

NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT BỘT MÁ PHANH (BỘT MA SẮT) TỪ DẦU VỎ HẠT ĐIỀU

Trịnh Văn Dũng

Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống phanh nói chung, má phanh (bổ thắng) nói riêng chỉ là bộ phận đơn giản, có giá trị nhỏ so với các bộ phận khác trên xe cơ giới. Nhưng nó lại là một hệ thống không thể thiếu được khi phương tiện tham gia lưu thông. Không có nó ta không thể giảm tốc độ hay dừng xe theo ý muốn được. Khi xe lưu thông với tốc độ lớn thì chỉ cần một sai sót nhỏ cũng có thể dẫn đến những tai nạn không lường. Song trong thực tế hệ thống phanh không có khuyết điểm là một điều không tưởng. Theo thống kê^[1] cho thấy nguyên nhân chủ yếu của tai nạn giao thông đường bộ là do con người gây nên, ngoài ra còn do máy móc, trục trặc kỹ thuật, do đường xá ... Trong nguyên nhân do máy móc và trục trặc kỹ thuật gồm nhiều yếu tố khác nhau. Nhưng tỷ lệ do hư hỏng, trục trặc hệ thống phanh nói chung, má phanh nói riêng chiếm tỷ lệ lớn hơn các bộ phận khác của xe: phanh chân: $52,2 \div 74,4\%$; phanh tay: $4,9 \div 16,1\%$. Đây cũng là một nguyên nhân gây nên tai nạn cao của xe cơ giới đường bộ hiện nay. Để điều khiển xe chủ động, giảm tai nạn giao thông có thể nói cần có hệ thống phanh, trong đó có má phanh đạt tiêu chuẩn, và được sử dụng theo qui định nghiêm ngặt.

Ở nước ta tuy lượng xe ô tô chưa nhiều, tính đến 7/2005 có: ô tô – 834.546 chiếc, xe máy – 14.640.809 chiếc các loại. Nhưng mức gia tăng nhanh và trong tương lai tăng rất nhanh. Do đó nhu cầu về má phanh cần cho sản xuất và thay thế, bảo trì xe cơ giới đường bộ trong nước là khá lớn, trong đó chưa kể lượng dùng cho xuất khẩu: hàng năm mỗi quốc gia tiêu thụ khoảng 12.000 ÷ 15.000 tấn má phanh cho xe ô tô các loại^[6].

Cũng như nhiều nước trên thế giới, theo tiêu chuẩn Việt nam TCVN 5774 – 1993^[2] má phanh được sản xuất từ nhựa Phenol – Formaldehyde, Amiant Crizotil (khoảng 30 ÷ 70 %) và các phụ gia khác. Amiant là Hydrat Magie Silicat: $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$ đã có những tính năng nổi bật trong hệ thống phanh, nhưng ngược lại nó gây hại cho sức khỏe con người và ô nhiễm đối với môi trường. Do đặc điểm phải chịu mài mòn trong điều kiện làm việc, từ đó sinh ra các hạt bụi Amiant có kích cỡ nhỏ, dễ dàng phát tán trong không khí, khi hít phải thì rất nguy hiểm cho phổi. Những nghiên cứu của y học đã chỉ ra rằng bụi Amiant rất dễ lưu trú trong phổi và dẫn đến những ảnh hưởng xấu cho đường hô hấp, về lâu dài sẽ gây bệnh ung thư phổi. Vì thế vào năm 1986 cơ quan bảo vệ môi trường “Environmental Protection Agency – EPA” đã đề xuất việc cấm sử dụng Amiant trong hệ thống phanh vào năm 1993. Nhưng nó còn tồn tại trên thị trường đến những năm 1996 và cho đến nay vẫn còn trên thị trường “chợ đen”. Dù EPA đưa ra lệnh cấm vào năm 1993, nhưng thật khó tìm được một vật liệu có những tính năng kỹ thuật như Amiant và quan trọng là giá cả phải mang tính cạnh tranh với Amiant.

