



SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRUNG TÂM THÔNG TIN VÀ THỐNG KÊ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

XU HƯỚNG CÔNG NGHỆ XỬ LÝ CHẤT THẢI Y TẾ TRÊN THẾ GIỚI VÀ MỘT SỐ ỨNG DỤNG TẠI VIỆT NAM



- Tháng 07/2022 -

MỤC LỤC

PHẦN MỞ ĐẦU

PHẦN 1 - NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ XỬ LÝ CHẤT THẢI Y TẾ TRÊN THẾ GIỚI..... 1

- 1.1 Bảo hộ sáng chế về xử lý chất thải y tế theo thời gian..... 1
- 1.2 Bảo hộ sáng chế về xử lý chất thải y tế theo quốc gia và các vùng lãnh thổ..... 2
- 1.3 Các hướng nghiên cứu công nghệ liên quan đến chất thải y tế..... 3
 - 1.3.1 Nghiên cứu theo loại chất thải y tế..... 4
 - 1.3.2 Nghiên cứu theo phương pháp xử lý chất thải y tế..... 6
- 1.4 Các đơn vị sở hữu nhiều sáng chế về xử lý chất thải y tế 10
 - 1.4.1 Top 20 đơn vị sở hữu nhiều sáng chế..... 10
 - 1.4.2 Các hướng nghiên cứu chính của Top 20 đơn vị sở hữu nhiều sáng chế..... 11

PHẦN 2 - XỬ LÝ CHẤT THẢI Y TẾ VÀ CÁC GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ XỬ LÝ TẠI VIỆT NAM 13

- 2.1 Khái quát về tình hình xử lý chất thải y tế tại Việt Nam và TP.HCM 13
- 2.2 Các công nghệ xử lý chất thải y tế tại Việt Nam 15
 - 2.2.1 Xử lý chất thải bằng phương pháp đốt 15
 - 2.2.2 Xử lý chất thải bằng phương pháp plasma..... 19
 - 2.2.3 Xử lý chất thải bằng màng lọc MBR..... 20
 - 2.2.4 Xử lý chất thải bằng phương pháp sinh học..... 21
 - 2.2.5 Xử lý chất thải bằng phương pháp vi sóng..... 21
 - 2.2.6 Xử lý chất thải bằng phương pháp nhiệt ẩm..... 23

PHẦN 3 - KẾT LUẬN..... 24

- 3.1 Về xu hướng phát triển công nghệ xử lý chất thải y tế trên thế giới 24
- 3.2 Tình hình nghiên cứu, ứng dụng công nghệ xử lý chất thải y tế tại Việt Nam..... 25
- 3.3 Một số nhận xét, khuyến nghị..... 26

PHẦN PHỤ LỤC 27

- Phụ lục 1..... 28
- Phụ lục 2..... 32
- Phụ lục 3..... 35

PHẦN MỞ ĐẦU

Xử lý chất thải y tế luôn là một bài toán khó và cấp thiết của toàn thế giới, bởi đây là nguồn chất thải có khả năng nhiễm các loại vi khuẩn, virus nguy hiểm, có rủi ro cao đối với sức khỏe cộng đồng và gây ô nhiễm môi trường.

Hiện nay, lượng chất thải y tế phát sinh ngày càng nhiều, khiến cho các hệ thống xử lý có dấu hiệu bị quá tải. Tại Việt Nam, theo thông tin tại Hội nghị trực tuyến "*Triển khai giảm thiểu chất thải nhựa trong ngành y tế*", do Bộ Y tế phối hợp với Chương trình Phát triển Liên hợp quốc (UNDP) tổ chức năm 2019, lượng chất thải rắn y tế phát sinh tại các bệnh viện, cơ sở y tế khoảng 600 tấn/ngày, trong đó, khoảng 10% là chất thải y tế nguy hại. Lượng chất thải rắn y tế có xu hướng ngày càng gia tăng ở hầu hết các địa phương do số cơ sở y tế, giường bệnh và việc sử dụng các sản phẩm dùng một lần trong y tế ngày càng nhiều. Đặc biệt, đại dịch Covid-19 bùng phát từ năm 2020 đã phát sinh một lượng lớn chất thải y tế cần xử lý cấp bách. Riêng tại TP.HCM, theo thống kê của Sở Tài nguyên và Môi trường, khi dịch bệnh Covid-19 phát triển mạnh, chất thải y tế đã tăng từ mức 40 tấn/ngày lên đến đỉnh điểm là gần 150 tấn/ngày.

Theo Tổ chức Y tế Thế giới (WHO), chất thải y tế được định nghĩa theo một phạm vi khá rộng, đó là tất cả các chất thải được tạo ra tại các bệnh viện, các cơ sở y tế,... Trong đó, 75-90% là chất thải rắn thông thường (phát sinh từ các sinh hoạt thường ngày của nhân viên y tế, người bệnh, người nuôi bệnh,...), không kể chất thải sinh hoạt phát sinh từ các khu vực cách ly, điều trị người mắc bệnh truyền nhiễm nguy hiểm. Phần còn lại (10-25%) là chất thải nguy hại, tiềm ẩn nguy cơ lây nhiễm cao, ảnh hưởng đến sức khỏe con người và môi trường. Trong khuôn khổ tài liệu này, nói đến xử lý chất thải y tế, là tập trung thảo luận về xử lý chất thải y tế nguy hại.

