

GIỚI THIỆU VỀ CÔNG NGHỆ XỬ LÝ CHẤT THẢI NGUY HẠI VÀ CHẤT THẢI PHÓNG XẠ BẰNG PLASMA NHIỆT ĐỘ THẤP

NGUYỄN AN THÁI

Viện Công nghệ Xạ hiếm, 48, Láng Hạ, Đống Đa, Hà Nội

Email: adaat2009@gmail.com

Tóm tắt: Plasma là một thể của vật chất cấu tạo từ các ion tự do và các mảnh vỡ nguyên tử thường được hình thành ở điều kiện nhiệt độ cực kỳ cao, trong đó plasma nhiệt độ thấp là loại plasma hình thành ở nhiệt độ dưới 20 000 độ C với mật độ năng lượng thấp thường được sử dụng để xử lý các chất thải nguy hại và chất thải phóng xạ. Đây là một công nghệ dễ điều khiển và có tính tự động hóa cao. Nó rất ít yêu cầu chất phụ gia và làm giảm đáng kể thể tích của khối chất thải sau khi xử lý. Sản phẩm sau khi xử lý bằng plasma nhiệt độ thấp cũng có độ ổn định cao và bền vững với môi trường, đáp ứng hầu hết những tiêu chí để xử lý chất thải nguy hại và chất thải phóng xạ. Trong báo cáo sẽ giới thiệu, đánh giá và so sánh một số công nghệ xử lý chất thải nguy hại và chất thải phóng xạ bằng plasma nhiệt độ thấp.

Từ khóa: *Chất thải nguy hại, chất thải phóng xạ, plasma, plasma lạnh.*

I. MỞ ĐẦU

Sự phát triển của các ngành công nghiệp làm phát sinh ra nhiều loại chất thải nguy hại, có độc tính cao, ảnh hưởng lâu dài, cả trực tiếp và gián tiếp đến môi trường và sức khỏe con người. Những loại chất thải này thường chứa trong nó các kim loại nặng, các tác nhân gây ung thư cả hữu cơ và vô cơ, thậm chí, còn phải kể đến những loại chất thải có tính phóng xạ [1] Những loại chất thải này không thể xử lý hàng loạt bằng biện pháp chôn lấp hay đốt cùng với các chất thải sinh hoạt và chất thải công nghiệp thông thường khác, mà chúng yêu cầu phải có phương pháp xử lý đặc biệt, ví dụ như đốt trong lò điện nhiệt độ cao, kèm hệ thống xử lý khói thứ cấp hoặc ổn định hóa với chất thải có tính phóng xạ.

Một trong các phương pháp xử lý chất thải nguy hại tiên tiến của thế giới hiện nay là sử dụng công nghệ plasma, với nhiều ưu điểm. Khi đốt cháy chất thải nguy hại bằng plasma, những phần cháy được trong chất thải sẽ được khí hóa thành dạng khí đốt, được dùng để gia nhiệt và thậm chí là phát điện. Những phần không cháy được như kim loại, muối... sẽ được nung chảy (có thể cùng phụ gia silicat) tạo thành một dạng thủy tinh hóa bền hóa học, khó rò rỉ. Ưu điểm dễ nhận thấy nhất của phương pháp này là nó giúp thỏa mãn được tất cả các yêu cầu như giảm thể tích thải, ổn định hóa và hầu như không phát sinh khí thải hay dạng thái thứ cấp khó kiểm soát [4].

II. LÝ THUYẾT VỀ PLASMA VÀ XỬ LÝ CHẤT THẢI BẰNG PLASMA.

1. Một số khái niệm về plasma nhiệt và ứng dụng.

Plasma được coi là dạng thứ tư của vật chất, thành phần chính của nó là các điện tử, ion và các hạt tự do chuyển động ở nhiệt độ cao. Plasma có tính dẫn nhiệt và dẫn điện tốt nhờ vào các hạt mang điện tự do trong thành phần, nó có thể ion hóa toàn bộ hay một phần. Plasma có thể được tạo thành ở các nhiệt độ và mật độ vật chất khác nhau, tuy nhiên, cần phải cung cấp đủ năng lượng để biến vật chất từ dạng khí trở thành dạng plasma, nếu không các hạt mang điện sẽ

“nguội” và trở thành dạng khí. Năng lượng cung cấp cho quá trình tạo thành plasma có thể là từ dòng điện (phổ biến nhất), gia nhiệt, tia cực tím và nhiều dạng khác. Ngày nay, trong công nghiệp plasma được sử dụng trong rất nhiều ứng dụng như tạo màng, khí hóa, diệt khuẩn, xử lý chất thải, v.v..[5]

