

Nghiên cứu lựa chọn chất kết dính để chế tạo zeolit X dạng hạt sử dụng trong Bloc làm khô của máy nén khí

Nguyễn Thị Hương^{1*}, Nguyễn Việt Hưng¹, Lê Khánh Trung²,
Võ Hoàng Phương¹, Lê Văn Dương³

¹Viện Hoá học - Vật liệu, Viện Khoa học và Công nghệ quân sự;

²Nhà máy Z115, Tổng cục Công nghiệp quốc phòng;

³Đại học Bách khoa Hà Nội.

*Email: nguyenuong0916@gmail.com

Nhận bài: 11/11/2022; Hoàn thiện: 09/3/2023; Chấp nhận đăng: 10/4/2023; Xuất bản: 28/4/2023.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.86.2023.71-78>

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu lựa chọn chất kết dính để chế tạo zeolit X dạng hạt, hình que, sử dụng trong Bloc làm khô, ứng dụng làm sạch khí của hệ thống máy nén khí. Độ cứng và khả năng hấp phụ của hạt zeolit tổng hợp sử dụng 03 tác nhân kết dính khác nhau gồm sol silica, boehmit và cacboxymethyl xenluloza được nghiên cứu so sánh để lựa chọn tác nhân phù hợp. Kết quả nghiên cứu cho thấy chất kết dính boehmit với hàm lượng 12% về khối lượng thu được hạt zeolit có độ cứng đảm bảo, độ trao đổi ion và dung lượng hấp phụ đối với nước và toluen lần lượt là 105 meq/100g, 11,25 g/100g và 11,17 g/100g.

Từ khoá: Zeolit X; Độ cứng; Chất kết dính.

1. MỞ ĐẦU

Zeolit là aluminosilicat ngậm nước được tạo ra từ alumina tứ diện (AlO_4^{5-}) và silica (SiO_4^{4-}) thông qua liên kết của các nguyên tử oxy [1]. Zeolit gồm hai loại chính là zeolit tự nhiên và tổng hợp [2, 3]. Zeolit tự nhiên chủ yếu được hình thành từ đá núi lửa và đá trầm tích như chabazit, clinoptilolite và mordenite [4], trong khi zeolit tổng hợp được điều chế bằng phương pháp thủy nhiệt từ các nguồn silic và nhôm khác nhau [5]. Zeolit có các đặc tính ưu việt như độ xốp lớn và cấu trúc đa dạng [6], độ đồng đều cao về kích thước và hình dạng lỗ, tính linh động của các cation, tính ưa nước và kỵ nước của chất được hấp phụ và chất hấp phụ [7, 8]. Ngày nay, zeolit tiếp tục tìm thấy nhiều ứng dụng khác nhau trong việc giải quyết các vấn đề về môi trường, khoa học và công nghiệp [2]. Trong đó, Zeolit X thuộc họ vật liệu Faujasite, chúng được tìm thấy lần đầu tiên tại Đức, và chỉ tìm thấy ở một số nơi trên thế giới. Zeolit X có các đơn vị cấu trúc thứ cấp (secondary building unit, SBU) là các vòng kép 6 cạnh (D6R), đơn vị cấu trúc cơ bản của zeolit X là sodalit [9]. Zeolit X có đường kính mao quản 7,4 Å và đường kính động học bằng 8,1 Å nên zeolit X có thể hấp phụ các phân tử hợp chất hữu cơ có đường kính động học lên tới 8,1 Å, như các hợp chất vòng thơm [10]. Đặc biệt, với đặc trưng cấu trúc của zeolit X và là loại vật liệu có tính bền cơ học tốt, nên chúng được sử dụng nhiều hơn silicagel trong các hệ thống hút ẩm, làm sạch khí loại bỏ hơi nước, hơi dầu của các bloc làm khô trong các trang thiết bị, máy nén khí, các hệ thống làm lạnh [3]. Đối với các bloc làm khô của máy nén khí, việc sử dụng loại zeolit có thể tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình tái tạo môi trường để bắt đầu một chu kỳ tạo khí tiếp theo. Hiện nay, các ứng dụng rộng rãi của chất hút ẩm, làm sạch không khí trên cơ sở zeolit thường được sử dụng là vật liệu dạng hạt, hình que hoặc dạng hạt tròn. Các vật liệu dạng hạt sẽ đáp ứng tốt cho yêu cầu sử dụng và tái sử dụng, tuy nhiên, trong một số trường hợp yêu cầu cao thì độ cứng của zeolit không những cần đảm bảo mà dung lượng hấp phụ cũng phải đáp ứng được quy định, khi đó, việc lựa chọn chất kết dính và quá trình xử lý nhiệt sau tạo hạt là hết sức quan trọng, quyết định đến khả năng hấp phụ của hạt zeolit thành phẩm.

