

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ OZON ĐỂ XỬ LÝ CAO SU PHẾ THẢI THÀNH DẠNG BỘT

Đến Tòa soạn 14-7-2009

ĐỖ NGỌC TUYÊN¹, NGÔ KẾ THẾ², LƯƠNG NHƯ HẢI¹, ĐỖ QUANG MINH¹,
NGUYỄN QUANG KHẢI¹, ĐỖ QUANG KHÁNG¹

¹Viện Hóa học, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Viện Khoa học Vật liệu, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

ABSTRACT

Using gas with high content of ozone for destruction of waste rubbers is experimented in this paper. The factors that influence the treatment process were studied, such as: concentration and production of ozone, deformation and frequency of deformation on materials. The results show that with increasing of concentration and production of ozone (increasing capacity of ozone generator) the effect of process increases. The increasing ratio is nearly linear. When the power of ozone generator is constant, the ozone concentration increases while the production reduces or vice versa, the highest effect of process is achieved at an optimal point, which is where the concentration line and production line meet (on the chart of the specific lines of ozone generator VH40-135). When deformation of materials increases, the effect of process does too, almost linearly, but it gets optimum at the deformation frequency of 1.5 Hz.

I - ĐẶT VẤN ĐỀ

Để đáp ứng nhu cầu phát triển kinh tế, xã hội, hiện nay, trên thế giới mỗi năm sản xuất và tiêu thụ gần 23 triệu tấn cao su các loại để chế tạo ra khoảng 50 triệu tấn sản phẩm cao su với mức tăng trưởng hàng năm xấp xỉ 6% (năm 2007 là 5,9%) [1]. Như vậy lượng cao su phế thải (CSPT) hàng năm thải ra cũng ngày càng tăng lên. Nguồn CSPT chủ yếu là từ các sản phẩm lốp xe cộ các loại, ống dẫn cao su, băng tải và mảnh vụn thừa trong các quá trình sản xuất. Theo số liệu thống kê, hiện tại chỉ riêng tổng số lốp phế thải (LPT) hàng năm của thế giới đã vượt con số 10 triệu tấn [2]. Chính vì vậy, việc tái chế CSPT nói chung và LPT nói riêng đã được quan tâm từ lâu, nhất là ở các nước phát triển.

Ở nước ta, theo ước tính, hàng năm cần khoảng 2,5 - 3,0 triệu lốp xe ô tô các loại, chưa

kể đến các loại máy cày, máy kéo, và khoảng 4 - 5 triệu lốp xe máy, khoảng 12 - 13 triệu lốp xe đạp, 100.000 m² các loại băng tải cao su. Như vậy có thể ước tính lượng CSPT vào khoảng 120 - 150 ngàn tấn và con số này càng ngày càng tăng lên [3]. Tuy nhiên, việc nghiên cứu xử lý, tận dụng CSPT ở nước ta mới chỉ được quan tâm trong mấy năm gần đây và đã có một số công trình nghiên cứu về vấn đề này được công bố, trong đó đã có một số kết quả được ứng dụng vào thực tế và mang lại hiệu quả kinh tế, xã hội nhất định [4, 5]. Một trong những hướng xử lý, tận dụng CSPT được ứng dụng nhiều là sơ chế CSPT thành dạng bột rồi đem xử lý (hoặc dùng trực tiếp) để thay thế một phần cao su nguyên sinh [6].

Để thu được bột cao su từ các sản phẩm CSPT, nguyên tắc chung là phải dùng phương pháp cơ học như đập vụn, nghiền ở nhiệt độ thường, nghiền lạnh, mài, □ [7]. Qua thực tế sử

dụng, các phương pháp trên đã bộc lộ rõ những nhược điểm như giá thành cao, tiêu tốn năng lượng, thiết bị công kênh,... Do vậy, trong những năm gần đây, một công nghệ mới đang được thế giới nghiên cứu và đưa vào sử dụng có tên gọi là “công nghệ dao ozon”. Công nghệ này có nhiều ưu điểm như không gây ô nhiễm thứ cấp tới môi trường, tiết kiệm năng lượng, tận thu được nguyên liệu [8]. Để tiếp thu và phát triển ý tưởng mới này, chúng tôi tiến hành chế tạo thiết bị và nghiên cứu quy trình sơ chế, xử lý lớp CSPT theo hướng công nghệ trên.

II - VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vật liệu nghiên cứu gồm lớp ô tô phế thải (mua từ các cơ sở thu gom) được cắt thành từng mảnh có kích thước khoảng 30×30×20 mm; bình oxy (của công ty Sao Mai - Bộ Quốc phòng).