Nhìn chung plasma có thể phân loại thành hai dạng, plasma nhiệt độ cao hoặc plasma nhiệt độ thấp (plasma lạnh) dựa vào nhiệt độ của các electron, ion và nhiệt độ dòng khí chứa plasma. Nếu nhiệt độ của electron cao hơn rất nhiều so với nhiệt độ các ion và khí trung tính, loại plasma này sẽ được gọi là plasma nhiệt độ thấp hay plasma lạnh. Nếu tất cả các thành phần của plasma đều ở dạng nhiệt độ cao, từ 4.000 K (đối với các thành phần dễ ion hóa) tới 20.000 K (với các thành phần khó ion hóa), loại plasma này sẽ được gọi là plasma nhiệt độ cao, hay plasma nóng.

Người ta cũng có thể phân loại plasma dựa vào trạng thái cân bằng nhiệt. Nếu tất cả các thành phần ion trong khối plasma có nhiệt độ giống nhau, như trong trường hợp plasma nóng, nó sẽ được coi là plasma cân bằng nhiệt. Ngoài ra ở áp suất cao, sự truyền nhiệt nội tại có hiệu quả cao cũng giúp cho plasma có nhiệt độ chưa đủ cao đạt cân bằng nhiệt. Trong trường hợp còn lại, plasma được coi là chưa cân bằng nhiệt, khi nhiệt độ của các thành phần ion trong khối plasma chênh lệch nhau, thường là electron có nhiệt độ cao và các thành phần còn lại ở nhiệt độ thấp hơn. [5]

2. Xử lý chất thải bằng plasma

Khi chất thải nguy hại tiếp xúc với plasma, ở nhiệt độ cực kỳ cao vật chất sẽ bị phân hủy ra thành các thành phần nguyên tố đơn giản và dễ ô xy hóa với hiệu suất rất cao. Sản phẩm của quá trình phân hủy này sẽ bao gồm khí đốt nhân tạo, xỉ và tro. Với những chất thải nguy hại đặc biệt như kim loại nặng hay chất thải phóng xạ, người ta có thể sử dụng thêm những phụ gia silicat để thu được sản phẩm cuối cùng là những khối thủy tinh hóa, có khả năng nhốt các ion phóng xạ trong một thời gian dài, thuận lợi cho lưu trữ lâu dài. Ngoài ra, hầu hết các loại hợp chất độc hại khác đều đã bị phân hủy thành những chất hóa học đơn giản và không độc.

Việc phân loại tỉ mỉ công nghệ xử lý chất thải bằng plasma còn tùy thuộc vào nguồn phát plasma và thiết kế của lò xử lý. Người ta có thể tạo ra plasma bằng cách phóng điện trực tiếp, sóng radio hay vi sóng. Với công nghệ phóng điện trực tiếp, dòng điện cao thế sẽ được phóng trực tiếp qua các điện cực tạo thành hồ quang điện và phân giải không khí thành ion và electron, đồng thời tạo ra plasma trong quá trình. Với điện thế nhỏ hơn, người ta cũng có thể dùng để phát ra vi sóng từ Magnetron. Dòng vi sóng sẽ được dẫn qua bộ dẫn sóng và tác động vào khí ga nguyên liệu, bẻ gãy các phân tử thành ion, electron và các mảnh vụn, tạo thành plasma. Phương pháp này có nhiều ưu điểm hơn phóng điện trực tiếp vì người ta sẽ không phải sắp xếp điện cực, và cũng giảm chi phí thay thế các điện cực hỏng do phải hoạt động một thời gian dài trong nhiệt độ cao.

Một số dạng chất thải có thể sử dụng phương pháp xử lý bằng plasma:

1, Chất thải nguy hại hữu cơ dạng rắn.

Chất thải nguy hại hữu cơ dạng rắn có thể bao gồm các loại nhựa trao đổi ion đã hấp thụ các ion kim loại nặng khó xử lý, đặc biệt là ion phóng xạ, các sản phẩm như giấy, vải, gỗ và chất dẻo đã qua chiếu xạ và có thể phân loại vào chất thải phóng xạ hoạt độ rất thấp hoặc thấp. Đặc điểm chung của chất thải dạng này là chúng có thể cháy hoặc chuyển hóa thành khí cháy trong môi trường plasma với nhiệt lượng cao, từ 16 MJ/kg đối với gỗ đến 42 MJ/ kg đối với một số

loại chất dẻo. Đặc biệt, một số loại nhựa trao đổi ion có thể ngâm lượng lớn nước trước khi xử lý. Cả quá trình cháy và thành phần nước trong chất thải cần xử lý sẽ làm cho quá trình kiểm soát nhiệt độ trở nên khó khăn hơn, nhờ đó khi thiết kế và vận hành thiết bị xử lý cần đặc biệt quan tâm đến vấn đề này.