Xuất phát từ nhu cầu thực tiễn, Trung tâm Thông tin và Thống kê KH&CN đã tổ chức Hội thảo "***Phân tích xu hướng công nghệ xử lý chất thải y tế***" và biên soạn tài liệu tổng quan "***Xu hướng công nghệ xử lý chất thải y tế trên thế giới và một số giải pháp ứng dụng tại Việt Nam***". Tài liệu này gồm 3 phần:

- ***Phần 1: Tình hình nghiên cứu công nghệ xử lý chất thải y tế*** sẽ phân tích số liệu sáng chế quốc tế để thấy được xu hướng nghiên cứu xử lý chất thải y tế, thông qua các nội dung như: tình hình công bố, bảo hộ sáng chế về xử lý chất thải y tế theo các quốc

gia, các khu vực trên thế giới. Sáng chế đầu tiên góp phần đặt nền móng cho xử lý chất thải y tế hiện nay; các đơn vị đang nắm giữ nhiều giải pháp xử lý chất thải y tế; các hướng nghiên cứu công nghệ ưu tiên của những đơn vị này,... sẽ được chia sẻ tại đây.

- **Phần 2: Một số công nghệ xử lý chất thải tại Việt Nam** sẽ giới thiệu khái quát tình hình xử lý chất thải y tế tại Việt Nam và TP.HCM; điểm qua các sáng chế đang được bảo hộ tại Việt Nam và một số giải pháp công nghệ sẵn sàng chuyển giao vào thực tiễn, phục vụ xử lý chất thải y tế của các chuyên gia trong nước, được trình bày tại Hội thảo "**Phân tích xu hướng công nghệ xử lý chất thải y tế**", minh họa rõ nét hơn về kết quả quá trình đầu tư, nghiên cứu phục vụ xử lý chất thải y tế của các chuyên gia trong nước. Đây là các công nghệ xử lý chất thải được phát triển từ các viện nghiên cứu, trường đại học, doanh nghiệp công nghệ tại Việt Nam, như Trường Đại học Bách Khoa (Đại học Quốc gia TP.HCM), Trường Đại học Quốc tế (Đại học Quốc gia TP.HCM), Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM, Viện Công nghệ môi trường, Viện Công nghệ VinIT, Trung tâm Cơ điện thủy (Viện Nghiên cứu Cơ khí), Công ty TNHH Sản xuất và Phát triển công nghệ TBM.

- **Phần 3: Kết luận** sẽ khái quát lại xu hướng công nghệ xử lý chất thải y tế trên thế giới và tình hình nghiên cứu, ứng dụng các công nghệ này tại Việt Nam; một số khuyến nghị được chia sẻ từ các chuyên gia tham dự sự kiện.

Ban Tổ chức hy vọng rằng, tài liệu này sẽ cung cấp một bức tranh tổng quan về xu hướng công nghệ xử lý chất thải y tế trên thế giới và hiện trạng tại Việt Nam cho các nhà quản lý, các doanh nghiệp, các nhà đầu tư, các đơn vị y tế và cả các nhà nghiên cứu có nhu cầu; thông tin về những hướng công nghệ nên đẩy mạnh đầu tư, nghiên cứu để vừa mang lại lợi ích cho các đơn vị nghiên cứu, ứng dụng, vừa góp phần nâng cao việc xử lý chất thải y tế, hướng tới bảo vệ môi trường và sức khỏe con người.

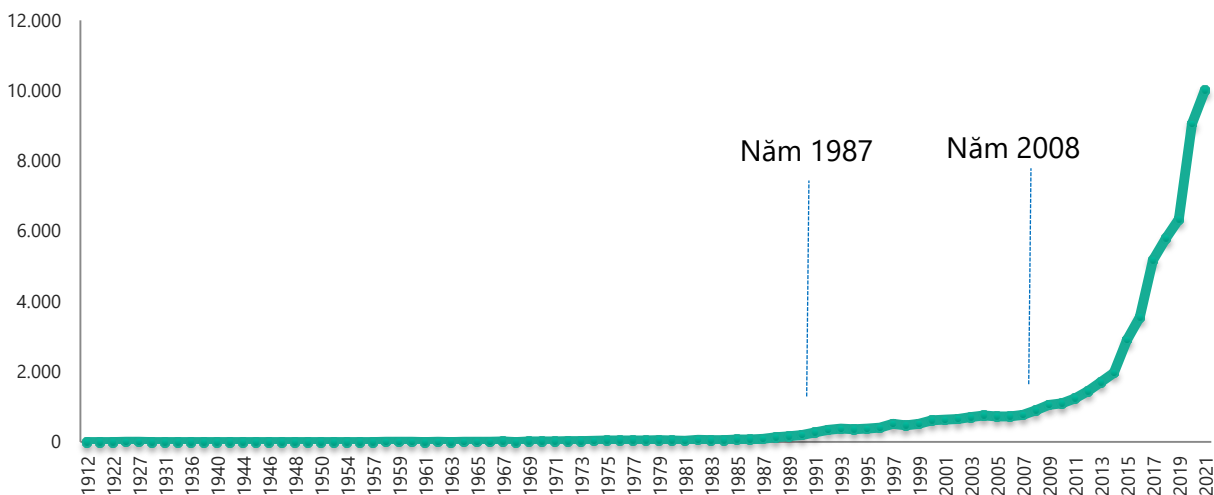
Trân trọng.