Chất kết dính đã được chứng minh có thể tạo nên những hiệu quả nhất định khi kết hợp với zeolit và một trong số đó là cải thiện độ cứng, độ bền nhiệt và đáp ứng được dung lượng hấp phụ

cao. Hiện nay, các hệ sol silica, boehmit và cacboxymethyl xenluloza (CMC) đã được nghiên cứu như các chất kết dính có khả năng chịu nhiệt và bổ sung độ cứng lớn cho các vật liệu zeolit loại FAU, zeolit loại Y hay zeolit loại A [11-13].

Bài báo đưa ra quy trình chế tạo zeolit X dạng bột từ tỷ lệ mol các hợp phần trong gel ban đầu là $3\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4,5\text{SiO}_2 \cdot 110\text{H}_2\text{O} \cdot 2\text{NaCl}$, từ zeolit X dạng bột tiếp tục nghiên cứu, khảo sát lựa chọn chất kết dính gồm sol silica, boehmit và CMC, quá trình khảo sát được đánh giá tính chất đặc trưng độ cứng, đương lượng trao đổi ion của vật liệu và dung lượng hấp phụ của vật liệu đối với các tác nhân toluen, ethanol, hơi nước.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Hoá chất - thiết bị, dụng cụ

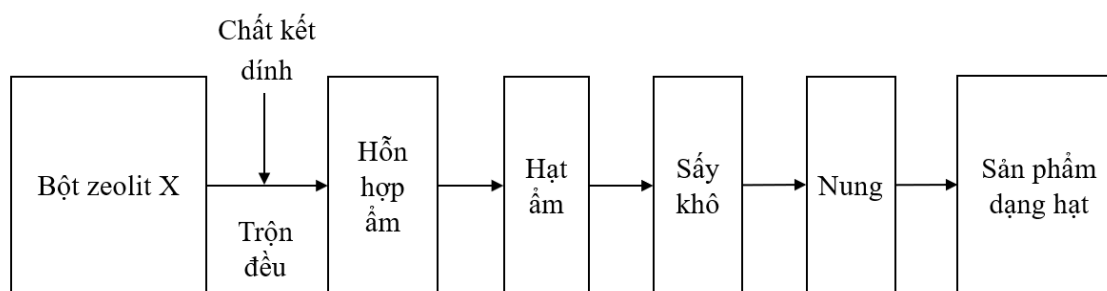
Hoá chất được sử dụng trong quá trình nghiên cứu gồm hoá chất cho tổng hợp và phân tích của hãng Merck (USA) và Mackin (Trung Quốc): thủy tinh lỏng có tỷ trọng $d=1,36 \text{ g/ml}$; thành phần khối lượng: 37,48 % SiO_2 ; 9,21 % Na_2O ; $\text{Al}(\text{OH})_3$, NaOH , NaCl , NH_4Cl , HCl chuẩn, HNO_3 , H_2SO_4 , BaCl_2 , ethanol, toluen, chất tạo cấu trúc BX, nước deion. Các chất chỉ thị: Phenolphthalein, AgNO_3 , giấy quỳ. Các chất kết dính sol silica, boehmit và cacboxymethyl xenluloza (CMC).

Thiết bị, dụng cụ: autoclave loại 100 mL, 200 mL; máy khuấy từ gia nhiệt MS300HS (Hàn quốc); tủ sấy chân không, máy ly tâm (Hermle, Đức), lò nung Lenton-Anh. Các thiết bị dùng trong phân tích đánh giá cấu trúc vật liệu: XRD, IT-TR, Micropore. Dụng cụ thủy tinh dùng trong phòng thí nghiệm.

2.2. Chế tạo vật liệu

2.2.1. Chế tạo zeolit X dạng hạt

Zeolit X dạng bột được chế tạo trong các điều kiện thực nghiệm gồm: Tỷ lệ mol các hợp phần trong gel ban đầu: $3\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4,5\text{SiO}_2 \cdot 110\text{H}_2\text{O} \cdot 2\text{NaCl}$. Nhiệt độ già hóa ở 25°C trong 48 h. Nhiệt độ kết tinh 95°C trong 24 h. Vật liệu dạng bột sau khi chế tạo được tiếp tục được phối trộn với chất kết dính và xử lý nhiệt để tạo thành zeolit X dạng hạt. Hình 1 là sơ đồ chế tạo zeolit X dạng hạt.



