

## XỬ LÝ KHÍ THẢI Lò ĐỐT RÁC BẰNG XÚC TÁC

Lê Văn Lữ<sup>(1)</sup>, Lê Văn Tiếp<sup>(2)</sup>

(1) Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

(2) Phân Viện KH Vật liệu tại TP.HCM

(Bài nhận ngày 09 tháng 11 năm 2008, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 23 tháng 12 năm 2010)

**TÓM TẮT:** Lò đốt rác là thiết bị cần thiết và rất hữu ích để xử lý rác thải công nghiệp và y tế. Tuy nhiên, các điều kiện yêu cầu để đốt cháy nhiên liệu và rác thải trong lò như: nhiệt độ cao (trên 1.000<sup>0</sup>C); thời gian lưu khí (trên 2 giây); và sự có mặt của ôxy... lại là nguyên nhân sinh ra các khí ô nhiễm NOx, CO và HC.

Bài báo này trình bày công trình nghiên cứu thiết kế bộ xử lý xúc tác deNOx và xúc tác ôxy hoá nhằm loại bỏ các khí thải ô nhiễm NOx, CO và HC sinh ra trong các lò đốt rác. Kết quả nghiên cứu cho thấy có nhiều triển vọng áp dụng một cách hiệu quả trong điều kiện Việt Nam.

**Từ khóa:** xử lý khí thải, lò đốt rác, xúc tác deNOx.

### 1. GIỚI THIỆU

Thành phố Hồ Chí Minh có tốc độ tăng trưởng là 125% năm, hiện có khoảng 800 nhà máy, xí nghiệp lớn và khoảng 30.000 cơ sở sản xuất qui mô nhỏ. Mỗi ngày các cơ sở này thải vào môi trường 260 tấn chất thải (tương đương 94.900 tấn/năm), trong đó có 35 tấn chất thải nguy hại (tương đương 12.775 tấn/năm). Toàn ngành y tế hiện có 826 bệnh viện, mỗi ngày thải ra khoảng 240 tấn rác, trong đó có khoảng 12-25% chất thải y tế nguy hại rất cần xử lý một cách đặc biệt. Lượng chất thải nguy hại trong rác thải sinh hoạt tại TP.HCM chiếm khoảng 20%, tương đương 292.000 tấn, gồm các loại pin, ắc-quy, đèn néon đã sử dụng, keo, dung môi, sơn phết thải... [2].

Rác thải công nghiệp và y tế thải ra trên đây với số lượng lớn và độc tính cao đã và đang tác động tiêu cực một cách trầm trọng và toàn diện đến môi trường và sức khỏe con

người, do đó chúng đang được đặc biệt quan tâm và xử lý bằng nhiều biện pháp khác nhau.

Một trong các công nghệ xử lý có hiệu quả đối với các loại chất thải trên là công nghệ thiêu đốt trong lò. Công nghệ xử lý rác thải áp dụng trong các lò đốt rác thường được thực hiện theo nguyên lý nhiệt phân và thiêu đốt ở nhiệt độ cao nhằm phân hủy hoàn toàn các chất thải nguy hại [6]:

- Quá trình nhiệt phân được tiến hành trong buồng đốt sơ cấp của lò nhằm chuyển các thành phần ở thể rắn và lỏng trong rác thải thành thể khí nhờ nhiệt tự sinh và nhiệt cung cấp bổ sung từ mỏ đốt nhiên liệu. Quá trình nhiệt phân được thực hiện trong điều kiện thiếu ôxy và ở nhiệt độ không cao (500-600<sup>0</sup>C).

- Sau đó, khí nhiệt phân chuyển động lên buồng đốt thứ cấp. Tại đây, nhờ nhiệt độ cao (trên 1.100<sup>0</sup>C) và lượng không khí bổ sung, những chất cháy (thể khí) đã được nhiệt phân

trong buồng sơ cấp, kể cả các chất ô nhiễm hữu cơ mạch vòng như dioxin và furans cũng bị đốt cháy hoàn toàn tạo thành CO<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>O.

