

Ảnh hưởng của nhiệt độ nung tới tính chất của vỏ Hàu và vỏ Ngao

Lưu Thị Hồng^{1*}, Trịnh Thị Châm¹, Đào Công Anh², Nguyễn Hải Long²

¹ Viện Vật liệu Xây dựng

² Công ty cổ phần INA

TỪ KHOÁ

Vỏ Hàu
Vỏ Ngao
Nhiệt độ nung
Chất hữu cơ

KEYWORDS

Oyster shell
clam shell
Burn temperature
Organic matter

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ nung tới tính chất của vỏ Hàu và vỏ Ngao. Thành phần chủ yếu của vỏ Hàu, vỏ Ngao là CaCO₃ và hợp chất hữu cơ là chất liên kết tạo khung CaCO₃ [2,3]. Dưới tác dụng của nhiệt độ khác nhau vỏ Hàu, Ngao cháy phân hủy các chất hữu cơ và CaCO₃. Kết quả nghiên cứu trong bài báo này chỉ ra rằng ở nhiệt độ ≥ 800 °C vỏ Hàu và Ngao bị phân hủy CaCO₃ hoàn toàn và nhiệt độ bắt đầu cháy các chất hữu cơ là 300 °C.

ABSTRACT

This paper presents the results of investigation to effect of calcination temperature on properites of Oyster and Clam shell. The main components of Oyster shells and Clam shells are CaCO₃ and organic matter binded to make CaCO₃ framework [2,3]. Organic matter and decomposed CaCO₃ of Oyster shells and clam shells burnt and decomposed by high temperatures. The research results in this paper show that at 800°C, the shells of oysters and clams are completely decomposed by CaCO₃ and Organic matter starts to burn at 300°C.

1. Giới thiệu

Ngành công nghiệp nuôi trồng thủy sản đặc biệt là các loài nhuyễn thể vỏ hai mảnh (Hàu, Ngao) tại Việt Nam đang phát triển nhờ lợi thế có hơn 3610km bờ biển và hơn 3000 đảo lớn, nhỏ khác nhau. Hàu và Ngao được nuôi dọc bờ biển Việt Nam từ bắc vào Nam, trong đó Hàu được nuôi với sản lượng lớn ở tỉnh Quảng Ninh, Hải Phòng, Khánh Hòa. Ngao được nuôi chủ yếu tại: Nam Định, Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Huế, Quảng Trị.

Hàu và Ngao sau thời gian nuôi từ 5-6 tháng sẽ được thu hoạch đưa vào nhà máy chế biến lấy ruột xuất khẩu hoặc tiêu thụ nội địa và vỏ của chúng thải bỏ. Theo các nghiên cứu [2,3,5] vỏ Hàu, Ngao có hàm lượng CaCO₃ cao và có nhiều ứng dụng trong công nghiệp, nông nghiệp, thủy sản, sinh học và y học. Mặc dù cùng điều kiện sống trong môi trường biển nhưng cấu trúc và thành phần khoáng của vỏ Hàu và Ngao hoàn toàn khác nhau [1]. Vỏ Hàu và Ngao có hàm lượng CaCO₃ lớn và những tác động của nhiệt độ ảnh hưởng như thế nào tới tính chất của vỏ Hàu và Ngao được nhóm tác giả giải trình bày trong nghiên cứu này.

2. Các phương pháp sử dụng trong nghiên cứu

Nghiên cứu này sử dụng các phương pháp tiêu chuẩn và phi tiêu chuẩn được trình bày mục 2.1 đến 2.4.

2.1. Xác định nhiệt độ tối và tốc độ tối

Vỏ Hàu và vỏ Ngao sau nung được lấy 4kg, đập nhỏ lọt hết qua sàng 20 mm, tiếp tục trộn đều và dùng phương pháp chia tư lấy một phần khoảng 1 kg. Tiếp tục nghiền nhỏ đến lọt hết qua sàng 5 mm, dùng phương pháp chia tư để lấy khoảng 200 g, nghiền mịn đến lọt hết qua sàng 90 μm. Mẫu được duy trì ở nhiệt độ phòng thí nghiệm (27 ± 2) °C, độ ẩm tương đối không lớn hơn 70 %. Bình bảo ôn được dùng khăn giấy lụa lau bụi bẩn và vệ sinh sạch, đổ nước nóng 60 °C vào đến khi đầy miệng bình, đập nút cao su lại. Để yên trong khoảng 15 phút sao cho nhiệt truyền đều trong bình và lớp bảo ôn, sau đó đổ nước trong bình đi, lấy khăn hoặc giấy lụa lau khô mặt trong của bình. (Bình bảo ôn có lớp cách nhiệt bằng Polyurethane hoặc tương đương dày từ 50 mm đến 60 mm, bên trong đặt bình thủy tinh hình tam giác có dung tích 250 ml).

Cân khoảng 20 g (cân kỹ thuật có độ chính xác tới 0,001 g), nhanh chóng chuyển vào bình bảo ôn (chú ý không để mẫu bám vào thành bình). Lắc nhẹ bình để mẫu dàn đều dưới đáy bình rồi đổ tiếp (40 ± 1) ml nước sạch (đã được ổn nhiệt ở nhiệt độ phòng thí nghiệm) và đập ngay nút bình có gắn nhiệt kế sao cho đầu của nhiệt kế cắm sâu xuống tận đáy bình (lưu ý, trên nút cao su có lỗ thông hơi để áp suất trong bình cân bằng với áp suất khí quyển, Nhiệt kế thủy ngân hoặc nhiệt kế điện tử, có thang chia độ từ 0 °C đến 150 °C, độ chính xác 1 °C). Bắt đầu bấm đồng hồ bấm giây (0 s) từ thời điểm bắt đầu đổ nước vào bình (Đồng hồ bấm giây, độ chính xác 1 s). Lắc nhẹ bình trong 5 s. Cứ sau mỗi chu kỳ 15 s, sử dụng kính lúp để theo dõi sự thay đổi nhiệt độ trên thang chia độ và ghi lại nhiệt độ một lần, cho đến khi nhiệt độ bắt đầu giảm thì dừng thí nghiệm. (Kính lúp phóng đại, có độ phóng đại từ 10 lần đến 50 lần.). Nhiệt độ tối là nhiệt độ đạt được cao nhất trong quá trình thử nghiệm, chính xác tới 1 °C. Tốc độ tối là thời gian tính bằng phút kể từ khi đổ nước vào bình đến khi đạt được nhiệt độ cao nhất, chính xác tới 15 s.

