Ngày nhận bài: 5 - 4 - 2013

1. Mở đầu

Trên thế giới, nghiên cứu ứng dụng, sử dụng các loại đất sét để sản xuất vật liệu xây dựng không nung đã được chú ý đến từ lâu và được nhiều tác giả quan tâm nghiên cứu [1, 2, 6, 8, 10].

Cũng như nhiều quốc gia khác trên thế giới, sản xuất vật liệu xây dựng không nung từ nguyên liệu địa phương đã được nhân dân ta tiến hành từ lâu đời dưới các hình thức như trình tường (Bắc Ninh, Bắc Giang), hay xây nhà từ đá ong (Phúc Yên, Phú Thọ), gạch cay của các lò vôi (Hà Nam) hoặc xây nhà từ đá silic (Thủy Nguyên - Hải Phòng) và gần đây tại Đông Triều, Uông Bí nhân dân đã tận dụng tro bay của nhà máy nhiệt điện để làm đường xá và xây dựng nhà cửa; thời gian đã minh chứng cho tính bền vững của các loại nguyên liệu này.

Từ những năm 1980, trường Đại học Xây dựng Hà Nội, trường Đại học Bách khoa, Viện Khoa học Kỹ thuật Xây dựng đã đi đầu trong việc tuyên truyền phổ biến kỹ thuật sản xuất vật liệu xây dựng không nung [3], đã sản xuất hoặc nhập khẩu nhiều loại máy công nghệ chuyên dụng như Xinvaram, Dynaterra, nhưng do chưa có những công trình nghiên cứu đánh giá tiềm năng về các nguồn nguyên liệu ở tại những khu vực đặc thù, nên việc sản xuất vật liệu xây dựng không nung từ các nguồn nguyên liệu địa phương đã sớm bị gián đoạn hoặc chỉ phát triển một cách tự phát xuất phát từ kinh nghiệm và nhu cầu của người dân dựa vào nguồn nguyên liệu đã biết nhưng chưa đầy đủ của địa phương.

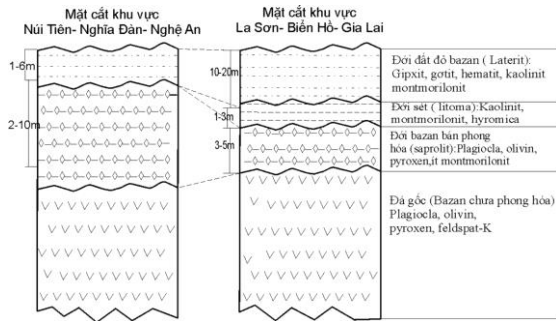
Từ cuối những năm 1990 đến nay, lĩnh vực nghiên cứu này được các nhà khoa học Viện Địa

chất đề cập một cách toàn diện hơn về nguồn nguyên liệu puzolan, cũng như đề xuất các quy trình công nghệ sản xuất gạch không nung từ nguồn nguyên liệu puzolan đó [9, 13].

Tuy nhiên, việc nghiên cứu sử dụng đất đỏ basalt (sản phẩm phong hóa triệt để của đá basalt thuộc đới laterit) trong sản xuất vật liệu xây dựng ở Việt Nam còn rất hạn chế, trong khi đó đất đỏ basalt ở Việt Nam phân bố khá rộng rãi ở khu vực miền Trung, Tây Nguyên và một số khu vực khác như Lạng Sơn, Bình Phước,... phủ trên diện tích vài chục nghìn km² với bề dày dao động từ vài mét đến 10-20m (hình 1, 2).



Hình 1. Khảo sát đất đỏ basalt khu vực Pleiku



Hình 2. Sơ đồ mặt cắt vỏ phong hóa trên đá basalt

Đất đỏ basalt là kết quả của sự phong hoá phá vỡ khoáng vật silicat, alumosilicat của đá basalt tạo thành đất bờ mềm với thành phần chủ yếu là khoáng vật sét như kaolinit, gipxit, gotit...

