

Đánh giá chất lượng silica từ tro trấu ở Thừa Thiên Huế sử dụng trong sản xuất bê tông chất lượng siêu cao

Analyzing rice husk ash-based silica in Thuathienhue for ultra-high quality concrete

> PHẠM VIỆT HÙNG^{1*}, NGÔ QUÝ TUẤN¹, LÊ VŨ TRƯỜNG SƠN², TRỊNH NGỌC ĐẠT²

¹Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

²Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng; *Email: phamviethung@huaf.edu.vn

TÓM TẮT

So với bê tông xi măng thông thường, bê tông UHPC sử dụng lượng chất kết dính cao hơn nhiều, có thể lên tới 1000 kg/m³, lượng phụ gia khoáng hoạt tính như silica fume có thể lên tới 250 kg/m³. Điều này đã làm giá thành bê tông UHPC tăng cao, cũng như gây khó khăn về nguồn cung vật liệu phụ gia khoáng này trong chế tạo bê tông UHPC ở những nước đang phát triển, như Việt Nam. Việc tìm kiếm nguồn phụ gia khoáng khác có chức năng tương đương với silica fume thay thế một phần xi măng trong bê tông UHPC là rất cần thiết. Trong số các phụ gia khoáng hoạt tính dùng cho UHPC, thì tro trấu nhiệt phân ở điều kiện nghiêm ngặt được đánh giá là nguồn cung triển vọng trong chế tạo bê tông UHPC. Nghiên cứu này đề xuất mô hình nhiệt phân liên tục theo hướng công nghiệp hóa được kiểm soát chế độ nhiệt phân tự động dùng để sản xuất tro trấu giàu silica vô định hình. Thí nghiệm tiến hành khảo sát các nguồn vỏ trấu phổ biến trên địa bàn tỉnh Thừa Thiên Huế ở chế độ nhiệt phân tối ưu ứng ở nhiệt độ 700°C, thời gian tro trấu lưu trú trong buồng nhiệt phân là 1 giờ, chế độ sản xuất liên tục. Kết quả phân tích XRD và SEM cho thấy tro trấu có thể là nguồn vật liệu thay thế một phần xi măng và phụ gia khoáng công nghiệp trong sản xuất bê tông UHPC và có triển vọng phát triển mô hình ở quy mô công nghiệp nhằm đạt mục tiêu "kép" về kinh tế kỹ thuật và môi trường.

Từ khóa: Tro trấu; silica vô định hình; mô hình nhiệt phân; phụ gia khoáng; UHPC.

ABSTRACT

In comparison to conventional Portland cement concrete, Ultra-High Performance Concrete (UHPC) utilizes significantly higher amounts of binders, potentially reaching up to 1000 kg/m³, and active mineral admixtures such as silica fume, which can be as high as 250 kg/m³. This has led to increased costs for UHPC and posed challenges in the supply of these mineral admixtures in the manufacturing of UHPC, especially in developing countries like Vietnam. Finding alternative mineral admixtures with equivalent functionality to silica fume to partially replace cement in UHPC is essential. Among the active mineral admixtures used for UHPC, thermally treated rice husk ash under stringent conditions is considered a promising supply source for UHPC production. This study proposes an industrially controlled continuous pyrolysis model with an automated pyrolysis regime for producing silica-enriched amorphous rice husk ash. The experiment surveyed common rice husk sources in the Thua Thien Hue province under optimal pyrolysis conditions at 700°C, with a residence time of 1 hour in the pyrolysis chamber and a continuous production mode. XRD and SEM analysis results indicate that rice husk ash can be a substitute for part of the cement and industrial mineral admixtures in UHPC production, with potential for developing an industrial-scale model to achieve dual objectives of economic and environmental efficiency.