Vì vậy việc tìm kiếm, sản xuất vật liệu ma sát thay thế cho Amiant trong má phanh là rất cần thiết. Nicholson^[7] đã chỉ ra hàng loạt vật liệu có thể thay thế cho Amiant. Hầu hết chúng không giống Amiant, nhưng có thể đáp ứng được những tính chất của Amiant gồm: Wollastonite (Calcium Silicate); Vermiculite (Hydrated Calcium Aluminum Silicate); Mica (Aluminum Silicate); sợi Eiberfrax Ceramic; Polyacrylonitril (PAN), Polyester, sợi thủy tinh và sợi Aramid ... Trong đó đáng chú ý hơn cả là bột ma sát được tổng hợp từ Cardanol của DVHĐ. Bột ma sát từ DVHĐ chịu va đập, chịu mài mòn, dẫn nhiệt tốt hơn Amiant. Hơn thế nữa nó có khả năng chống thấm nước cao hơn, mềm dẻo hơn, khả năng chịu nhiệt độ thấp tốt hơn. Quan trọng nhất là giá cả thấp hơn giá của Amiant (đến 3 lần)^[6]. Ngoài ra, việc tăng tính ma sát khiến cho phanh làm việc êm hơn ...

Nước ta có lượng nhân điều xuất khẩu đứng hàng thứ hai trên thế giới (chỉ sau Ấn độ). Với trên 100 cơ sở chế biến nhân điều xuất khẩu đã chế biến được hơn 300.000 tấn/năm hạt điều (kể cả trồng trong nước và nhập khẩu). Một tấn hạt điều, khi chế biến sẽ thu được khoảng 220 kg nhân, 80 ÷ 200 kg DVHĐ tùy theo công nghệ, qua đó cho thấy lượng dầu có thể thu được là khá lớn, đủ dùng cho sản xuất má phanh trong lắp ráp và sản xuất, bảo trì xe ô tô ở nước ta.

Ngoài ra, vấn đề thu hồi sử dụng DVHĐ hiện nay ở nước ta chưa được quan tâm đúng mức, thậm chí đây còn là vấn đề nan giải của các xí nghiệp chế biến hạt điều, do chúng gây ô nhiễm trầm trọng khi dùng làm nhiên liệu đốt. Đây cũng là một nguyên liệu tự nhiên có thể tái sinh, được nhiều người quan tâm.

2. THIẾT BỊ, NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết bị thí nghiệm

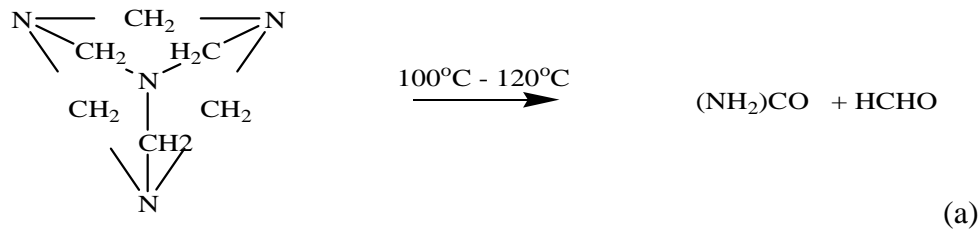
Thiết bị thí nghiệm dạng Pilot tự thiết kế, chế tạo bằng vật liệu có trong nước với thể tích 30 lít (năng suất 10 kg/mê), gồm hai trục và cánh khuấy đặt nằm ngang trong thân hai bán trụ. Các dụng cụ đo gồm: von kế, nhiệt kế ... được gắn trên thiết bị để đo các đại lượng cần thiết và để khống chế nhiệt độ trong phản ứng.

Một số dụng cụ, thiết bị khác như: nhớt kế Brookfield, bộ Shoxlet để trích ly axeton, dụng cụ để xác định hàm lượng tro, hàm lượng ẩm, hàm lượng chất dễ bay hơi dùng trong đánh giá chất lượng bột ma sát ...

2.2 .Nguyên liệu, hóa chất

Nguyên liệu chính dùng để sản xuất bột ma sát và nhựa đóng rắn là DVHĐ, được mua từ công ty xuất – nhập khẩu nông sản – thực phẩm Đồng nai DONAFOOD có các chỉ tiêu vật lý trình bày trong bảng 1, với thành phần Cardanol khá cao (khoảng 83 %).