Công nghệ thiêu đốt trong các lò đốt rác phải đảm bảo thỏa mãn bốn yếu tố cơ bản cần thiết cho sự đốt cháy hoàn toàn chất thải độc hại là: chất oxy hoá (O<sub>2</sub>) và ba yếu tố “T” của quá trình thiêu đốt: nhiệt độ (*Temperature*), thời gian (*Times*) và cường độ xáo trộn (*Turbulence*) [6].

Khí thải lò đốt rác chứa các khí ô nhiễm như monoxit carbon (CO), các hợp chất hữu cơ bay hơi (VOC), hydrocarbon (HC), bồ hóng (soot), các ôxít nitơ như NO, NO<sub>2</sub>... (gọi chung là NOx) và có thể có một số hợp chất chứa lưu huỳnh (S), clo (Cl) hoặc photpho (P). Các chất ô nhiễm này sinh ra do quá trình phân hủy nhiệt và đốt cháy của các thành phần chất thải trong rác. NOx được sinh ra chủ yếu từ phản ứng trực tiếp của nitơ và oxy trong không khí ở điều kiện nhiệt độ cao và tập trung oxy trong vùng phản ứng cháy [6].

Tùy theo công nghệ của quá trình đốt và tỷ lệ nhiên liệu/không khí giàu hay nghèo mà hàm lượng của các chất ô nhiễm có thể thay đổi trong khí thải của các lò đốt rác [1]. Các chất ô nhiễm trên cần được xử lý nghiêm ngặt theo yêu cầu của tiêu chuẩn cho phép để tránh gây ô nhiễm cho môi trường.

Mục đích của việc xử lý là chuyển hoá các chất gây ô nhiễm thành các hợp chất không độc trước khi đưa vào không khí [6]. Một số quá trình chuyển hoá có thể thực hiện bằng xử lý nhiệt ở nhiệt độ cao, hoặc xử lý bằng phản ứng xúc tác ở nhiệt độ thấp hơn. Một số quá trình

chuyển hoá khác bắt buộc phải dùng phản ứng xúc tác.

## 2. NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA POT XÚC TÁC

### 2.1 Các chất ô nhiễm

Chất ô nhiễm có trong khí thải của lò đốt rác được xử lý trong Pot xúc tác bao gồm: NOx, CO, VOC, HC, bồ hóng và mùi [4].

a) NOx sinh ra chủ yếu do phản ứng trực tiếp của nitơ và oxy trong không khí ở nhiệt độ cao theo yêu cầu của buồng thứ cấp trong lò đốt rác [2]. Để tránh hình thành NOx phải giảm nhiệt độ buồng đốt thứ cấp là không cho phép. Muốn không ảnh hưởng đến hiệu suất thiêu hủy các hợp chất hữu cơ cao phân tử cần phải dùng tới xúc tác oxy hoá thích hợp.

b) CO, VOC, HC, bồ hóng và mùi sinh ra nhiều khi quá trình đốt cháy xảy ra không hoàn toàn do thiếu không khí (dư nhiên liệu) và nhiệt độ đốt cháy thấp hơn yêu cầu cần thiết. Công nghệ đốt cháy thích hợp sẽ làm giảm đáng kể nồng độ của các chất này trong thành phần khí thải [1].

### 2.2 Quá trình xử lý xúc tác

a) *Xúc tác oxy hóa* (combustion catalysts) được dùng để chuyển hóa hoàn toàn các chất ô nhiễm thành CO<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>O. Các xúc tác thiêu hủy thông dụng được chế tạo trên cơ sở các kim loại quý như Pt, Pd, Rh, ôxít các kim loại chuyển tiếp và ôxít một số nguyên tố đa hoá trị (Fe, Cu, Co, Ni, Cr, Mn, V, Ti, Zn, Ga...), các nguyên tố đất hiếm như La, Ce, Sm, Pr..., các perovskit kiểu YBaCu... Pha hoạt động thường

được mang trên các chất mang như  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$ , monolit... [4].