Key words: Rice husk ash; amorphous silica; pyrolysis model; mineral admixture; UHPC.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Trong lĩnh vực xây dựng, vật liệu bê tông xi măng là lựa chọn ưu tiên do giá thành phải chăng, độ bền vượt trội, độ bền cơ học cao và dễ thi công. Trong đó, bê tông chất lượng siêu cao (UHPC) được coi là một trong các vật liệu mang tính "công nghệ cao" trong sự phát triển vật liệu bê tông xi măng. Vật liệu UHPC có các

thành phần cơ bản bao gồm xi măng, silica fume, cát quắc, phụ gia siêu dẻo, có cường độ nén trên 150 MPa, độ bền và độ dẻo dai cao. Tuy nhiên, so với bê tông xi măng thông thường, bê tông UHPC sử dụng lượng chất kết dính cao lên tới 1000 kg/m³, lượng phụ gia khoáng hoạt tính như silica fume lên tới 250 kg/m³. Điều này đã làm giảm mức độ ứng dụng của loại vật liệu "công nghệ cao" này

trước những thách thức về hiệu quả kinh tế và tác động môi trường ở những nước đang phát triển như Việt Nam. Thực vậy, quá trình sản xuất xi măng sử dụng hệ thống dây chuyền thiết bị đầu tư tốn kém, đòi hỏi khai thác tài nguyên đá vôi làm nguyên liệu thô, tiêu thụ năng lượng lớn và phát thải lượng khí CO₂ đáng kể. Đáng chú ý, 5%-8% lượng khí CO₂ toàn cầu được phát sinh từ quá trình sản xuất xi măng [1]. Vì vậy, mục tiêu thúc đẩy các hoạt động xây dựng theo hướng bền vững và thân thiện với môi trường đang thu hút các nghiên cứu tìm kiếm giải pháp thay thế cho xi măng và phụ gia khoáng công nghiệp bằng cách sử dụng vật liệu giảm phát thải, chất thải và phế phụ phẩm.

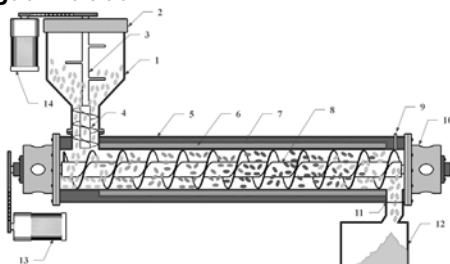
Tro trấu thu được từ quá trình nhiệt phân nghiêm ngặt vỏ trấu có hàm lượng silica vô định hình cao, có diện tích bề mặt lớn, có khả năng liên kết tương thích với cốt liệu, và cho thấy đặc tính pozzolanic tốt, tương đương với xi măng [2,3]. Bên cạnh đó, quá trình sản xuất lúa gạo đã tạo ra khoảng 120 triệu tấn vỏ trấu hàng năm trên thế giới [4], là lượng chất thải khổng lồ mà nếu không xử lý kịp thời sẽ gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng và là một sự lãng phí lớn hiện nay. Do đó, sử dụng tro trấu giàu silica vô định hình như một sự thay thế một phần xi măng truyền thống và phụ gia khoáng công nghiệp là giải pháp công nghệ vật liệu vừa đảm bảo hiệu quả kinh tế và thân thiện với môi trường rất đáng được quan tâm [5,6].

Đặc tính kỹ thuật của tro trấu được quyết định bởi các thông số chế độ nhiệt phân vỏ trấu, bao gồm phương pháp nhiệt phân, nhiệt độ, thời gian và đặc điểm nguồn vỏ trấu đầu vào quá trình nhiệt phân. Tùy theo sản phẩm thu hồi mong muốn là chất khí, chất lỏng hay chất rắn mà phương pháp nhiệt phân nhanh, nhiệt phân chậm hay khí hóa sẽ được lựa chọn. Với mục tiêu thu được tro trấu (dạng chất rắn) có tỷ lệ thành phần silica vô định hình cao, phương pháp nhiệt phân chậm với tốc độ gia nhiệt đến nhiệt độ nhiệt phân khoảng 10°C-15°C/phút được sử dụng. Phương pháp này phù hợp cho nhiệt phân các vật liệu sinh khối không cần nghiền mịn đến 1mm [7]. Phương pháp nhiệt phân có kiểm soát này sẽ quyết định mức độ phản ứng pozzolanic của tro trấu dựa trên các yếu tố như hàm lượng vô định hình, diện tích bề mặt riêng và độ mịn của hạt phù hợp vật liệu bê tông [8].