Các hóa chất khác được dùng gồm: Axit Sunfuric – H₂SO₄ kỹ thuật; Para Formandehyde (CH₂O)_n – (PaF); HexaMethyleneTetrAmine (HMTA) còn có tên là Urotropin – C₆H₁₂N₄: khi đun nóng sẽ bị phân hủy thành HCHO và NH₃ theo phản ứng:



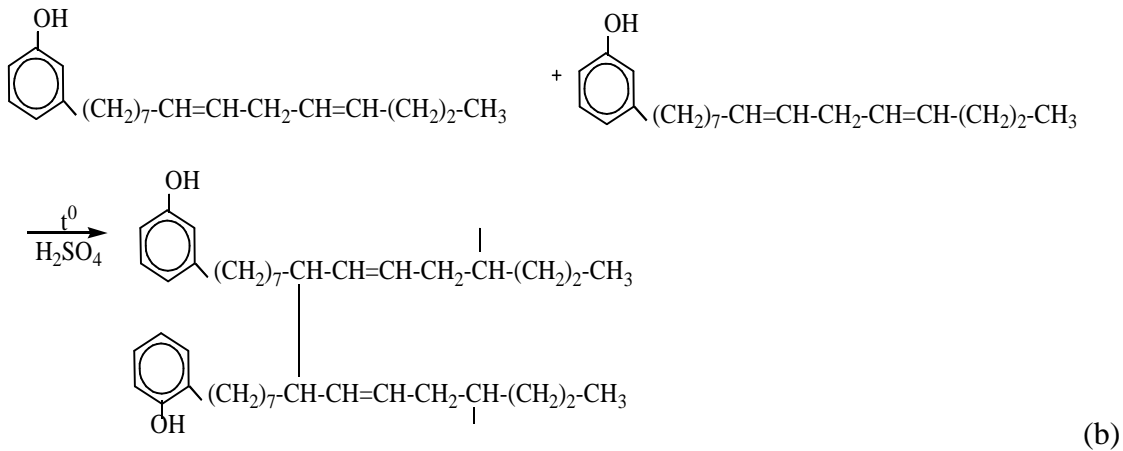
Bảng 1. Các thông số vật lý của DVHĐ DONAFOOD Đồng nai

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị	TCVN	Ghi chú
1	Tỷ trọng		0,96	0,95-0,97	
2	Độ nhớt ở 25 ⁰ C	cP	200-400	185	
3	Độ ẩm	% kh.l	0,35	Max1,0	
4	Độ tro	% kh.l	0,9	Max1,0	
5	Chỉ số Iot	Wijs	272	250	
6	Gel time with DES	phút	9-11	11	
7	Tạp chất	% kh.l	1,0	Max1,0	

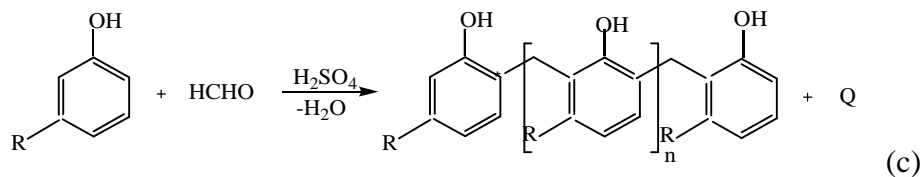
2.3 Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Cơ sở hóa học của quá trình: DVHĐ một hỗn hợp gồm nhiều cấu tử chủ yếu là: axit Anacardic, Cardanol, Cardol, 2 – Metyl Cardol và Polymer của chúng. Thành phần của các cấu tử này thay đổi tùy theo phương pháp chế biến và thời gian bảo quản. Do có nhóm Cacboxyl ở vị trí Octo nên axit Anacardic không bền, dễ bị Decacboxyl ở nhiệt độ trên 120 °C tạo thành Cardanol và CO₂, nên có thể nói Cardanol là cấu tử chính của DVHĐ. Sự có mặt của nhân Phenol và dãy Hydrocarbon không no ở mạch nhánh trong cấu tạo của Cardanol, Cardol và 2 – Metyl Cardol làm cho DVHĐ có nhiều khả năng biến đổi hóa học khác nhau: vừa có tính chất giống Phenol, vừa có tính chất như một dầu khô hay hỗn hợp hai tính chất này. Ta sẽ sử dụng những tính chất này của DVHĐ để sản xuất nhựa đóng rắn và vật liệu ma sát dùng làm má phanh.

