

# TỔNG HỢP HYDROTANXIT Mg/Al LÀM XÚC TÁC CHO PHẢN ỨNG NGUNG TỤ ANDOL GIỮA AXETON VÀ BENZANDEHIT

• Bùi Thị Minh Nguyệt<sup>(\*)</sup>

## Tóm tắt

Hydrotanxit Mg/Al với tỷ lệ Al/(Al + Mg) khác nhau đã được điều chế thành công bằng phương pháp đồng kết tủa và được xác định bởi các phương pháp: phân tích nhiệt, nhiễu xạ tia X và BET. Nghiên cứu cho thấy, vật liệu hydrotanxit Mg/Al thu được là đơn pha hydrotanxit và có dạng mao quản trung bình (diện tích bề mặt 284 m<sup>2</sup>/g và bán kính mao quản khoảng 46 Å). Ngoài ra, nghiên cứu còn cho thấy vật liệu hydrotanxit Mg/Al ở tỷ lệ Al/(Al + Mg) = 0,30 có khả năng xúc tác cao nhất cho quá trình ngưng tụ andol giữa axeton và benzandehit, trong điều kiện khảo sát, benzandehit gần như được chuyển hóa hoàn toàn sau 120 phút phản ứng.

Từ Khóa: Hydrotanxit, chất xúc tác, ngưng tụ andol, axeton, benzandehit.

## 1. Đặt vấn đề

Từ axeton có thể ngưng tụ thành các sản phẩm với những tính chất quý giá như: nhiệt độ sôi và nhiệt độ bắt lửa cao, ít tan trong nước, có độ nhớt tốt. Vì vậy, chúng có thể làm dung môi, dầu phanh, làm giàu quặng, tuyển than, dùng trong chế biến dầu mỏ...

Phản ứng ngưng tụ andol đã được nghiên cứu rất nhiều trên xúc tác đồng thể acid hoặc bazơ, nhưng với xúc tác đồng thể có một vài nhược điểm: tách và tái tạo lại xúc tác gặp nhiều khó khăn, gây ăn mòn thiết bị, gây ô nhiễm môi trường và khó điều khiển theo ý muốn. Chính vì thế, xúc tác dị thể được quan tâm nghiên cứu nhằm thay thế cho loại xúc tác đồng thể đặc biệt trong phản ứng ngưng tụ andol [4].

Hydrotanxit (HT) có cấu trúc lớp và tế bào nguyên tố là Mg<sub>6</sub>Al<sub>2</sub>(OH)<sub>16</sub>CO<sub>3</sub>·4H<sub>2</sub>O. Cấu trúc tinh thể của HT được xem như tương tự với cấu trúc của khoáng bruxit Mg(OH)<sub>2</sub>, trong đó ion Mg<sup>2+</sup> liên kết phối trí với 6 nhóm hydroxyl [2]. Khi các ion Al<sup>3+</sup> được thay thế cho một số ion Mg<sup>2+</sup> trong mạng lưới để tạo thành HT, thì trên các lớp có dư điện tích dương. Điện tích dương này sẽ được bù trừ bằng các anion, thông thường là CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>. Khoảng trống giữa các lớp được lấp đầy bằng các anion và nước. Đối với HT dạng Mg/Al có thể có thành phần hợp thức là [Mg<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>(OH)<sub>2</sub>]<sup>x+</sup>·[CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>]<sub>x/2</sub>·mH<sub>2</sub>O, trong đó, x = Al/(Al + Mg), m là số phân tử nước kết tinh ở giữa các lớp [1], [2]. Khi xử lý nhiệt đến 200°C thì nước thoát ra, tiếp tục nâng nhiệt độ cao hơn nhưng không quá 500°C thì CO<sub>2</sub> được

giải phóng và bề mặt bị dehydroxyl hóa một phần, khi đó thu được dạng oxit hỗn hợp Mg-Al, ví dụ, Mg<sub>6</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>8</sub>(OH)<sub>2</sub>. HT có tính chất bazơ và có thể làm xúc tác cho các phản ứng xảy ra theo cơ chế cacbanion, nhất là trong tổng hợp tinh vi.

Trong công trình này, chúng tôi thông báo một số kết quả về tổng hợp HT Mg/Al bằng phương pháp đồng kết tủa và đánh giá khả năng xúc tác trong phản ứng ngưng tụ andol giữa axeton và benzandehit trên sản phẩm điều chế được.