*Liên hệ tác giả: luuthihongncc@gmail.com

Nhận ngày 02/05/2023, sửa xong ngày 21/06/2023, chấp nhận đăng 28/06/2023

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.05.2023.82>

Nhiệt độ sôi của vôi (T_{max}), được tính bằng độ C, là giá trị trung bình cộng của ba lần thử song song, chính xác tới 1 °C.

Tốc độ sôi của vôi (t_{max}), được tính bằng phút - giây (hoặc bằng giây), là giá trị trung bình cộng của ba lần thử song song, chính xác tới 15 s.

2.2. Xác định hàm lượng chưa tôi

Vỏ Hàu và vỏ Ngao sau nung được lấy mẫu và sàng mẫu lọt hết qua sàng 20mm. Cân khoảng 1000 g mẫu (m_g) rồi rải đều vào thùng 5 lít, đặt thùng trên bề mặt bằng phẳng. Thêm từ từ khoảng 2 L nước vào thùng, dùng que khuấy đều và san bằng mặt mẫu. Khi mẫu hết sôi, nếu thiếu nước phải đổ thêm sao cho mực nước cao hơn mặt mẫu ít nhất là 2 mm, cứ 15 phút khuấy lại một lần đầy nắp thùng lại. Sau 2 giờ tính từ thời điểm đổ nước vào mẫu cho thêm nước vào làm loãng và khuấy đều, tiếp đó dùng nước rửa mẫu đã tan trên sàng có kích thước lỗ 0,63 mm đến khi nước chảy qua sàng hết đục. Gạn và sấy mẫu thử động lại trên sàng. Sấy phần còn lại trên sàng ở nhiệt độ (105 ± 5) °C đến khối lượng không đổi. Để nguội mẫu đến nhiệt độ phòng trong bình hút ẩm, sau đó đem cân (m_o).

Hàm lượng hạt không tôi được (K_t), tính bằng phần trăm khối lượng (%), theo công thức sau:

$$K_t = \frac{m_o}{m_g} \times 100 \quad (5)$$

Trong đó:

m_g là khối lượng mẫu ban đầu, tính bằng gam (g);

m_o là khối lượng mẫu còn lại trên sàng 0,63 mm sau khi sấy khô, tính bằng gam (g);

2.3. Xác định hàm lượng mất khi nung theo TCVN 2231

2.4. Các phương pháp hóa lý

- Phân tích thành phần hóa học của vỏ hai mảnh bằng thiết bị huỳnh quang tia X (XRF) - Arl Thermo Đức.
- Phân tích thành phần khoáng của vỏ hai mảnh bằng thiết bị nhiễu xạ tia X (XRD) - D8- advance Bruker Đức.
- Xác định cấu trúc, hình thái của vỏ hai mảnh bằng thiết bị hiển vi điện tử quét - SEM (Scanning Electronic Microscop) - Jeol JMS 6490, Jeol - Nhật Bản.

3. Nguyên liệu sử dụng trong nghiên cứu

Vỏ Hàu được nuôi tại Vân Đồn - Tỉnh Quảng Ninh; Vỏ Ngao - được nuôi tại Thanh Hóa. Mẫu sử dụng trong nghiên cứu có hình dạng được thể hiện trong Hình 1- 2.



Hình 1. Vỏ Hàu TBD.



Hình 2. Vỏ Ngao.

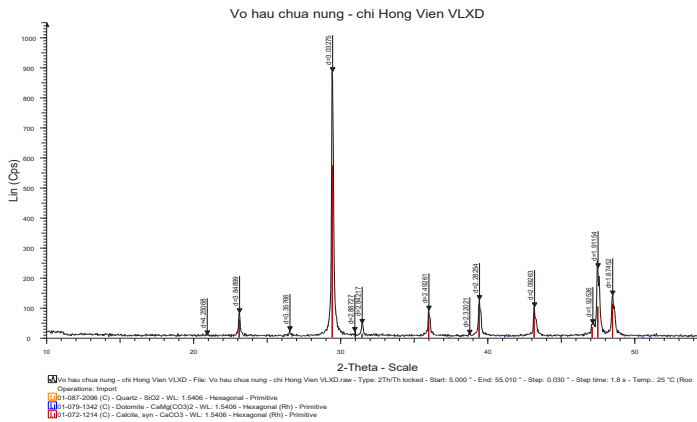
Vỏ Hàu và vỏ Ngao được phân tích thành phần hóa học bằng phương pháp huỳnh quang tia X (XRF), giá trị thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Thành phần hóa học của vỏ Hàu và vỏ Ngao.