Ngược lại, có thể dựa vào động lực các phản ứng hoá học để biến các thành tạo tự nhiên như đất đỏ basalt thành “đá”, nói cách khác làm đảo ngược tiến trình đã tạo ra đá trong tự nhiên bằng cách tạo nên môi trường kiềm để thực hiện quá trình hydrat hoá hoặc polymer hoá các nguyên liệu khoáng

dạng bờ rời ở nhiệt độ, áp suất thấp tạo ra một nhóm những sản phẩm có những đặc điểm cơ lý của đá, tức là không nhạy cảm với nước, chống chịu nhiệt, cứng rắn,... Một trong những sản phẩm đó là gạch không nung thân thiện môi trường sản xuất từ đất đỏ basalt gắn kết bằng vôi hoặc gạch geopolymer nhiệt độ thấp.

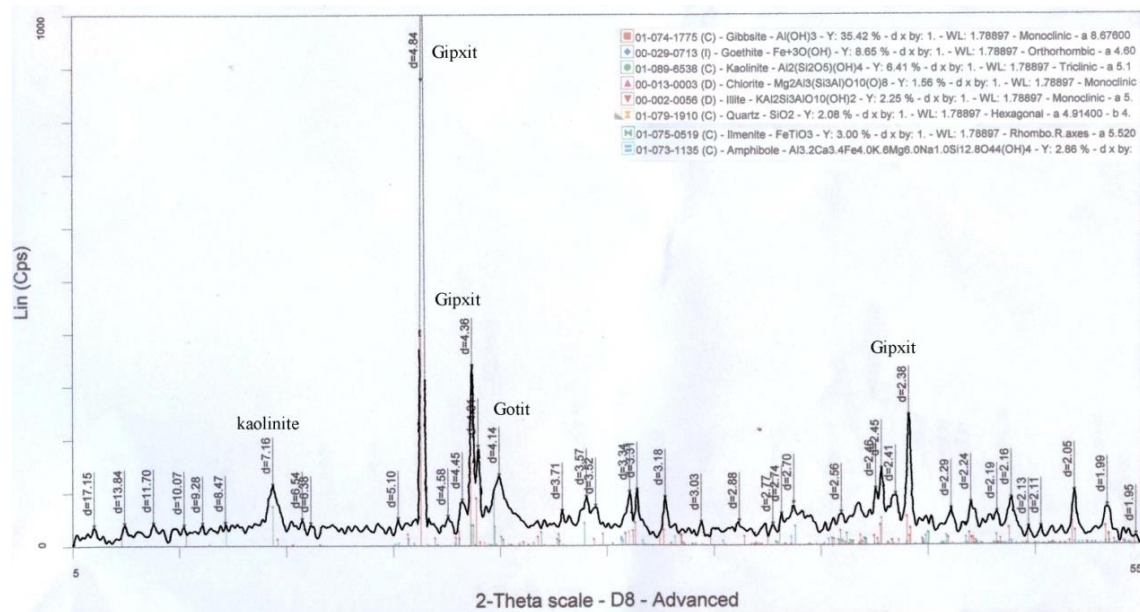
2. Kết quả nghiên cứu

2.1. Nguyên liệu

Mẫu đất đỏ được thu thập là sản phẩm phong hóa triệt để của các thành tạo basalt tại: xã Hoàng Đồng - Lạng Sơn (LS), dốc Lụi - huyện Nghĩa Đàn - tỉnh Nghệ An (NA), Pleiku - tỉnh Gia Lai (PK) và Tân Rai - Bảo Lộc - tỉnh Lâm Đồng (TR).

2.2. Thành phần vật chất và đặc tính kỹ thuật của đất đỏ basalt

Kết quả phân tích nhiễu xạ rơnghen (XRD) cho thấy đất đỏ basalt có thành phần khoáng vật chủ yếu là gipxit (45-50%), gotit (13-20%), kaolinit (15-17%), ít hydromica, hematit,... (hình 3).



Hình 3. Giải đồ phân tích XRD mẫu đất đỏ basalt Tân Rai - Lâm Đồng

- Kết quả phân tích XRF của đất đỏ basalt có các ôxit chiếm ưu thế là ôxit nhôm, sắt và silic (bảng 1).

Bằng phương pháp hóa phân tích xác định được:

- Hàm lượng keo của đất đỏ basalt khá cao (35-74%).

- Độ hút vôi của đất đỏ basalt dao động trong khoảng 95-145mgCaO/g.pg, thuộc loại có hoạt tính trung bình mạnh đến rất mạnh.

