

Nghiên cứu các mẫu gạch cổ ở Tháp Chàm Mỹ Khánh - Thừa Thiên Huế

Phan Văn Tường¹, Trần Ngọc Tuyền²

¹Khoa Hoá, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 19 Lê Thánh Tông, Hà Nội, Việt Nam

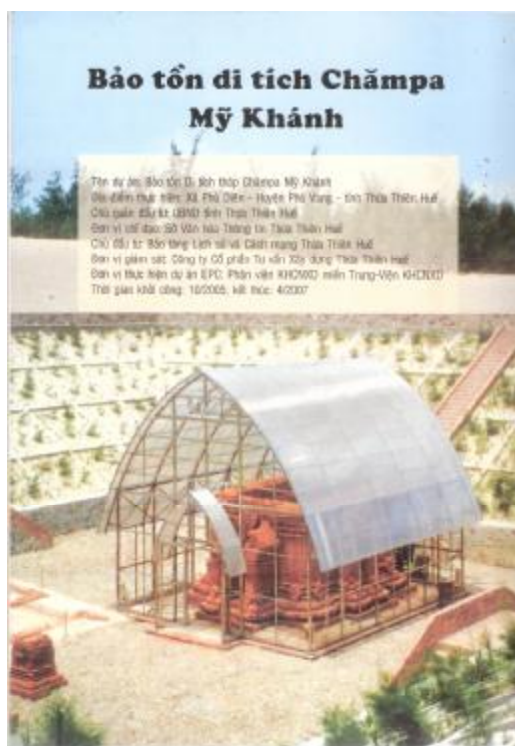
²Khoa Hoá, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

Nhận ngày 26 tháng 02 năm 2009

Tóm tắt. This paper presents the results of investigation into the ancient bricks of My Khanh Cham Tower, Thua Thien Hue province. The ancient bricks were characterized of X-ray diffraction (XRD), thermal gravity - differential scanning calorimetry (TG-DSC), scanning electron microscopy (SEM) and the activity of lime adsorption was also concerned. The results show that the ancient bricks were made laterite clay with rice husk and calcinated at temperature less than 900°C. As a result, the obtained bricks were acidity porous materials and unstable in basic medium as Portland cement.

1. Đặt vấn đề

Tháp Chàm Mỹ Khánh thuộc xã Phú Diên, Phú Vang, Thừa Thiên Huế. Theo đánh giá của các nhà nghiên cứu, tháp Mỹ Khánh có thể được xây vào khoảng thế kỉ thứ VIII (cách đây khoảng 1200 năm). Hồi đó có thể tháp Mỹ Khánh được xây dựng cách khá xa mép nước biển, nhưng do ở vùng này biển xâm thực vào bờ rất mạnh nên hiện tại tháp chỉ cách mép nước biển khoảng 100 m và bị chìm dưới 9m cát. Móng tháp nằm trên lớp đệm cát sỏi mỏng rồi đến lớp đất sét xám dẻo. Tháp Chàm Mỹ Khánh thuộc dạng Madapa được lợp bằng mái ngói nhẹ. Phần mái đã bị huỷ hoại theo thời gian, do đó liên kết giằng đầu tường cũng không còn, làm cho kết cấu sớm trở thành phế tích. Trước tình hình đó, việc phục chế tháp Mỹ Khánh là yêu cầu cấp thiết. Cho đến nay có nhiều tác giả đã nỗ lực nghiên cứu và đưa ra



* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-4-38582412.
E-mail: tuongpv@vnu.edu.vn

một số giả thiết người Chăm đã xây dựng tháp Chăm như thế nào và đề xuất các phương pháp nhằm phục hồi một số tháp Chăm ở miền Trung Việt Nam [1]. Tuy nhiên, các giả thuyết cũng như cách thức phục phục chế vẫn còn nghi vấn đã và đang được tiếp tục nghiên cứu. Trong nghiên cứu này, chúng tôi trình bày một số kết quả về cấu trúc và thành phần gạch xây dựng tháp Chăm Mỹ Khánh để cung cấp thông tin khoa học cần thiết để có thể áp dụng trong việc phục chế Tháp Chăm Mỹ Khánh sau này.

2. Thực nghiệm

Các mẫu gạch lấy từ tháp Chăm Mỹ Khánh được kí hiệu lần lượt là MK1, MK2, MK3, MK4 và MK5 (Bảng 1).