Vì vậy, với mục tiêu “kép” về kinh tế kỹ thuật và giảm thiểu tác động môi trường, nghiên cứu này đề xuất một mô hình thử nghiệm theo hướng công nghiệp hóa nhằm sản xuất tro trấu có đặc tính phù hợp thay thế một phần xi măng và phụ gia khoáng công nghiệp trong sản xuất vật liệu bê tông UHPC. Trong bài báo này, mô hình thiết bị, chế độ nhiệt phân, và đánh giá chất lượng sản phẩm nguồn vỏ trấu tại địa phương được phân tích làm cơ sở khoa học cho giải pháp sử dụng tro trấu như vật liệu thay thế một phần xi măng và phụ gia khoáng ở quy mô công nghiệp.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguồn vỏ trấu



1.Thùng cấp liệu; 2.Nắp thùng; 3.Trục tời; 4.Trục vít định lượng; 5.Vỏ máy; 6.Nhiệt điện; 7.Bảo ôn; 8.Trục vít; 9.Lò xả khí thải; 10.Cách nhiệt đầu trục; 11.Cửa xả liệu; 12.Thùng chứa tro trấu; 13.Động cơ 1; 14.Động cơ 2.

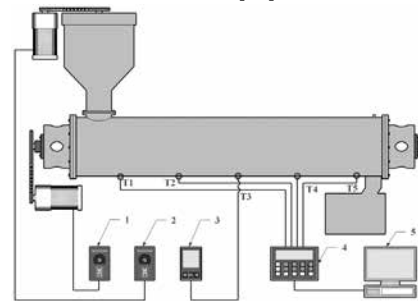
Hình 1. Mô hình nhiệt phân tự động sản xuất tro trấu

Vỏ trấu của giống lúa HT1, loại phổ biến nhất trên địa bàn tỉnh Thừa Thiên Huế, được thu thập năm 2022 để phục vụ nghiên cứu. Nhằm xem xét đặc điểm nguồn vỏ trấu, vỏ trấu giống HT1 được gieo trồng trên 04 điều kiện canh tác khác nhau (thông thường, nhiễm mặn, chua phèn và khô hạn) được thu gom với số lượng đủ lớn để sử dụng làm nguồn nguyên liệu đồng nhất trong cả quá trình nghiên cứu. Trấu thu được ban đầu được làm sạch để loại bỏ các chất thải và tạp chất theo cách thông thường vẫn đảm bảo chất lượng tro trấu như nghiên cứu gần đây đã chỉ ra [9].

2.2. Mô hình nhiệt phân theo hướng công nghiệp hóa

Trong lĩnh vực công nghệ năng lượng tái tạo, nhiệt phân trong điều kiện yếm khí là một phương pháp triển vọng về cả phương diện kỹ thuật và môi trường để chuyển đổi vật liệu hữu cơ và chất thải thành các sản phẩm có giá trị ở dạng chất khí, chất lỏng và chất rắn. Mô hình thiết bị nhiệt phân có thể chia thành 2 nhóm là thủ công theo mẻ và tự động hóa sản xuất liên tục. Mô hình nhiệt phân liên tục trực vít nổi lên như giải pháp công nghệ triển vọng cho sự phát triển ở quy mô công nghiệp như nghiên cứu gần đây [10] đã chỉ ra. Nghiên cứu hiện nay về mô hình nhiệt phân kiểu trực vít tập trung vào thu hồi và xử lý các sản phẩm khí và lỏng hơn là chất rắn (tro trấu). Cấu tạo hệ thống này thường phức tạp và khó áp dụng ở quy mô công nghiệp trong điều kiện sản xuất thực tế ở Việt Nam.

