

ẢNH HƯỞNG CỦA NHỰA THÔNG ĐẾN TÍNH CHẤT CỦA GỐM GỖ TỪ BÃ THẢI VỎ ĐIỀU

KIỀU ĐỖ TRUNG KIÊN¹, TRẦN VĂN KHẢI¹, PHAN ĐÌNH TUẤN², ĐỖ QUANG MINH¹

1Khoa Công nghệ Vật liệu, Trường Đại học Bách Khoa thành phố Hồ Chí Minh,

2Viện Nghiên cứu Phát triển Bền vững, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường;

kieudotrungkien@hcmut.edu.vn, tvkhai1509@gmail.com, pdtuan@hcmunre.edu.vn, mnh_doquang@yahoo.com

Tóm tắt. Gốm gỗ (Woodceramics) là sản phẩm gốm được hình thành bằng cách nung kết khối nguyên liệu có nguồn gốc từ gỗ ở nhiệt độ cao. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sẽ khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng chất kết dính nhựa thông đến tính chất của sản phẩm gốm gỗ từ nguồn nguyên liệu bã thải vỏ điều. Bã thải vỏ điều sẽ được nghiền mịn và trộn với nhựa thông ở các tỉ lệ khác nhau. Các hỗn hợp sau trộn được tạo hình bằng ép nóng ở 130°C dưới áp lực 1MPa sau đó nung ở nhiệt độ 900°C trong môi trường thiếu oxy. Các mẫu sau nung sẽ được xác các tính chất như độ bền nén (bằng phương pháp bền nén xuyên tâm), khối lượng thể tích (bằng phương pháp chiếm chỗ chất lỏng), liên kết hóa học (bằng phổ hồng ngoại FTIR), thành phần khoáng (bằng phương pháp nhiễu xạ tia X) và hình thái học (bằng kính hiển vi điện tử quét SEM). Các kết quả thu được sẽ cho những kết luận về sự biến đổi của các tính chất theo thành phần nhựa thông sử dụng.

Từ khóa. Gốm gỗ, bã thải vỏ điều, cacbon hóa.

EFFECT OF THE USED PINE RESIN ON THE PROPERTIES OF WOODCERAMICS FROM CASHEW NUT SHELL WASTE

Abstract. Woodceramics is a ceramic product which is sintered at a high temperature from the woody material. The effect of the pine resin on the properties of woodceramics from cashew nut shell waste was researched on this topic. The cashew nut shell waste had been milled and mixed with pine resin at the different ratios. The compounds after mixed were molded at 130°C and sintered at 900°C in the inner environment. The samples after sintered would be determined some of the properties such as the diametral tensile strength, the density, the function groups (by Fourier Transform Infrared spectroscopy method), the mineral component (by X – Ray Diffraction method) and morphology (by Scanning Electron Microscopy method).

Keywords. Woodceramics, cashew nut shell waste, carbonization

1. GIỚI THIỆU

Gốm gỗ là một loại vật liệu composite xốp, thành phần gồm các sợi thủy tinh cacbon phân tán trong nền cacbon vô định hình. Vật liệu gốm gỗ được hình thành bằng việc nung kết khối các nguyên liệu có nguồn gốc từ gỗ ở nhiệt độ cao. Tùy theo nhiệt độ nung mà cacbon sẽ là dạng vô định hình hoặc cacbon có cấu trúc graphite [1,2]. Vì vậy, vật liệu gốm gỗ có thể xem là một loại vật liệu thân thiện môi trường, khi quá trình sản xuất có thể tận dụng các nguồn nguyên liệu gỗ thải từ những ngành sản xuất công/ nông nghiệp khác [3-5].