- **Mẫu MK1:** Có 2 vùng màu khác nhau rõ rệt, vùng phía ngoài có màu gạch non, vàng nhạt, dày khoảng 2cm, bao bọc lấy vùng phía trong có màu đen, tỉ lệ diện tích của 2 vùng này tương đương nhau. Chúng tôi lấy 2 mẫu là

VMK1 (vùng vỏ phía ngoài) và RMK1 là vùng ruột đen phía trong.

- **Mẫu MK2:** Toàn viên gạch chỉ có 1 màu hồng nhạt của gạch non. Chúng tôi lấy 1 mẫu ruột phía trong và kí hiệu là RMK2.

- **Mẫu MK3:** Có 2 vùng rõ rệt, vùng ruột màu đen phía trong chỉ chiếm khoảng 1/4 bề mặt viên gạch và nằm lệch về 1 phía. Vùng vỏ ngoài có màu hồng chiếm 3/4 bề mặt viên gạch. Chúng tôi lấy 2 mẫu, kí hiệu VGMK3 (vỏ ngoài) và VDEMK3 (ruột màu đen).

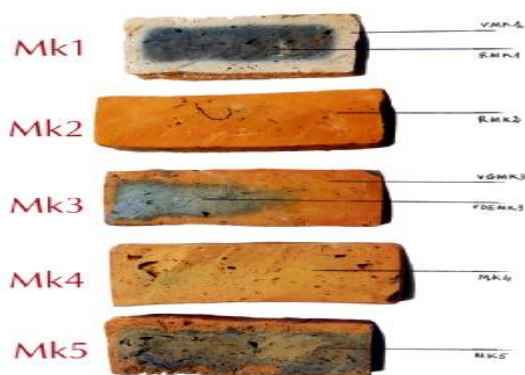
- **Mẫu MK4:** Toàn bộ viên gạch đều có màu hồng nhạt, không có vùng màu đen. Chúng tôi lấy 1 mẫu, kí hiệu là MK4.

- **Mẫu MK5:** Có 2 vùng rõ rệt: vùng giữa có màu đen, chiếm 3/4 bề mặt viên gạch. Vùng đỏ nâu bên ngoài chỉ là 1 lớp mỏng dày khoảng 1cm. Ranh giới 2 màu chỉ là một đường ngoằn ngoèo, chúng tôi chỉ lấy một mẫu và kí hiệu là MK5.

Bảng 1. Kích thước và khối lượng các mẫu

Mẫu	Kích thước (cm)			Khối lượng (g)	Khối lượng thể tích (g/cm ³)	Nhận xét
	dài	rộng	cao			
MK1	15,4	6,6	3,6	~700	1,90	Bề mặt dễ vỡ
MK2	19,2	6,2	4,3	~915	1,78	Bề mặt dễ vỡ
MK3	18,1	6,4	4,0	~920	1,98	Bề mặt khó vỡ
MK4	19,4	6,7	4,5	~1051	1,79	Rắn chắc, không vỡ được
MK5	18,0	6,2	4,1	~1012	2,21	Rắn chắc, không vỡ được

Ảnh các mẫu nghiên cứu được trình bày ở hình 1.



Hình 1. Ảnh của các mẫu gạch cổ Mỹ Khánh.

Tất cả các mẫu gạch nghiên cứu đều xốp có các lỗ trống kích thước không đồng đều. Có những lỗ trống lớn kích thước đạt tới 8 đến 10 mm, nhưng phần lớn là các lỗ trống nhỏ, khoảng 1mm. Độ rắn của các mẫu MK3, MK4 và MK5 cao hơn nhiều so với mẫu MK1 và MK2. Ngoài ra còn 2 gói bột khoan ở tháp được kí hiệu như sau: BMKd là bột khoan màu đỏ gạch, BMKx là bột khoan màu đỏ xám.

Thành phần pha của mẫu gạch được nghiên cứu bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (D8 Advance BRUKER - Đức). Sự biến đổi của

mẫu theo nhiệt độ được nghiên cứu bằng phương pháp phân tích nhiệt vi sai quét (Labsys TG/DSC SETARAM (Pháp)). Hình thái của mẫu được nghiên cứu bằng SEM (JEOL, Nhật Bản). Thành phần hoá học của mẫu được xác định theo TCVN-7131-2001. Độ hấp phụ với của các mẫu được xác định theo TCVN 3735:1982.