Mô hình nhiệt phân liên tục kiểu trực vít đề xuất trong nghiên cứu này (Hình 1) có bộ phận chính là buồng nhiệt phân gồm một trục vít đơn có cấu tạo đặc biệt quay trong vỏ kim loại, được gia nhiệt từ bên ngoài bằng hệ thống nhiệt điện đặt xung quanh vỏ thép. Trục vít (8), hoạt động nhờ động cơ (13), được thiết kế với cánh vít uốn cong để đảm bảo vừa khuấy trộn sao cho vỏ trấu nhận nhiệt lượng một cách đồng đều, vừa vận chuyển nguyên liệu liên tục dọc theo trục vít [11]. Vỏ trấu được trục vít vận chuyển đi qua buồng nhiệt phân trở thành tro trấu và được thu gom vào thùng chứa (12) qua cửa xả liệu (11). Năng lượng nhiệt phân được cung cấp bởi hệ thống nhiệt điện (6) đặt xung quanh buồng nhiệt phân và gián tiếp cung cấp nhiệt lượng vào trong buồng nhiệt phân qua vỏ thép. Hệ thống nhiệt điện đặt cố định trong không gian giữa vỏ thép buồng nhiệt phân và lớp bảo ôn (7), ngoài cùng là vỏ máy (5). Trên Hình 1, trục cấp liệu trong thùng cấp liệu (1), hoạt động nhờ động cơ (14), có cấu tạo gồm phần trục trên (3) làm nhiệm vụ đánh tời trấu và phần trục dưới (4) làm nhiệm vụ cấp trấu vào buồng nhiệt phân một cách định lượng và liên tục theo yêu cầu. Thùng cấp liệu có nắp đậy nhằm ngăn không khí đối lưu qua thùng cấp liệu và gây cháy trong buồng nhiệt phân do thừa ô-xy. Thùng chứa (12), được bọc lớp bảo ôn xung quanh, có vai trò quan trọng, làm nhiệm vụ giúp ổn định nhiệt độ trong buồng nhiệt phân, ngăn không gây cháy trấu trong buồng nhiệt phân do thừa oxy đi vào qua cửa xả liệu (11), và duy trì nhiệt độ nhiệt phân tro trấu với thời gian khoảng 120 phút để đảm bảo hiệu suất thu hồi silica cao nhất [12].



1.Điều khiển động cơ 1; 2.Điều khiển động cơ 2; 3.Điều khiển nhiệt độ; 4.Card thu số liệu; 5.Máy vi tính lưu số liệu

Hình 2. Nguyên lý điều khiển và khảo sát mô hình nhiệt phân tự động sản xuất tro trấu

2.3. Nguyên lý điều khiển và khảo nghiệm chế độ nhiệt phân

Nguyên lý điều khiển và hệ thống thu số liệu khảo nghiệm mô hình nhiệt phân trấu được mô tả trên Hình 2. Lưu lượng trấu được cấp liên tục theo yêu cầu vào buồng nhiệt phân được kiểm soát bằng bộ điều khiển tốc độ động cơ (2). Chất lượng tro trấu được quyết định bởi thời gian trấu lưu trú trong buồng nhiệt phân và khả năng trộn đều trấu để đảm bảo nhiệt phân hoàn toàn. Do đó, tốc độ trục vít trong buồng nhiệt phân được điều tiết theo yêu cầu bằng bộ điều khiển tốc độ động cơ (1). Năng lượng nhiệt phân vỏ trấu cung cấp bởi hệ thống nhiệt điện được điều khiển thông qua cảm biến nhiệt độ (T3) (Hình 2) sao cho hệ thống duy trì buồng nhiệt phân đạt ngưỡng nhiệt độ nhiệt phân yêu cầu. Hệ thống đo số liệu nhiệt độ nhiệt phân phân bố dọc theo buồng nhiệt phân được thu từ các cảm biến T1, T2, T4, T5 (Hình 2) và lưu vào máy tính (5) bằng card thu số liệu (4).