Xúc tác trên cơ sở platin cho phép phản ứng oxy hoá thực hiện ở nhiệt độ thấp (dưới  $300^\circ\text{C}$ ) nhưng rất đắt và rất nhạy cảm với chất đầu độc xúc tác chẳng hạn như S, trong khi các xúc tác ôxít thực hiện phản ứng ở nhiệt độ cao hơn (trên  $300^\circ\text{C}$ ) lại rẻ tiền, ổn định và đặc biệt rất bền kể cả với các chất đầu độc xúc tác. Điều kiện làm việc của các xúc tác này là phải có lượng dư oxy [4].

b) **Xúc tác khử** thực hiện việc chuyển hoá  $\text{NO}_x$  thành nitơ và oxy (quá trình  $\text{deNO}_x$ ) với sự tham gia của các chất khử như CO, HC,  $\text{H}_2$ , alcohol, ammoniac... Xúc tác thông dụng được chế tạo trên cơ sở các platinic (Pt, Pd, Rh...) các ôxít Cu, Co, Fe, Ag... trên các chất mang zeolit, ôxít nhôm,  $\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$ , monolit trong vùng nhiệt độ  $300\text{-}500^\circ\text{C}$  [5].

c) **Xúc tác ba hướng** (three-way catalyst) có thể thực hiện đồng thời hai quá trình trên và đã được dùng chủ yếu cho việc xử lý khí thải của xe hơi. Xúc tác này chỉ làm việc có hiệu quả khi tỷ lệ nhiên liệu/không khí được điều chỉnh ở mức hợp lý và phải kiểm soát chặt chẽ. Đây là xúc tác trên cơ sở platin nên việc kiểm soát hàm lượng S trong nhiên liệu cũng là yêu cầu bắt buộc [7].

Việc bố trí hai lớp xúc tác khử-oxy hoá kế tiếp nhau có thể cho phép giải quyết đồng thời hai quá trình trên một cách hoàn hảo. Vì vậy nhóm nghiên cứu chúng tôi đã lựa chọn phương pháp này thiết kế Pot xúc tác dùng cho quá trình xử lý khí thải của lò đốt rác. Nguyên lý hoạt động của Pot xúc tác: xúc tác  $\text{deNO}_x$  sẽ

tận dụng thành phần HC, VOC và CO trong khí thải để làm chất khử  $\text{NO}_x$ , HC, VOC và CO còn dư sẽ được chuyển hoá hoàn toàn thành  $\text{CO}_2$  và  $\text{H}_2\text{O}$  khi đi qua lớp xúc tác oxy hoá.

Cần phải lưu ý rằng trong quá trình thiêu đốt rác, có thể còn tạo ra một lượng khí  $\text{SO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  và HCL sinh ra từ nhiên liệu hay các hợp chất hữu cơ trong rác thải chứa S, P và Cl. Các thành phần khí thải ô nhiễm này cần phải được xử lý triệt để bằng phương pháp hấp thụ hay hấp phụ.

### 2.3 Hoạt tính các xúc tác oxy hóa và khử dùng cho lò đốt rác

#### a) Xúc tác oxy hóa:

Xúc tác oxy hóa đã được nhóm nghiên cứu thực hiện từ nhiều năm trước xuất phát từ yêu cầu nghiên cứu xúc tác xử lý khí thải xe hơi và xe gắn máy [3]. Thành phần khí thải xe hơi và xe gắn máy cũng gồm VOC (khoảng 2.000ppm), CO, bồ hóng (soot) và một lượng  $\text{NO}_x$  (khoảng 400 ppm). Các xúc tác chế tạo trên cơ sở ôxít kim loại chuyển tiếp Cu, Co, Cr, Ni mang trên hỗn hợp ôxít nhôm và caolan có khả năng chuyển hoá đến 100% CO ở nhiệt độ  $200^\circ\text{C}$  hay chuyển hoá 90% hydrocarbon tổng (như xylene, toluene...) ở nhiệt độ  $300^\circ\text{C}$  [8]. Cũng trên xúc tác này, hoạt tính  $\text{deNO}_x$  đạt 49% ở nhiệt độ  $350^\circ\text{C}$  [5].

#### b) Xúc tác khử ( $\text{deNO}_x$ ):

Đây là xúc tác quan trọng nhất cần ứng dụng để xử lý khí thải các lò đốt rác. Do yêu cầu nhiệt độ đốt cháy thứ cấp cao (trên  $1.000^\circ\text{C}$ ) và thời gian lưu khí lớn (hơn 2 giây)

tạo điều kiện thuận lợi để phát sinh khí thải ô nhiễm NOx.