3. Kết quả và thảo luận

Thành phần hoá học các mẫu nghiên cứu được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Thành phần hoá học của các mẫu gạch Mỹ Khánh

Mẫu	Hàm lượng (%)								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	MKN
VMK1	60,15	22,78	4,31	0,12	0,47	2,79	0,23	0,82	8,05
RMK1	59,72	20,39	5,27	0,13	0,82	2,33	0,19	0,82	9,97
RMK2	66,75	18,16	7,19	0,24	1,58	2,66	0,18	1,14	1,59
VGMK3	65,39	19,12	8,11	0,32	1,89	3,04	0,44	1,12	1,08
VDEMK3	60,73	18,64	7,75	0,26	1,40	3,04	0,23	0,91	6,40
MK4	68,45	16,89	6,87	0,3	1,44	3,13	9,28	0,94	1,17
MK5	64,77	19,60	8,94	0,33	1,07	2,33	0,17	0,92	1,27

(MKN: Lượng mất khi nung)

Kết quả phân tích thành phần hoá học cho thấy:

- Tất cả các mẫu đều chứa chủ yếu là SiO₂, Al₂O₃ và Fe₂O₃ (chiếm 93-95% khối lượng) Tương tự như thành phần hoá học của đất sét thuộc nhóm kaolinite laterite hoá. Thành phần K₂O khá cao, có lẽ còn chứa một lượng đá gốc chưa phong hoá (orthoclase KAlSi₃O₈). Trong nhiều loại cao lanh của nước ta cũng có thành phần K₂O cao như: Bích Nhôi (2,62%), Sơn Mãn (2,4%), Quảng Bình (3,24%) [2], A Lưới (2,6 - 3,2%) [3].

- So với thành phần hoá học của vật liệu xây dựng nhiều tháp Chăm khác, thì gạch ở tháp Mỹ Khánh có điểm khác là thành phần CaO khá thấp (0,1 - 0,3%), trong khi đó, gạch ở tháp Bằng An (5,2%), Cánh Tiên (2,2%), Hoà Lai (2,5%), Bánh ít (3,2%) [1]. Điểm giống nhau giữa gạch tháp Mỹ Khánh và mẫu vật liệu xây dựng ở nhiều tháp Chăm khác là lượng MKN khá cao như: Mẫu VDEMK3 (6,4%), RMK1(9,97%), VMK1 (8,05%), và theo [1] thì MKN của gạch Cánh Tiên là 6,54%, gạch tháp

G Mỹ Sơn 6,7%, gạch Chiên Đàn 6,44%, gạch 2A Cát Tiên (Lâm Đồng) 8,9%... Điều này có thể đặt ra 2 giả thiết:

+ Gạch chỉ mới được nung ở nhiệt độ thấp dưới 800°C nên chưa phân huỷ hết nước của nhóm hydroxyl trong các bát diện Al(OH)₆³⁻ của khoáng sét, và lượng MKN đây là nước do nhóm OH⁻ phân huỷ

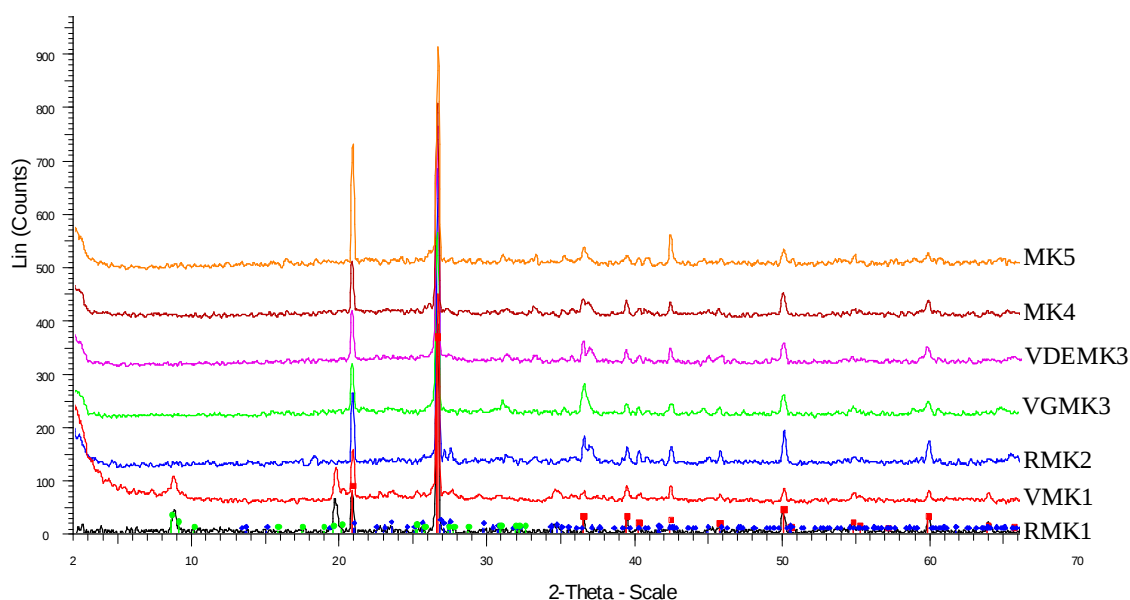
+ Khi nung gạch xong, người ta dùng kỹ thuật mài chập với sự có mặt của nhót cây ô dước và nước. Nhót cây ô dước hoà tan trong nước thấm vào trong lòng viên gạch và đóng vai trò kết dính các viên gạch. Lượng nhót cây ô dước còn lại trong lòng viên gạch đóng vai trò chính của MKN.