Ban Tổ chức

PHẦN 1 - NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ XỬ LÝ CHẤT THẢI Y TẾ TRÊN THẾ GIỚI

1.1 Bảo hộ sáng chế về xử lý chất thải y tế theo thời gian

Chất thải y tế là nguồn gây ô nhiễm môi trường, dẫn đến lan truyền dịch bệnh, tiềm ẩn những thiệt hại và rủi ro cao đối với sức khỏe cộng đồng. Do vậy, việc giải quyết chất thải y tế đã được thế giới quan tâm từ rất sớm. Theo số liệu tiếp cận được từ cơ sở dữ liệu sáng chế quốc tế WIPS Global, tính đến tháng 12/2021, có 56.655 sáng chế về xử lý chất thải y tế được công bố bảo hộ trên thế giới (Biểu đồ 1).



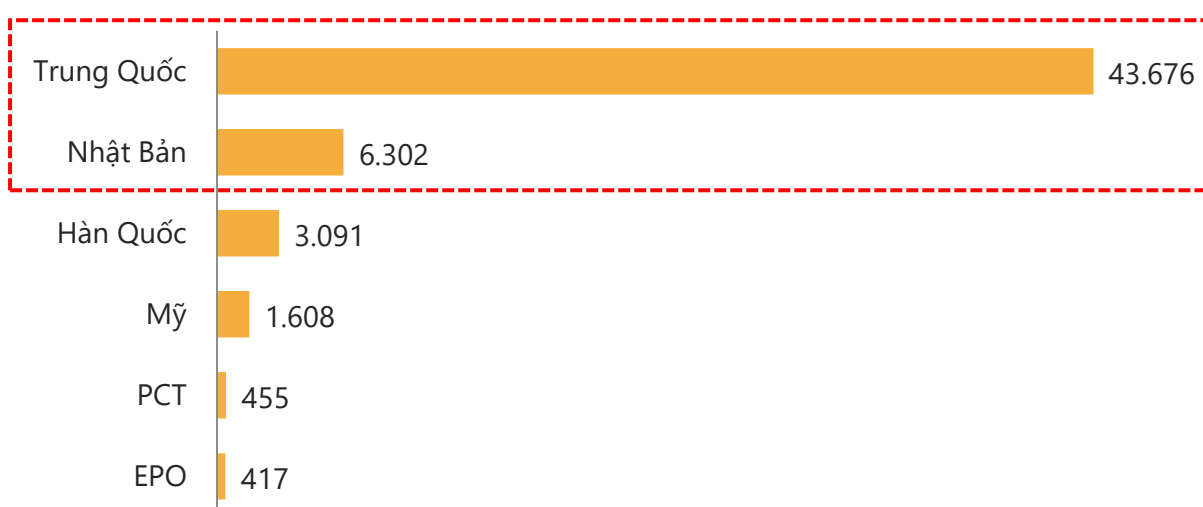
Biểu đồ 1. Tình hình bảo hộ xử lý chất thải y tế trên thế giới

Sáng chế đầu tiên được công bố tại Mỹ vào năm 1912 giới thiệu phương pháp xử lý nước thải y tế bằng axit clohydric. Từ năm 1912 đến năm 1986, nghiên cứu công nghệ xử lý chất thải y tế còn chưa phát triển, số lượng sáng chế được công bố khá ít (dưới 100 sáng chế/năm). Giai đoạn 1987-2007, việc xử lý chất thải y tế đã nhận được sự quan tâm hơn trên thế giới, thể hiện ở số sáng chế gia tăng, nhưng vẫn chưa vượt quá mức 1.000 sáng chế/năm.

Từ năm 2008 đến nay, lượng sáng chế tăng mạnh. Tổng số sáng chế trong giai đoạn này nhiều gấp 5 lần so với giai đoạn trước đó (1987-2007). Điều này cho thấy, việc nghiên cứu công nghệ xử lý chất thải y tế hiện đang thu hút sự quan tâm rất lớn trên thế giới.