Chỉ tiêu	Vỏ Hàu	Vỏ Ngao
MKN	43,66	44,60
SiO ₂	1,51	0,17
Fe ₂ O ₃	0,10	404pp
Al ₂ O ₃	0,11	201pp
CaO	51,94	53,80
CaCO ₃	92,75	96,07
MgO	0,20	0,11
SO ₃	0,54	0,21
K ₂ O	0,06	< 10pp
Na ₂ O	0,40	0,53
TiO ₂	0,08	0,00
Cl	-	163pp
P ₂ O ₅	-	118pp
ZnO	-	< 10pp
SrO	-	0,29

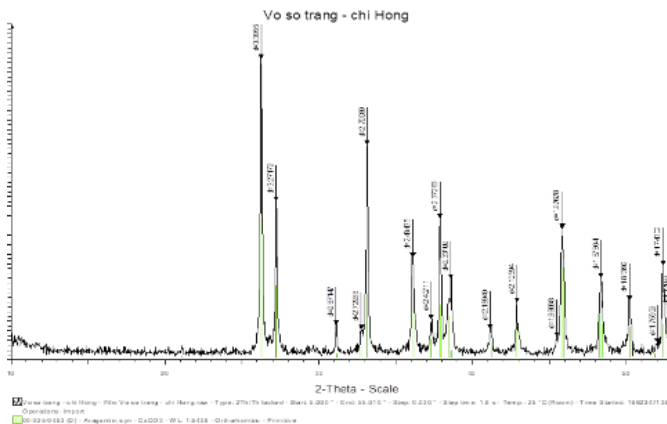
Kết quả phân tích thành phần hóa của vỏ Hàu có hàm lượng CaO 51,94 % ($\text{CaCO}_3 = 92,75\%$) thấp hơn so với vỏ Ngao có hàm lượng CaO 53,80 % ($\text{CaCO}_3 = 96,07\%$). Vỏ Hàu có các lần các tạp chất trên bề mặt nên hàm lượng CaO thấp hơn so với hàm lượng CaO trong vỏ Ngao.

Phân tích thành phần khoáng của vỏ Hàu và vỏ Ngao bằng phương pháp nhiễu xạ rownggen, kết quả phân tích được thể hiện trong Hình 3 và 4.



Hình 3. XRD của vỏ Hàu.

Kết quả phân tích XRD của vỏ Hàu cho thấy thành phần khoáng chủ yếu là khoáng Canxit với peak đặc trưng: $d = 3,03275; 2,84217; 2,49261; 2,09263; 1,91154$.



Hình 4. Phân tích XRF vỏ Ngao.

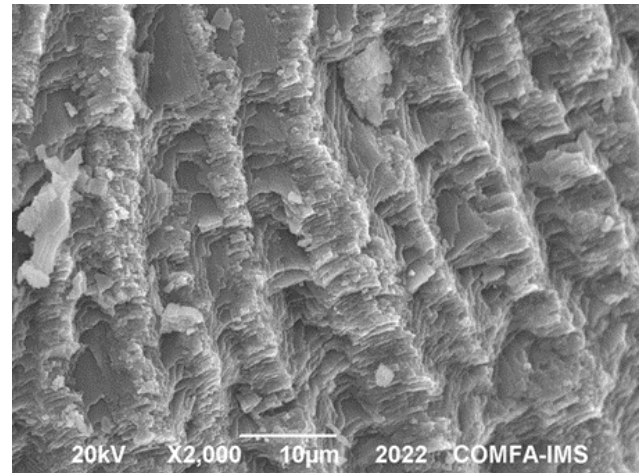
Kết quả phân tích XRD của vỏ Ngao cho thấy: thành phần khoáng chủ yếu là khoáng Aragonite với peak đặc trưng: $3,3955; 2,70089; 2,3728; 1,9767; 1,7430$.

Vỏ Hàu và vỏ Ngao được chụp cấu trúc xác định cấu tạo vỏ và hình dạng khoáng được thể hiện trong hình 1.5 và 1.6 nhóm nghiên

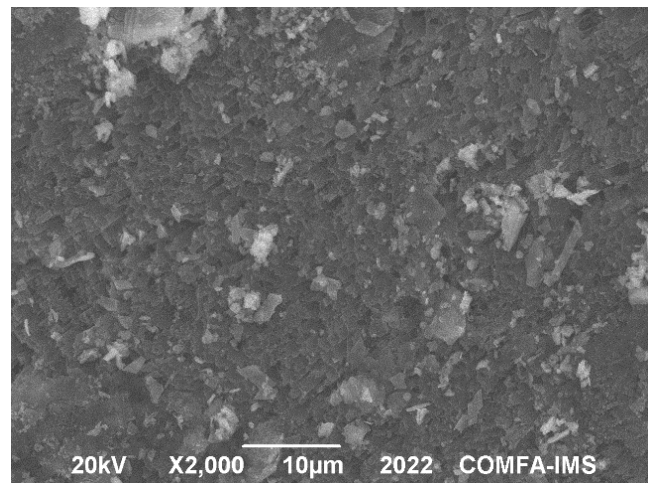
cứu thực hiện phân tích vi cấu trúc của mẫu bằng thiết bị điện tử quét (SEM) với độ phóng đại 2000 lần.

Hình dạng cấu trúc khoáng của vỏ Hàu cho thấy phân bố bởi các tấm hình trụ, đặc trưng của khoáng Canxit. Kích thước trung bình của khoáng Canxit của là 1 μm .

Hình dạng cấu trúc khoáng của vỏ Ngao cho thấy phân bố bởi hình trụ dạng tấm xếp chồng theo trật tự nhất định, đặc trưng của khoáng Aragonit. Kích thước trung bình của tinh thể Aragonit của vỏ Ngao là 1 μm .