Để góp phần làm sáng tỏ vấn đề này, chúng tôi nghiên cứu cấu trúc và sự biến đổi của vật liệu gạch bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD) và phương pháp phân tích nhiệt vi sai quét (TG-DSC).

Thành phần pha tinh thể của các mẫu gạch được xác định bằng phương pháp nhiễu xạ tia

X. Kết quả phân tích XRD (hình 2) cho thấy pha tinh thể chủ yếu trong 7 mẫu gạch này là thạch anh (SiO_2) ở góc $26^\circ 8'$ ($d_{hkl} = 3,34$) với cường độ cao nhất. Ở mẫu MK1 (cả phần vỏ ngoài và ruột đen phía trong đều có mặt phenspat kali (orthoclase). Điều này được xác nhận từ thành phần K_2O trong các mẫu. Đáng chú ý là thành phần Al_2O_3 và SiO_2 trong các mẫu đều rất cao nhưng phổ XRD của VK1, RMK1, RMK2 và VDE MK3 đều chưa xuất hiện pic đặc trưng cho pha mullite

($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$). Điều đó chứng tỏ các mẫu gạch này chỉ mới nung đến khoảng $800-900^\circ\text{C}$. Ở khoảng nhiệt độ đó, tất cả nước cấu trúc cũng đã phân huỷ hết. Vậy lượng MKN có lẽ do vật chất hữu cơ xâm nhập vào trong quá trình mài chập các mẫu gạch đã nung xong. Để làm sáng tỏ vấn đề này, chúng tôi tiến hành ghi giản đồ phân tích nhiệt của 3 mẫu có lượng MKN cao và nằm trong vùng có màu đen (RMK1, VDEMK3) hoặc sát gần màu đen (VMK1).