Hình 1. Sơ đồ quá trình tạo hạt zeolit X.

Hỗn hợp bột zeolit X được trộn với một lượng dung dịch chất kết dính thích hợp, trộn đều được hỗn hợp bột ướt, để hong khô tại nhiệt độ phòng 60 phút, sau đó, hỗn hợp được đem đi tạo hạt trên máy ép đùn tạo hạt hình trụ đường kính 4,0 mm. Các hạt sau ép đùn được sấy khô trong tủ sấy theo hai giai đoạn tại 60°C trong 12 h và 120°C trong 6 h, thu được các hạt khô. Hạt khô tiếp tục được nung ở 500°C trong 2 h, tốc độ gia nhiệt 3°C/phút để ổn định cấu trúc.

2.2.2. Khảo sát lựa chọn chất kết dính

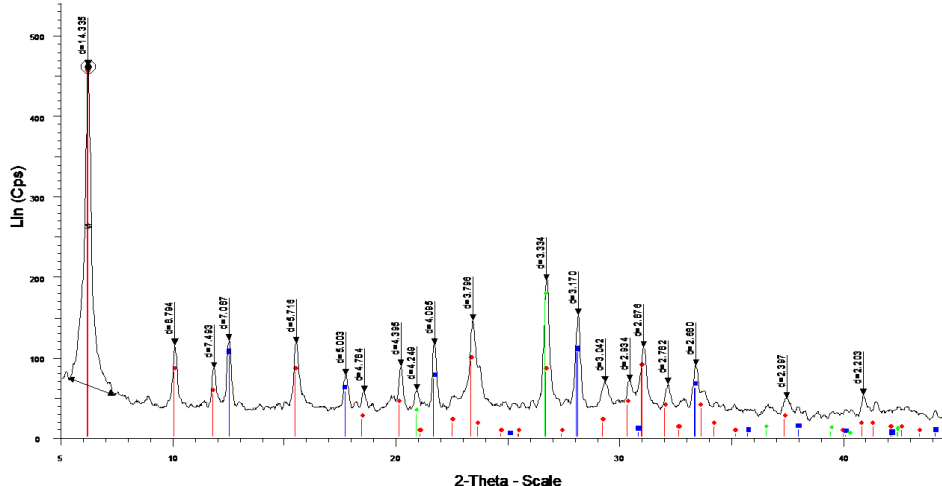
Zeolit dạng hạt chế tạo từ zeolit dạng bột được khảo sát lựa chọn chất kết dính với ba hệ kết dính gồm: sol silica (thủy tinh lỏng), boehmit, CMC. Quá trình khảo sát ảnh hưởng của chất kết dính được đánh giá thông qua xác định độ cứng của hạt (khả năng chịu bền nghiền), dung lượng