1.2 Bảo hộ sáng chế về xử lý chất thải y tế theo quốc gia và các vùng lãnh thổ

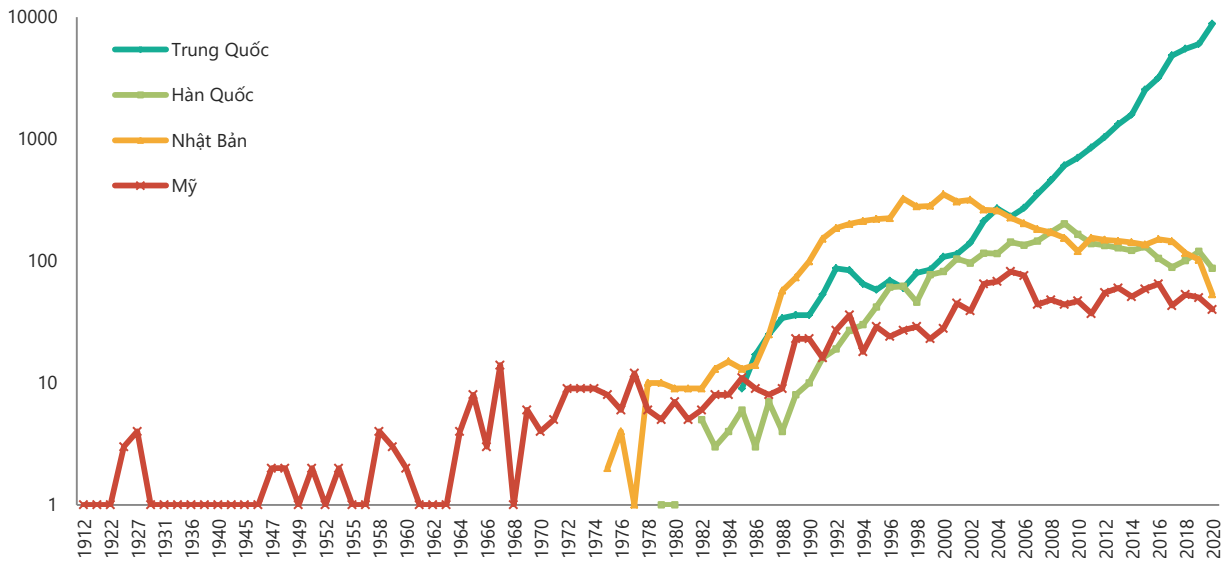
Tuy Mỹ là nơi có sáng chế đầu tiên về công nghệ xử lý chất thải y tế được đăng ký bảo hộ, nhưng theo các số liệu tiếp cận được, đến nay, sáng chế về xử lý chất thải y tế được đăng ký bảo hộ nhiều nhất ở Trung Quốc (với 43.676 sáng chế, chiếm 77,1 % tổng số sáng chế trên toàn thế giới), gấp gần 7 lần so với quốc gia đứng thứ nhì là Nhật Bản (với 6.302 sáng chế, chiếm 11,1 % tổng số sáng chế thế giới) và gấp hơn 14 lần so với quốc gia đứng thứ ba là Hàn Quốc (với 3.091 sáng chế) (Biểu đồ 2).



Biểu đồ 2. Bảo hộ sáng chế về xử lý chất thải y tế tại một số quốc gia

Mặc dù Trung Quốc hiện là nơi công bố bảo hộ sáng chế về xử lý chất thải y tế nhiều nhất, nhưng sáng chế được bảo hộ tại quốc gia này chỉ mới bắt đầu xuất hiện từ năm 1985, trễ hơn 10 năm so với quốc gia có số sáng chế về xử lý chất thải y tế đứng thứ hai thế giới (Nhật Bản, năm 1975) và trễ hơn 3/4 thế kỷ so với quốc gia đầu tiên công bố sáng chế trong lĩnh vực này (Mỹ, năm 1912).

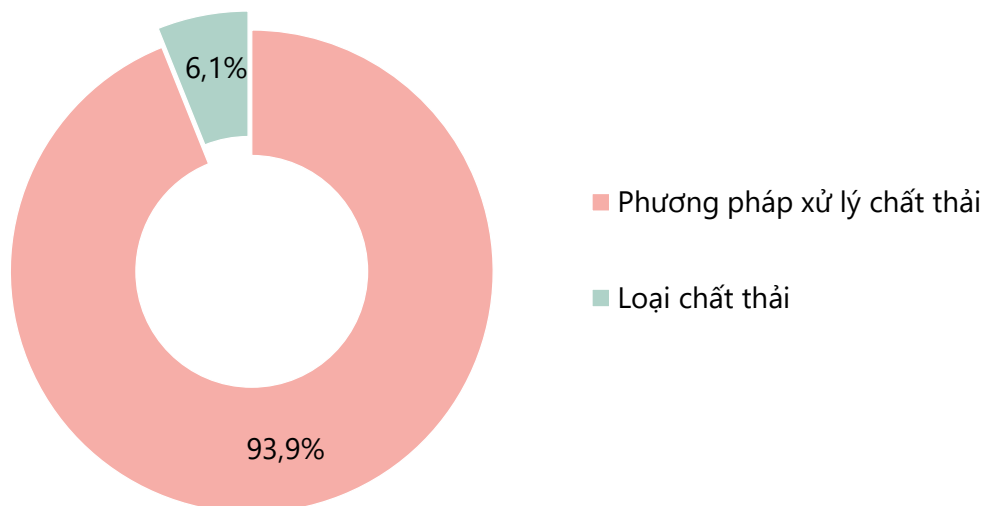
Số lượng sáng chế về xử lý chất thải y tế ở Trung Quốc tăng mạnh từ sau năm 2007 (với 41.174 sáng chế trong giai đoạn từ năm 2008 đến nay), đóng góp 94% tổng số sáng chế của Trung Quốc và gấp hơn 16 lần so với giai đoạn trước đó (số sáng chế về xử lý chất thải y tế của Trung Quốc giai đoạn 1985-2007 là 2.502 sáng chế). Trong khi đó, Nhật Bản, Hàn Quốc và Mỹ là quốc gia có đăng ký bảo hộ về công nghệ xử lý chất thải y tế từ rất sớm (Mỹ: năm 1912; Nhật Bản: năm 1975 và Hàn Quốc: năm 1979), có số lượng đăng ký sáng chế trung bình dưới 150 sáng chế/năm (Biểu đồ 3).