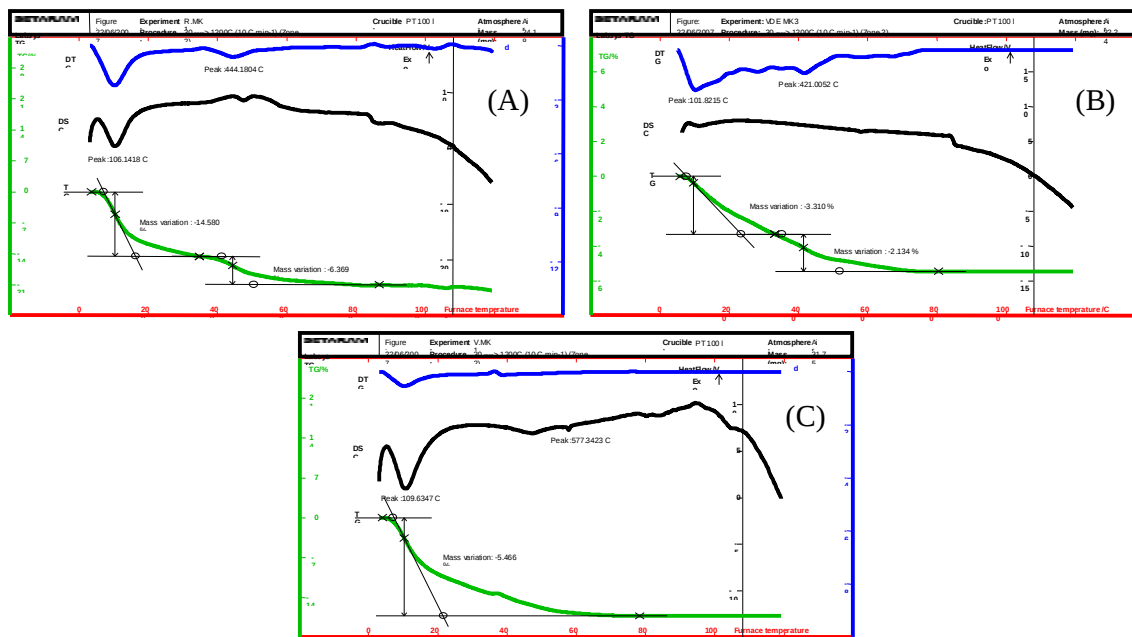


Hình 2. Giản đồ XRD của các mẫu gạch.

Để khảo sát các quá trình chuyển hoá xảy ra khi nung, các mẫu gạch được phân tích nhiệt vi sai quét.

Kết quả phân tích nhiệt của một số mẫu gạch (hình 3) cho thấy: sự giảm khối lượng của các mẫu xảy ra từ 100 đến 700°C ở đây chỉ có thể quy cho sự đốt cháy chất hữu cơ ngấm trong mẫu gạch do quá trình mài chập với sự có mặt

của nhớt cây ô dước. Ở các mẫu màu đen (VDEMK3, RMK1) do khi đưa đến chưa được ghi ngay còn phải chờ 4 ngày sau nên có pic mất nước hấp phụ ở khoảng 100°C còn mẫu nằm gần vùng màu đen (VMK1) sự mất khối lượng chỉ xảy ra trong một khoảng nhiệt độ từ 100 đến 700°C . Giá trị giảm khối lượng của tất cả các mẫu đều phù hợp với MKN ở bảng 2.



Hình 3. Giản đồ TG-DSC của các mẫu VDMK3 (A), RMK1 (B), VMK1 (C).

Theo dự đoán của chúng tôi, các mẫu gạch chỉ mới nung đến khoảng 800-900°C, do đó oxit silic và oxit nhôm có lẽ đều đang ở dạng hoạt

tính. Để xác minh điều này, chúng tôi kiểm tra độ hấp phụ vôi của một số mẫu gạch.

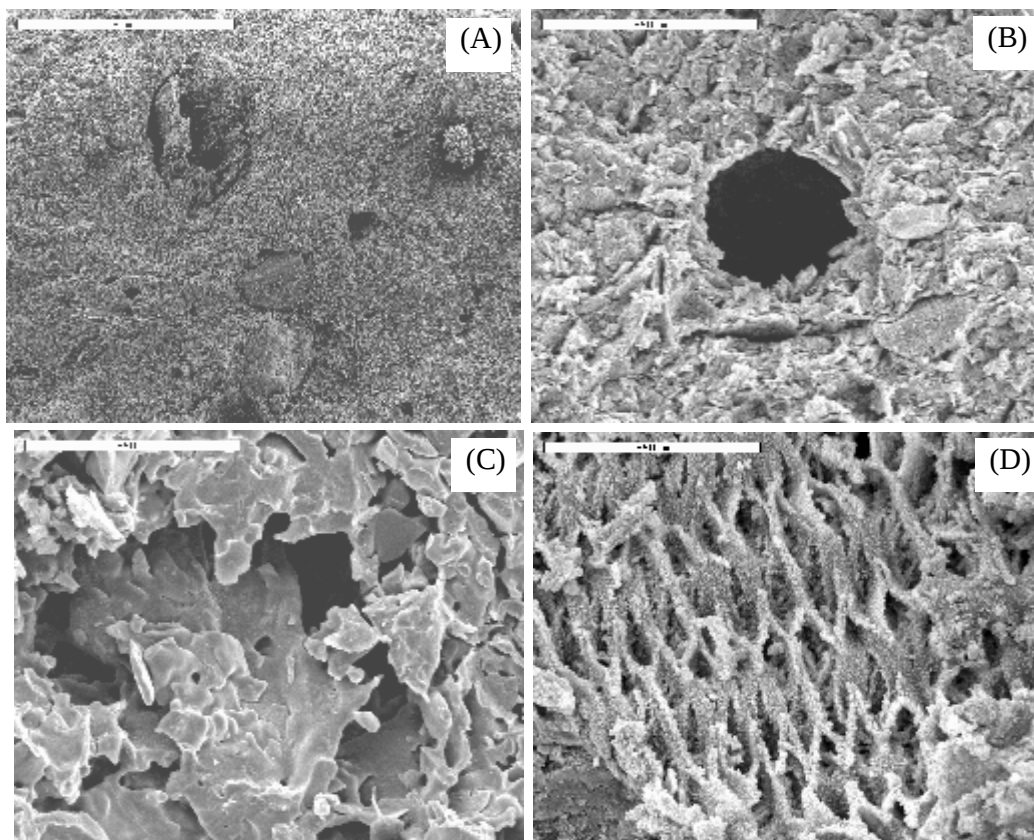
Bảng 3. Độ hấp phụ vôi của một số mẫu gạch tháp Mỹ Khánh