Các công trình nghiên cứu về xúc tác deNOx áp dụng cho xử lý khí thải công nghiệp đã được công bố nhiều [4], [5], [7], [8]. Đây là hướng nghiên cứu phát triển rất mạnh trên thế giới trong vòng 10 năm trở lại đây. Tuy nhiên, ở Việt Nam số công trình và các nhóm khoa học nghiên cứu về lĩnh vực này còn rất hạn chế do thiếu phương tiện. Nhóm nghiên cứu chúng tôi nhờ có quan hệ hợp tác khoa học với một phòng thí nghiệm của Pháp chuyên nghiên cứu về xúc tác deNOx và được Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam trang bị một thiết bị chuyên dụng để nghiên cứu phản ứng này, từ đó trong nhiều năm qua đã tiến hành nghiên cứu xúc tác deNOx trên nhiều hệ xúc tác khác nhau và đã phát hiện ra một hệ xúc tác mới có khả năng chuyển hoá đến 98% NOx thành N<sub>2</sub> và O<sub>2</sub> ở nhiệt độ khoảng 500<sup>0</sup>C.

Xúc tác loại này chưa có điều kiện áp dụng có hiệu quả để chế tạo Pot xúc tác xử lý khí thải xe hơi do nhiệt độ nơi đặt Pot thấp hơn 500<sup>0</sup>C, tuy nhiên chúng lại rất thích hợp trong các lò đốt rác do nhiệt độ khí thải khá cao nên dễ dàng duy trì ở nhiệt độ thích hợp trong khoảng 500<sup>0</sup>C khi đi qua Pot xúc tác.

Nguyên liệu chế tạo các loại xúc tác oxy hoá và deNOx được lựa chọn trên cơ sở những vật liệu dễ kiếm và có giá thành không cao. Cấu hình xúc tác đã được nghiên cứu cải tiến để tăng hàng loạt tính riêng của xúc tác trên một đơn vị thể tích, đồng thời đáp ứng các yêu cầu về độ bền cơ, nhiệt và tránh gây nên lực cản đối với dòng khí thải.

## **2.4 Các yêu cầu đối với xúc tác xử lý khí thải lò đốt rác**

- Có hoạt độ cao: phải chuyển hoá được trên 90% chất ô nhiễm có trong khí thải
- Có độ bền nhiệt và bền cơ học cao: không bị hao mòn và cuốn ra theo dòng khí
- Hoạt động ổn định, thời gian sống dài
- Không bị đầu độc bởi S, bồ hóng hay bụi để có thể làm việc lâu dài
- Dễ tái sinh khi hoạt tính suy giảm
- Cấu hình thích hợp để hạn chế trở lực cho dòng khí qua Pot xúc tác

Để đảm bảo cho xúc tác làm việc có hiệu quả và lâu dài, các điều kiện về nhiệt độ của Pot xúc tác, tốc độ dòng khí phải ổn định và được kiểm soát nghiêm ngặt.

## **3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

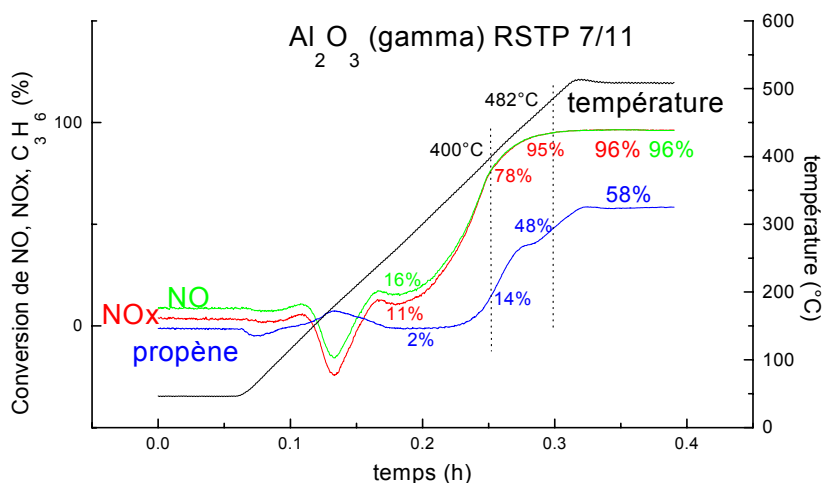
Từ thành phần đặc trưng của khí thải lò đốt rác, đề ra nhiệm vụ của xúc tác phải tham gia thực hiện cả quá trình oxy hoá (để xử lý CO, VOC, HC, bồ hóng) và quá trình khử (để xử lý NOx). Xúc tác ba hướng (three-way catalyst) được chế tạo trên cơ sở các kim loại quý như Pt, Rh, Pd... để thực hiện đồng thời hai nhiệm vụ này, hiện nay chúng được sử dụng rất phổ biến để xử lý khí thải xe hơi, tuy nhiên xúc tác loại này không thích hợp với việc xử lý khí thải lò đốt rác thải vì thành phần của chúng không giống với khí thải xe hơi, và khó điều chỉnh tỷ lệ oxy/chất khử ở tỷ lệ thích hợp cho xúc tác ba hướng hoạt động. Mặt khác, trong khí thải các lò đốt rác có chứa nhiều chất đầu độc xúc tác mạnh, chẳng hạn hợp chất của lưu huỳnh, đồng