## 2. Nội dung nghiên cứu

### 2.1. Thực nghiệm

#### - Hóa chất:

Các hóa chất được sử dụng trong thực nghiệm của hãng Merck (Đức), bao gồm: NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O, axeton, benzandehit.

#### - Tổng hợp hydrotanxit Mg/Al

Đầu tiên, hòa tan hỗn hợp gồm 51,3 g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> và 71 g NaOH trong 1,5 L nước cất, thu được dung dịch 1. Dung dịch 2 được tạo ra bằng cách hòa tan hỗn hợp muối gồm Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O và Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O có lượng xác định (Bảng 1) trong bình cầu 3 cổ đáy tròn dung tích 2 lít đã chứa sẵn 500 mL nước cất. Tiếp đến nhỏ từng giọt dung dịch 1 (2 giọt/giây) vào dung dịch 2 để đạt đến giá trị pH xác định. Tiến hành thủy phân dung dịch hỗn hợp phản ứng ở nhiệt độ thích hợp trong 3,5 giờ. Trong quá trình phản ứng, giá trị pH của dung dịch có thể giảm và khi đó có thể tiếp tục bổ sung bởi dung dịch 1 để giữ pH cố định. Hỗn hợp phản ứng sau khi thủy phân tiếp tục được giữ ổn định ở 65°C trong 18 giờ. Kết tủa thu được đem lọc, rửa bằng nước cất cho đến khi pH nước rửa < 8. Tiến hành

<sup>(\*)</sup> Trường Đại học Đồng Tháp.

sấy khô kết tủa ở 80°C trong 18 giờ, sau đó nung ở 450°C trong 20 giờ (có dẫn khí N<sub>2</sub> đi qua trong suốt quá trình nung).

**Bảng 1. Hàm lượng Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O và Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O trong dung dịch 2**

Hóa chất	Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3	Mẫu 4	Mẫu 5
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O (g)	96,19	91,65	85,50	77,00	68,35
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O (g)	46,97	53,62	62,63	75,00	87,38
Tỉ lệ Al/(Al+Mg)	0,25	0,30	0,33	0,40	0,50

### - Phản ứng ngưng tụ andol giữa axeton và benzandehit

Cho lượng chất xúc tác 0,5 g hoặc 1,0 g vào bình cầu 3 cổ (có lắp hệ thống sinh hàn) đã chứa sẵn 23 mL axeton và 1 mL benzandehit. Tiến hành khuấy trộn hỗn hợp phản ứng và điều chỉnh nhiệt độ phản ứng đến 25°C thông qua bề điều nhiệt. Thời gian phản ứng được tính từ lúc hỗn hợp phản ứng đạt nhiệt độ 25°C. Sau khi phản ứng xảy ra ở các khoảng thời gian khác nhau: 30; 45; 60; 120 và 180 phút, cho dừng phản ứng và lấy sản phẩm ra bằng cách lọc trên phễu lọc xốp (lấy phần nước trong). Phần nước trong được cho vào lọ thủy tinh có nắp đậy kín và mang đi đo sắc ký khí để xác định thành phần và độ chuyển hóa.

### 2.2. Các phương pháp phân tích.

Kết quả phân tích nhiệt (DTA) được ghi phổ trên thiết bị Lapsys Evo-1600 tại Phòng Vật liệu vô cơ, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Phổ nhiễu xạ tia X được ghi phổ trên máy Siemens D5000 tại Viện Khoa học Vật liệu, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Diện tích bề mặt riêng BET được đo trên máy Chembet - Mỹ, tại Trung tâm Khoa học và Công nghệ Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh. Phương pháp phân tích sắc ký khí được thực hiện trên máy sắc ký khí GC - Finigan (Italia) để định lượng sản phẩm phản ứng ngưng tụ andol giữa axeton và benzandehit. Thành phần phần trăm về khối lượng của các ion kim loại có trong mẫu HT Mg/Al được xác định bằng phương pháp chuẩn độ tạo phức tại Viện Hóa học, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

### 2.3. Kết quả và thảo luận

#### 2.3.1. Ảnh hưởng của pH dung dịch phản ứng đến quá trình tổng hợp HT Mg/Al

Mặc dù một vài nhận định cho rằng, cấu trúc của HT Mg/Al có thể tồn tại với tỷ lệ Al/(Al + Mg) nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,5 [2]. Tuy nhiên, theo nhiều nghiên cứu cho thấy, chỉ có thể thu được HT Mg/Al tinh khiết khi tỷ lệ trên nằm trong khoảng từ 0,2 đến 0,33 [1], [3]. Để khảo sát ảnh hưởng của pH dung dịch phản ứng đến tỷ lệ này, chúng tôi tiến hành thay đổi giá trị pH của dung dịch phản ứng ở các giá trị khác nhau: 8,0; 9,2; 10,5 và 13,0. Phản ứng được thực hiện ở nhiệt độ 65°C, các điều kiện thí nghiệm khác được giữ cố định như ở mục 2.1.