Độ hấp phụ vôi (mg CaO/g)	Kí hiệu mẫu									
	VMK1	RMK1	VMK3	RMK3	RMK2	MK2	MK5	BMKd	BMKx	
	68,99	73,51	9,85	4,93	18,7	26,3	23,0	38,2	33,3	

Kết quả xác định độ hút vôi của một số mẫu gạch (bảng 3) cho thấy: các mẫu gạch này đều có chứa SiO_2 và Al_2O_3 hoạt tính tương tự đất puzolan, nghĩa là vật liệu có tính axit dễ phản ứng với vật liệu dạng bazơ như xi măng portland. Theo chúng tôi, đây là điều cần quan tâm đối với công tác trùng tu sau này.

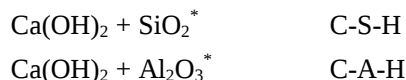
Hình thái của các mẫu được nghiên cứu bằng phương pháp SEM. Kết quả cho thấy bề mặt các mẫu gạch đều rất xốp, có nhiều lỗ rỗng dày đặc cỡ 0,01 μm . Trong đó có những lỗ lớn với kích thước 0,1 μm . Lác đác có những hốc

lớn (RMK1b, MK3...) với kích thước lớn hơn 50 μm . Ở hình VMK1, cho thấy vùng bề mặt của viên gạch có dạng lưới đan xen vào nhau. Tất cả các lỗ trống này là hình ảnh của chất hữu cơ trộn trong đất bị cháy khi nung gạch. Chúng tôi cho rằng đó là dấu vết của trấu, rơm, rạ dạng bột mịn trộn vào đất để đóng gạch nhằm mục đích làm cho gạch sản phẩm xốp, chín đều và dễ mài. Ở mẫu RMK1a có dấu vết của trấu bị cháy để lại. Toàn bộ bề mặt chỉ là những mảng gốm chảy dính vào nhau.



Hình 4. Ảnh SEM của các mẫu RMK1a (A), RMK1b (B), MK3 (C), VMK1 (D).

Qua kết quả nghiên cứu cho thấy gạch xây tháp Chăm Mỹ Khánh có chứa các oxit silic, oxit nhôm hoạt tính (SiO_2^* , Al_2O_3^*) chắc là số oxit này phân bố đồng đều trong toàn viên gạch (độ hút vôi của các mẫu bột khoan của tháp như BMKd và BMKx ở bảng 5 cũng tương đương như các mẫu khác. Trong bảng này chỉ có mẫu gạch nung già hơn có độ rắn cao như VMK3, RMK3, MK5 có độ hút vôi tương đối nhỏ hơn). Do đó đây là vật liệu có tính axit nhạy cảm với môi trường bazơ. Nếu đưa chất kết dính có tính bazơ như xi măng portland vào để gắn kết các viên gạch mới vào khối xây nguyên gốc của tháp thì tại biên giới giữa hai viên gạch cũ và mới sẽ xảy ra phản ứng puzolanic:



Làm giảm pha poclandit tại biên giới giữa hai viên gạch. Điều đó có thể tăng độ bền liên kết giữa hai viên gạch nhưng làm mất trạng thái cân bằng về lực liên kết trong toàn bộ khối tháp tại vùng đó có thể góp phần làm giảm tuổi thọ của tháp.