Bảng 1. Thành phần hóa học và đặc tính kỹ thuật của đất đỏ basalt

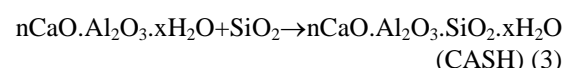
Ký hiệu mẫu	Thành phần hóa học (%)							Hàm lượng keo (%)	Độ hút vôi trung bình (mgCaO/g.pg)
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MKN		
TR	17,60	31,16	28,28	0,89	0,14	0,02	18,6	42-72	115
NĐ	25,66	24,69	25,80	0,16	0,03	0,50	17,94	48-65	102
PK	27,60	17,50	20,40	3,50	0,40	0,06	18,5	35-47	95
LS	47,84	18,31	17,28	0,02	<0,01	0,02	15,56	49-74	154

Ghi chú: Vị trí lấy mẫu: TR- Tân Rai- Lâm Đồng; NĐ- Nghĩa Đàn- Nghệ An; PK- Pleiku- Gia Lai; LS- Lạng Sơn.

2.3. Gạch không nung kiểu: đất đỏ + vôi

Đất đỏ basalt thường có hàm lượng ôxit nhôm khá cao, nên nó khá khó để sản xuất gạch bằng quy trình truyền thống nung ở nhiệt độ cao xung quanh 900-1100°C.

Mặt khác, đất đỏ basalt có độ hút vôi đạt từ 95 đến 145mgCaO/g.pg do các thành tạo này có hàm lượng khá cao các ôxit nhôm và silic ở dạng vô định hình, các keo tự do này kết hợp với vôi hydrat hóa tạo phản ứng silicocalcareous ở nhiệt độ phòng để tạo thành chất kết dính dạng hydro-silicat canxi (CSH), hydro-aluminat-canxi (CAH) hoặc hydro-aluminat-silicat-canxi (CASH) theo phương trình (1)-(3) [3, 4, 13]:

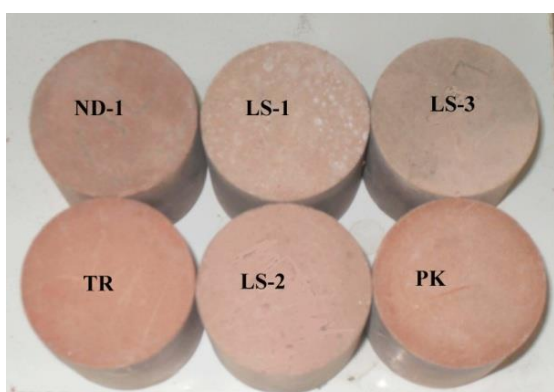


Xuất phát từ cơ sở trên, tỷ lệ phối trộn giữa đất đỏ và vôi được lựa chọn: 95:5; 93:7; 90:10 theo phần trăm trọng lượng.

- Lực nén tạo hình 50Kg/cm².

- Độ ẩm tạo hình 12%.

- Mẫu thử nghiệm được tạo hình theo kiểu hình trụ tròn kích thước (5 × 5cm) và hình chữ nhật (20 × 10 × 5cm) (hình 4).



Hình 4. Mẫu thử nghiệm gạch không nung từ đất đỏ basalt

Kết quả xác định các tính chất cơ lý của những mẫu thử nghiệm đều đạt yêu kỹ thuật đối với gạch xây dựng, cường độ kháng nén đạt 75-292kG/cm².

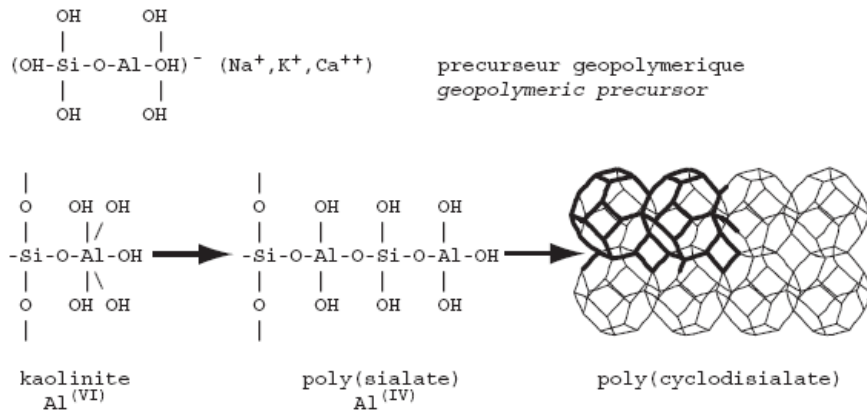
Mặt khác kết quả ở bảng 2 cho thấy khi ta tăng tỷ lệ vôi lên thì cường độ của sản phẩm tăng lên, đặc biệt là sản phẩm làm từ đất đỏ Hoàng Đồng với độ hút vôi cao cường độ thay đổi khá rõ rệt khi ta tăng tỷ lệ vôi phối trộn.