Từ kết quả ở Bảng 2 cho thấy, khi phản ứng tổng hợp HT Mg/Al xảy ra ở pH thấp từ 8,0 đến 9,2 thì tỷ lệ Al/(Al + Mg) trong HT Mg/Al dao động tương ứng từ 0,27 đến 0,30. Tỷ lệ này gần với tỷ lệ Al/(Al + Mg) ban đầu có trong dung dịch muối đem phản ứng. Trong trường hợp thực hiện phản ứng ở pH = 10,5 và pH = 13 thì tỷ lệ Al/(Al + Mg) tương ứng chỉ bằng 0,21 và 0,19. Điều này cho thấy, rất có thể khi đồng kết tủa HT Mg/Al ở pH cao (10,5 đến 13,0) thì Al<sup>3+</sup> đã không đi hết vào HT Mg/Al mà có một phần Al<sup>3+</sup> đã tạo thành Al(OH)<sub>3</sub>, sau đó bị hòa tan thành NaAlO<sub>2</sub>, từ đó làm giảm tỷ lệ Al/(Al + Mg) trong HT Mg/Al. Sau khi sấy ở 80°C với mẫu HT Mg/Al tổng hợp ở pH = 9,2, pH = 10,5 và pH = 13 thì khối lượng các mẫu HT Mg/Al tương ứng là 40,2 g, 18,5 g và 15,0 g. Từ việc so sánh khối lượng HT Mg/Al thu được có thể nhận thấy việc lý giải như trên là hợp lý. Như vậy, pH dung dịch phản ứng thích hợp để tổng hợp HT Mg/Al bằng phương pháp đồng kết tủa có tỷ lệ Al/(Al + Mg) theo ý muốn (gần với giá trị 0,3) là 9,2.

**Bảng 2. Ảnh hưởng của pH đến quá trình tổng hợp HT Mg/Al**

Nhiệt độ phản ứng (°C)	pH dung dịch phản ứng	Thời gian phản ứng (giờ)	Al/(Al + Mg) trước phản ứng	Al/(Al + Mg) trong HT	Khối lượng HT Mg/Al sau khi sấy (g)
65	8,0	3,5	0,33	0,27	30,7
65	9,2	3,5	0,33	0,30	40,2
65	10,5	3,5	0,33	0,21	18,1
65	13,0	3,5	0,33	0,19	15,0

2.3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng đến quá trình tổng hợp HT Mg/Al

Để khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng đến quá trình tổng hợp HT Al/Mg, chúng tôi tiến hành cố định giá trị pH của dung dịch phản ứng khoảng 9,2 và nhiệt độ phản ứng được thay đổi ở các giá trị khác nhau: < 5°C; 25°C; 45°C và 65°C.

**Bảng 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng đến quá trình tổng hợp HT Mg/Al**

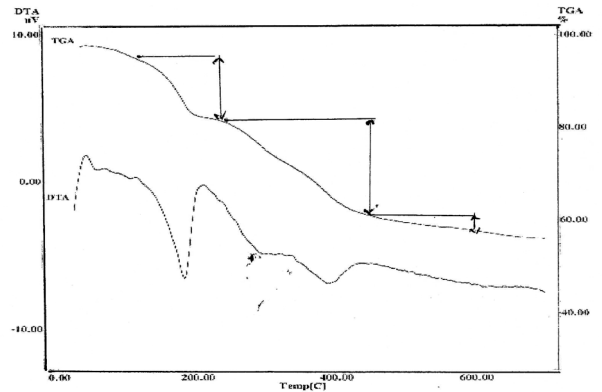
Nhiệt độ phản ứng (°C)	pH dung dịch phản ứng	Thời gian phản ứng (giờ)	Al/(Al + Mg) trước phản ứng	Al/(Al + Mg) trong HT	Khối lượng HT Mg/Al sau khi sấy (g)
< 5	9,2	3,5	0,33	0,242	17,8
25	9,2	3,5	0,33	0,350	36,5
45	9,2	3,5	0,33	0,368	37,8
65	9,2	3,5	0,33	0,300	40,2