Biểu đồ 3. Diễn biến tình hình bảo hộ sáng chế xử lý chất thải y tế của Trung Quốc, Nhật Bản, Hàn Quốc và Mỹ

1.3 Các hướng nghiên cứu công nghệ liên quan đến chất thải y tế

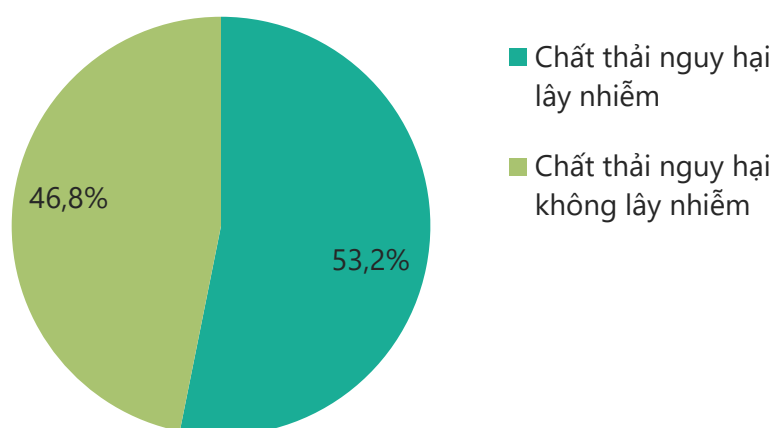
Trên cơ sở nguồn dữ liệu sáng chế quốc tế tiếp cận được, các hướng nghiên cứu về xử lý chất thải y tế tập trung theo 2 khía cạnh chính: theo loại chất thải và phương pháp xử lý chất thải. Trong đó, các phương pháp xử lý chất thải y tế được các chuyên gia và doanh nghiệp trên thế giới quan tâm đặc biệt, với hơn 93% tổng số sáng chế (Biểu đồ 4).



Biểu đồ 4. Các hướng nghiên cứu công nghệ liên quan đến xử lý chất thải y tế

1.3.1 Nghiên cứu theo loại chất thải y tế

Chất thải y tế (nguy hại) được chia thành chất thải lây nhiễm và chất thải không lây nhiễm. Do tiềm ẩn nguy cơ lây nhiễm cao, ảnh hưởng đến sức khỏe con người và môi trường nên chất thải y tế lây nhiễm được nhiều chuyên gia quan tâm nghiên cứu xử lý (chiếm tỷ lệ 53%), cao hơn so với chất thải y tế không lây nhiễm, với 47% (Biểu đồ 5)