Bảng 2. Cường độ kháng nén và các đặc trưng kỹ thuật của gạch không nung với các tỷ lệ phối trộn đất đỏ + vôi khác nhau

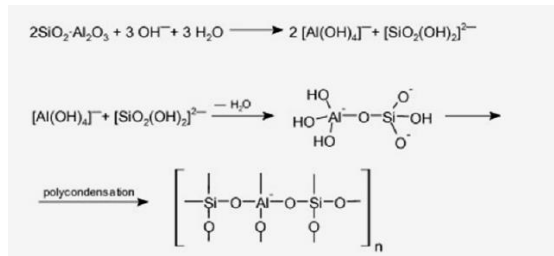
STT	Tỷ lệ phối trộn %		Cường độ kháng nén (kG/cm ²)	Độ hút nước (%)	Khối lượng thể tích (g/cm ³)
	Đất đỏ	Vôi			
LS-1	95	5	75	15.3	1.60
LS-2	93	7	135	12.7	1.58
NĐ-1	93	7	111.32	15.8	1.63
PL	90	7	115	14.6	1.60
TR	90	7	125	15.4	1.62
LS-3	90	10	292	10.5	1.71
NĐ-2	90	10	143	9.5	2.10
TCVN 2118-1994 (gạch xây không nung)			75-200	6-18	<1.65

2.4. Gạch geopolimer

Kết quả phân tích về đặc điểm thành phần vật chất của đất đỏ ở mục 2.2 đã cho thấy rằng đất đỏ có hàm lượng đáng kể khoáng vật sét kaolin và hàm lượng khá cao các ô xit nhôm và silic. Do đó khi phối trộn đất đỏ với chất xúc tác theo những phản ứng ở hình 5, 6, khoáng sét kaolinit hoặc gipxít và các ôxít tự do trong đất có khả năng phản ứng giữa chúng, làm thành mắt lưới, đông cứng lại.



Hình 5. Phản ứng geopolimer hóa của kaolinit với sự trợ giúp của chất tiền geopolimer (theo Claude Bouterin và Joseph Davidovits, 1988)



Hình 6. Phản ứng geopolimer hóa [11]

Xuất phát từ nguyên tắc trên và kế thừa những nghiên cứu đã được công bố [1, 2, 6, 11] cũng như kết quả đạt được của các tác giả năm 2010 [13], phương thức thử nghiệm được tiến hành như sau:

Tỷ lệ phối trộn theo trọng lượng:

- Đất đỏ basalt khu vực Pleiku được nghiền mịn qua rây 0,1mm: 85%
- Dung dịch NaOH (10M): 3%
- Dung dịch natri silicat (chất tiền geopolimer): 2%
- Nước: 10-12%

Nó hoạt động giống như một quy trình có thể so sánh với những gì xảy ra trong lúc ceramic nung ở 900-1100°C, nhưng chỉ khác là cố kết kiểu polymer hóa của đất đỏ với chất xúc tác là dung dịch kiềm (NaOH hoặc KOH) cùng với sự giúp đỡ của chất tiền geopolimer oligosialat có thể đông rắn đã bắt đầu ở nhiệt độ phòng với tạo thành polysialat, poly (sialat-siloxo), hợp chất ổn định trong nước, chống chịu cơ học khỏe [1].

- Hỗn hợp được phối trộn khoảng 5 phút, sau đó được đổ khuôn tạo hình.