Kết quả ở Bảng 3 cho thấy, khi thực hiện phản ứng trong điều kiện pH không thay đổi và tăng dần nhiệt độ trong khoảng từ 5°C đến 45°C, tỷ lệ Al/(Al + Mg) trong HT Mg/Al có xu hướng tăng dần từ 0,242 đến 0,368. Như vậy ở các khoảng nhiệt độ này, tỷ số Al/(Al + Mg) hoặc là quá bé hoặc là lớn hơn so với tỷ số Al/(Al + Mg) ban đầu. Tuy nhiên, khi tăng nhiệt độ phản ứng đến 65°C thì tỷ số Al/(Al + Mg) trong HT Mg/Al là 0,3, gần với tỷ số Al/(Al + Mg) trước phản ứng cũng như gần với giá trị mong muốn.

Từ khảo sát trên chúng tôi có thể nhận định: để tổng hợp các mẫu HT Mg/Al có tỷ lệ Al/(Al + Mg) theo ý muốn cần tổng hợp ở điều kiện nhiệt độ 65°C, phản ứng trong 3,5 giờ ở giá trị pH = 9,2. Vật liệu HT Mg/Al sau khi tổng hợp theo những điều kiện tối ưu, chúng tôi tiến hành ghi phổ nhằm xác định một số tính chất đặc trưng của chúng.

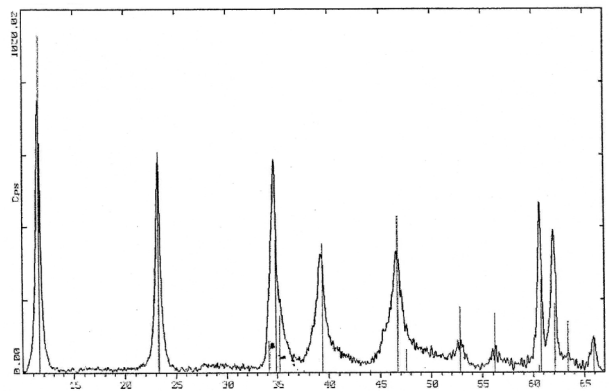
Từ giản đồ TG-DTA của mẫu HT Mg/Al ở Hình 1 nhận thấy xuất hiện ba vùng mất khối lượng, bao gồm: vùng thứ nhất (150 - 240°C) ứng với sự mất nước giữa các lớp cấu trúc HT Mg/Al; vùng thứ hai (350 - 410°C) ứng với sự giải phóng CO<sub>2</sub> do quá trình phân hủy CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> trong cấu trúc HT Mg/Al và vùng thứ ba (410 - 600°C) được cho là quá trình tiếp tục mất CO<sub>2</sub> và OH<sup>-</sup> trong cấu trúc HT Mg/Al. Kết quả phổ TG-DTA còn cho thấy, trong khoảng nhiệt độ từ 450 - 600°C có sự giảm

khối lượng không đáng kể, do đó chúng tôi nhận định nhiệt độ nung vật liệu HT Mg/Al thích hợp là khoảng 450°C.



**Hình 1. Giản đồ phân tích nhiệt vật liệu HT Mg/Al**

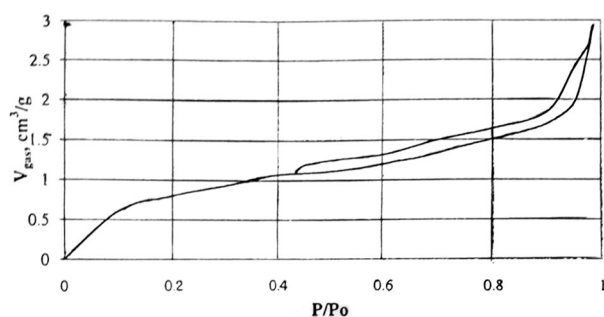
Phổ XRD ở Hình 2 cho thấy, vật liệu HT Mg/Al xuất hiện các pic có cường độ cao ở các góc 2θ = 11,7°; 23,3°; 60,8° và 62° tương ứng với các mặt (003), (006), (110) và (113) là đặc trưng của vật liệu HT Mg/Al có cấu trúc lớp [3]. Ngoài những pic đặc trưng cho pha HT Mg/Al không thấy xuất hiện các pic của pha lạ nào khác, chứng tỏ vật HT Mg/Al điều chế được có độ tinh khiết cao. Kết quả phổ XRD của chúng tôi cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của ở các công trình trước đây [3], [5].