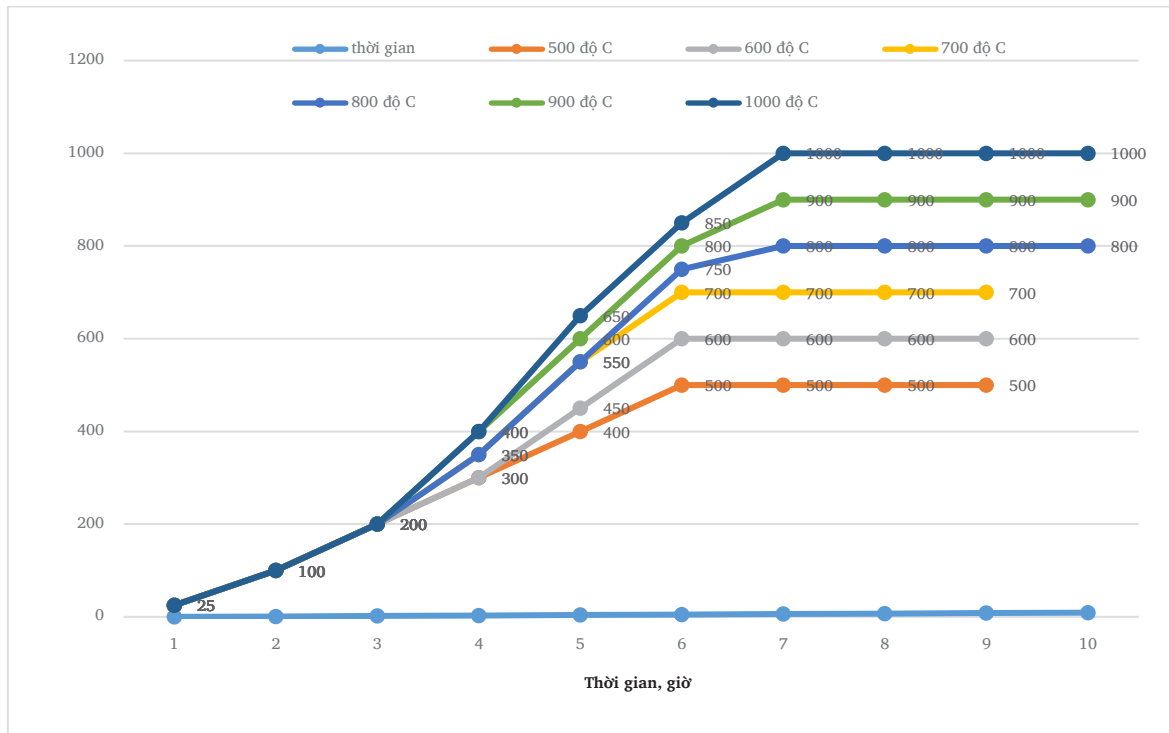
Hình 5. SEM của vỏ Ngao.



Hình 6. SEM của vỏ Hàu.

3. Kết quả nghiên cứu

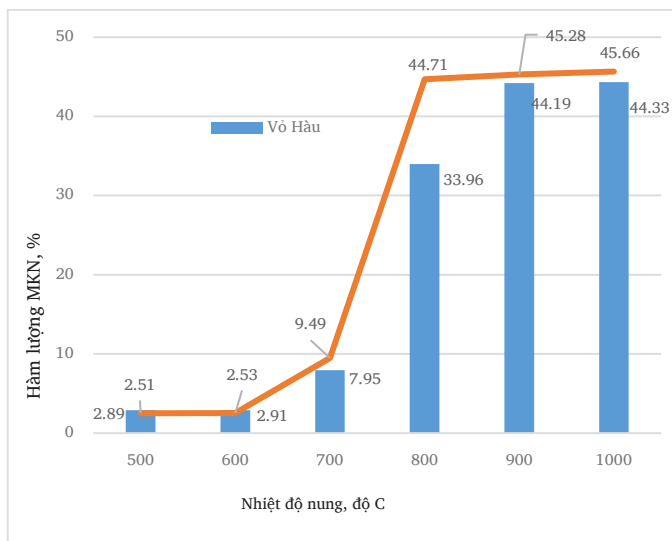
Vỏ Hàu và vỏ Ngao được rửa sạch và nung ở các điểm nhiệt độ: 500 °C, 600 °C, 700 °C, 800 °C, 900 °C, 1000 °C, đường cong nung mẫu được trình bày trong Hình 7 Ở nhiệt độ tối đa, mẫu được lưu trong thời gian 3 tiếng để quá trình ổn định nhiệt và mẫu được phân hủy hoàn toàn.



Hình 7. Đường cong nung mẫu.

3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ tới hàm lượng mất khí nung của vỏ Hàu và vỏ Ngao

Vỏ Hàu và vỏ Ngao được đưa vào lò nung theo đường cong nung thể hiện trong Hình 7. Kết quả xác định hàm lượng mất khí nung của mẫu theo nhiệt độ được thể hiện trong Hình 8.



Hình 8. Quan hệ giữa nhiệt độ nung và mất khí nung của vỏ Hàu và vỏ Ngao.

Vỏ Hàu và vỏ Ngao ở 700 °C mới bắt đầu phân hủy. Khi lên đến nhiệt độ 800 °C mẫu phân hủy gần như hoàn toàn với hàm lượng MKN tương đương với mẫu ở 900 và 1000 °C.

Vỏ Hàu và vỏ Ngao dưới tác dụng của nhiệt độ có biến đổi màu sắc được thể hiện trong Hình 9 đến Hình 22.

Vỏ Hàu và vỏ Ngao được nung ở nhiệt độ 500 °C gần như chỉ cháy các chất hữu cơ liên kết các khung CaCO₃ và chưa có hiện tượng biến đổi hình dạng.

Vỏ Hàu và vỏ Ngao được nung ở 600 °C, tương tự như mẫu được nung ở nhiệt độ 500 °C gần như chưa phá vỡ liên kết, chưa có hiện tượng biến đổi hình dạng.

Mẫu nung ở nhiệt độ 700 °C đã bắt đầu có hiện tượng co ngót và cháy mạnh các tạp chất trên vỏ hàu phân hủy - vỏ Hàu và vỏ Ngao có hiện tượng đổi màu rõ rệt.

Mẫu nung ở nhiệt độ 800 °C có hiện tượng co ngót và các tạp chất trên vỏ hàu phân hủy mạnh - vỏ Hàu, vỏ Ngao có hiện tượng đổi màu rõ rệt.

Vỏ Hàu và vỏ Ngao được nung ở nhiệt độ 900°C bị phân hủy mạnh - mẫu chuyển hoàn toàn sang màu trắng ở những vùng không chứa tạp chất.