- Kết quả sản phẩm thử nghiệm (hình 7) sau 28 ngày ở nhiệt độ phòng thí nghiệm (25°C) đạt các đặc trưng cơ lý như sau:

- + Cường độ kháng nén: 95 kG/cm³
- + Độ hút nước: 14%
- + Khối lượng thể tích: 1,33g/cm³.



Hình 7. Gạch geopolimer từ đất đỏ basalt

3. Thảo luận

- Đất đỏ basalt có hàm lượng nổi trội của các oxit: Al_2O_3 (17,50-31,16%), SiO_2 (17,60- 47,84%) và hàm lượng keo khá cao (35 đến 74%). Kết quả phân tích này thể hiện một phần các oxit nhôm và silic tồn tại ở dạng keo tự do [18]. Theo Kiều Quý Nam (2002, 2006) [15, 18], chính các keo tự do này tạo nên độ hoạt tính cho đất đỏ basalt.

Theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN: 3735-1982) về phân loại puzolan, đất đỏ basalt với độ hút vôi đạt từ 95 đến 145mgCaO/g.pg được xếp vào loại nguyên liệu puzolan có hoạt tính trung bình mạnh đến mạnh. Nhưng do đất đỏ basalt có thành phần khoáng vật chủ yếu là các khoáng sét gipxit, kaolinit, gotit,... nên mặc dù có độ hoạt tính cao, nhưng đất đỏ không đáp ứng được yêu cầu sử dụng làm phụ gia cho xi măng. Mặt khác đất đỏ có thể sử dụng sản xuất gạch xây dựng không nung thân thiện với môi trường.

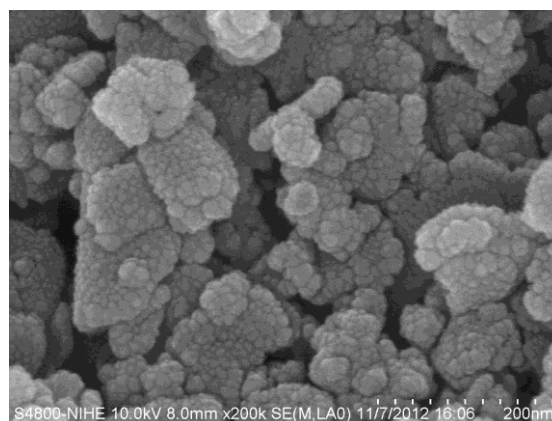
Với hai phương thức tạo kết dính gắn kết khác nhau, những thử nghiệm sản xuất gạch không nung từ đất đỏ basalt có đặc tính cơ lý đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật đối với gạch xây dựng không nung theo tiêu chuẩn TCVN: 2118-1994.

- Với phương thức sản xuất gạch không nung theo kiểu đất đỏ + vôi, khi lượng phụ gia sử dụng thấp (5% trọng lượng), sản phẩm thu được là gạch không tan rữa trong nước, nhưng những đặc tính cơ lý như cường độ thấp ($75kG/cm^2$), độ hút nước tương đối cao ($15,3g/cm^3$). Khi tăng hàm lượng chất kết dính bằng cách tăng lượng vôi lên 10%, cường độ kháng nén của sản phẩm tăng lên, độ hút nước giảm, nhưng khối lượng thể tích tăng lên. Do vậy, tỷ lệ phối trộn tối ưu là: đất đỏ (93%) + vôi (7%), cường độ sản phẩm đạt ($>100kG.cm^2$), độ hút nước và khối lượng thể tích đều đạt yêu cầu đối với gạch xây dựng theo tiêu chuẩn TCVN: 2118-1994.

- Khác với phương thức tạo gắn kết kiểu đất đỏ + vôi, nơi vật liệu đất được cố kết bởi phản ứng của các oxit tự do với vôi tạo thành chất kết dính dạng CSH, CAH hoặc CASH,... Với phương pháp polymer nhiệt độ thấp (LTGS) sự cố kết đối với vật liệu đất dựa vào nguyên tắc khác hoàn toàn. Đó là phối trộn vào đất đỏ chất kiềm (NaOH hoặc KOH) và dung dịch silicat tiền geopolymer tạo cho các oxit nhôm, oxit silic dạng keo và khoáng gipxit, kaolinit trong đất có khả năng phản ứng giữa chúng

với nhau tạo thành chuỗi polysialat, poly (sialat-siloxo) ở nhiệt độ phòng thí nghiệm, có khả năng đông cứng lại, ổn định, không tan rữa trong nước và có khả năng chống chịu cơ học khỏe.