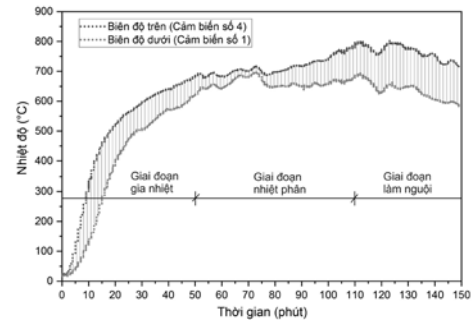
2.4. Phương pháp phân tích

Trong thí nghiệm này, các mẫu vỏ trấu được nhiệt phân ở các điều kiện khác nhau gồm loại trấu, nhiệt độ, thời gian. Nghiên cứu này đã tiến hành khảo nghiệm 04 loại trấu có nguồn gốc canh tác khác nhau (thông thường, khô hạn, nhiễm mặn và phèn chua), ở mức nhiệt độ là 700°C, tốc độ gia nhiệt (từ nhiệt độ phòng đến nhiệt độ nhiệt phân yêu cầu) là 15°C /phút. Mức nhiệt độ 700°C được xác định cho hiệu suất thu hồi silica cao với năng lượng sử dụng thấp [12]. Mỗi khảo nghiệm nhiệt phân trấu thực hiện trong khoảng 150 phút, gồm 3 giai đoạn (Hình 3): giai đoạn gia nhiệt ban đầu, giai đoạn nhiệt phân trấu và giai đoạn làm nguội tro trấu. Để đánh giá cấu trúc pha tinh thể và kích thước hạt của silica vô định hình theo hoạt tính pu-zơ-lan cao, phương pháp nghiên cứu hành tinh (planetary ball mill) được áp dụng. Các mẫu được thu thập từ các chế độ khác nhau đã được phân tích XRD, SEM và TEM.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân tích hoạt động mô hình nhiệt phân

Hình 3 biểu diễn miền phân bố nhiệt độ của các cảm biến theo thời gian của các thí nghiệm ở điều kiện nhiệt độ nhiệt phân là 700°C. Miền phân bố nhiệt độ tại mỗi thời điểm có biên độ trên (nhiệt độ cao nhất) và biên độ dưới (nhiệt độ thấp nhất) lần lượt là vị trí của cảm biến số 4 (T4) và cảm biến số 1 (T1). Các nhiệt độ đo được từ các cảm biến khác (T2, T5) tại mỗi thời điểm tương ứng phân bố trong miền nhiệt độ này. Trong giai đoạn gia nhiệt ban đầu (khoảng 50 phút), hệ thống nhiệt điện cung cấp nhiệt lượng để gia nhiệt buồng nhiệt phân từ nhiệt độ phòng (khoảng 25°C) đến nhiệt độ nhiệt phân cần thiết. Trong giai đoạn nhiệt phân trấu (khoảng 60 phút), khi nhiệt độ trong buồng nhiệt phân đạt đến nhiệt độ nhiệt phân cần thiết (700°C), phổ cấp liệu sẽ được tự động điều khiển cấp trấu vào buồng nhiệt phân theo lưu lượng cài đặt trước. Thời gian trấu từ phổ cấp liệu di chuyển đến cửa xả (hay gọi là thời gian lưu trú của trấu trong buồng nhiệt phân) để chuyển hóa trấu thành tro trấu mất khoảng 30 phút. Trong 30 phút đầu tiên này, nhiệt độ đo được từ các cảm biến có sự dao động do nhiệt lượng cung cấp cho dòng trấu đầu tiên đi vào buồng nhiệt phân. Trong 30 phút tiếp theo, nhiệt độ trong buồng đốt trở nên tương đối ổn định, đồng thời nhiệt độ có sự tăng nhẹ do tích tụ nhiệt của tro trấu di chuyển qua buồng nhiệt phân. Trong thí nghiệm này, trấu được cung cấp vào buồng nhiệt phân trong 60 phút (để đủ lượng tro trấu cần thu nhận trong thùng chứa tro trấu), sau đó ngắt hệ thống nhiệt điện và chuyển sang giai đoạn làm nguội. Ở giai đoạn làm nguội (khoảng 30 phút), do hệ thống nhiệt điện ngừng hoạt động nên nhiệt độ bắt đầu giảm theo quan sát số liệu trên tất cả các cảm biến.