2. Chất thải nguy hại vô cơ dạng rắn.

Chất thải loại này rất đa dạng, có thể dạng bột hay khối, phi kim hay kim loại như dưới dạng bê tông, khoáng vật, vật liệu cách nhiệt, thủy tinh, kim loại. Chúng thường có điểm nóng chảy cao và khó xử lý trong quá trình đốt cháy thông thường, vì thế đây là một trong những đối tượng chính của hệ thống xử lý bằng plasma. Với các chất thải phóng xạ có độ tro cao, ít liên kết, có thể thêm vật liệu silicat như cát hoặc thủy tinh để dễ ổn định hóa thành khối vững chắc hơn.

3. Chất thải nguy hại dạng lỏng.

Loại chất thải này thường phải qua các công đoạn tiền xử lý như bay hơi, cô đặc và đốt cháy thông thường (với chất thải hữu cơ) để biến thành dạng bùn, cần trước khi được xử lý plasma. Sau những quá trình trên, nó sẽ được xử lý tương tự như chất thải dạng rắn [6,11].

4. Tình hình ứng dụng xử lý chất thải nguy hại bằng công nghệ plasma tại Việt Nam và trên thế giới.

1. Tại Việt Nam

Hiện Việt Nam đã có một hệ thống xử lý rác thải bằng công nghệ plasma tại Nhà máy xử lý rác Thành Quang (huyện Đông Anh, Hà Nội). Lò đốt này có công suất xử lý 300 tấn rác/ngày, có tích hợp thu hồi khí đốt nhân tạo (SynGas) cho hoạt động phát điện và sấy khô rác thải trước khi đưa vào đốt. Sản phẩm cuối của nhà máy là tro xỉ hóa lỏng và đóng rắn dạng thủy tinh vô tính [2]. Ngoài ra, tại thành phố Hồ Chí Minh cũng đã có chủ trương chấp thuận xây dựng nhà máy xử lý rác thải bằng công nghệ plasma tại khu Liên hợp xử lý chất thải Phước Hiệp, Củ Chi với công suất 1.000 tấn chất thải rắn thông thường và 2.000 tấn chất thải nguy hại/ ngày, với tổng số vốn đầu tư là 520 triệu USD. Lò sử dụng công nghệ của công ty Trisun Green Energy Corporation (Australia) với các đầu phát plasma có nhiệt độ từ 3.000 – 7.000°C. [3]

Hiện tại, tại Việt Nam vẫn còn tồn tại nhiều loại chất thải nguy hại như PCBs, thuốc bảo vệ thực vật hoặc chất thải phóng xạ hoạt độ thấp lưu kho chưa có biện pháp xử lý lâu dài, là đối tượng thích hợp cho công nghệ xử lý bằng plasma này.

2. Trên thế giới

Trong khoảng từ những năm 2000 đến nay, trên thế giới đã có không ít những nhà máy xử lý chất thải nguy hại, trong đó có cả chất thải phóng xạ được xây dựng và vận hành. Vì đặc tính giá thành của công nghệ, các nhà máy này chỉ được phục vụ cho những loại chất thải đặc biệt với công suất hạn chế tại châu Á, châu Âu và châu Mỹ [4]. Có thể kể đến trong bảng sau:

Bảng 1. Một số cơ sở xử lý chất thải nguy hại bằng công nghệ plasma nhiệt trên thế giới.

Vị trí	Loại rác xử lý	Công suất (t/ngày)	Năm vận hành
<i>Bắc Mỹ</i>			
Madison, Pennsylvania	Rác thải xây dựng	18	2009