So sánh với sản phẩm gạch không nung kiểu đất đỏ + vôi có cường độ tương đương ($95kG/cm^2$) thì gạch geopolymer có ưu điểm khối lượng thể tích thấp hơn ($1,33g/cm^3$), so với gạch kiểu đất đỏ + vôi là $1,58g/cm^3$. Đặc tính này có được do vật liệu gạch geopolymer tạo thành bởi các polysialat, poly(sialat-siloxo) có cấu trúc khoáng vật tương đồng như zeolit [6, 8], cấu trúc ba chiều giống như quả cầu mây gắn sát với nhau nên có độ xốp rỗng nhất định (hình 8) và đặc trưng này cũng tạo cho gạch geopolymer có đặc tính khí hậu sinh học tuyệt vời, đó là có khả năng hấp phụ hơi ẩm nhanh và giải hấp phụ từ từ giúp điều hòa không khí rất tốt cho những ngôi nhà sử dụng vật liệu này [7].



Hình 8. Ảnh hiển vi điện tử quét (SEM) mẫu gạch geopolymer từ đất đỏ basalt

- Về giá thành của sản phẩm: trong các đề tài, dự án sản xuất thử nghiệm gạch không nung từ nguồn nguyên liệu là đá basalt bán phong hóa tại khu vực Gia Lai, Lâm Đồng, Nghệ An, Quảng Trị mà chúng tôi đã thực hiện [16, 17] cho thấy giá thành của sản phẩm (500-600đ/viên) chỉ bằng 50-65% giá thành gạch xi măng + cát hoặc gạch tuynen (1000-1200đ/viên). Ngoài ra, so với gạch tuynen thì gạch không nung từ đất đỏ basalt còn nâng cao giá trị kinh tế hơn nữa nếu chúng ta tính đến giá trị giảm tải việc phát sinh ô nhiễm môi trường.

4. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu nêu trên có thể đi đến các kết luận sau:

Đất đỏ basalt có thể sử dụng làm nguyên liệu để sản xuất gạch xây dựng không nung và với diện phân bố rộng rãi ở nước ta đây là một nguồn nguyên liệu có tiềm năng lớn đáp ứng cho nhu cầu phát triển vật liệu xây dựng không nung thân thiện với môi trường.

Bảng hai phương thức gắn kết theo kiểu khác nhau: (1) Đất đỏ + vôi và (2) Đất đỏ polymer hóa bằng dung dịch kiềm ở nhiệt độ phòng thí nghiệm, các sản phẩm gạch không nung làm từ đất đỏ basalt đạt được những đặc tính cơ lý đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật đối với gạch xây dựng theo tiêu chuẩn TCVN: 2118-1994.

TÀI LIỆU DẪN

[1] *Claude Bouterin and Joseph Davidovits*: 1988: Réticulation Géopolymérique (LTGS) et matériaux de construction, Geopolymer '88, Vol.1, pp. 79-88. (Modified and adapted with the authorisation of CORDI-Géopolymère S.A. in July 2003).

[2] *Gordon Browne*, 2009: Stabilised interlocking rammed earth blocks: alternatives to cement stabilisation. Proceedings of the 11th International Conference on Non-conventional Materials and Technologies (NOCMAT 2009) 6-9 September 2009, Bath, UK.

[3] *Bùi Văn Chén, Đào Tiến Đạt*: 1985: Kỹ thuật sản xuất gạch không nung, NXB Xây dựng, Hà Nội.

[4] *Ljubica Čojbašić1, Gordana Stefanović1, Živko Sekulić2, Snežana Heckmann*, 2005: Influence of the fly ash chemical composition on the portland cement and fly ash mixture hydration mechanism, Series: Mechanical Engineering Vol. 3, No 1, pp. 117 - 125

[5] *J. Davisovit*: 1991: Geopolymers: inorganic polymeric new materials J. Thermal Analysis, Vol. 37, pp.1633-1656.