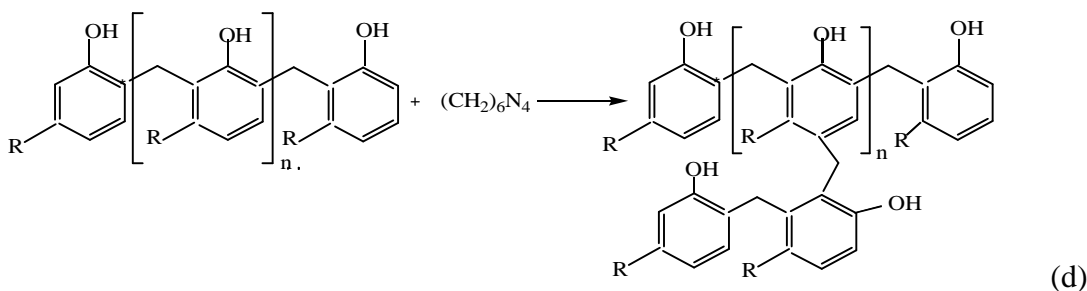
Phản ứng trùng hợp ở nhánh thế: DVHĐ có thể Polymer hóa theo nhiều khả năng khác nhau, trong đó phản ứng Polymer hóa cộng với xúc tác axit (H₂SO₄, HCl ...) tại các nối đôi trong mạch nhánh được sử dụng trong sản xuất chất đóng rắn và bột ma sát làm má phanh theo sơ đồ sau:



Phản ứng ngưng tụ với Formandehyde: Phản ứng ngưng tụ giữa Cardanol và Formandehyde với xúc tác axit, nhiệt độ, tỷ lệ $\frac{C}{F} > 1$ tạo nhựa Novolac theo sơ đồ:



Đóng rắn nhựa Novolac bằng HMTA: Để thực hiện phản ứng nối mạch ở vị trí Para trong nhân Benzen của Cardanol sử dụng chất đóng rắn HMTA theo sơ đồ sau để tạo bột ma sát:



2.3.2. Tiến hành thí nghiệm sản xuất bột ma sát từ DVHĐ

Cho 10 kg DVHĐ cùng axit Sunfuric với tỷ lệ Axit/DVHĐ khoảng 4,5 ÷ 6,0 % (kh. l) vào thiết bị phản ứng. Tiến hành khuấy (tốc độ quay 85 ÷ 100 v/phút) và gia nhiệt đến 140 ÷ 170 °C. Khi đó quá trình axit hóa DVHĐ xảy ra theo phản ứng (b). Tốc độ phản ứng được điều chỉnh bằng tỷ lệ axit/DVHĐ và nhiệt độ. Theo dõi phản ứng bằng sự biến đổi độ nhớt của hỗn hợp theo thời gian, khi đạt 34.000 ÷ 110.000 cP (ở 50 °C) coi như phản ứng đã kết thúc^[6]. Độ nhớt của hỗn hợp phản ứng ở 50 °C được xác định trên nhớt kế Brookfield. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ axit/DVHĐ lên tốc độ quá trình biểu diễn trên đồ thị hình 1, ảnh hưởng của nhiệt độ trên hình 2.