Alpoca, Tây Virginia	Đạn dược	10	2003
Hawthorne, Nevada	Đạn dược, bom mìn	10	2006
Richland, Washington	Chất thải nguy hại	4	2002
Honolulu, Hawaii	Rác thải y tế	1	2001
Hải quân Mỹ	Rác thải trên tàu	7	2004
Lục quân Mỹ	Rác thải y tế, sinh hoạt.	10,5	2011
Montreal, Canada	Tro rác thải y tế	2,5	2001
Quebec, Canada	Chất tải lạnh	1,2	2013
<i>Châu Âu</i>			
Moskva, Nga	CTPX hoạt độ thấp.	6 – 9,5	2002
Bordeaux, Pháp	Tro rác thải y tế	10	1998
Kedzierzyn-kozol, Ba Lan	Rác thải công nghiệp	10	2010
Morcenx, Pháp	Amiăng	30	2001
Bergen, Na Uy	Chất thải thuộc da	15	2001
Kozloduy, Bulgaria	CTPX hoạt độ thấp	5	2010
<i>Châu Á</i>			
Utashinai, Nhật	Rác thải y tế, rác ô tô	300	2002
Mihama-Mikata, Nhật	Rác thải y tế, bùn công	25	2002
Shimonoseki, Nhật	Tro rác thải y tế	42	2002
Kakogawa, Nhật	Tro rác thải y tế	30	2003
Imizu, Nhật	Tro rác thải y tế	10	2002
Maizuru, Nhật	Tro rác thải y tế	6	2003
Iizuka, Nhật	Rác công nghiệp	10	2004
Osaka, Nhật	PCBs	4	2006
Hiemji, Nhật	Tro rác thải y tế, PCBs	5	2006
Nagpur, Ấn Độ	Rác thải nguy hại	68	2010
Pune, Ấn Độ	Rác thải nguy hại	68	2009
Yongin, Hàn Quốc	Tro rác thải y tế	14	1997
Tự Công, Tứ Xuyên, TQ	Rác thải hóa học nguy hại	3	2006
Lễ Tuyên, Thiểm Tây, TQ	Rác thải hóa học bền, y tế	5	2008
Thượng Hải, TQ	Rác thải y tế	30	2014
Thượng Hải, TQ	Rác thải y tế	14,4	2013
Đồng Quan, Quảng Đông, TQ	Rác rải y tế, công nghiệp	30	2016
Đài Loan	CTPX hoạt độ thấp	6	2006
Đài Nam, Đài Loan	Chất thải nguy hại, công nghiệp	3-5	2005
Cao Hùng, Đài Loan	Chất thải nguy hại, công nghiệp	0,48	2007
Đài Chung, Đài Loan	Chất thải nguy hại, công nghiệp	14,4	2011

III. QUY TRÌNH XỬ LÝ CHẤT THẢI BẰNG CÔNG NGHỆ PLASMA. SO SÁNH MỘT SỐ CÔNG NGHỆ PLASMA VÀ CÔNG NGHỆ ĐỐT RÁC THÔNG THƯỜNG.

1. Cấu tạo thiết bị xử lý chất thải bằng công nghệ plasma

Công nghệ xử lý chất thải bằng plasma là một quá trình có nhiều giai đoạn. Cách thiết kế cơ sở xử lý và cấu hình máy móc phụ thuộc vào loại chất thải được xử lý và công nghệ của nhà

cung cấp. Tuy nhiên, quy trình xử lý chất thải bằng công nghệ plasma có thể được chia thành các công đoạn chính sau:

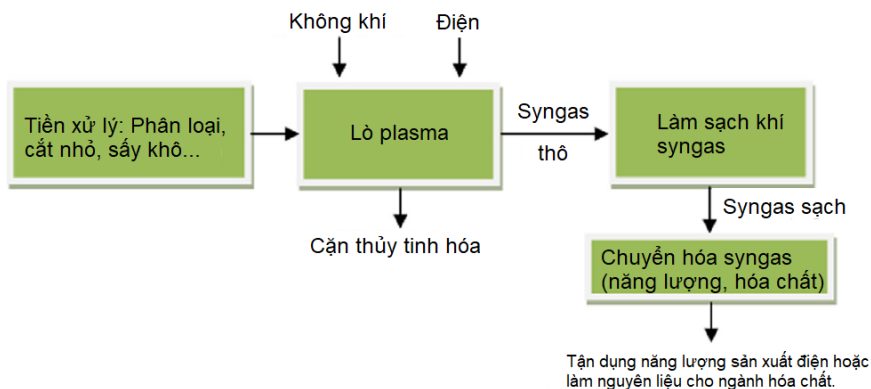
1, *Tiền xử lý*: Pha trộn đồng đều chất thải trước khi đưa vào máy nạy, sấy khô, có thể tách các thành phần có thể tái chế để làm giảm lượng chất thải cần xử lý, sau đó sẽ chuyển đến lò đốt plasma.

2, *Khí hóa/ thủy tinh hóa trong buồng plasma*: Chất thải được nạp vào buồng plasma, thành phần hữu cơ sẽ được chuyển thành khí đốt nhân tạo (syngas) với tỉ lệ chuyển hóa có thể đạt trên 99%, trong đó, các nguyên tố C, H₂O sẽ được chuyển hóa chủ yếu thành khí hydro và carbon monooxit. Các vật chất vô cơ gồm kim loại, khoáng vật sẽ bị hóa lỏng, có thể được bổ sung silicat để chuyển hóa thành vật chất trợ dạng thủy tinh hóa.