Để tiến hành nghiên cứu, những công việc sau được thực hiện:

- Thiết kế, chế tạo máy phát ozon theo nguyên tắc ozon hóa oxy do tác dụng của plasma nguội, máy có các thông số chính như sau:

- + Điện áp nguồn: 220 V
- + Sản lượng ozon (max): 40 g/h
- + Nồng độ ozon (max): 135 g/m³
- + Lưu lượng khí oxy cấp (max): 10 l/phút

- Thiết kế, chế tạo thiết bị xử lý, tạo bột cao su phế thải theo nguyên lý đập hàm, với cơ cấu khớp đơn, khi làm việc mặt hàm có chuyển động phẳng phức hợp, máy có các thông số chính sau:

- + Công suất động cơ điện: 1,5 kW,
- + Tốc độ trục chính: 0 — 180 vg/ph,
- + Thể tích buồng làm việc: 50 lít,
- + Ngăn nạp liệu và ngăn tháo liệu đều có 2 cửa (để bảo đảm kín khí),
- + Kích thước miệng nạp liệu: 80 × 200 mm,
- + Tốc độ trục chính có thể thay đổi nhờ một bộ biến tần. Hàm động có hành trình khác nhau nhờ sự thay đổi độ lệch tâm của trục chính.

- Thiết bị khử ozon dư được chế tạo theo nguyên lý hấp phụ bằng than hoạt tính.

Quy trình tạo bột cao su phế thải được thực hiện như sau: đưa cao su phế thải dạng miếng (từ lớp phế thải) vào ngăn nạp (của thiết bị tạo bột) để chờ. Nạp khí có chứa ozon từ máy phát ozon vào buồng tạo bột, khởi động động cơ điện của máy. Mở cửa dẫn CSPT vào buồng tạo bột. Tại đây, do tác dụng của ozon và tác động cơ học gây biến dạng, cao su trong lớp phế thải sẽ bị vụn ra thành bột và rơi xuống ngăn tháo liệu cùng với sợi mảnh và sợi thép. Lượng ozon còn dư (sau khi qua thiết bị tạo bột) được dẫn qua thiết bị khử ozon. Sau 30 phút mở cửa tháo lấy bột cao su phế thải và các sản phẩm phụ gồm sợi mảnh, sợi thép ra cùng một lúc. Sàng loại các tạp chất để thu bột CSPT.

Để lựa chọn chế độ tạo bột tối ưu, trước hết xây dựng đặc tuyến tạo ozon của máy, khảo sát ảnh hưởng của các yếu tố nồng độ ozon, nhiệt độ, tần số biến dạng của mẫu đến năng suất tạo bột.

III - KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Đặc tuyến sinh ozon của máy phát

Đặc tuyến sinh ozon của máy được xây dựng thông qua khảo sát quan hệ giữa lưu lượng khí oxy cấp với sản lượng tạo ozon và nồng độ ozon ở chế độ công tác nhất định. Trên các hình dưới đây là đặc tuyến của máy ở chế độ công tác 50% và 100% công suất.

Từ đặc tuyến trên cho thấy rằng ứng với mỗi lưu lượng oxy cung cấp ta có giá trị sản lượng ozon tạo thành và nồng độ ozon trong khí xử lý tương ứng.

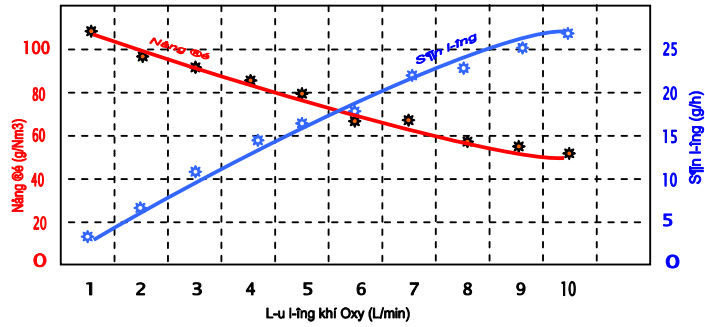
2. Ảnh hưởng của hàm lượng ozon trong khí xử lý tới hiệu quả quá trình

Hiệu quả của quá trình xử lý, tạo bột CSPT được đánh giá theo lượng bột CSPT tạo thành sau 30 phút xử lý trong buồng tạo bột.