Quá trình tổng hợp gốm gỗ là quá trình ở nhiệt độ cao. Dưới tác dụng của nhiệt độ, các thành phần của gỗ (như hemicellose, cellulose, lignin ...) sẽ phân hủy thành cacbon. Ở nhiệt độ cao trên 1800°C, cacbon sẽ kết khối lại với nhau tạo nên sản phẩm gốm. Ngày nay, các nghiên cứu mới đã tiến hành sử dụng thêm một loại nhựa để giúp tạo hình sản phẩm gốm gỗ dễ dàng đồng thời hạ nhiệt độ nung kết khối cho sản phẩm gốm gỗ xuống còn khoảng 700 – 1200°C [6,7]. Vật liệu gốm gỗ tạo thành có những tính chất tốt như: độ bền cơ học cao, xốp, nhẹ, trơn về mặt sinh học, tính dẫn điện thay đổi theo nhiệt độ nung, khả năng chống ăn mòn cao, ... Vì vậy hứa hẹn có khả năng ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như: cảm biến độ ẩm, chất mang thuốc, vật liệu chịu lửa/ cách nhiệt, vật liệu lọc, vật liệu chịu ăn mòn, vật liệu che chắn điện từ, ... [8-13].

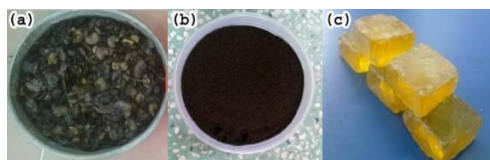
Những tính chất của vật liệu gôm gỗ phụ thuộc độ kết khối của sản phẩm sau nung. Hàm lượng nhựa liên kết sử dụng trong phối liệu là một trong những yếu tố quan trọng quyết định độ kết khối của sản phẩm. Vì vậy trong nghiên cứu này nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng nhựa thông đến tính chất của vật liệu gôm gỗ từ nguồn nguyên liệu bã thải vỏ điều. Kết quả là bước đầu cho nghiên cứu chế tạo vật liệu gôm gỗ từ nguồn nguyên liệu bã thải vỏ điều – một phế phẩm của ngành công nghiệp sản xuất điều, tiềm ẩn nguy cơ gây hại cho môi trường nếu không được xử lý đúng cách.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vỏ điều (hình 1a) sử dụng trong nghiên cứu này được lấy từ tỉnh Bình Phước – Việt Nam. Vỏ điều (có thành phần hóa học theo khối lượng C:53,6%, N:9,5%, H:8,8%, O:26,8%, khác:1,2%) được rửa sạch và nghiền đến kích thước hạt 500 μm (hình 1b). Bột vỏ điều sau nghiền mịn được trộn với nhựa thông (hình 1c) là loại hóa chất công nghiệp (tên khác là Colophan) với thành phần chính là axit abietic (kết quả FTIR hình 4) ở những tỉ lệ khác nhau (theo như bảng 1).

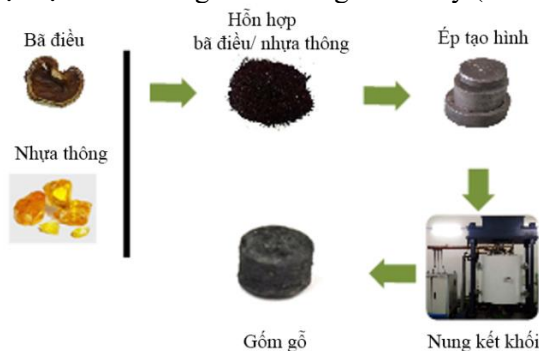
Bảng 1. Thành phần cấp phối nghiên cứu

Ký hiệu	Tỉ lệ phối liệu (theo khối lượng)			
	NT3	NT6	NT9	NT12
Bột bã điều	1	1	1	1
Nhựa thông	0,3	0,6	0,9	1,2



Hình 1. Bã thải vỏ điều trước (a) và sau khi nghiền (b); Nhựa thông (c)

Hỗn hợp sau trộn được ép nóng ở 130 $^{\circ}\text{C}$ dưới áp lực ép 1MPa để tạo hình sản phẩm. Sản phẩm sau tạo hình là hình trụ có đường kính 10mm và cao 10mm. Các mẫu sau tạo hình ở những thành phần phối liệu khác nhau được nung ở nhiệt độ 900 $^{\circ}\text{C}$ trong môi trường thiếu oxy (hình 2).