3, *Dọn dẹp, thu hồi sản phẩm thủy tinh hóa*: Phần cặn rắn dạng thủy tinh trơ sẽ được xử lý lưu trữ hay chôn lấp tùy tính chất của nó (ví dụ có phóng xạ hoặc không)

4, *Thu hồi năng lượng* : Khí đốt nhân tạo (syngas) sẽ rời lò đốt ở nhiệt độ trong khoảng 1.000 – 1.200 độ C. Nó sẽ được dẫn qua hệ thống trao đổi nhiệt để tận dụng nhiệt thừa, ví dụ để đun nóng nồi hơi chạy máy phát điện. Sau đó, bản thân loại khí này khi được hạ nhiệt sẽ được làm sạch và sử dụng phát điện hoặc làm nguyên liệu cho công nghiệp hóa chất (sản xuất ammonia, hydro hay hydrocarbon lỏng).

Có thể minh họa toàn bộ quy trình như sơ đồ trong hình 1.



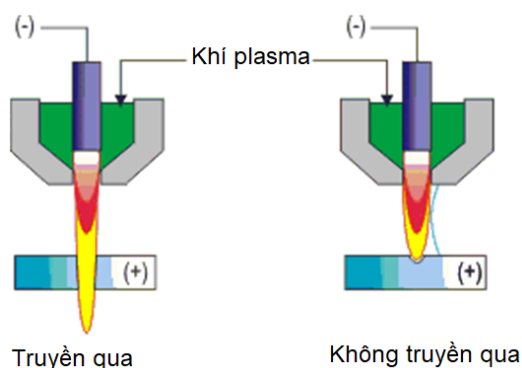
Hình 1. Sơ đồ về quy trình cơ bản xử lý chất thải nguy hại bằng plasma

2. Cấu tạo lò plasma

1, Đèn (đầu phun) plasma.

Đầu phun plasma là thiết bị trực tiếp tạo ra dòng plasma để xử lý chất thải. Thông thường, plasma nhiệt sẽ được tạo ra bởi dòng điện một chiều (DC), dòng điện xoay chiều (AC), tần số radio (RF) và một số cơ chế khác. Tuy nhiên plasma được tạo ra từ dòng điện trực tiếp (DC) là loại phổ biến nhất vì nó ổn định hơn, dễ điều khiển hơn [7].

Đầu phun plasma sử dụng dòng điện một chiều (DC) cũng được chia thành hai loại dựa vào luồng khí plasma phun ra và vị trí cực dương. Nếu ngọn lửa plasma được phun ra ngoài qua cực dương, nó sẽ được gọi là đầu phun truyền qua (transferred), ngược lại, khi ngọn lửa plasma được giữ trong đầu phun, nó được gọi là đầu phun không truyền qua (non-transferred), cấu tạo của hai loại đầu phun này có thể được thấy trong hình 2.



Hình 2. So sánh hai loại đầu phun plasma sử dụng dòng điện một chiều (DC)

2. Buồng đốt

Buồng đốt được làm bằng vật liệu chịu nhiệt và kín khí. Đây sẽ là nơi diễn ra phản ứng cháy và hóa hơi, biến đổi rác thải nguy hại thành khí và vật liệu thủy tinh hóa vô hại. Thường khi sử dụng đầu phun plasma không truyền qua, toàn bộ buồng đốt này cũng nằm trong đầu phun plasma.

3. Hệ thống điều khiển dòng khí

Hệ thống này sẽ cung cấp khí cho quá trình khí hóa plasma, đồng thời còn cung cấp khí cho quá trình làm mát chính. Nó cũng bao gồm cả các thiết bị trao đổi nhiệt để lấy nhiệt từ dòng syngas sau xử lý, các thiết bị lọc để làm sạch các chất tro, bụi trong dòng khí syngas, bình ngưng để chuyển các thành phần có thể ngưng thành chất lỏng trong dòng syngas và một hệ thống lọc HEPA để có thể lọc các khí thải trước khi giải phóng ra môi trường.

4. Hệ thống làm mát chung

Đây là thiết bị có vai trò quan trọng, sử dụng nước làm chất tải nhiệt để đảm bảo toàn bộ hệ thống xử lý chất thải bằng plasma không bị quá nhiệt hay tan chảy.