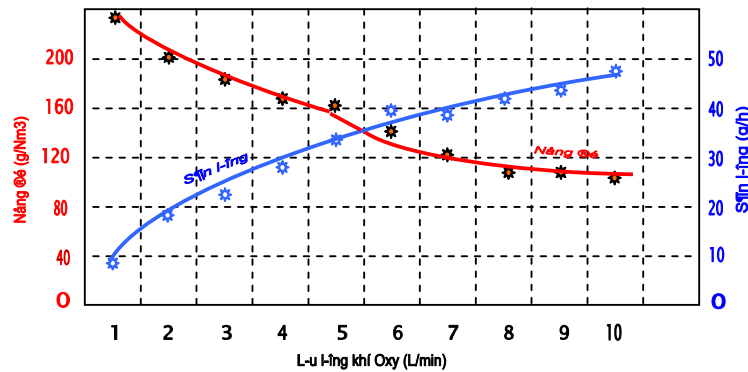
Như đã biết, ozon trong khí quyển là một tác nhân tích cực góp phần phá hủy cao su khi có điều kiện thuận lợi, mặc dù chỉ ở nồng độ rất thấp. Để có thể tác kích cao su một cách nhanh chóng, nồng độ ozon của khí xử lý phải cao hơn rất nhiều so với nồng độ ở điều kiện môi trường

bình thường. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng ozon trong khí xử lý tới hiệu quả của quá trình được biểu thị trên hình 3 (Xin lưu ý, các yếu tố về tác động cơ học điều chỉnh thông

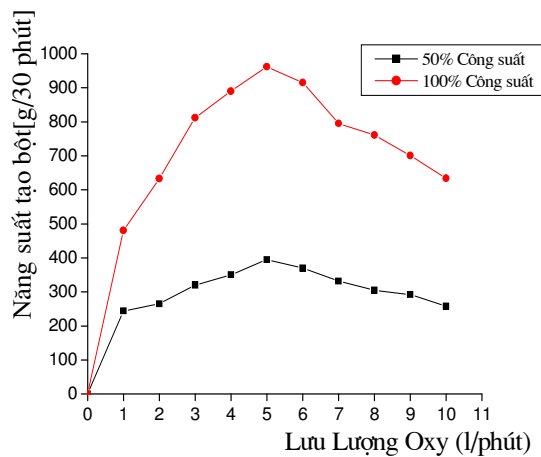
qua hành trình hàm động $S_{max} = 20$ mm, tương ứng với độ lệch tâm $e = 10$ mm; tốc độ trục chính 90 vòng/phút; thời gian $t = 30$ phút được giữ nguyên).



Hình 1: Sản lượng và nồng độ ozon ở chế độ công tác 50% công suất



Hình 2: Sản lượng và nồng độ ozon ở chế độ công tác 100% công suất



Hình 3: Ảnh hưởng của nồng độ và sản lượng ozon đến năng suất tạo bột CSPT

Kết quả trên các hình 1, 2 và 3 cho thấy, ở cả hai chế độ hoạt động của máy, ban đầu khi lưu lượng oxy tăng nghĩa là sản lượng ozon tạo thành tăng thì năng suất tạo bột cao su phẩy thải tạo thành tăng (tức hiệu quả tăng). Tuy nhiên khi lưu lượng oxy vượt quá 5 l/phút thì năng suất sản phẩm bột CSPT tạo thành lại giảm với sự tăng của lưu lượng oxy. Điều này có thể giải thích do khi lưu lượng oxy tăng, sản lượng tạo ozon tăng song nồng độ của ozon trong hỗn hợp khí vào lại giảm, ở lưu lượng oxy khoảng 5 l/phút, sản lượng oxy và nồng độ ozon đạt giá trị tối ưu (nồng độ và sản lượng đều cao, xem đặc tuyến máy phát ozon trên hình 1 và 2) do vậy tốc độ tạo bột cao su đạt cao nhất.

Từ những kết quả này, chúng tôi chọn lưu lượng oxy là 5 l/phút để nghiên cứu tiếp theo.