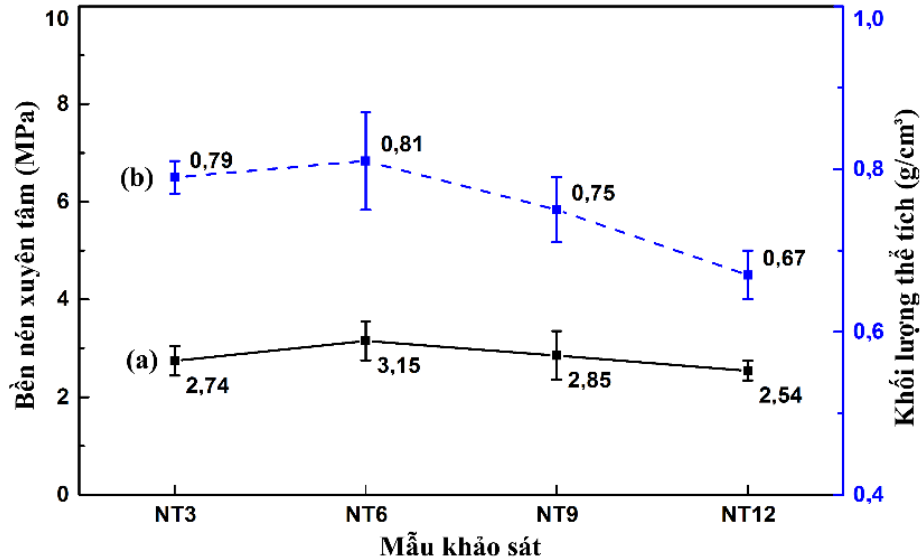
Hình 2. Sơ đồ tổng hợp vật liệu gôm gỗ từ bã thải vỏ điều

Mẫu sau nung được khảo sát các tính chất như: cường độ nén được các định bằng phương pháp bền nén xuyên tâm (trên model Testometric 0350-09231), khối lượng thể tích được xác định theo TCVN 250:1986, thành phần khoáng được xác định bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (trên model Bruker D8 Advance), liên kết hóa học và các nhóm chức được xác định bằng phương pháp hồng ngoại FTIR (trên model NICOLET 6700), và dạng hình thái học được xác định bằng phương pháp kính hiển vi điện tử quét SEM (trên model Hitachi S-4800). Các kết quả thu được sẽ cho những kết luận về ảnh hưởng của hàm lượng nhựa thông sử dụng đến tính chất của sản phẩm gôm gỗ từ bã thải vỏ điều.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Bền nén xuyên tâm và khối lượng thể tích:

Các mẫu gỗ với những thành phần nhựa thông khác nhau được xác định các tính chất vật lý như độ bền nén xuyên tâm và khối lượng thể tích. Kết quả được thể hiện ở hình 3.



Hình 3. Độ bền nén xuyên tâm (a) và khối lượng thể tích (b) của các mẫu

Từ kết quả hình 2 ta thấy khi hàm lượng nhựa thông tăng thì cường độ nén xuyên tâm của mẫu tương ứng cũng tăng theo. Giá trị bền nén đạt cực đại (3,15MPa) tại mẫu có thành phần tương ứng với mẫu NT6. Dưới tác dụng của nhiệt độ cao, các thành phần trong cấu trúc của gỗ bị phân hủy và để lại những lỗ trống. Những lỗ trống này sẽ bị lấp bởi pha lỏng do nhựa thông tạo ra. Khi lượng nhựa thông tăng, cấu trúc mẫu đặc chắc hơn dẫn đến độ bền của mẫu tăng theo. Tuy nhiên khi lượng nhựa thông sử dụng nhiều, pha lỏng với độ nhớt cao làm cho khí trong qua trình phân hủy nhiệt không thể thoát ra ngoài. Kết quả là trong cấu trúc mẫu gỗ có nhiều lỗ xốp. Ngoài ra, lượng nhựa thông sử dụng nhiều cũng làm thay đổi thành phần pha rắn trong sản phẩm. Đây là nguyên nhân làm cho các mẫu NT9 và NT12 có độ bền giảm.