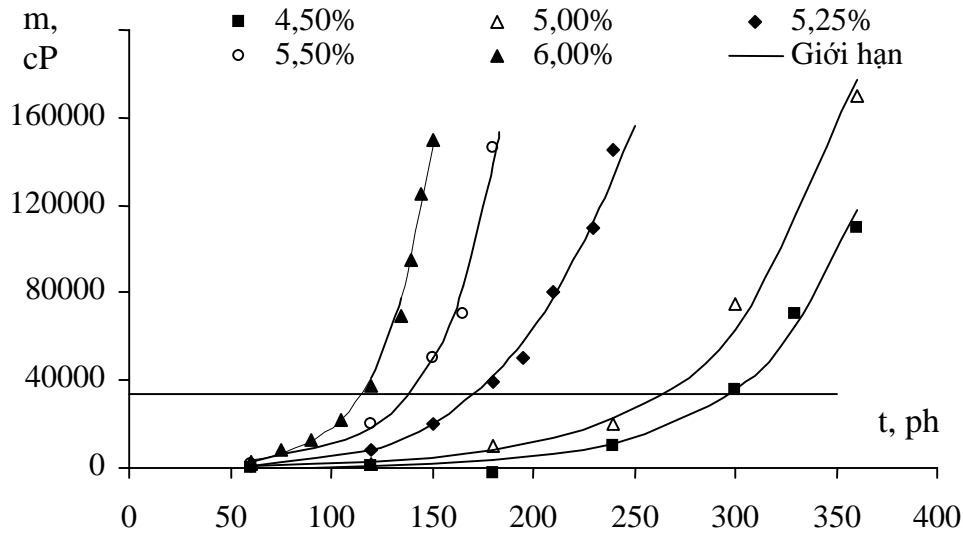
Khi độ nhớt của hỗn hợp phản ứng đạt 34.000 ÷ 110.000 cP, làm nguội xuống 100 ÷ 120 °C thì bắt đầu cho từ từ 6,8 % (kh. l) PaF (dạng bột nghiền nhỏ), đồng thời tăng tốc độ quay của cánh khuấy lên 400 v/ph để thực hiện phản ứng (c). Sau khoảng 30 ÷ 40 phút bắt đầu cho HMTA vào với tỷ lệ 1,5 % (kh. l) so với DVHĐ, để thực hiện phản ứng (d). Sản phẩm phản ứng là bột ma sát được kiểm tra theo tiêu chuẩn ASTM và Industry Standard kết quả cho trong bảng 2.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ axit/DVHĐ lên tốc độ phản ứng axit hóa:

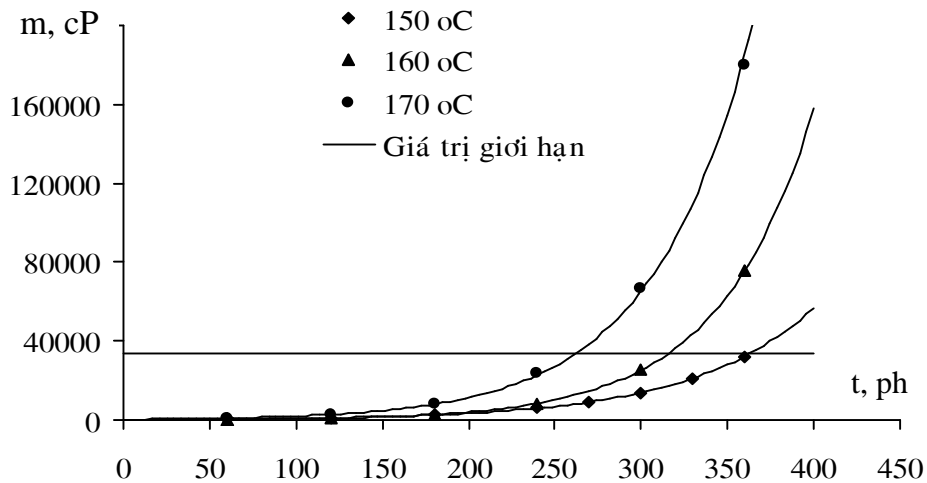
Từ kết quả trên đồ thị hình 1 cho thấy:

- Khi tỷ lệ axit/DVHĐ tăng thì sự biến đổi của độ nhớt theo thời gian tăng nhanh hơn (độ dốc đường cong tăng);
- Tùy theo tỷ lệ axit/DVHĐ 5,0 % ÷ 6,0 % (kh. l), thời gian để độ nhớt hỗn hợp đạt 34000 cP (coi như phản ứng kết thúc) thay đổi từ 120 phút đến 360 phút;
- Để rút ngắn thời gian phản ứng tỷ lệ axit cần tăng tỷ lệ axit/DVHĐ, tuy nhiên điều đó còn phụ thuộc vào nhiệt độ phản ứng;