Hình 3. Phân bố nhiệt độ nhiệt phân vỏ trấu theo thời gian khảo nghiệm

3.2. Phân tích pha vật liệu tro trấu

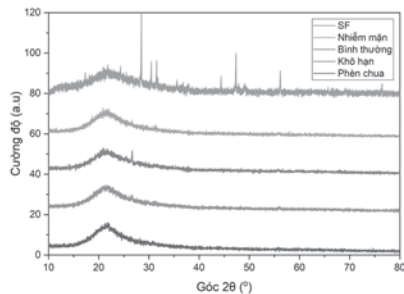
Nhằm đánh giá đặc điểm của sản phẩm tro trấu thu được từ mô hình nhiệt phân tự động, nói cách khác là đánh giá sự hình thành silica vô định hình (có hoạt tính pu-zơ-lan cao phù hợp yêu cầu thực sản xuất bê tông), các phân tích nhiễu xạ tia X (XRD) được thực hiện trên 04 mẫu tro trấu có nguồn gốc khác nhau và mẫu silica fume thương phẩm (SF). Kết quả phân tích phổ XRD của 04 loại mẫu tro trấu và của mẫu SF được biểu diễn trên Hình 4. Trên Hình 4, đỉnh rộng, có cường độ cao, quan sát được tại góc 22° trong tất cả các mẫu là đặc trưng của silica vô định hình. Đặc trưng này quan sát thấy đồng nhất trên tất cả các mẫu tro trấu có nguồn gốc canh tác khác nhau và mẫu SF. Riêng mẫu tro trấu có nguồn gốc canh tác bình thường có xuất hiện đỉnh nhọn rõ ràng tại góc 26°, là góc đặc trưng cho silica ở dạng tinh thể. Điều này cho thấy sản phẩm tro trấu thu được gồm cả silica vô định hình và tinh thể. Silica ở dạng tinh thể được chỉ ra có thể làm giảm tính pu-zơ-lan và giảm sự hình thành các liên kết C-S-H trong bê tông. Tuy nhiên, silica tinh thể cũng đang được nghiên cứu để sử dụng như một loại cốt liệu mịn giúp đẩy đẩy cấu trúc bê tông UHPC trở lên đặc chắc hơn. Vì vậy, mô hình nhiệt phân tự động giúp kiểm soát quá trình nhiệt phân thực hiện đúng kỹ thuật sẽ tạo ra tro trấu giàu silica vô định hình, có hoạt tính pozzolanic cao như các nghiên cứu đã chỉ ra [13], trở thành vật liệu phù hợp thay thế xi măng hoặc khoáng đang được quan tâm nghiên cứu hiện nay.

3.3. Phân tích cấu trúc bề mặt tro trấu

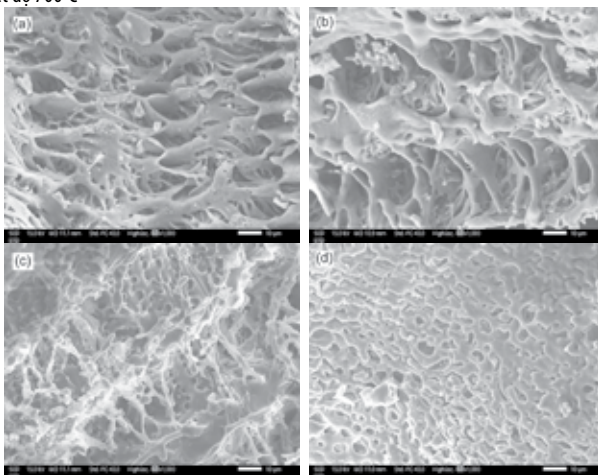
Các đặc điểm hình thái cấu trúc bề mặt của sản phẩm tro trấu với 04 nguồn gốc canh tác khác nhau ở nhiệt độ 700°C đã được phân tích bằng Kính hiển vi điện tử quét - SEM (Hình 5). Kết quả chụp SEM cho thấy rằng trong điều kiện đốt cháy được kiểm soát, các chất hữu cơ dễ bay hơi trong trấu bao gồm xen-lu-lo và lignin bị loại bỏ, còn lại chủ yếu là silica vô định hình với cấu trúc tế bào vi xốp. Cấu trúc tro trấu có hình dạng không đều, bề mặt xốp với các lỗ rỗng siêu nhỏ và hình thành rời rạc. Các vi lỗ được coi là có ảnh hưởng đáng kể đến thể tích lỗ rỗng, từ đó ảnh hưởng đến diện tích bề mặt của tro trấu [14]. Kết quả phân tích SEM cũng cho thấy nguồn gốc canh tác khác nhau có ảnh hưởng không đáng kể, riêng cấu trúc bên trong (Hình 5.d) cho thấy sự khác biệt của loại tro trấu canh tác trên điều kiện nhiễm mặn so với các loại còn lại.