Ngoài các thiết bị trên, để xây dựng hệ thống xử lý chất thải nguy hại bằng công nghệ plasma người ta còn cần phải chuẩn bị mặt bằng nhà xưởng, các dây chuyền máy móc phụ trợ để thao tác với chất thải, xi, khí, nhà máy phát điện hoặc nhà máy hóa chất tận dụng syngas...[7,10]

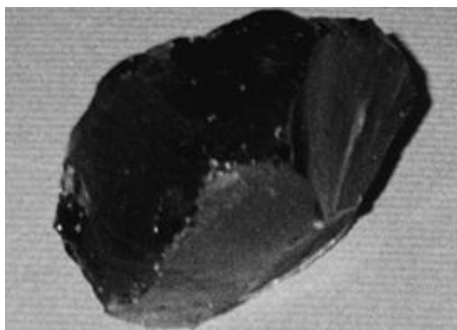
3. So sánh một số công nghệ cụ thể

Khác với phương pháp đốt bằng lò đốt thông thường sử dụng phản ứng đốt cháy hóa học với sản phẩm cuối cùng là tro và khí thải, phương pháp xử lý bằng lò plasma có sản phẩm cuối cùng là sản phẩm thủy tinh hóa có độ bền hóa học cao, không những thế nó còn có hệ số giảm thể tích lớn hơn và mở ra khả năng thu hồi năng lượng qua các sản phẩm khí (syngas) tạo thành.

1. Hệ thống lò đốt thử nghiệm INER-100NT

Đây là hệ thống lò thử nghiệm của Đài Loan, sử dụng một đầu phun plasma dạng không truyền qua với công suất từ 20 – 120 kW. Dòng điện tối đa của hồ quang điện tạo plasma đạt 200 A, hiệu điện thế tối đa 600 V. Dòng khí tạo plasma đi qua với lưu lượng từ 100 – 700 l/phút. Hiệu suất chuyển hóa plasma đạt 87%. Nhiệt độ trung bình của dòng plasma phun ra đạt 5.000 – 6.000 độ C với nhiệt dung khoảng 6 – 10 MJ/kg. Tuổi thọ của điện cực đầu phun đạt 150 giờ với cực âm và 500 giờ với cực dương. Lò được sử dụng để xử lý chất thải vô cơ với

công suất 10 kg/ giờ trong buồng đốt kích thước 43 x 40 x 45 cm. Tùy vào dạng chất thải đầu vào, người ta có thể bổ sung thêm felspat để tạo ra dạng thủy tinh hóa bền chắc [7,10].



Hình 3: Khối thủy tinh hóa được tạo ra từ lò INER-100NT với kích thước 28 x 54 x 49 mm

Kết quả cho thấy, nhiệt độ đốt của buồng đốt đạt 1.650 – 1.700 độ C ở công suất 100 kW. Với chất thải mô phỏng các loại chất thải phóng xạ hoạt độ thấp thông thường, thử nghiệm cho thấy sản phẩm tạo ra bị thủy tinh hóa dễ dàng bằng ngọn lửa plasma và được chuyển thành khối thủy tinh hóa bền chắc. Độ bền chịu nén của khối thải này đạt đến 800 kg/cm², và độ rò rỉ của 8 nguyên tố (Si, Na, Ca, K, S, Mg, Fe, Al) đạt từ 8 – 15.10⁻⁶ g/cm² / ngày, đạt tiêu chuẩn của Đài Loan. [7]

2. Hệ thống lò đốt thử nghiệm Pluton và Pyrolysis của công ty Radon (Nga)

Thông số kỹ thuật của cả hai hệ thống này như trong bảng 2.

Bảng 2. Thông số kỹ thuật của hai loại lò đốt Pyrolysis và Pluton

Thông số kỹ thuật	Pyrolysis	Pluton
Công suất xử lý chất thải (kg/h)	40-50	200 - 250
Kích thước của toàn bộ hệ thống (m)	8 x 8 x 10	12 x 18 x 12
Số lượng đầu phun plasma trong buồng đốt	1	2
Công suất điện của đầu phun plasma (kW)	70 - 120	85 – 150
Thời gian đốt nóng chuẩn bị (trước khi nạp liệu) (giờ)	8 - 12	16 – 24
Hệ số tiêu thụ điện với chất thải (kWh/ kg)	2 - 4	1 – 3
Buồng đốt:		
- Kích thước trong	0,4 x 0,4	0,8 x 0,8
- Kích thước ngoài	1,6 x 1,6	2,0 x 2,0
- Chiều cao	6,5	7,2

Nhiệt độ buồng đốt của cả hai loại lò này có thể được duy trì ở mức 1.500 – 1.800 độ C tương ứng với công suất tiêu thụ điện từ 100 – 150 kW. Chúng được dùng để xử lý các loại chất thải hoạt phóng xạ hoạt độ thấp, thường phát sinh trong phòng thí nghiệm hay các hoạt động bảo dưỡng nhà máy điện hạt nhân, với thành phần chính gồm: Giấy (10 – 90%), gỗ (2 – 50%), vải vụn (2 – 25%), nhựa (polyetylen, PET,...) (2 – 25%), thủy tinh (2 – 25%), cao su (2 – 5%), nhựa chứa clo (2 – 5%), băng mạch, thiết bị điện tử (2 – 15%), rác vụn xây dựng (4 – 25%), vật liệu cách nhiệt (5 – 25%), nhựa trao đổi ion (0,3 – 5%), đất bùn (và kim loại (1-10%).