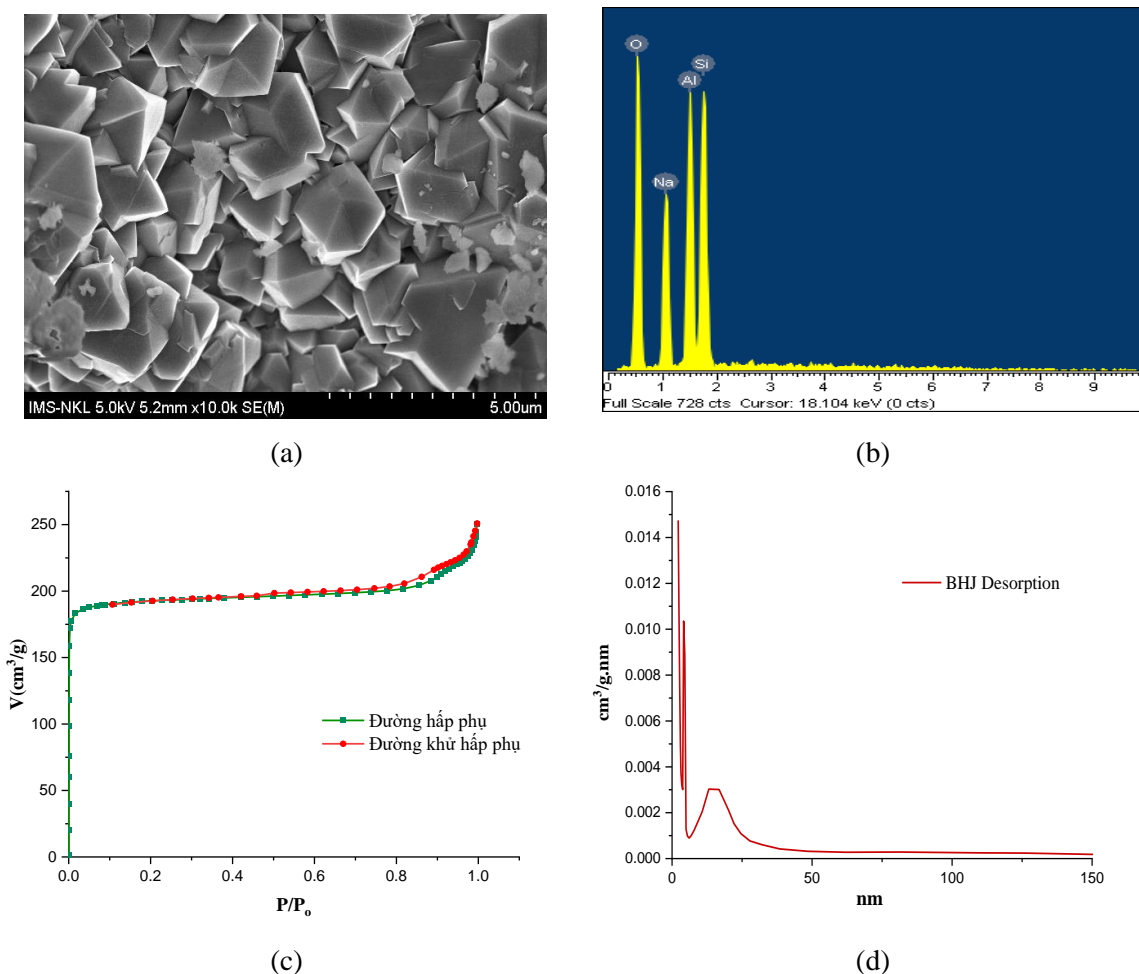
trao đổi ion và dung lượng hấp phụ đối với nước và toluen. Các thông số đặc trưng trên được đánh giá theo tiêu chuẩn TY38.10281-88 (Nga).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc trưng cấu trúc của zeolit X dạng bột

Đặc trưng cấu trúc của zeolit X dạng bột chế tạo theo tỷ lệ gel ban đầu: $3\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4,5\text{SiO}_2 \cdot 110\text{H}_2\text{O} \cdot 2\text{NaCl}$ được đánh giá đặc trưng cấu trúc thông qua các phương pháp phân tích công cụ gồm Xray, FT-IR, FESEM. Hình 2, hình 3 là kết quả phổ Xray và FT-IR của mẫu zeolit X dạng bột.





Hình 4. Ảnh FESEM (a); Phổ tán xạ năng lượng tia X (EDX-b); Đường đẳng nhiệt hấp phụ N₂ (c) và phân bố mao quản BJH (d) của mẫu zeolit X dạng bột.

Ảnh FESEM trên hình 4.a cho thấy, các tinh thể của mẫu zeolit X khá đồng đều, sắc cạnh, kích thước tinh thể khoảng 2-3 μm. Tương ứng với kết quả chụp ảnh FESEM của mẫu là kết quả đo phổ EDX cho thấy trong mẫu chỉ xuất hiện các nguyên tố Na, Si, Al và O tương ứng với các nguyên tố có trong thành phần cấu trúc của tinh thể zeolit. Ngoài ra, không xuất hiện các nguyên tố C và Cl, chứng tỏ, trong quá trình xử lý làm sạch mẫu các thành phần này đã bị loại hết, cho sản phẩm thu được có độ tinh sạch cao.

Đường đẳng nhiệt hấp phụ và giải hấp phụ N₂ tại hình 4.c của mẫu zeolit X tổng hợp được có dạng I của vật liệu vi mao quản, đặc trưng với đường đẳng nhiệt nằm ngang, có giá trị dung lượng hấp phụ cao ngay ở áp suất tương đối P/P₀ thấp [9]. Kết quả tính toán theo BET cho thấy mẫu có diện tích bề mặt cao $S_{BET} = 729 \text{ m}^2/\text{g}$, tổng thể tích hấp phụ vi mao quản $0,259 \text{ cm}^3/\text{g}$.