**Hình 2. Giản đồ nhiễu xạ tia X của mẫu HT Mg/Al**

Đường hấp phụ và giải hấp N<sub>2</sub> trong kết quả chụp BET được đưa ra ở Hình 3. Từ Hình 3 nhận thấy đường đẳng nhiệt có một vòng trễ. Điều đó chứng tỏ rằng mẫu HT Mg/Al thuộc dạng vật liệu mao quản trung bình. Kết quả BET cho thấy vật liệu HT Mg/Al có diện tích bề mặt riêng khoảng 284 m<sup>2</sup>/g và có bán kính mao quản khoảng 46 Å.

Với kết quả này thì vật liệu HT Mg/Al có thể dùng làm chất xúc tác cho phản ứng ngưng tụ andol.



**Hình 3. Đường hấp phụ - giải hấp N<sub>2</sub> của mẫu HT Mg/Al**

2.3.3. Phản ứng ngưng tụ andol giữa axeton và benzandehit

- Ảnh hưởng của tỷ lệ Al/(Mg + Al):

Lượng chất xúc tác HT Mg/Al được sử dụng là 0,5 g, phản ứng được thực hiện ở 25°C trong 1 giờ. Chúng tôi tiến hành khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ Al/(Mg + Al) đến quá trình ngưng tụ giữa axeton và benzandehit (4.10<sup>-4</sup> mol/L) bằng cách thay đổi lượng muối đưa vào sao cho tỷ lệ này đạt giá trị trong khoảng từ 0,25 đến 0,50. Kết quả về độ chuyển hóa của benzandehit trong phản ứng ngưng tụ với axeton theo tỷ lệ Al/(Mg + Al) thay đổi được trình bày trong Bảng 4.

**Bảng 4. Độ chuyển hóa của benzandehit trong phản ứng ngưng tụ với axeton**

Vật liệu HT Mg/Al					
Tỷ lệ Al/(Mg + Al)	0,25	0,30	0,33	0,40	0,50
Độ chuyển hóa (%)	42	60	65	56	55

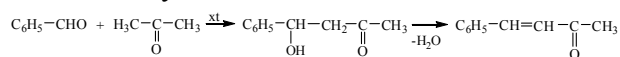
Kết quả ở Bảng 4 cho thấy, khi tăng dần tỷ lệ Al/(Mg + Al) từ 0,25 đến 0,33 độ chuyển hóa tăng từ 42% đến 65%, sau đó giảm xuống khi tỷ lệ Al/(Mg + Al) > 0,33. Điều này cho thấy xúc tác thu được có tỷ lệ Al/(Mg + Al) = 0,33 thể hiện đầy đủ tính chất của HT Mg/Al.

- Ảnh hưởng của lượng xúc tác và thời gian phản ứng:

Ảnh hưởng của lượng chất xúc tác HT Mg/Al và thời gian phản ứng đến quá trình ngưng tụ andol giữa axeton và benzandehit (4.10<sup>-4</sup> mol/L) được khảo sát bằng cách sử dụng lượng HT Mg/Al ở các giá trị 0,5 g hoặc 1,0 g và tiến hành phản ứng trong khoảng thời gian thay đổi từ 30 đến 180 phút. Kết quả thí nghiệm về độ chuyển hóa và sự

phân bố sản phẩm theo khảo sát này được trình bày ở Bảng 5.

Kết quả thu được ở Bảng 5 cho thấy, ngoài sản phẩm chính là 4-hydroxy-4-phenylbutan-2-on ( $\beta$ -andol), còn thu được benzanaxeton. Có thể thấy phản ứng giữa axeton và benzandehit xảy ra theo sơ đồ sau đây:



Trong hai giai đoạn, giai đoạn quan trọng nhất là giai đoạn xảy ra phản ứng cộng vào >C=O. Giai đoạn này có thể xảy ra trên trung tâm bazơ của xúc tác, các trung tâm bazơ này giúp hoạt hóa quá trình tạo thành cacbanion -CH<sub>2</sub>COCH<sub>3</sub>. Chính cacbanion này tác dụng với phân tử axeton thứ hai hay với phân tử benzandehit để cho phản ứng tiếp diễn.