Hình 6 trình bày kết quả phân tích SEM của mẫu tro trấu ở điều kiện canh tác bình thường sau khi nghiền mịn đưa về kích thước micromet và mẫu xi măng PC40 sử dụng trong chế tạo vật liệu UHPC. Hình 7 trình bày kết quả phân tích TEM của mẫu silica tro trấu ở điều kiện canh tác bình thường sau khi nghiền mịn bằng máy nghiền bi hành tinh để đưa về kích thước nano mét và kết quả phân tích SEM của mẫu silica fume thương phẩm. Kết quả cho thấy nanosilica tro trấu (Hình 7.a) có cấu trúc hạt hình tròn đặc trưng của silica tương tự như silica fume thương phẩm (Hình 7.b). Phương pháp nghiền bi hành tinh là phương pháp vật lý triển vọng để điều chế silica tro trấu ở các cỡ hạt

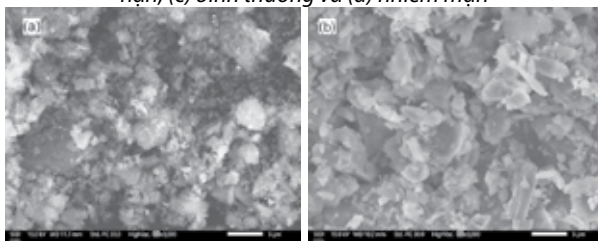
phù hợp, thậm chí đến kích thước nanomet nhằm có thể thay thế một phần xi măng, phụ gia khoáng công nghiệp hay bổ sung một phần nanosilica nhưng vẫn đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, tính kinh tế và môi trường so với các phương pháp hóa học khác. Cấp phối hạt của tro trấu dùng thay thế một phần xi măng hoặc phụ gia khoáng SF sẽ ảnh hưởng đến độ đặc chắc của bê tông UHPC và cần được tiếp tục nghiên cứu, đánh giá thực nghiệm. Như vậy, thời gian, nhiệt độ, quá trình nghiền phải được lựa chọn cẩn thận trong quá trình sản xuất tro trấu để thu được tro trấu có hoạt tính pu-zơ-lan cao (vô định hình và độ xốp cao).



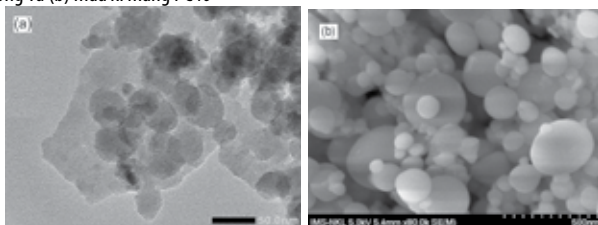
Hình 4. Kết quả phân tích XRD của Silica fume (SF) và 04 loại tro trấu nhiệt phân ở nhiệt độ 700°C



Hình 5. Kết quả phân tích SEM cấu trúc của 04 loại tro trấu ở nhiệt độ 700°C tương ứng với điều kiện canh tác (a) nhiễm phèn, (b) khô hạn, (c) bình thường và (d) nhiễm mặn



Hình 6. Kết quả phân tích ảnh SEM ở kích thước 5 micron của (a) tro trấu loại bình thường và (b) mẫu xi măng PC40



Hình 7. Kết quả phân tích TEM ở kích thước nanomet của (a) silica tro trấu loại bình thường và (b) silica fume thương phẩm

4. KẾT LUẬN

Một số kết luận được rút ra từ kết quả nghiên cứu như sau:

Kết quả phân tích pha vật liệu XRD và cấu trúc vật liệu SEM của 04 loại trấu có nguồn gốc canh tác khác nhau cho thấy chất lượng nguồn tro trấu phù hợp với tính chất vật liệu sử dụng trong bê tông xi măng mà không phụ thuộc nhiều vào điều kiện canh tác.