3. Ảnh hưởng của nhiệt độ tới hiệu quả của quá trình

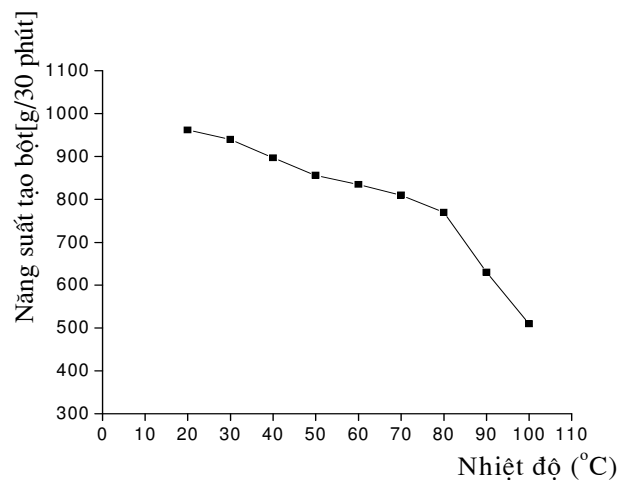
Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ tới hiệu quả của quá trình được trình bày trên hình 4. Từ hình 4 nhận thấy, khi nhiệt độ tăng lên, năng suất tạo bột CSPT giảm tức là hiệu quả của quá trình sơ chế tạo bột CSPT giảm. Điều này trái với quy luật thông thường là trong các phản ứng oxy hóa phân hủy vật liệu, khi nhiệt độ

tăng, tốc độ phản ứng tăng nghĩa là lượng bột CSPT tạo thành phải tăng. Song nguyên nhân của nó là do khi nhiệt độ tăng, ozon bị phân hủy nhanh dưới tác dụng của nhiệt, do vậy nồng độ ozon trong hỗn hợp khí xử lý giảm nhanh dẫn đến năng suất tạo bột CSPT của quá trình giảm. Vì vậy, trong quá trình xử lý tạo bột CSPT bằng ozon không nên tăng nhiệt độ mà trái lại, nếu có thể thì nên làm mát thậm chí làm lạnh để nhiệt độ trong buồng xử lý không bị tăng lên.

4. Ảnh hưởng của biến dạng cơ học tới hiệu quả của quá trình

Khảo sát ảnh hưởng của biến dạng dựa trên hai yếu tố: độ biến dạng và tần số biến dạng. Độ biến dạng gây nên cho vật liệu được thực hiện bằng cách thay đổi độ lệch tâm (e) của trục chính trong thiết bị xử lý tạo bột CSPT với ba mức khác nhau: $e_1 = 10 \text{ mm}$; $e_2 = 15 \text{ mm}$; và $e_3 = 20 \text{ mm}$.

Tần số dòng điện đưa vào động cơ điện được điều chỉnh bởi bộ biến tần để thay đổi tốc độ quay của trục chính. Tần số biến dạng vật liệu được tính dựa trên tốc độ quay của trục. Các thông số không đổi gồm lưu lượng khí cấp 5 lit/ph, máy phát ozon làm việc ở chế độ 100% công suất, thời gian $t = 30 \text{ phút}$.



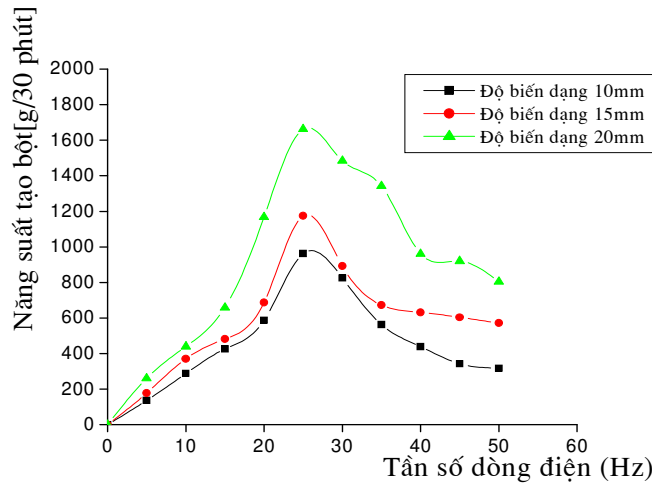
Hình 4: Ảnh hưởng của nhiệt độ tới năng suất tạo bột CSPT

Mối tương quan giữa tần số dòng điện, tốc độ trục chính và tần số biến dạng được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1: Mối tương quan giữa tần số dòng điện, tốc độ trục chính và tần số biến dạng

Tần số dòng điện, Hz	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Tốc độ trục n, vg/ph	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180
Tần số biến dạng, Hz	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0

Những kết quả khảo sát ảnh hưởng của biến dạng cơ học tới hiệu quả của quá trình được trình bày trên hình 5.