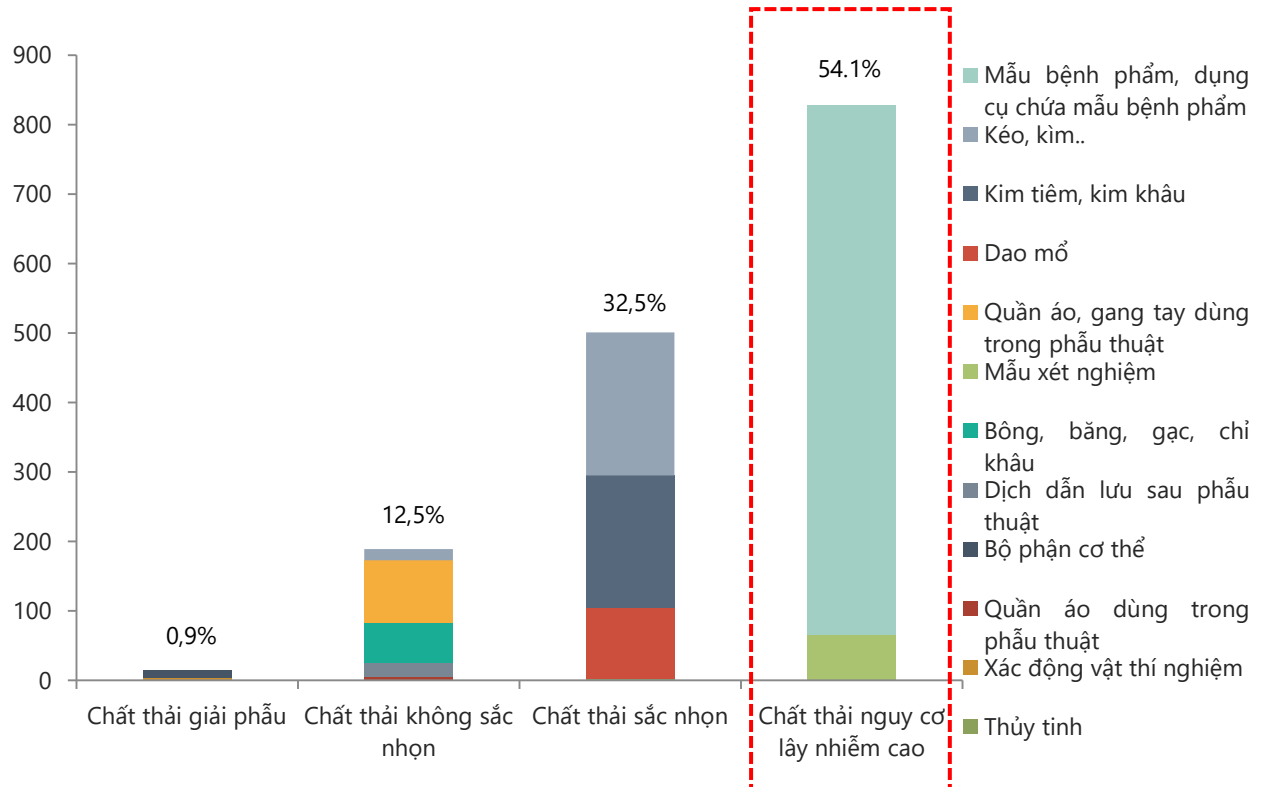


Biểu đồ 5. Mức độ quan tâm nghiên cứu xử lý các loại chất thải y tế

1.3.1.1 Các loại chất thải nguy hại lây nhiễm

Nhiều loại chất thải nguy hại lây nhiễm đã được các chuyên gia trên thế giới đầu tư nghiên cứu, tập trung chủ yếu là các nhóm chất thải có nguy cơ lây nhiễm cao, chất thải sắc nhọn, chất thải không sắc nhọn và chất thải giải phẫu. Trong đó, chất thải có nguy cơ lây nhiễm cao (các mẫu bệnh phẩm, dụng cụ đựng, dính mẫu, chất thải dính mẫu bệnh phẩm thải bỏ từ các phòng xét nghiệm tương đương an toàn sinh học cấp II trở lên hay các chất thải phát sinh từ buồng bệnh cách ly, khu vực điều trị cách ly, khu vực lấy mẫu xét nghiệm người bệnh mắc bệnh truyền nhiễm nguy hiểm nhóm A, nhóm B) được quan tâm nghiên cứu nhiều nhất, chiếm hơn 54% tổng số sáng chế đề cập đến nhóm này. Đứng ở vị trí thứ hai là chất thải sắc nhọn (kim tiêm, bơm liềm kim tiêm, đầu sắc nhọn của dây truyền, kim chọc dò, kim châm cứu, lưỡi dao mổ,...), chiếm tỷ lệ hơn 32%. Còn lại là chất thải không sắc nhọn (bông, băng, gạc, găng tay;

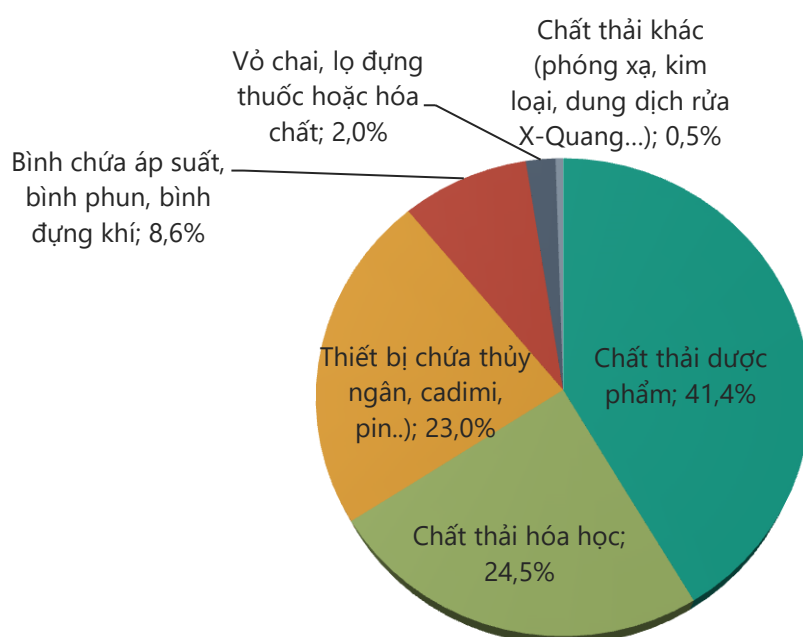
các chất thải dịch dẫn lưu sau phẫu thuật, thủ thuật y khoa; dịch thải bỏ chứa máu của cơ thể người hoặc chứa vi sinh vật gây bệnh,...) và chất thải giải phẫu (mô, bộ phận cơ thể người thải bỏ, xác động vật thí nghiệm,...), chiếm tỷ lệ nhỏ, lần lượt là 12,5% và 0,9% (Biểu đồ 6).