[6] *D. Hardjito and B. V. Rangan*, 2005: Development and properties of low-calcium fly ash-based geopolymer concrete. Curtin University of Technology Perth, Australia

[7] *Joseph Davidovits*, 2002: 30 Years of Successes and Failures in Geopolymer

Applications. Market Trends and Potential Breakthroughs. Geopolymer 2002 Conference, Melbourne, Australia.

[8] *Pre De Silva1 And Kwesi Sagoe-Crenstil*, 2009: The Role of Al₂O₃, SiO₂ and Na₂O on the Amorphous → Crystalline Phase Transformation in Geopolymer Systems. Journal of the Australian Ceramic Society Volume 45, 1, pp 63-71.

[9] *Nguyễn Ánh Dương*, 2011: Nguyên liệu khoáng hoạt tính từ một số thành tạo đá phun trào axit và trung tính ở Việt Nam và ý nghĩa thực tiễn của chúng. Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, 3ĐB, tr.559-605.

[10] *Qhatani Mohsen, Nasser Yosef Mostafa*, 2010: Investigating the possibility of utilizing low kaolinitic clays in production of geopolymer bricks. Ceramics - Silikáty 54 (2), pp 160-168.

[11] *A.M. Mustafa Al Bakri, H. Kamarudin, M. Bnhussain, I. Khairul Nizar, A.R. Rafiza & A.M. Izzat.*, 2011: Chemical Reactions in the Geopolymerisation Process Using Fly Ash-Based Geopolymer: A Review, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(7), pp.1199-1203.

[12] *Patrick N. Lemougna, Uphie F. Chinje Melo, Elie Kamseu and Arlin B. Tchamba*, 2011: Laterite Based Stabilized Products for Sustainable Building Applications in Tropical Countries: Review and Prospects for the Case of Cameroon. Sustainability, Vol.3(1), pp. 293-305.

[13] *Kiều Quý Nam, Nguyễn Ánh Dương*, 2010: Nguyên liệu và công nghệ sản xuất vật liệu xây dựng không nung - một vài kết quả thử nghiệm. Tạp chí Địa chất, loạt A số 322/ 12/ 2010, tr.54-65.

[14] *Kiều Quý Nam*, 2001: Puzolan Việt Nam - Tiềm năng và khả năng sử dụng. Tạp chí Địa chất, Loạt A (267/11-12), tr.106-110.

[15] *Kiều Quý Nam*, 2002: Môi trường quan giữa thành phần hoá học, cấu trúc đá với hoạt tính puzolan trong basalt Kainozoi tại Lâm Đồng. Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, T.24, 4, tr.341-347.

[16] *Kiều Quý Nam* (chủ biên), 2004: Báo cáo tổng kết dự án: Ứng dụng công nghệ sản xuất vật liệu không nung. Lưu trữ tại Viện Địa chất.

[17] *Kiều Quý Nam* (chủ biên), 2005: Báo cáo tổng kết đề tài: Nghiên cứu, đánh giá đặc điểm, tiềm năng nguyên liệu và xây dựng quy trình công nghệ sản xuất gạch lát tự chèn không nung từ puzolan khu vực

Pleiku, Buôn Ma Thuột. Lưu trữ tại Viện Địa chất.

[18] *Kiều Quý Nam*, 2006: Nghiên cứu sử dụng puzolan trong sản xuất vật liệu xây dựng không nung. Tạp chí Địa chất, Loại A (293/3-4), tr.16-24.

SUMMARY

Red basaltic soils-the raw material source for production of non-calcined brick

Red basaltic soils that widely distribute in Tay Nguyen, Central region and elsewhere in Vietnam consist mainly of gibbsite (45-50%), goethite (12-20%), kaolinite (15-17%) minerals. In red soil, the total amount of ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) and colloidal content varies from 65.50 to 83.43%, and from 35 to 74% respectively, leading to high reactivity index (95-154mgCaO/g.pg).

By two different binding methods: 1/Red basaltic soils with hydrated lime; 2/ Red basaltic soils with alkali solution (NaOH) and added sodium silicate, non-calcined products made from basaltic soils have compressive strength in the range of 75-292kG/cm² for first method and 95kG/cm² for second one, with other physico-mechanic properties to meet the technical requirements of construction brick according to Vietnamese standards TCVN 2118-1994. Experimental results prove the feasibility of using the red basaltic soils as suitable raw materials for manufacturing non-calcined building materials.