Hình 5: Ảnh hưởng của biến dạng tới năng suất tạo bột CSPT

Từ hình 5 cho thấy, với độ biến dạng (lực gây biến dạng) tăng lên thì năng suất tạo bột CSPT tăng tức là hiệu quả xử lý tăng lên rõ rệt ở mọi tần số. Riêng ảnh hưởng của tần số gây biến dạng chỉ có tác dụng tích cực lúc đầu, khi tần số tăng thì hiệu quả tăng (ở mọi chế độ biến dạng), song tới một giới hạn nào đó nếu tiếp tục tăng tần số lên, hiệu quả lại giảm đi. Điểm tối ưu đạt được ở tần số dòng điện 25 Hz tương ứng với tần số biến dạng là 1,5 Hz.

Điều này có thể giải thích khi tần số tăng, sẽ làm tăng hiệu quả của quá trình song mặt khác lại làm sự tiếp xúc của ozon với vật liệu kém đi vì tốc độ di chuyển của ozon quá nhanh trong buồng xử lý do tần số dao động của hàm động lớn. Chính vì vậy ở tần số biến dạng thích hợp (ở đây là 1,5 Hz) sự tiếp xúc của ozon với vật liệu còn giữ được đảm bảo cho quá trình phân hủy vật liệu do vậy hiệu quả của quá trình đạt cực đại.

IV - KẾT LUẬN

- Nồng độ và sản lượng ozon trong khí xử lý có vai trò liên quan mật thiết với nhau và có ảnh hưởng lớn tới hiệu quả xử lý, tạo bột CSPT. Nếu nồng độ ozon trong khí xử lý cao nhưng khối lượng ozon nhỏ thì lượng CSPT bị phá hủy không cao. Và ngược lại nếu khối lượng ozon cao nhưng nồng độ thấp thì hiệu quả cũng kém. Nồng độ và sản lượng ozon cho hiệu quả tạo bột cao nhất ở đây tương ứng là 7,25% theo thể tích với lượng ozon 33,5 g/h.

- Tần số và cường độ gây biến dạng vật liệu cũng có vai trò quan trọng. Độ biến dạng càng lớn thì vật liệu càng dễ bị phá hủy. Riêng tần số gây biến dạng chỉ có tác dụng tích cực lúc đầu, khi tần số tăng thì hiệu quả tăng (ở mọi chế độ biến dạng), song tới một giới hạn nào đó nếu tiếp tục tăng tần số lên, hiệu quả lại giảm đi. Tần số biến dạng thích hợp 1,5 Hz.

- Từ kết quả trên có thể xác định chỉ tiêu ozon cho một đơn vị sản phẩm. Với mô hình thí nghiệm này, cứ 1g ozon có thể phá hủy được khoảng 100 g CSPT thành cao su vụn có kích thước <10 mm.

Lời cảm ơn: Công trình được thực hiện và hoàn thành nhờ sự hỗ trợ về kinh phí của Chương trình nghiên cứu ứng dụng công nghệ tiên tiến, mã số 01C-01 của Sở Khoa học và Công nghệ Hà Nội. Xin chân thành cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Thị Thúy Hoa. Tuyển tập báo cáo Hội thảo "Đánh giá tác động hội nhập sau hai năm gia nhập WTO đối với nền kinh tế Việt Nam" Chuyên mục Ngành Cao su - Phát triển bền vững Ngành cao su trong thời kỳ hội nhập kinh tế quốc tế, Hà Nội, tháng 12/2008.
2. Statistics of Waste Tire. Scrap Tire News online — US. EPA, 08/1999.
3. Hà Anh. Tạp chí Công nghiệp Hóa chất, số 12, 6 - 8 (2003).
4. Phạm Quang Huy. Nghiên cứu xử lý và tận dụng cao su phế thải để sản xuất giấy, Báo cáo tổng kết đề tài cấp thành phố Hà Nội, Hà Nội 10/2007.
5. Mai Ngọc Tâm. Nghiên cứu tái chế cao su phế thải làm nhiên liệu lỏng, Báo cáo tổng kết FFê tài cấp Bộ Xây dựng, Hà Nội 12/2008.
6. Đỗ Quang Kháng, Vương Quốc Tuấn, Lương Như Hải, Vũ Ngọc Phan. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, T. 45 (1), 79 - 85 (2007).
7. Đỗ Quang Kháng, Nguyễn văn Khôi, Đỗ Trường Thiện, Lưu Đức Hùng, Đặng Văn Luyến, Trần Nhữ Hoa. Tạp chí Hóa học và Công nghiệp hóa chất, số 6, 23 - 24 (1995).
8. Deniz Koca. Opportunities and Threats for Swedish Rubber Manufactures, Lund University, 8 - 59 (1999).