Biểu đồ 6. Các loại chất thải nguy hại lây nhiễm

1.3.1.2 Các loại chất thải nguy hại không lây nhiễm

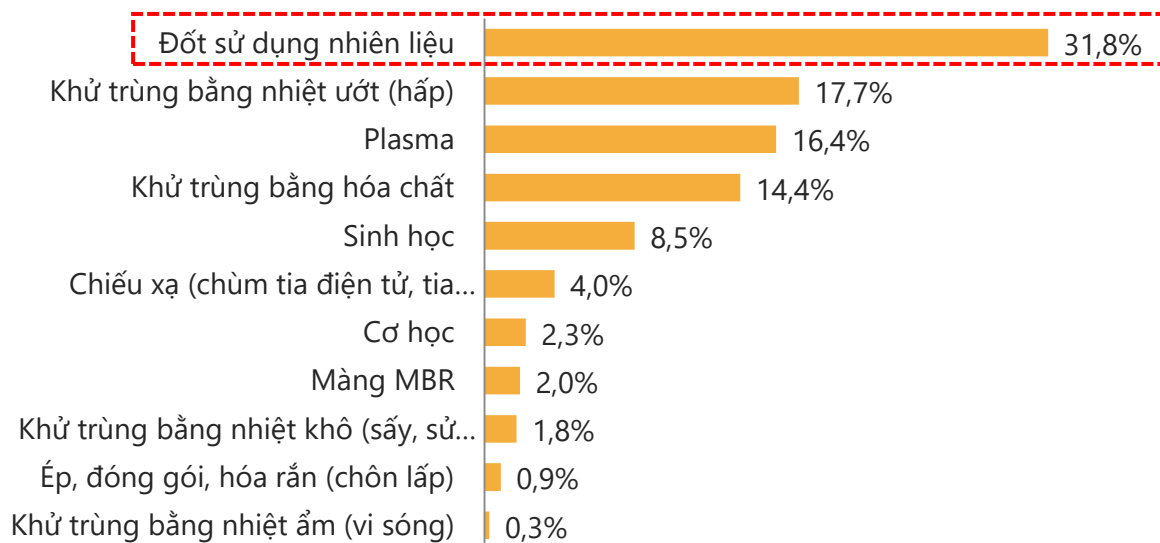
Chất thải nguy hại không lây nhiễm chủ yếu bao gồm hóa chất thải bỏ, chất thải dược phẩm, vỏ chai, lọ đựng thuốc hoặc hoá chất, thiết bị chứa thủy ngân, chất thải y tế khác,... Trong đó, chất thải dược phẩm (chai, thuốc hết hạn sử dụng, thuốc rơi vãi, không sử dụng thuộc nhóm gây độc tế bào hoặc có cảnh báo nguy hại) được quan tâm nhiều nhất, chiếm 41,4% tổng số sáng chế đề cập đến vấn đề này. Tiếp đến là chất thải hóa học và các thiết bị y tế bị vỡ, hỏng, đã qua sử dụng có chứa thủy ngân, cadimi (Cd), pin, ắc quy, ống đèn huỳnh quang, vật liệu tráng chì sử dụng trong ngăn tia xạ,... chiếm tỷ lệ lần lượt là 24,5%, 23% tổng số sáng chế. 8,6% sáng chế là chất thải liên quan đến bình chứa áp suất, bình phun, bình khí. 2,5 % còn lại là các chất thải phóng xạ, rửa phim X-quang, nước thải từ thiết bị xét nghiệm,... (Biểu đồ 7).



Biểu đồ 7. Các loại chất thải nguy hại không lây nhiễm

1.3.2 Nghiên cứu theo phương pháp xử lý chất thải y tế

Các phương pháp xử lý chất thải y tế được công bố trên thế giới khá đa dạng, như thiêu đốt, khử trùng bằng nhiệt, plasma, sinh học, chôn lấp,... Trong đó, xử lý chất thải y tế bằng phương pháp đốt sử dụng nhiên liệu là phương thức được nhắc đến nhiều nhất, chiếm tỷ lệ 31,8% tổng số sáng chế trong nhóm này. Kế tiếp là phương pháp khử trùng bằng nhiệt ướt (hấp) với 17,7% (Biểu đồ 8).