Vậy với mẫu zeolit tổng hợp dạng bột, đặc trưng cho cấu trúc của zeolit X có diện tích bề mặt riêng lớn, tiếp tục được nghiên cứu khảo sát lựa chọn chất kết dính và xử lý nhiệt để tạo thành zeolit dạng hạt định hướng ứng dụng trong các hệ thống làm sạch khí của bloc làm khô trong máy nén khí.

3.2. Kết quả khảo sát lựa chọn chất kết dính trong chế tạo zeolit X dạng hạt

Zeolit X dạng hạt được chế tạo sử dụng chất kết dính CMC, kết quả đánh giá khả năng tạo hạt và độ bền hạt, khả năng hấp phụ nước, toluen và trao đổi CEC được trình bày tại bảng 1.

Bảng 1. Kết quả tạo hạt khi sử dụng chất kết dính CMC.

Chất kết dính (% kl)	Mức độ tạo hạt	Độ cứng (N/hạt)	Dung lượng hấp phụ C ₇ H ₈ (g/100g)	Dung lượng hấp phụ C ₂ H ₅ OH (g/100g)	Dung lượng hấp phụ H ₂ O (g/100g)	CEC Meq/100g
3	Hạt mềm, khó tạo hình	30	15,52	14,89	16,68	110
4	Hạt cứng, dễ tạo hình	46	15,87	16,02	17,98	120
5	Hạt cứng, dễ tạo hình	50	14,72	15,68	17,08	117
6	Hạt mềm, tương đối khó tạo hình	32	14,60	14,32	15,58	92

Kết quả khảo sát tại bảng 1 cho thấy, khi tăng hàm lượng chất kết dính thì khả năng tạo hạt và độ cứng hạt tăng lên đến tỉ lệ 4% khối lượng. Tiếp tục tăng hàm lượng chất kết dính thì khả năng tạo hạt và độ cứng hạt sẽ giảm đi. Điều này có thể giải thích là do ban đầu chất kết dính còn ít không đủ để kết dính cả khối zeolit nên khả năng liên kết tạo hạt thấp, tăng nồng độ chất kết dính lên sẽ làm cho khả năng tạo hạt cũng như độ cứng hạt tăng lên. Nhưng nếu nồng độ chất kết dính cao quá sẽ dẫn đến tình trạng các chất kết dính tích tụ nhiều thành cụm trong các mao quản zeolit, khi xử lý nhiệt các chất kết dính sẽ bị bay đi làm vật liệu bị rỗng, xốp, liên kết trong các hạt zeolit chỉ là liên kết của các hạt zeolit với nhau nên khả năng tạo hạt cũng như độ cứng sẽ bị giảm đi. Khi đó, dung lượng hấp phụ toluen của hạt zeolit cũng tăng lên do tạo ra nhiều lỗ trống lớn dễ dàng cho việc hấp phụ toluen. Ngoài ra, việc nung có thể dẫn đến tạo thành cặn cacbon bám trên mao quản và lấp chỗ các tâm mao quản, đặc biệt quá trình nung không triệt để làm cho dung lượng hấp phụ các chất có kích thước nhỏ và khả năng trao đổi CEC bị giảm đi. Từ đó cho thấy, mẫu zeolit X có 4% khối lượng chất kết dính là mẫu có khả năng tạo hạt, hấp phụ tốt và dung lượng hấp phụ CEC tương đối cao.

Bảng 2. Kết quả tạo hạt khi sử dụng chất kết dính sol silica.

Chất kết dính (% kl)	Mức độ tạo hạt	Độ cứng (N/hạt)	Dung lượng hấp phụ C ₇ H ₈ (g/100g)	Dung lượng hấp phụ C ₂ H ₅ OH (g/100g)	Dung lượng hấp phụ H ₂ O (g/100g)	CEC Meq/100g
10	Hạt khá mềm, khó tạo hình	35	10,56	10,08	13,86	146
15	Hạt cứng, dễ tạo hình	50	11,17	12,89	14,65	105
17	Hạt cứng, dễ tạo hình	52	11,09	12,18	14,50	103
20	Hạt cứng, dễ tạo hình	53	11,30	11,86	11,25	82

Zeolit X dạng hạt được chế tạo sử dụng chất kết dính sol silica, kết quả đánh giá khả năng tạo

hạt và độ bền hạt, khả năng hấp phụ nước, toluen và trao đổi CEC được trình bày tại bảng 2.