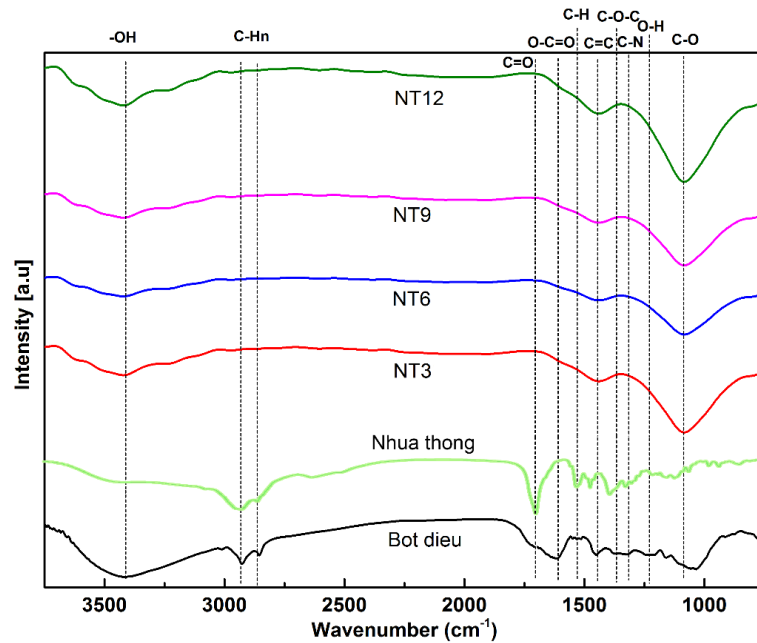
Kết quả đo khối lượng thể tích cũng phù hợp với kết quả đo bền nén xuyên tâm. Khi tăng lượng nhựa thông, mẫu đặc chắc hơn khối lượng thể tích tăng và đạt cực đại ở mẫu NT6 (đạt giá trị 0,81g/cm³). Tuy nhiên nếu lượng nhựa thông sử dụng quá nhiều thì khối lượng riêng của mẫu giảm.

3.2. Liên kết hóa học và các nhóm chức

Liên kết hóa học và các nhóm chức trước và sau khi nung được xác định bằng phương pháp phổ hồng ngoại FTIR. Kết quả phân tích FTIR của các mẫu ở những thành phần phối liệu khác nhau trình bày ở hình 4. Kết quả cho thấy không có sự khác biệt nhiều ở các thành phần nhựa thông sử dụng khác nhau, tuy nhiên có sự biến đổi lớn của các mẫu trước và sau khi nung. Tỷ lệ nhựa thông sử dụng không ảnh hưởng đến liên kết hóa học cũng như thành phần nhóm chức của gỗ nung ở 900°C.

Ở mẫu trước nung có sự xuất hiện của các đỉnh tương ứng với các nhóm chức OH (3413 cm⁻¹), C-H_n (2854 - 3010 cm⁻¹), OC = O (1560 cm⁻¹), CH (1470 cm⁻¹), C = C (1450 cm⁻¹), OH (1440 cm⁻¹), CH (1402 cm⁻¹), COC (1170 cm⁻¹), OH (1108 cm⁻¹), CO (1060 cm⁻¹), CH (700-900 cm⁻¹) [14,15]. Các nhóm chức này là các nhóm đặc trưng của thành phần hemicellulose, cellulose và lignin có trong vỏ điều.