Mẫu được nung ở nhiệt độ 1000 °C bị phân hủy mạnh - vỏ Hàu chuyển hoàn toàn sang màu trắng ngà đối với vỏ Hàu và trắng sáng đối với vỏ Ngao.



Hình 9. Vỏ Hàu trước nung.



Hình 10. Vỏ Ngao trước nung.



Hình 11. Vỏ Hàu sau nung ở 500 °C.



Hình 12. Vỏ Ngao nung ở 500 °C.



Hình 13. Mẫu Hàu sau nung ở 600 °C.



Hình 14. Vỏ Ngao nung ở 600 °C.



Hình 15. Vỏ Hàu nung ở 700 °C.



Hình 16. Vỏ Ngao nung ở 700 °C.



Hình 17. Vỏ Hàu nung ở 800 °C.



Hình 18. Vỏ Ngao nung ở 800 °C.



Hình 19. Vỏ Hàu nung ở 900 °C.



Hình 20. Vỏ Ngao nung ở 900 °C.



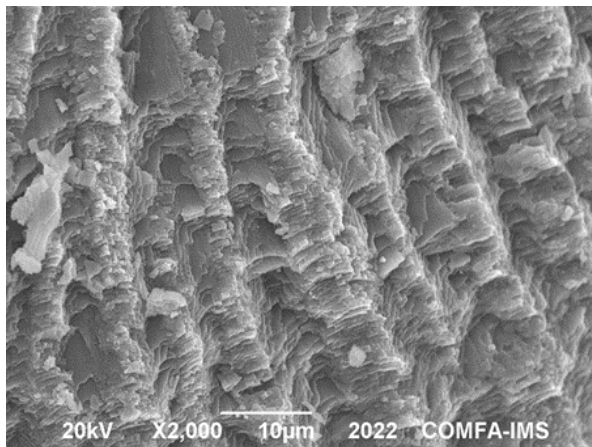
Hình 21. Vỏ Hàu nung ở 1000 °C.



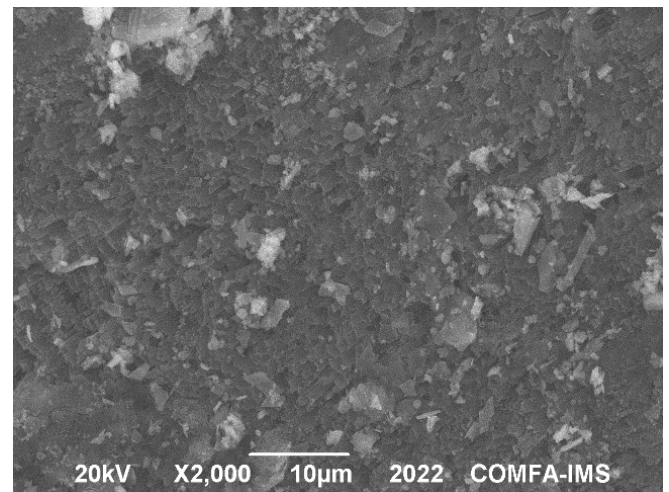
Hình 22. Vỏ Ngao nung ở 1000 °C.

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ tới tính chất và cấu trúc của vỏ Hàu, vỏ Ngao

Nhóm nghiên cứu phân tích cấu trúc xác định sự thay đổi hình dạng các khoáng canxit và Aragonite của vỏ Hàu và vỏ Ngao dưới tác dụng của nhiệt độ bắt đầu phân hủy là 800 °C và nhiệt độ 1000 °C được thể hiện trong Hình 23 và 24.

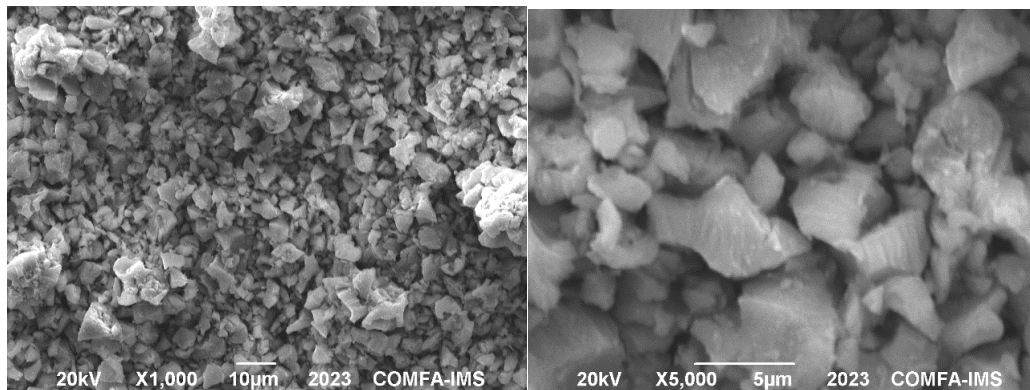


Hình 23. SEM của vỏ Ngao.

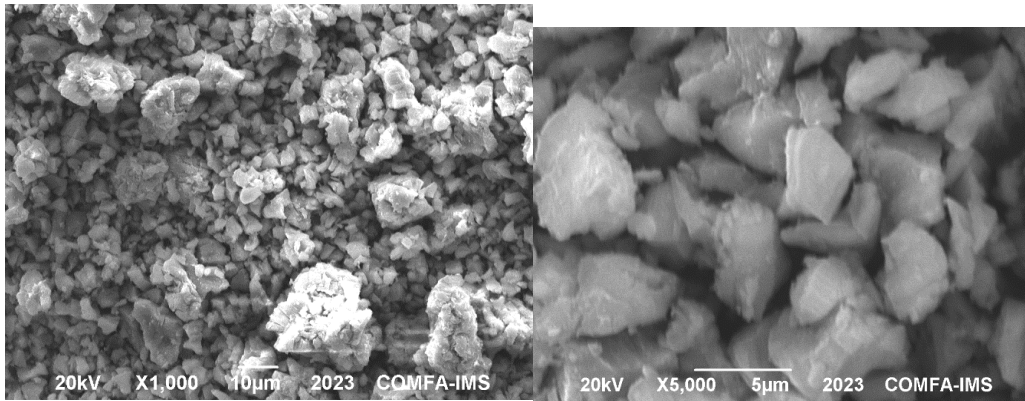


Hình 24. SEM của vỏ Hàu.