Kết quả khảo sát tại bảng 2 ta thấy, khi tăng nồng độ chất kết dính thì khả năng tạo hạt cũng như độ cứng hạt tăng lên nhưng dung lượng hấp thụ và khả năng trao đổi CEC lại giảm đi. Điều này có thể giải thích là tương tự như đối với chất kết dính thủy tinh lỏng, sau khi nung các chất kết dính không bị bay đi mà vẫn giữ lại ở trong các mao quản nên khi tăng nồng độ chất kết dính lên thì khả năng tạo hạt cũng như độ cứng tăng lên. Ngoài ra, các chất kết dính bị lấp chỗ các tâm hoạt động trong mao quản làm cho dung lượng hấp phụ và khả năng trao đổi CEC giảm đi. Vậy thấy rằng mẫu zeolit X có 15% khối lượng chất kết dính là sol silica thì cho mẫu có khả năng tạo hạt cao và hấp phụ cao đồng thời dung lượng hấp phụ CEC tương đối cao.

Zeolit X dạng hạt được chế tạo sử dụng chất kết dính boehmit, kết quả đánh giá khả năng tạo hạt và độ bền hạt, khả năng hấp phụ nước, toluen và trao đổi CEC được trình bày tại bảng 3.

Bảng 3. Kết quả tạo hạt khi sử dụng chất kết dính là boehmit.

Chất kết dính (% kl)	Mức độ tạo hạt	Độ cứng (N/hạt)	Dung lượng hấp phụ C ₇ H ₈ (g/100g)	Dung lượng hấp phụ C ₂ H ₅ OH (g/100g)	Dung lượng hấp phụ H ₂ O (g/100g)	CEC Meq/100g
6	Hạt mềm, khó tạo hạt	32	15,64	16,65	18,32	156
8	Hạt cứng, dễ tạo hạt	42	15,96	17,35	19,23	145
12	Hạt cứng, dễ tạo hạt	61	16,98	17,49	21,19	150
15	Hạt cứng, dễ tạo hạt	48	17,32	15,84	16,54	116

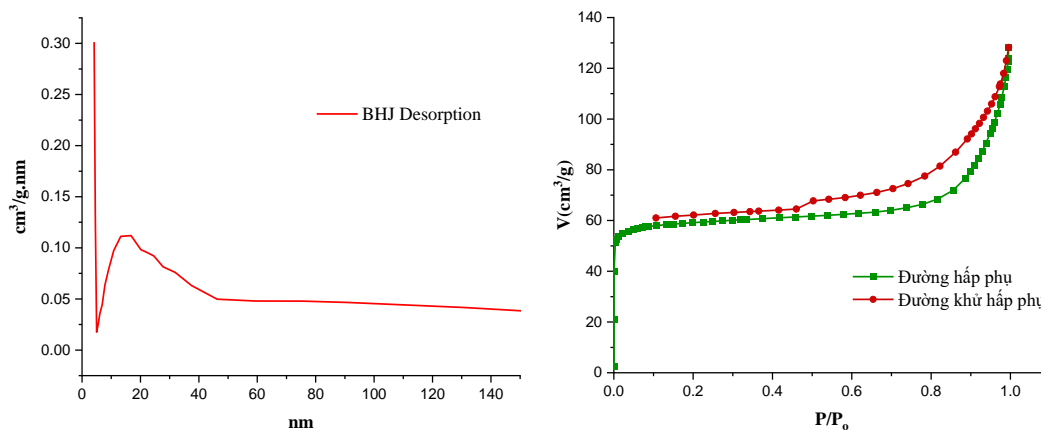
Kết quả khảo sát tại bảng 3 cho thấy, khi tăng nồng độ chất kết dính lên thì khả năng tạo hạt và độ cứng hạt tăng lên, cực đại của hạt zeolit X là 12% khối lượng chất kết dính, nhưng nếu tăng nồng độ Boehmit lên cao quá thì độ cứng của hạt zeolit giảm đi. Điều này được giải thích rằng ban đầu nồng độ chất kết dính ít sẽ không đủ để kết dính cả khối zeolit, còn nếu nồng độ chất kết dính cao quá thì do boehmit khi nung mất nước nhiều hơn và lượng axit HNO₃ cần dùng nhiều hơn khi nung sẽ phân hủy tạo khí NO_x thoát ra nhiều làm cấu trúc khung mạng kém bền hơn. Từ đó, chọn mẫu zeolit X có 12% khối lượng chất kết dính là mẫu có khả năng tạo hạt, hấp phụ tốt nhất và dung lượng hấp phụ CEC và tương đối cao.