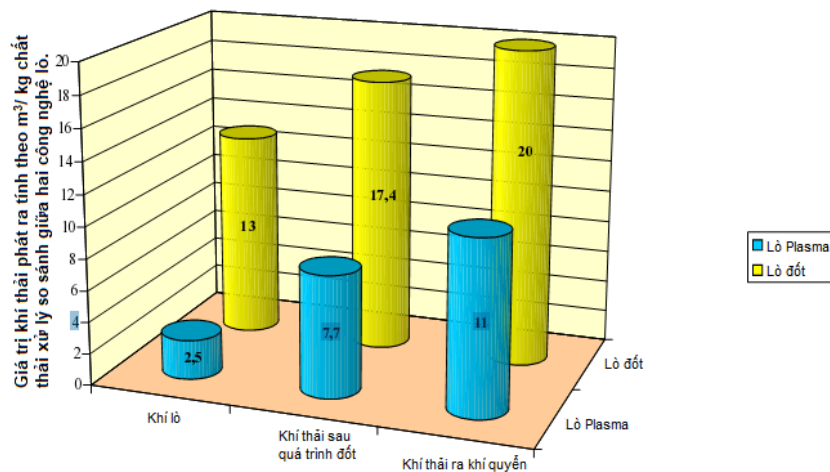
Khối thủy tinh hóa thu được có khối lượng riêng từ 2,4 – 2,9 g/ cm³, nó có thành phần nhôm cao và natri, kali thấp hơn thủy tinh thông thường. Đồng thời, nó cũng có nhiệt độ hóa

mềm cao hơn nhiều so với thủy tinh, từ 1.200 tới 1.500°C, chứng minh khả năng cố định các ion kim loại và phóng xạ như chì, crom, đồng, ... tốt hơn nhiều. Chỉ số rò rỉ của các ion động (Na, K) trong khối thủy tinh hóa này cũng đạt trong khoảng $2 - 3 \times 10^{-6}$ g/cm²/ngày, thấp hơn thủy tinh thông thường và nhiều lần so với xi măng.

Bảng 3. Chỉ số rò rỉ từ khối thủy tinh hóa sau khi đốt chất thải phóng xạ hoạt độ thấp bằng lò plasma Pyrolysis hoặc Pluton.

Chỉ số	Na ⁺	Cs-137	Pu-239
Tốc độ rò rỉ (g/cm ² .ngày)	$2 - 3.10^{-6}$	$0,3 - 5.10^{-6}$	$0,8 - 2.10^{-7}$
Rò rỉ tuyệt đối trong 100 ngày, %	1,1	0,61	0,008

Về khí thải tạo ra, so với lò đốt thông thường sử dụng phản ứng cháy hóa học, lò đốt Plasma cũng có lượng khí phát thải ra ít hơn nhiều, từ 2 cho đến 6 lần[8,9].



Hình 4. Biểu đồ so sánh lượng khí thải phát ra từ lò plasma và lò đốt thông thường.

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Từ các kết quả khảo sát, nghiên cứu trên cho thấy, việc xử lý chất thải phóng xạ bằng plasma nhiệt đã được ứng dụng khá phổ biến trên thế giới trong khoảng thời gian trên dưới 20 năm. Tuy nhiên, hiệu quả xử lý cao cùng với giá thành đầu tư đắt nên các hệ thống lò đốt sử dụng plasma công nghiệp thường chỉ dành cho xử lý chất thải nguy hại, chất thải phóng xạ hoạt độ thấp hoặc xử lý sản phẩm tạo ra từ các quá trình xử lý khác như tro chất thải y tế.

Ở Việt Nam, nhờ vào việc mua công nghệ từ nước ngoài, công nghệ plasma đã được sử dụng từ năm 2016, với nhà máy có công suất lớn để xử lý chất thải nguy hại. Mặc dù vậy, một hệ thống xử lý với công suất nhỏ vừa tầm để xử lý chất thải phóng xạ hoạt độ thấp hoặc chất thải nguy hại có khối lượng nhỏ, vốn đầu tư ít hơn vẫn là thứ còn thiếu.