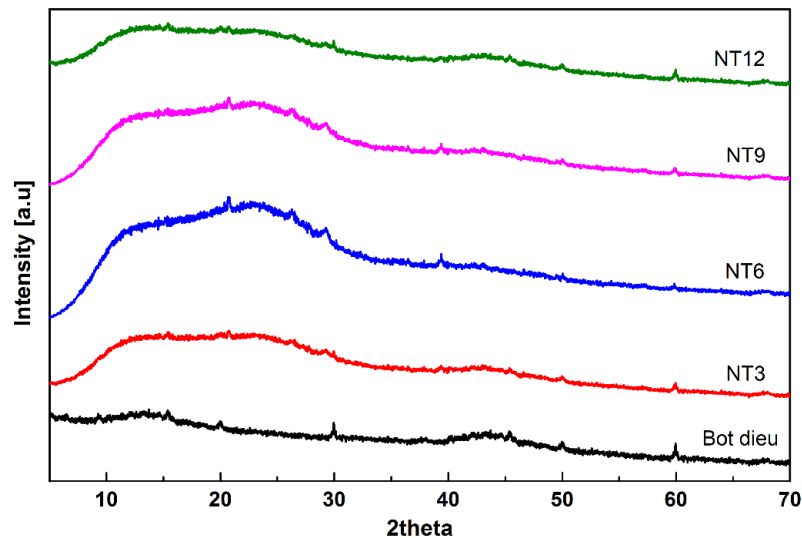
Ở mẫu sau nung, các nhóm chức C-H, C-H_n, O-H đã mất đi chỉ còn các nhóm O-C=C, C=C, C=O. Điều này chứng tỏ dưới tác dụng của nhiệt độ cao, các liên kết hóa học như C-H_n, C-H, O-H bị bẻ gãy, hình thành nên khí thoát ra ngoài và thành phần còn lại trong gỗ chủ yếu là cacbon oxit.



Hình 4: Kết quả phân tích FTIR của các mẫu

3.3. Thành phần khoáng:

Kết quả phân tích thành phần khoáng bằng nhiễu xạ tia X của các mẫu được trình bày ở hình 5



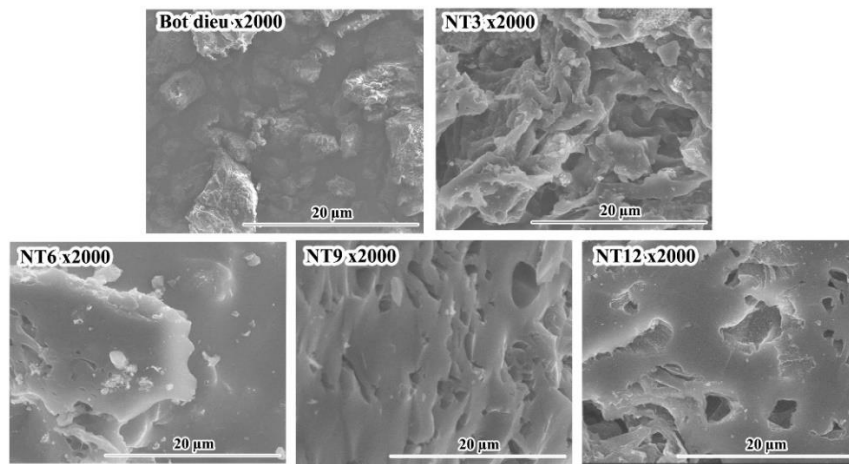
Hình 5. Kết quả phân tích XRD của các mẫu của các mẫu