Từ kết quả nghiên cứu các chất kết dính khác nhau cho thấy, chất kết dính boehmit cho độ cứng tốt nhất trong khi các thông số về dung lượng hấp phụ các tác nhân khác nhau như toluen, ethanol tương đương với hai chất kết dính là thủy tinh lỏng và CMC. Đặc biệt dung lượng hấp phụ hơi nước và đương lượng trao đổi CEC đối với việc sử dụng chất kết dính boehmit cao hơn so với hai chất kết dính còn lại, đây là một trong những yếu tố thuận lợi cho việc loại nước và làm sạch khí của các bloc làm khô trong hệ thống máy nén khí.

Hình 5 là giản đồ đường đẳng nhiệt hấp phụ N₂ và phân bố mao quản BJH của mẫu zeolit X dạng hạt sử dụng chất kết dính boehmit với hàm lượng 12%.

Đường đẳng nhiệt hấp phụ và giải hấp phụ N₂ của mẫu zeolit X dạng hạt (hình 5) có dạng của vật liệu giữa vi mao quản và mao quản trung bình, đặc trưng với đường đẳng nhiệt nằm ngang và có sự xuất hiện của vòng trễ tại vùng áp suất tương đối P/P₀ từ 0,5 đến 1,0. Kết quả tính toán

theo BET cho thấy mẫu có diện tích bề mặt cao $S_{BET} = 516 \text{ m}^2/\text{g}$, tổng thể tích hấp phụ vi mao quản $0,206 \text{ cm}^3/\text{g}$. So sánh kết quả này với kết quả zeolit dạng bột trước khi tạo hạt cho thấy diện tích bề mặt và tổng thể tích hấp phụ vi mao quản có giảm, kết quả giảm này là do tác nhân kết dính chứa thành phần Al được bổ sung vào hệ vật liệu, sau quá trình xử lý nhiệt xuất hiện hệ thống mao quản thứ cấp có kích thước mao quản trung bình, lớn hơn so với hệ vi mao quản của zeolit dạng bột ban đầu. Từ kết quả khảo sát độ cứng và khả năng hấp phụ hơi dung môi của vật liệu cho thấy, quá trình tạo hạt thu được zeolit dạng hạt, hình que có tính chất tốt, đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật sử dụng trong các hệ thống làm sạch khí của bloc làm khô trong máy nén khí.



Hình 5. Đường đẳng nhiệt hấp phụ N_2 và phân bố mao quản BJH của mẫu zeolit X dạng hạt.

4. KẾT LUẬN

Vật liệu zeolit X dạng bột được tổng hợp theo tỷ lệ gel ban đầu là $3\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4,5\text{SiO}_2 \cdot 110\text{H}_2\text{O} \cdot 2\text{NaCl}$. Với nhiệt độ già hóa ở $25 \text{ }^\circ\text{C}$ trong 48 h, kết tinh tại $95 \text{ }^\circ\text{C}$ trong 24 h. Vật liệu thu được có đặc trưng cấu trúc phổ XRD cho pic tại góc $2\theta = 6,2^\circ$, phổ hồng ngoại cho pic tại số sóng 569 cm^{-1} đặc trưng cho dao động liên kết ngoài tứ diện TO_4 của vòng kép 6 cạnh trong zeolit X và diện tích bề mặt riêng của vật liệu dạng bột theo BET đạt $779 \text{ m}^2/\text{g}$, thể tích hấp phụ vi mao quản đạt $0,259 \text{ m}^3/\text{g}$. Vật liệu zeolit X dạng bột sau khi chế tạo được nghiên cứu khảo sát với hệ chất kết dính là sol silica, CMC và boehmit và xử lý nhiệt để ổn định cấu trúc. Với hàm lượng chất kết dính boehmit lựa chọn 12% về khối lượng cho thu được zeolit X ở dạng hạt có đường kính $3,6 \div 3,8 \text{ mm}$, độ cứng đạt 61 N/hạt, đương lượng trao đổi 150 meq/100g, dung lượng hấp phụ động đối với toluen, ethanol, hơi nước lần lượt đạt 16,98 g/100g; 17,49 g/100g và 21,19 g/100g.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin cảm ơn sự tài trợ về kinh phí của đề tài mã số KC-KT.17/20 thuộc chương trình KH-CN cấp Bộ Quốc phòng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. A. G. Olaremu, E. O. Odebunmi, F. O. Nwosu, A. O. Adeola, and T. G. Abayomi, "Synthesis of zeolite from kaolin clay from Erusu Akoko southwestern," Journal of Chemical Society of Nigeria, vol. 43, no. 3, (2018).
- [2]. M. Moshoeshe, M. S. Nadiye-Tabbiruka, and V. J. A. J. M. S. Obuseng, "A review of the chemistry, structure, properties and applications of zeolites," vol. 7, no. 5, pp. 196-221, (2017).
- [3]. L. Bacakova, M. Vandrovcova, I. Kopova, and I. Jirka, "Applications of zeolites in biotechnology and medicine – a review," Biomaterials Science, 10.1039/C8BM00028J vol. 6, no. 5, pp. 974-989, (2018).
- [4]. E. Nyankson et al., "Synthesis and characterisation of zeolite-A and Zn-exchanged zeolite-A based on natural aluminosilicates and their potential applications," Cogent Engineering, vol. 5, no. 1, p. 1440480, (2018).