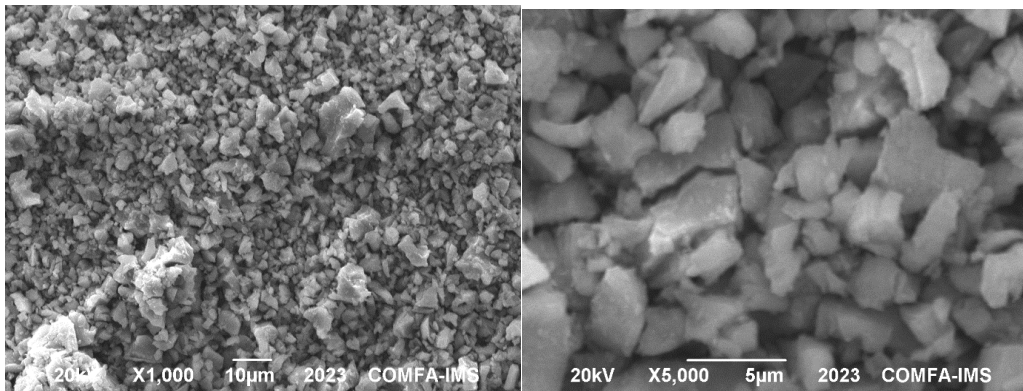
Vỏ Hàu và Ngao đều có cấu trúc dạng tấm xếp chồng, dưới tác dụng của nhiệt độ các khoáng bị phân hủy còn lại CaO. Hình ảnh cấu trúc các khoáng sau nung được thể hiện trong Hình 25 đến 28.



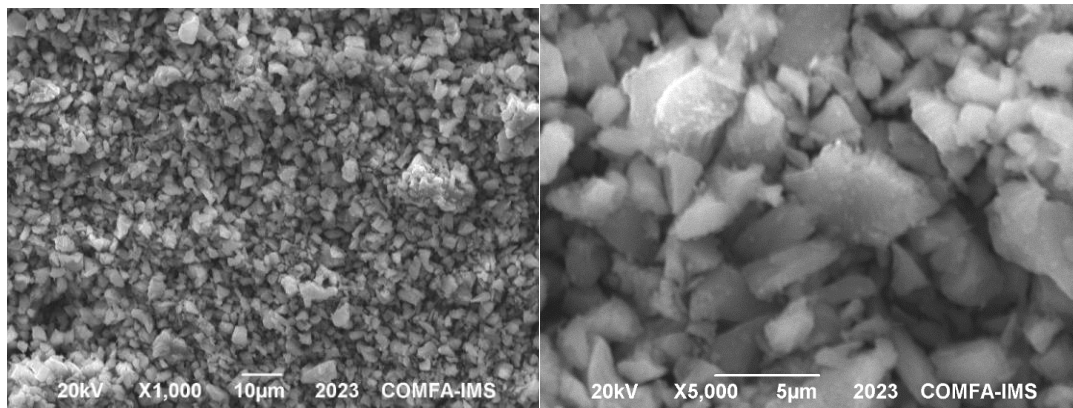
Hình 25. Ảnh SEM của vỏ Hàu sau khi nung 800 độ C với độ phóng đại 1.000 và 5.000 lần.



Hình 26. Ảnh SEM của vỏ hầu sau khi nung 1000 độ C với độ phóng đại 1.000 và 5.000 lần.



Hình 27. Ảnh SEM của vỏ ngao sau khi nung 800 độ C với độ phóng đại 1.000 và 5.000 lần.



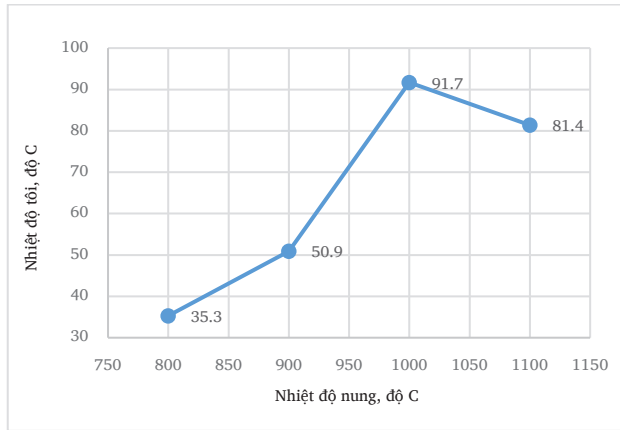
Hình 28. Ảnh SEM của vỏ ngao sau khi nung 1000 độ C với độ phóng đại 1,000 và 5,000 lần.

Ảnh chụp cấu trúc Vỏ Hầu và Vỏ Ngao được nung ở nhiệt độ 800 °C và 1000 °C đều có dạng lập phương nhưng không hoàn chỉnh có xu hướng chuyển dạng tròn (kích thước các tinh thể trung bình 1 μm).