Dựa trên các kết quả nghiên cứu trên hệ thống xử lý cụ thể tại Đài Loan và Nga, có thể thấy công nghệ xử lý chất thải bằng plasma có tiềm năng rất lớn đối với chất thải phóng xạ hoạt

độ thấp nhờ việc hạn chế lượng khí thải tạo thành và sản phẩm thủy tinh hóa cuối cùng cực kỳ bền nhiệt và ít rò rỉ. Các nguyên tố vô cơ, phóng xạ bị giữ chắc trong mạng lưới phân tử của khối thủy tinh hóa với thể tích giảm nhiều lần, thuận lợi cho công tác bảo quản và lưu giữ sau này.

2. Kiến nghị

Các kết quả trên cho thấy việc xử lý chất thải phóng xạ hoạt độ thấp, chất thải nguy hại bằng công nghệ plasma ứng dụng tại Việt Nam cần phải nghiên cứu thêm trong hoàn cảnh thực tế để đánh giá hiệu năng kỹ thuật cũng như hiệu quả kinh tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Quốc hội nước CHXHCN Việt Nam, Luật Bảo vệ môi trường, Khoản 3, Điều 13, 2014.
2. Minh Khanh (2016). Xử lý rác thải bằng công nghệ nhiệt phân plasma. <https://thanhnien.vn/tai-chinh-kinh-doanh/xu-ly-rac-thai-bang-cong-nghe-nhiet-phan-plasma-667989.html>. Xem 21/8/2018.
3. Trung Sơn (2017). TP HCM sẽ có nhà máy đốt rác 520 triệu USD. <https://vnexpress.net/tin-tuc/thoi-su/tp-hcm-se-co-nha-may-dot-rac-520-trieu-usd-3544907.html>. Xem 21/8/2018.
4. Junli, Kou Liu, Shengjun Yan, Yaojian Li, Dan Han, Application of thermal plasma technology for the treatment of solid waste in China: An overview, *Waste Management Journal*, 2016.
5. A.Sanlisoy, M.O.Carpinlioglu, A review on plasma gasification for solid waste disposal, *International Journal of Hydrogen Energy*, 2016.
6. Tang L., Huang H, Hao H, Zhao K. Development of plasma pyrolysis/gasification systems for energy efficient and environmentally sound waste disposal. *J Electrostat*, 839-47, 2013.
7. Chin-Ching Tzeng, Yung-Yen Kuo, Tsair-Fur Huang, Deng-Lain Lin, Yuh-Jenq Yu, Treatment of radioactive waste by plasma incineration and vitrification for final disposal, *Journal of Hazardous Material*, Vol.58, 207 – 220, 1998.
8. H.C.Yang, J.H.Kim, W.Z.Oh, H.S.Park and Y.C.Seo, Behavior of Hazardous and Radioactive Metals in a Laboratory Furnace and a Demonstration-Scale Incinerator, *Environmental Engineering Science*, Volume 15, Number 4, 1998.
9. Mikhail A.Polkanov, Valeriy A.Gorbunov, Ilgiz I.Kadyrov, Nikolay A.Spirin, Alexander P.Kobelev, Fyodor A.Lifanov, Sergey A.Dmitriev, Technology of plasma treating radioactive waste: The step forward in comparison with incineration, *WM 2010 Conference*, 2010.
10. Rafizi Salihuddin, Rohyiza Baan, Norasalwa Zakaria, M.Sufian Johari, M.Nizammuddin A.Aziz và W.N. Fatihah Ismail, Radioactive waste treatment and conditioning using plasma technology pitot plant: Testing and commissioning, *Malaysian Nuclear Agency*, 2014.
11. J. Deckers, Incineration and plasma processes and technology for treatment and conditioning of radioactive waste, *Belgoprocess*, Belgium, 2011.
12. E.Gomez, D. Amutha Rani, C.R. Cheeseman, D.Deegan, M.Wise, A.R. Boccaccini, Thermal Plasma technology for the treatment of waste: A critical review, *Journal of Hazardous Materials*, 161, 614 – 626, 2009.

AN INTRODUCTION OF TREATMENT TECHNOLOGIES FOR HAZARDOUS WASTE AND RADIOACTIVE WASTE USING LOW TEMPERATURE PLASMA

Abstract: Plasma is a unique state of matter, consisting of free ions and atom fragments, formed in extremely high temperature conditions. Low-temperature plasma is the plasma which is formed under 20 000 Celsius degrees. It has low energy density and is usually used for hazardous and radioactive waste treatment. Treatment methods using low-temperature plasma are controllable and instrumented processes. They require very little additive material and have significant volume reduction of waste packages. The final products are stable and resistant to environmental effects, proving the method is suitable for hazardous and radioactive wastes. This report will give an introduction, review and comparison of some treatment technologies using low-temperature plasma.

Keywords: *Hazardous waste, Radioactive waste, plasma, non thermal plasma, low temperature plasma, cold plasma.*