-
- [5]. T. Pan, Z. Wu, and A. C. K. Yip, "Advances in the Green Synthesis of Microporous and Hierarchical Zeolites: A Short Review," *Catalysts*, vol. 9, no. 3, (2019). doi: 10.3390/catal9030274
- [6]. G. S. A. Melaningtyas, Y. K. Krisnandi, and R. Ekananda, "Synthesis and characterization of NaY zeolite from Bayat natural zeolite: effect of pH on synthesis," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 496, no. 1, p. 012042, (2019).
- [7]. A. Ruíz-Baltazar, R. Esparza, M. Gonzalez, G. Rosas, and R. J. J. o. N. Pérez, "Preparation and characterization of natural zeolite modified with iron nanoparticles," vol. 16, no. 1, pp. 274-274, (2015).
- [8]. E. Ghadamnan, S. R. Nabavi, M. J. J. o. W. Abbasi, and E. Nanotechnology, "Nano LTA zeolite in water softening process: synthesis, characterization, kinetic studies and process optimization by response surface methodology (RSM)," vol. 4, no. 2, pp. 119-138, (2019).
- [9]. P. L. Tran-Nguyen et al., "Facile synthesis of zeolite NaX using rice husk ash without pretreatment," *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, vol. 123, pp. 338-345, (2021).
- [10]. H. Mousavi, J. Towfighi Darian, and B. Mokhtarani, "Enhanced nitrogen adsorption capacity on Ca²⁺ ion-exchanged hierarchical X zeolite," *Separation and Purification Technology*, vol. 264, p. 118442, (2021).
- [11]. G. Rioland et al., "Elaboration of FAU-type zeolite beads with good mechanical performances for molecular decontamination," *RSC Advances*, 10.1039/C5RA23258A vol. 6, no. 3, pp. 2470-2478, (2016).
- [12]. S. Guo, S. Yu, H. Tian, and Z. Da, "Mechanistic insights into the interaction between binders and Y-type zeolites in fluid catalytic cracking," *Fuel*, vol. 324, p. 124640, (2022).
- [13]. I. M. Gerzeliev et al., "Effect of Binder on the Properties of MWW Zeolite Catalysts in Benzene Alkylation with Propylene," *Petroleum Chemistry*, vol. 59, no. 7, pp. 695-700, (2019).
- [14]. C. Wang, W. Xu, Z. Qin, H. Guo, X. Liu, and S. J. J. o. E. C. Mintova, "Highly active Pd containing EMT zeolite catalyst for indirect oxidative carbonylation of methanol to dimethyl carbonate," vol. 52, pp. 191-201, (2021).
- [15]. M. D. Oleksiak and J. D. Rimer, "Synthesis of zeolites in the absence of organic structure-directing agents: factors governing crystal selection and polymorphism," vol. 30, no. 1, pp. 1-49, (2014).

ABSTRACT

A study to select binders to synthesize zeolite X for the drying block of air compressor

This paper presents the research results on the selection of binders for preparing rod-shaped X zeolite used in drying blocks to remove condensate from the air compressor system. The hardness and adsorption capacity of zeolite particles synthesized using 3 different binding agents, including silica sol, boehmite, and carboxymethyl cellulose, which were compared to select the appropriate agent. The results showed that zeolite particles made from boehmite binder with 12% content by weight had good hardness, ion exchange capacity and adsorption capacity for water and toluene, which are 105 meq/100g, 11,25 g/100g, and 11.17 g/100 g, respectively.

Keywords: X zeolite; Hardness; Boehmite binder.