Giống như kết quả phân tích FTIR, kết quả hình 3 cho thấy có sự biến đổi rõ rệt của sản phẩm trước và sau khi nung. Ở mẫu trước nung không thấy sự hiện diện của đỉnh nhiễu xạ nào nên trạng thái chính của vật liệu trước nung là trạng thái vô định hình. Ở những mẫu gôm gỗ đã nung ở 900°C có sự xuất hiện dạng nhiễu xạ ở góc $2\theta \approx 22^\circ$ [16]. Đỉnh nhiễu xạ này tương ứng với hệ mặt (002) trong cấu trúc của cacbon graphite. Tuy nhiên, các đỉnh này chưa có hình dạng rõ ràng và bề rộng giữa đỉnh lớn. Điều này chứng tỏ tinh thể graphite vẫn ở trạng thái vi tinh thể, có độ kết tinh chưa cao và cấu trúc chính của gôm gỗ lúc này là cấu trúc cacbon “turbostratic” [5].

Dạng phổ của các mẫu gôm gỗ có thành phần nhựa thông sử dụng khác nhau là giống nhau. Có thể kết luận, ở vật liệu gôm gỗ, thành phần chất kết dính nhựa thông sử dụng không ảnh hưởng đến sự hình thành khoáng và mức độ graphite hóa của sản phẩm sau nung.

3.4. Hình thái học

Dạng hình thái học của các mẫu sau nung được xác định bằng phương pháp kính hiển vi điện tử quét SEM. Kết quả các mẫu ở độ phóng đại 2000 lần được trình bày ở hình 6.



Hình 6. Kết quả phân tích SEM của các mẫu của các mẫu

Ở hình mẫu bột điều ta thấy các hạt phối liệu nằm rời rạc và không có sự liên kết với nhau. Tuy nhiên ở các hình gốm gỗ sau nung tại 900°C các hạt đã liên kết với nhau thành một khối. Kết quả cho thấy, ở nhiệt độ nung 900°C đã hình thành được sản phẩm gốm từ hỗn hợp nguyên liệu bã thải vỏ điều và nhựa thông.

Ảnh SEM tại các hàm lượng nhựa thông khác nhau cho thấy sự khác biệt về hình thái học của các mẫu gốm gỗ. Với hàm lượng nhựa thông sử dụng tương ứng với mẫu NT3 thì lượng pha lỏng hình thành chưa đủ để lấp đầy các lỗ xốp. Tuy nhiên khi làm lượng nhựa thông tăng lên thì gần như lỗ xốp trong mẫu đã được lấp đầy (ở mẫu NT6). Nhưng nếu hàm lượng nhựa thông sử dụng quá nhiều (ứng với các tỉ lệ mẫu NT9 và NT12), pha lỏng sẽ cản trở sự thoát khí trong quá trình phân hủy nhiệt và làm tăng lượng lỗ xốp có trong mẫu.

4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả cho thấy hoàn toàn có thể chế tạo vật liệu gốm gỗ bằng quá trình nung kết khối hỗn hợp phối liệu gồm bã điều và nhựa thông trong môi trường thiếu oxy tại nhiệt độ 900°C. Ảnh hưởng của hàm lượng nhựa thông sử dụng trong phối liệu đến tính chất của sản phẩm gốm gỗ có thể tóm tắt như sau:

- Độ bền nén xuyên tâm, khối lượng thể tích tăng khi tăng hàm lượng nhựa thông (đạt cực đại tại thành phần ứng với mẫu NT6). Tuy nhiên nếu nhựa thông sử dụng quá nhiều thì độ bền nén xuyên tâm và khối lượng thể tích sẽ làm giảm
- Kết quả xác định hình thái học bằng SEM cho thấy khi hàm lượng nhựa thông tăng lên thì lỗ xốp trong mẫu giảm (từ mẫu NT3 đến NT6). Nhưng nếu hàm lượng nhựa thông sử dụng quá nhiều thì lỗ xốp sẽ xuất hiện trở lại do pha lỏng cản trở sự thoát khí (mẫu NT9 và NT12) trong quá trình phân hủy nhiệt.
- Thành phần khoáng, dạng liên kết hóa học và thành phần nhóm chức không ảnh hưởng bởi hàm lượng nhựa thông sử dụng.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí của trường Đại học Bách Khoa TP.HCM trong khuôn khổ đề tài mã số T-CNVL-2017-10 và chương trình nghiên cứu sinh 911 đã giúp nhóm hoàn thành nội dung nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] T. Okabe, K. Saito, and K. Hokkirigawa, The effect of burning temperature on the structural changes of Woodceramics, *Porous Materials*, vol. 2, pp. 215-221, 1995.