thời đây là loại xúc tác rất đắt tiền. Vì vậy, giải pháp kết hợp một cách hợp lý giữa hai loại xúc tác oxy hoá và khử (đều rẻ hơn nhiều so với xúc tác platinic) có tính khả thi và hiệu quả hơn.

a/ Xúc tác oxy hoá được chế tạo trên cơ sở ôxít các kim loại chuyển tiếp (Cu, Ni, Cr, Co...) mang trên hỗn hợp ôxít nhôm và caolan đã được nhóm nghiên cứu chế tạo và thử nghiệm trước nay tỏ ra thích hợp với nhiệm vụ này với độ chuyển hoá CO và hydrocarbon đạt 100% ở nhiệt độ trên 300°C, tốc độ thể tích VVH trên 10.000 h<sup>-1</sup>. Ngoài ra cũng có thể dùng xúc tác oxy hoá trên cơ sở perovskites

hoặc một số xúc tác trên cơ sở đất hiếm như M/Ce-Zr (M=Co, Pd...).

b/ Xúc tác khử NO<sub>x</sub> trong điều kiện có oxy và hydrocarbon: nhóm nghiên cứu chúng tôi đã thành công trong việc tìm ra một loại xúc tác có gọi tên là Amma trên cơ sở chất mang là ôxít nhôm, đây là xúc tác thích hợp để kết hợp với xúc tác oxy hoá trên chế tạo ra Pot xúc tác xử lý khí thải cao nhiệt, chúng có khả năng chuyển hoá tới 98% NO<sub>x</sub> thành N<sub>2</sub> ở nhiệt độ trên 450°C, với tốc độ thể tích VVH trên 20.000 h<sup>-1</sup> như kết quả thí nghiệm chỉ ra trên Hình 1:



**Hình 1.** Biến thiên của độ chuyển hoá NO<sub>x</sub> thành N<sub>2</sub> theo nhiệt độ trong điều kiện TPSR (phản ứng theo chương trình nhiệt độ)

VVH=22.000 h<sup>-1</sup>; C<sub>HC</sub> = 1900 ppm; C<sub>NO<sub>x</sub></sub> = 340 ppm; C<sub>O<sub>2</sub></sub> = 8% (thể tích)

Đây là xúc tác khử thích hợp để đem đi kết hợp với xúc tác oxy hoá nói trên chế tạo ra Pot xúc tác xử lý khí thải cho các lò đốt rác.

c/ Nguyên lý kết hợp hai loại xúc tác trong Pot xúc tác:

Điều đáng phải lưu ý là trong khí thải của lò đốt rác tồn tại cả chất khử (CO,

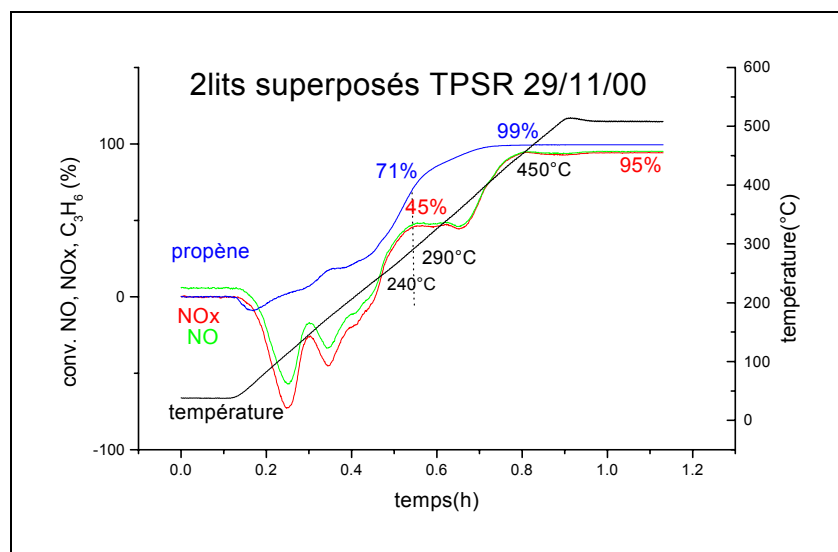
hydrocarbon) và NO<sub>x</sub>; NO<sub>x</sub> sẽ được chuyển hoá với hiệu suất cao nhất ở nhiệt độ mà ở đó nếu có mặt xúc tác ôxy hoá sẽ không còn CO và hydrocarbon. Vì vậy phải bố trí lớp xúc tác ôxy hoá sau lớp xúc tác khử.

- Phản ứng deNO<sub>x</sub> được thực hiện khi có mặt chất khử (HC, CO, H<sub>2</sub>, alcohol, NH<sub>3</sub>...), nếu trong khí thải lượng chất khử trên không

đủ thì phải cung cấp bổ sung bằng cách đưa khí HC từ bên ngoài vào và lượng chất khử dư này phải được ôxy hoá hoàn toàn sau khi đi qua lớp xúc tác ôxy hoá của Pot xúc tác.

Nghiên cứu thực hiện trên cơ sở bố trí hai lớp xúc tác nối tiếp trong đó xúc tác deNO<sub>x</sub> tiếp xúc với khí thải trước lớp xúc tác ôxy hoá.

Kết quả thử nghiệm trình bày trên Hình 2:



**Hình 2.** Biến thiên của độ chuyển hóa HC, NO<sub>x</sub> theo nhiệt độ trong điều kiện sử dụng hai lớp xúc tác và các điều kiện phản ứng nêu trong Hình 1.

Theo Hình 2, rõ ràng ở nhiệt độ 500<sup>0</sup>C sau khi đi qua hai lớp xúc tác hầu như toàn bộ khí NO<sub>x</sub> và HC đã bị chuyển hoá hết thành CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O và N<sub>2</sub>.

#### 4. THIẾT KẾ - CHẾ TẠO POT XÚC TÁC

Kết quả thực nghiệm trên là cơ sở để chúng tôi nghiên cứu thiết kế và chế tạo Pot xúc tác xử lý khí thải lò đốt rác y tế trong khuôn khổ công trình nghiên cứu khoa học do Sở Khoa học, Công nghệ và Môi trường

TP.HCM chủ trì về việc nghiên cứu chế tạo lò đốt chất thải rắn y tế năm 2002 [2].

Cấu tạo Pot xúc tác được trình bày như trên Hình 3.

Đặc tính kỹ thuật cơ bản của Pot xúc tác:

- Nhiệt độ làm việc: 400 ÷ 500<sup>0</sup>C

- Lưu lượng dòng khí: 700 m<sup>3</sup>/h

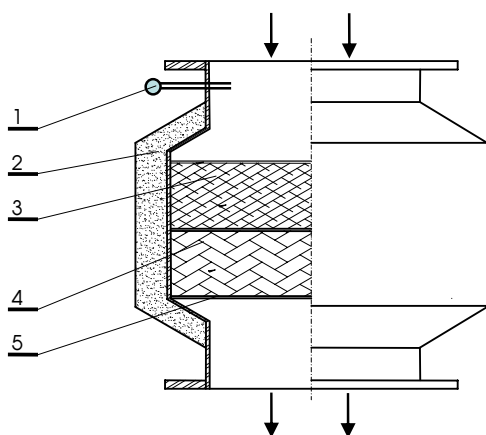
- Nồng độ ôxy phải trên 8%

- Hiệu suất xử lý đạt trên 98%

Cấu hình xúc tác được chọn là các ống hình trụ có đường kính ngoài 15mm, đường kính trong 11mm, chiều cao 15mm. Chất mang sau khi nung nóng trong hai giờ ở 500<sup>0</sup>C được tẩm dung dịch nước của muối các kim loại hoạt động, sấy khô và nung tiếp trong môi trường