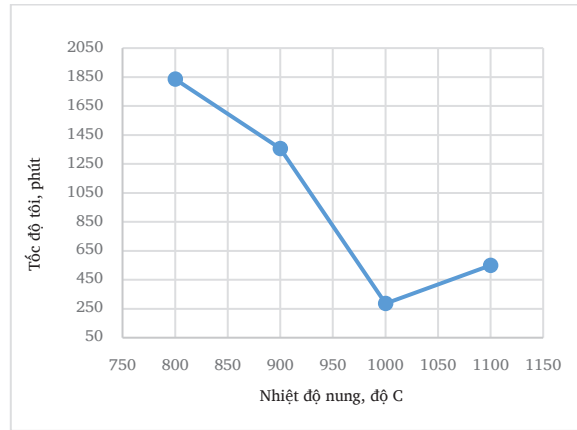
3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ nung đến nhiệt độ tôi và tốc độ tôi vôi của vỏ Hầu và vỏ Ngao

Vỏ Hầu và vỏ Ngao nung ở nhiệt độ bị phân hủy CaCO_3 thành CaO. Khả năng phân hủy càng mạnh thì tốc độ tôi vôi càng ngắn. Xác định nhiệt độ tôi và tốc độ tôi vôi của vỏ Hầu, Ngao được thể hiện mục 2.1. Kết quả nhiệt độ tôi và tốc độ tôi vôi được thể hiện trong Hình 29 đến Hình 32.

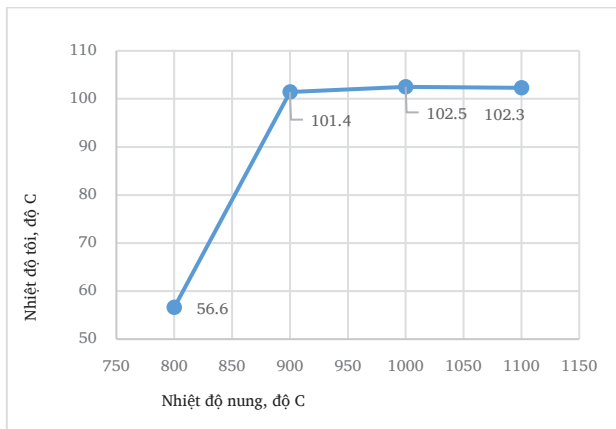
Nhóm tác giả nghiên cứu so sánh nhiệt độ tôi và tốc độ tôi của vỏ Hầu và vỏ Ngao với đá vôi, kết quả được thể hiện trong Hình 33 và 34.



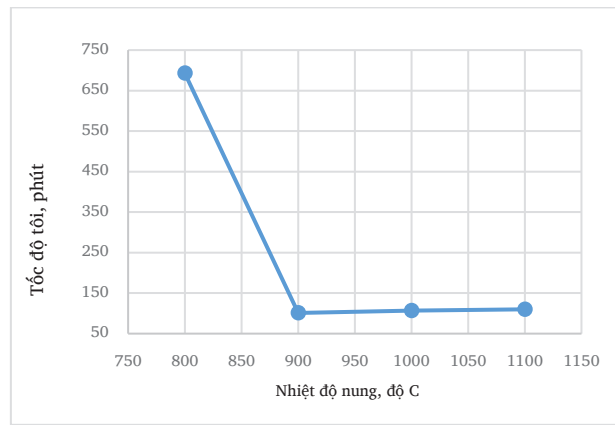
Hình 29. Nhiệt độ sôi của vỏ Hàu.



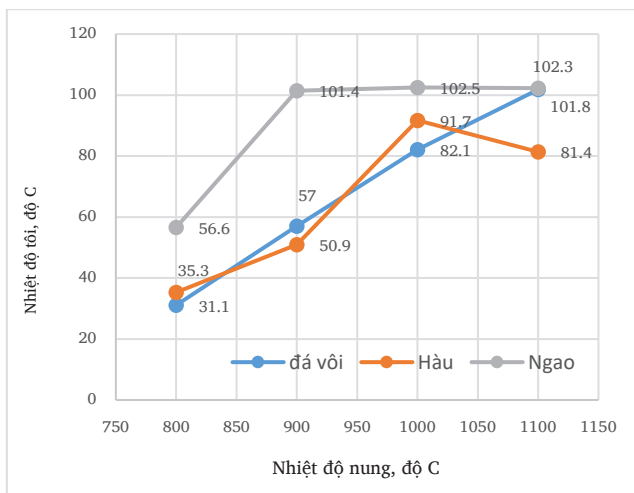
Hình 30. Tốc độ sôi của vỏ Hàu.



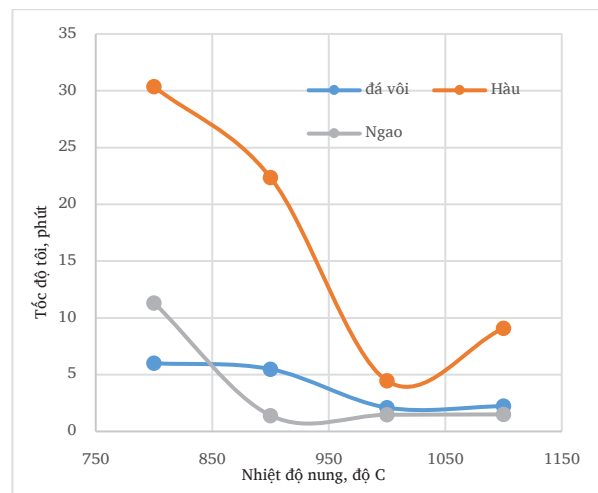
Hình 31. Nhiệt độ sôi của vỏ Ngao.



Hình 32. Tốc độ sôi của vỏ Ngao.



Hình 33. Quan hệ giữa nhiệt độ sôi của Đá vôi, vỏ Hàu và vỏ Ngao



Hình 34. Quan hệ giữa tốc độ sôi của Đá vôi, vỏ Hàu và vỏ Ngao.

Từ kết quả nghiên cứu nhiệt độ sôi và tốc độ sôi của vỏ Hàu và vỏ Ngao có nhận xét như sau:

* Đối với vỏ Hàu:

- Nhiệt độ tăng thì tốc độ sôi tăng ở dải nhiệt độ từ 800 -1000^o C. Tuy nhiên, khi nhiệt độ lên 1100^o C nhiệt độ sôi giảm, nguyên nhân của hiện tượng này là do vỏ Hàu có thể bị già hóa (Quá nhiệt) nên và việc tiếp xúc với nước sẽ chậm lại nên quá trình tỏa nhiệt chậm.