Hình 1. Sự biến đổi độ nhớt của hỗn hợp phản ứng theo thời gian phụ thuộc vào tỷ lệ axit/DVHD (% kh.l)

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên tốc độ phản ứng axit hóa



Hình 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên sự biến đổi độ nhớt của hỗn hợp theo thời gian

Theo kết quả trên đồ thị hình 2 cho thấy:

- Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự biến đổi độ nhớt của hỗn hợp phản ứng không mạnh bằng ảnh hưởng của tỷ số axit/DVHD;

- Để phản ứng axit hóa DVHD kết thúc (34000 cP) với tỷ số axit/DVHD không lớn hơn 5,25 % thì hầu hết cần kéo dài từ 5 ÷ 6 giờ, thậm chí lâu hơn;

3.3.Đánh giá chất lượng của bột ma sát tạo thành:

Kết quả xác định chất lượng bột ma sát tổng hợp với tỷ lệ axit/DVHD bằng 6,00 % (kh. 1), ở 140 °C trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả đánh giá chất lượng bột ma sát sản xuất từ DVHD trong nước

TT	Chỉ tiêu	Phương pháp thử		Đơn vị	Kết quả TN
1	Cỡ hạt	ASTM	20 - 150	mesh	30 - 100
2	Màu	Industry Standard	nâu đến đen	-	đen
3	Hàm lượng chất dễ bay hơi		3	%Max	0,22
4	Hàm lượng ẩm		1	%Max	0,71
5	Trích ly bằng aceton		5	%Max	1,31
6	Hàm lượng tro		3	%Max	0,55

Kết quả nhận được trong bảng 2 cho thấy rằng:

- Bột ma sát sản xuất từ DVHD trong nước đều đạt các chỉ tiêu của ASTM và Industry Standard với những giá trị khá thấp, trong đó màu đen cho thấy bột có chất lượng tốt (đây là chỉ tiêu đánh giá chủ yếu trong sản xuất bột ma sát);
- Riêng chỉ tiêu kích thước hạt còn khá lớn, nhưng có thể giảm kích thước hạt bằng cách nghiền thêm ở máy nghiền;
- Khi tăng tỷ lệ axit /DVHD sẽ làm cho phản ứng xảy ra nhanh hơn nên chất lượng bột ma sát thu được tăng lên tương ứng;

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Hữu Cần, *Phanh ô tô, cơ sở khoa học và thành tựu*, NXB: KH – KT, Hà Nội , 165 tr., (2004).
- [2]. TCVN 5774 – 1993, TCVN 6444 – 1998 (ISO: 6597 – 1980); TCVN 5658 – 1999 *Má phanh, yêu cầu kỹ thuật*, Hà Nội, 5 tr., 24 tr., 11 tr., (1999).
- [3]. Nguyễn Thanh Trí, Châu Ngọc Thạch *Hệ thống thắng trên xe ô tô*, NXB: Trẻ, TP. HCM, 391 tr., (2004).
- [4]. Phạm Đình Thanh, *Hạt điều, sản xuất và chế biến*, NXB: Nông nghiệp, TP. HCM 2003, 210 tr. Nguyễn Hữu Niều *Hóa lý Polymer*, NXB:ĐHQG TP. HCM, 215 tr.(2005).
- [5]. Peter J. Blau, *Compositions, Functions and Testing of Friction Brake Materials and Their Additives*, Office of Transportation Technologies, Oak Ridge, 30 p., (2001).
- [6]. Geoffrey Nicholson *Acts About Friction*, P&W Price Enterprises, Inc. Croydon, 241 p., (1995).
- [7]. Oblon, Fisher, Spivak, McClelland and Maier US. Pat. 4.785.029 (1988)
- [8]. Wenderoth, Lind & Ponack US. Pat. 5.866.636 (1999)
- [9]. Birch, Stewart, Kolasch & Birch US. Pat. 6.413.622 B1 (2002)
- [10]. Birch, Stewart, Kolasch & Birch US. Pat. 6.656.240 B2 (2003)