**Bảng 5. Độ chuyển hóa và sự phân bố sản phẩm trên xúc tác HT Mg/Al**

mxt (g)	Thời gian phản ứng	Độ chuyển hóa (%)	Độ chọn lọc (%)		
			$\beta$ -andol	Benzanaxeton	Sản phẩm khác
0,5	30	44,75	95,02	4,98	0,00
1,0	30	76,89	92,60	7,40	0,00
0,5	45	57,80	93,07	6,93	0,00
1,0	45	85,14	87,80	10,20	2,00
0,5	60	65,23	91,15	3,24	5,61
1,0	60	91,20	83,15	3,24	5,61
0,5	120	95,10	89,79	4,44	5,77
1,0	120	98,37	78,24	16,56	5,20
0,5	180	97,50	85,00	5,10	8,00
1,0	180	-	-	-	-

Kết quả ở Bảng 5 còn cho thấy, mẫu HT Mg/Al với khối lượng 1,0 g thì tốc độ chuyển hóa ở thời gian đầu nhanh hơn so với mẫu HT Mg/Al với khối lượng 0,5 g, nhưng khi phản ứng xảy ra được 120 phút thì tốc độ chuyển hóa của hai mẫu này gần như nhau. Đặc biệt, mẫu HT Mg/Al với khối lượng 1,0 g thì sau 120 phút xảy ra phản ứng, nồng độ của benzandehit hầu như đã chuyển hóa hoàn toàn.

### 3. Kết luận

Đã xác định được một số điều kiện thích hợp cho quá trình điều chế vật liệu HT Mg/Al, bao gồm: tỷ lệ Al/(Al + Mg) ban đầu 0,33, pH của dung dịch phản ứng 9,2 và nhiệt độ phản ứng 65°C. Với những điều kiện này thì vật liệu HT Mg/Al thu được là đơn

pha HT, ở dạng mao quản trung bình (diện tích bề mặt 284 m<sup>2</sup>/g và bán kính mao quản khoảng 46 Å) và có tỷ lệ Al/(Al + Mg) = 0,33. Trong số đó, mẫu HT Mg/Al với tỷ lệ Al/(Al + Mg) = 0,30 có khả năng xúc tác tốt nhất cho quá trình ngưng tụ andol giữa benzandehit và axeton. Lượng benzandehit gần như được chuyển hóa hoàn toàn trên 0,5 g vật liệu sau 120 phút phản ứng./.

#### Tài liệu tham khảo

[1]. Basahel S. N., Thabaiti S. A. A., Narasimharao K., Ahmed N. S., Mokhtar M. (2014), "Nanostructured Mg-Al hydrotalcite as catalyst for fine chemical synthesis", *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, (14), p. 1931-1946.

[2]. Cavani F., Trifiro F., Vaccari A. (1991), "Hydrotalcite type anionic clays: preparation, properties and applications", *Catalysis Today*, (11), p. 173-301.

[3]. Parida K., Das J. (2000), "Mg/Al hydrotalcites: preparation, characterisation and ketonisation of acetic acid", *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, (151), p. 185-192.

[4]. Nguyễn Thị Anh Sơn, Đặng Đình Bạch, Nguyễn Quang Tùng (2002), "Nghiên cứu tổng hợp và hoạt tính xúc tác bazơ của hidrotanxit trong phản ứng ngưng tụ của một số hợp chất carbonyl", Luận văn thạc sĩ, Khoa Hóa học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.

[5]. Zeng H. Y., Deng X., Wang Y. J., Liao K. B. (2009), "Preparation of Mg-Al hydrotalcite by urea method and its catalytic activity for transesterification", *AIChE Journal*, (55), p. 129-1235.

#### SYNTHESIZING Mg/Al HYDROTALCITES FOR CATALYZING IN ALDOL CONDENSATION REACTION BETWEEN ACETONE AND BENZALDEHYDE

##### Summary

Hydrotalcites with different Al/(Al + Mg) ratios were prepared by coprecipitation method and their physicochemical properties were determined by TG-DTA, XRD and BET methods. The results showed that the Mg/Al hydrotalcite minerals were single-phase and mesoporous structure (specific surface area at 284 m<sup>2</sup>/g, pore radius about 46 Å). Moreover, it was found that the Mg/Al hydrotalcites with Al/(Al + Mg) ratio of 0.30 were best to catalyzing andol condensation between acetone and benzaldehyde. In the investigated conditions, benzaldehyde was mostly transformed completely after 120 minutes reacting.

Keywords: Hydrotalcites, catalyst, aldol condensation, acetone, benzaldehyde.

Ngày nhận bài: 04/01/2018; Ngày nhận lại: 12/03/2018; Ngày duyệt đăng: 06/6/2018.