không khí hai giờ ở 500<sup>0</sup>C. Công đoạn cuối là xúc tác được nung trong môi trường không khí trong hai giờ ở 800<sup>0</sup>C.

Trở lực gây ra bởi các lớp xúc tác được khắc phục bằng áp suất âm tạo nên nhờ quạt gió có thông số kỹ thuật thích hợp bố trí Pot xúc tác.



**Ký hiệu:**

- 1- Đo nhiệt độ khí vào
- 2- Lớp vật liệu chịu lửa/cách nhiệt
- 3- Lớp xúc tác deNOx
- 4- Lớp xúc tác ôxy hoá
- 5- Giá đỡ xúc tác

**Hình 3.** Pot xúc tác xử lý khí thải lò đốt rác thải

## 5. KẾT LUẬN

Từ những kết quả nghiên cứu cơ bản trong phòng thí nghiệm, hình thành cơ sở khoa học để thiết kế chế tạo Pot xúc tác xử lý khí thải lò đốt rác. Pot xúc tác được cấu tạo gồm hai lớp xúc tác được bố trí nối tiếp: phía trước là lớp xúc tác khử NOx (deNOx) và phía sau là lớp xúc tác ôxy hoá. Với cách bố trí xúc tác hợp lý

trên đồng thời với việc tận dụng chất khử có sẵn trong thành phần khí thải cho phép đồng thời loại bỏ hoàn toàn các chất ô nhiễm như CO, HC và NOx.

Đây là một trong những nghiên cứu của nhóm mà kết quả của nó đã được ứng dụng vào thực tiễn, mang ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao trong lĩnh vực xử lý ô nhiễm - bảo vệ môi trường.

CATALYSTS TO TREAT POLLUTION GASES OF THE INCINERATORS

Le Van Lu<sup>(1)</sup>, Le Van Tiep<sup>(2)</sup>

(1) University of technology – VNU HCM

(2)Material sciences sub-institute in ho chi minh city

**ABSTRACT:** Incineration is a useful way to treat industrial and medical waste. However, the combustion process in the incinerators can produce many toxic gases like nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), monoxide carbon (CO), hydro cacbon (HC).

In this paper we present the study and design of the deNO<sub>x</sub> and oxidation catalyst system, which can be used to treat pollution gases NO<sub>x</sub>, CO, HC that are produced in the incinerators. The study results show good prospect for applying the treatment system in Vietnam industry..

**Keywords:** Incinerators, deNO<sub>x</sub> and oxidation catalysts

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lê Văn Lữ, *Bài giảng nguyên lý lò công nghiệp*, Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM, (1998).
- [2]. Lê Văn Lữ và các cộng sự, *Thiết kế lò đốt rác y tế 30kg/h*, Đề tài của Sở Khoa học, Công nghệ và Môi trường TP.HCM (2002).
- [3]. Lê Văn Tệp và các cộng sự, *Đề tài nghiên cứu KH cấp Trung tâm KHTN&CNQG*, đã nghiệm thu năm 2000.
- [4]. Lê Văn Tệp – *Kết quả nghiên cứu tại Đại học Paris 6 – Cộng Hoà Pháp*, (2000).
- [5]. Lê Văn Tệp, *Các kết quả nghiên cứu về quá trình deNO<sub>x</sub>*, Paris, (2000-2001).
- [6]. Calvin R. Brunner, *Hazardous Waste Incineration*, Mc Graw-Hill Book Company, (1980).
- [7]. Charles N. Satterfield, *Heterogeneous Catalysis in Practice*, Mc Graw-Hill Book Company, (1980).
- [8]. Guest Editor: J.W. Geus, *Catalysis Today*, Vol.47, Nos. 1-4, (1999).