Theo chúng tôi đề gắn kết các viên gạch tại các vị trí bị hỏng có lẽ nên:

- Dùng những loại nhựa cây có tính kết dính đã trình bày trong [1]. Chúng tôi nghĩ rằng để xây những tháp Chăm chắc cần phải sử dụng những loại cây gỗ lớn có nhiều ở miền Trung như Cây Chai - Shorea (Bleo) thuộc họ dầu

Dipterocarpaceae. Đây là loại cây gỗ cao 30-40m đường kính tới 1,2m thường gặp ở Bình Định, Đồng Nai, Tây Ninh. Loại cây này gỗ không tốt nhưng quan trọng vì có rất nhiều nhựa màu vàng nhạt, nhựa Chai dùng trong kỹ nghệ sơn hoặc trộn với dầu rái để xám thuyền [4, 5]. Cây dầu rái - *Dipterocarpus alatus* Roxb thuộc họ dầu. Đây là loại cây gỗ cao tới 30-40m có cây cao tới 500m, vỏ cây màu xám trắng. Loại cây này thường mọc hoang ở rừng rậm có nhiều từ Nha trang trở vào người ta thường khai thác nhựa quanh năm [2,4].

- Thăm dò dùng loại chất kết dính vô cơ có tính axit như xi măng manhêzit, xi măng nhôm...

4. Kết luận

Các mẫu gạch đều được sản xuất từ đất sét của 1 vùng đất laterite. Khi tạo gạch có thêm trấu, rơm, rạ... để làm tăng độ xốp và tăng lượng nhiệt lúc nung. Các mẫu gạch chỉ được nung ở nhiệt độ thấp (dưới 900°C). Trong quá trình xây dựng bằng kỹ thuật mài chập với sự có mặt của nhót cây ô dước đã làm thấm hợp chất

hữu cơ này vào trong gạch tạo nên các vùng đen trong viên gạch. Lượng chất hữu cơ này chỉ bị phân huỷ ở nhiệt độ cao, từ 150 - 700°C. Do thao tác thủ công nên vùng đen trong các viên gạch khác nhau, phân bố không đồng đều. Lượng chất hữu cơ này đóng vai trò kết dính các viên gạch lại trong quá trình xây tháp mà còn làm tăng độ kín của các khoảng trống (gần như chân không) giữa các viên gạch góp phần tăng độ dính kết của chúng.

Tài liệu tham khảo

- [1] Trần Bá Việt, *Kỹ thuật xây dựng các đền, tháp Chămpa*, Viện khoa học công nghệ xây dựng, Hà Nội, 2004.
- [2] Phan Văn Tường, Tô Thị Ngọc Loan, Nguyễn Xuân Hiêng, "Nghiên cứu động học về quá trình mullit hoá một vài loại cao lanh của nước ta", *Tạp san Hoá học*, quyển XII, số 3 (1974) tr. 1-7.
- [3] Trần Ngọc Tuyền, *Nghiên cứu tổng hợp cordierite và composite mullit-cordierite từ cao lanh A Lưới*, Luận án Tiến sĩ Hoá học, Trường ĐHKHTN - ĐHQG Hà Nội, 2006, tr. 65.
- [4] Võ Văn Chi, *Từ điển cây thuốc Việt Nam*, Nhà xuất bản Y học, Hà Nội, 1997.
- [5] *Danh lục thực vật Việt Nam*, Tập II, Tập III (2005), Nxb Nông nghiệp, Hà Nội, 2003.

The investigation into the ancient bricks of Mỹ Khanh Cham Tower, Thừa Thiên Huế province

Phan Van Tuong¹, Tran Ngoc Tuyen²

¹Faculty of Chemistry, College of Science, VNU, 19 Le Thanh Tong, Hanoi, Vietnam

²Faculty of Chemistry, College of Sciences, Hue University

Bài báo trình bày những kết quả nghiên cứu các mẫu gạch cổ xây tháp Chăm Mỹ Khánh, Thừa Thiên Huế. Kết quả phân tích thành phần hoá học, (X-ray diffraction) XRD, (Thermal Gravity-Differential Scanning Calorimeter) TG-DSC, (Scanning Electron Microscope) SEM, và độ hút vôi của các mẫu gạch cho thấy chúng được sản xuất từ đất sét với trấu, rơm rạ, và nung kết khối ở nhiệt độ dưới 900°C. Đây là loại gốm xốp giàu SiO₂ hoạt tính, có tính axit, không bền trong môi trường có tính bazơ như xi măng.