- [2] K. Ishizaki, S. Komarneni, and M. Nanko, *Porous Materials: Process technology and applications* vol. 4: Springer US, 1998.
- [3] J. Pan, X. Cheng, X. Yan, and C. Zhang, Preparation and hierarchical porous structure of biomorphic woodceramics from sugarcane bagasse, *Journal of the European Ceramic Society*, vol. 33, pp. 575-581, 2013.
- [4] W. T. Wu, F. L. Tan, and F. Xu, Preparation and Characteristic of Composites with Wheat Straw Woodceramic /Attapulgite, *Applied Mechanics and Materials*, vol. 330, pp. 126-130, 2013.
- [5] H. M. Cheng, H. Endo, T. Okabe, K. Saito, and G. B. Zheng, Graphitization Behavior of Wood Ceramics and Bamboo Ceramics as Determined by X-Ray Diffraction, *Journal of Porous Materials*, vol. 6, pp. 233-237, 1999.
- [6] S. Delin, Y. Xianchun, S. Debin, and W. Rong, Woodceramics Prepared from Liquefaction Wood and Wood Powder, *Applied Mechanics and Materials*, vol. 190-191, pp. 585-589, 2012.
- [7] B. Y. Zhao, T. Hirose, T. Okabe, D. Zhang, T.X. Fan, and K. A. Hu, Woodceramics Prepared from Wood Powder/Phenolated Wood Composite, *Porous Materials*, vol. 9, pp. 195-201, 2002.
- [8] A. Sakamoto and T. Okabe, Hydrogen Desorption Properties of Woodceramics, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, vol. 34, pp. 675-678, 2009.
- [9] K. Shibata, T. Okabe, K. Saito, T. Okayama, M. Shimada, A. Yamamura, Electromagnetic Shielding Properties of Woodceramics Made from Wastepaper, *Porous Materials*, vol. 4, pp. 269-275, 1997.
- [10] Y. Okachi, K. Ogawa, J. Tsuji, and T. Okabe, Development of Far Infrared Ray Based Drying Unit Using Woodceramic, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, vol. 38, pp. 507-512, 2013.
- [11] K. Hata, K. Shibata, T. Okabe, K. Saito, and M. Otsuka, Laser Beam Machining of Porous Woodceramics, *Porous Materials*, vol. 5, pp. 65-75, 1998.
- [12] K. Kasai, K. Shibata, K. Saito, and T. Okabe, Humidity Sensor Characteristics of Woodceramics, *Porous Materials*, vol. 4, pp. 277-280, 1997.
- [13] T. Akagaki, K. Hokkirigawa, T. Okabe, and K. Saito, Friction and Wear of Woodceramics under Oil and Water Lubricated Sliding Contacts, *Porous Materials*, vol. 6, pp. 197-204, 1999.
- [14] M. M. Uamusse, Design and Testing of Cashew Nut Shell Gasifier Stove, *Master of Science*, Renewable Energy, Dar es Salaam 2013.
- [15] M. M. Uamusse, K. M. Persson, and A. J. Tsamba, Gasification of Cashew Nut Shell Using Gasifier Stove in Mozambique, *Power and Energy Engineering*, vol. 2, pp. 11-18, 2014.
- [16] S. Somiya, *Handbook of Advanced Ceramics: Materials, Applications, Processing, and Properties*, 2 ed.: Elsevier, 2013.

Ngày nhận bài: 14/06/2017

Ngày chấp nhận đăng: 21/11/2017