- Tốc độ tôi giảm khi nhiệt độ nung tăng từ 800 đến 1000^o C. Tuy nhiên, khi nhiệt độ lên 1100^o C tốc độ tôi tăng, như giải thích ở trên là do vỏ Hàu có thể bị già hóa (Quá nhiệt) nên và việc tiếp xúc với nước sẽ chậm lại nên quá trình tỏa nhiệt chậm.

* Đối với vỏ Ngao: Nhiệt độ tôi tăng và tốc độ giảm khi tăng nhiệt độ nung.

* Vỏ Ngao có nhiệt độ tôi rất lớn, gấp 2 lần so với nhiệt độ tôi của vỏ Hàu và Đá vôi, có thể do vỏ Ngao cấu trúc xốp. Tốc độ tôi của vỏ Hàu rất chậm, trong khi đó tốc độ tôi của vỏ Ngao và Đá vôi gần tương đương nhau rất nhanh.

* Các mẫu nung ở 500-700^oC không có hiện tượng tỏa nhiệt.

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ nung đến hạt không tôi của vỏ Hàu, vỏ Ngao

Hạt không tôi được thể hiện khả năng phân hủy của vỏ Hàu, Ngao dưới tác dụng của nhiệt độ. Xác định hàm lượng hạt không tôi được thể hiện trong mục 2.3. Kết quả xác định hạt không tôi được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Hạt không tôi của Đá vôi, vỏ Hàu và vỏ Ngao.

STT	Nhiệt độ nung, °C	Hạt không tôi của Đá vôi, %	Hạt không tôi của vỏ Hàu, %	Hạt không tôi của vỏ Ngao, %
1	1100	0,020	0,020	0
2	1000	0,020	0,020	0
3	900	1,380	0,340	0
4	800	11,908	1,080	0

Nhận xét: Ở nhiệt độ 800^oC vỏ Hàu và vỏ Ngao gần như phân hủy hoàn toàn, trong khi đó Đá vôi ở 800 °C vẫn còn lượng hạt không tôi lên tới 11,908 %.

4. Kết luận

- Phân tích thành phần hóa học của vỏ Hàu và vỏ Ngao đều cho thấy hàm lượng CaCO₃ rất cao > 93% trong thành phần.

- Phân tích XRD của các mẫu vỏ Hàu phát hiện trong thành phần chủ yếu là khoáng Canxit. Vỏ Ngao thành phần chủ yếu là khoáng Aragonit.

- Phân tích cấu trúc (SEM) của các vỏ Hàu và vỏ Ngao kích thước khoảng 1 μm. Vỏ Hàu hình dạng khoáng hình lập phương của tinh thể Canxit. Vỏ Ngao hình dạng các khoáng lập phương không hoàn chỉnh, có dạng tròn của tinh thể Aragonit.

- Nhiệt độ tôi của vỏ Hàu và Ngao tăng khi nhiệt độ nung tăng. Tuy nhiên khi nhiệt độ nung lên 1100 °C nhiệt độ tôi giảm. Nhiệt độ tôi của vỏ Ngao lớn gấp gần 2 lần so với nhiệt độ tôi của vỏ Hàu ở cùng nhiệt độ nung. Tốc độ tôi (thời gian tôi) của vỏ Hàu và Ngao giảm khi tăng nhiệt độ nung. Tốc độ tôi (thời gian tôi) của vỏ Ngao rất ngắn chỉ trong thời gian 4 phút, trong khi đó thời gian tôi của vỏ Hàu rất chậm khi so sánh cùng nhiệt độ nung với vỏ Ngao.

- Vỏ Hàu và vỏ Ngao tại nhiệt độ nung 800 °C - 1100 °C xuất hiện lượng hạt không tôi được rất ít đặc biệt ở 800 °C lượng hạt không tôi tương đương 1100 °C, trong khi đó đá vôi ở nhiệt độ 800 °C lượng hạt không tôi còn rất nhiều lên tới xấp xỉ 12 %.

- Vỏ Hàu và vỏ Ngao ở nhiệt độ nung 700 °C không xác định được nhiệt độ tôi và tốc độ tôi. Nguyên nhân tại nhiệt độ này vỏ Hàu và Ngao chưa bị phân hủy.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Lưu Thị Hồng, Trịnh Thị Châm, Đào Công Anh, Nguyễn Hải Long. Tính chất đặc trưng của vỏ hai mảnh tại vùng biển Việt Nam, Số 3 -2023, tạp chí vật liệu và xây dựng.
- [2]. Bouregba, A., Diouri1, A., Amor, D.F., Ez-zaki, H., Sassi, O., 2018. Valorization of glass and shell powders in the synthesis of Belitic clinker. In: MATEC Web of Conferences, 149, 01021
- [3]. Barros, M.C., Bello, P.M., Bao, M., Torrado, J.J., 2009. From waste to commodity: transforming shells into high purity calcium carbonate. J. Clean. Prod. 17, 400e407. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.08.013>
- [4]. Arranz, K., Labarta, U., Fernandez-Reiriz, M.J., Navarro, E., 2016. Allometric size- scaling of biometric growth parameters and metabolic and excretion rates. A comparative study of intertidal and subtidal populations of mussels (*Mytilus galloprovincialis*). Hydrobiologia 772, 261-275. <https://doi.org/10.1007/s10750-016-2672-3>.
- [5]. Bonnard, M., Boury, B., Parrot, I., 2020. Key insights, tools, and future prospects on oyster shell end-of-life: a critical analysis of sustainable solutions. Environ. Sci. Technol. 54, 26e38. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b03736>
- [6]. Checa, A.G., Jimenez-Lopez, C., Rodríguez-Navarro, A., 2007. Precipitation of Aragonite by calcitic bivalves in Mg-enriched marine waters. Mar. Biol. 150, 819e827. <https://doi.org/10.1007/s00227-006-0411-4>.