Mô hình nhiệt phân tự động hóa trong sản xuất tro trấu có triển vọng ứng dụng ở quy mô công nghiệp nhằm cung cấp một loại vật liệu phù hợp có thể thay thế một phần xi măng truyền thống hoặc phụ gia khoáng công nghiệp trong sản xuất bê tông, hướng đến nền công nghiệp xây dựng bền vững.

Chế độ nhiệt phân được kiểm soát chặt chẽ bằng mô hình nhiệt phân tự động liên tục cho phép sản xuất silica vô định hình (hoặc tinh thể) đồng đều, liên tục, đảm bảo sự tương đồng về chất lượng so với silica fume thương phẩm.

Phương pháp nghiền bi hành tinh là phương pháp vật lý triển vọng để điều chế silica tro trấu ở các cỡ hạt phù hợp, thậm chí đến kích thước nano mét nhằm có thể thay thế một phần xi măng, phụ gia khoáng công nghiệp hay bổ sung một phần nanosilica nhưng vẫn đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, tính kinh tế và môi trường.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ tài chính của Bộ Giáo dục và Đào tạo cho nghiên cứu này từ đề tài “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ vật liệu nano gốc silica từ vỏ trấu cải thiện một số đặc tính của vật liệu bê tông chất lượng siêu cao (UHPC) sử dụng thích hợp trong môi trường đặc dụng (biển, hải đảo, công nghiệp hóa chất”, mã số B2022-DHH-15.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Sani J, Yohana P, Chukwujama I. Effect of rice husk ash admixed with treated sisal fibre on properties of lateritic soil as a road construction material. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*. 2020;32(1):11-18.
- [2] Al-Kutti W, Islam AS, Nasir M. Potential use of date palm ash in cement-based materials. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*. 2019;31(1):26-31.
- [3] Sandhu, Ravinder Kaur, Siddique, et al. Influence of rice husk ash (RHA) on the properties of self-compacting concrete: A review. *Construction and Building Materials*. 2017;153:751-764.
- [4] Bodie AR, Micciche AC, Atungulu GG, et al. Current trends of rice milling byproducts for agricultural applications and alternative food production systems. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2019;3:47.
- [5] El-Sayed MA, El-Samni TM. Physical and chemical properties of rice straw ash and its effect on the cement paste produced from different cement types. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*. 2006;19(1):21-29.
- [6] Meddah M, Praveenkumar T, Vijayalakshmi M, et al. Mechanical and microstructural characterization of rice husk ash and Al₂O₃ nanoparticles modified cement concrete. *Construction and Building Materials*. 2020;255:119358.
- [7] Akinyemi BA, Adesina A. Recent advancements in the use of biochar for cementitious applications: A review. *Journal of Building Engineering*. 2020;32:101705.
- [8] Al-Khalaf MN, Yousif HA. Use of rice husk ash in concrete. *International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete*. 1984;6(4):241-248.
- [9] Greenwood NN, Earnshaw A. *Chemistry of the Elements*. Elsevier; 2012.
- [10] Campuzano F, Brown RC, Martínez JD. Auger reactors for pyrolysis of biomass and wastes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2019;102:372-409.
- [11] Heredia Salgado MA, Coba S JA, Tarelho LAC. Simultaneous production of biochar and thermal energy using palm oil residual biomass as feedstock in an auto-thermal prototype reactor. *Journal of Cleaner Production*. 2020;266:121804.
- [12] Phạm Việt H, Đào Văn P, Đỗ Thanh T, et al. Ảnh hưởng của chế độ nhiệt phân đến thu hồi Silica từ vỏ trấu. *Tạp chí Khoa học và công nghệ nông nghiệp Trường Đại học Nông Lâm Huế*. 2023 06/20;7(2):3729-3737.
- [13] Siddika A, Mamun M, Al A, et al. Study on concrete with rice husk ash. *Innovative Infrastructure Solutions*. 2018;3(1):1-9.
- [14] Feng Q, Yamamichi H, Shoya M, et al. Study on the pozzolanic properties of rice husk ash by hydrochloric acid pretreatment. *Cement and concrete research*. 2004;34(3):521-526.