Biểu đồ 8. Các phương pháp xử lý chất thải y tế

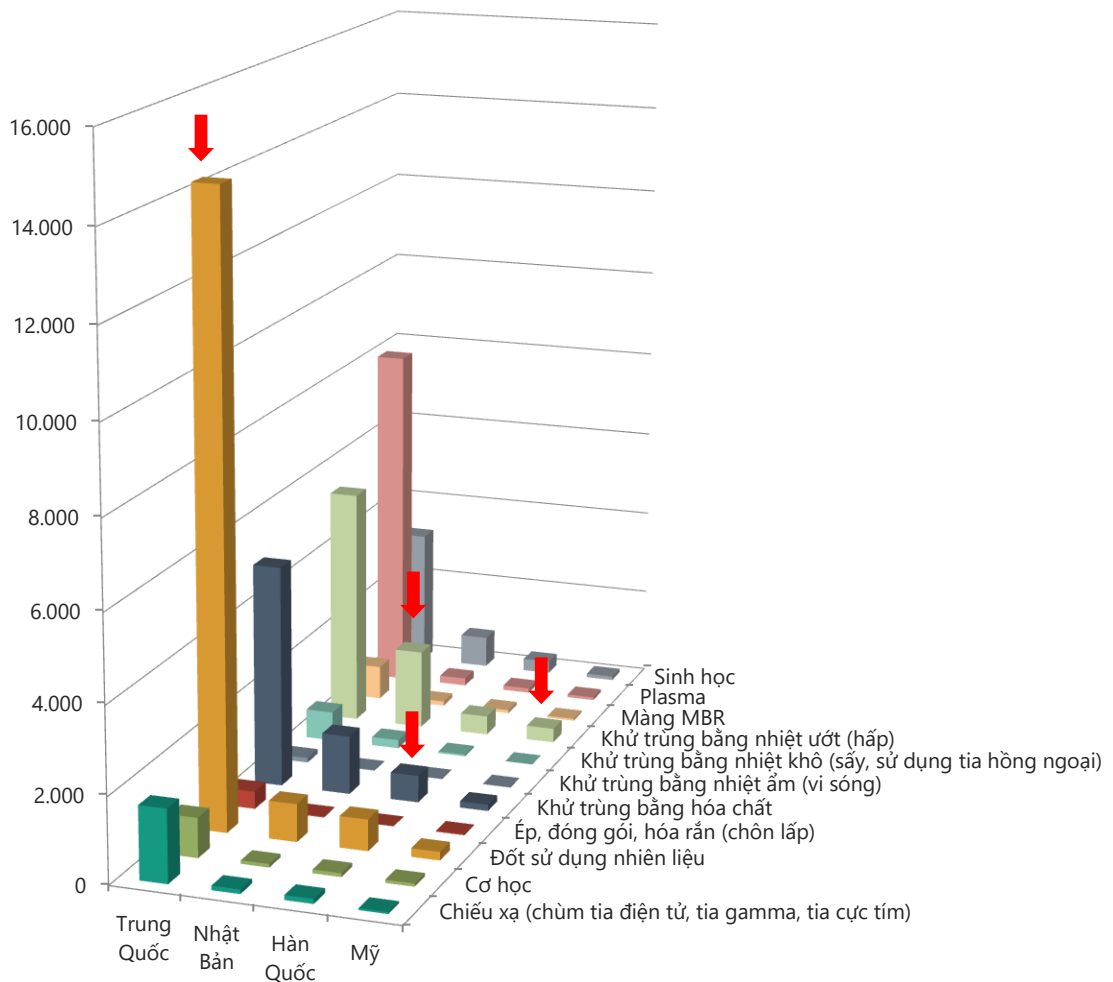
Việc lựa chọn phương pháp xử lý chất thải y tế tùy thuộc vào nhiều yếu tố: loại chất thải, số lượng chất thải phát sinh, công nghệ hiện có, chi phí, điều kiện cơ sở vật chất, văn hóa địa phương,... Theo khuyến cáo của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO), tại tài liệu "*Safe management of wastes from health-care activities*" (2014), tùy theo loại chất thải y tế nguy hại (lây nhiễm hay không lây nhiễm) mà người ta lựa chọn phương pháp xử lý phù hợp. Đối với chất thải có khả năng lây nhiễm cao (chẳng hạn như các mẫu xét nghiệm chẩn đoán và chất thải từ các bệnh nhân lây nhiễm được cách ly hay chất thải sắc nhọn; vật liệu nhiễm máu và dịch cơ thể; chất thải phòng thí nghiệm không phải nhóm hóa học và chất thải mềm như bông, băng, gạc,...) từ hoạt động chăm sóc bệnh nhân), nên được thu thập riêng và khử trùng bằng nhiệt ướt (hấp) hoặc khử trùng bằng nhiệt ẩm (vi sóng). Chất thải giải phẫu (như mô, bộ phận cơ thể, xác động vật thí nghiệm,...) thường được chôn hoặc đốt trong các lò chuyên dụng (nhau thai và các bộ phận cơ thể khác cũng có thể để phân hủy tự nhiên bằng chôn lấp). Chất thải hóa học, dược phẩm thải bỏ thường được đốt ở nhiệt độ cao để loại trừ mối nguy hại, đồng thời giảm thiểu tối đa lượng tồn dư (tro). Máu, nước tiểu, nước thải bệnh viện thường áp dụng các phương pháp thủy phân, trung hòa (hóa chất).

Trong số các nước có nhiều công bố sáng chế về chất thải y tế (Biểu đồ 9), tại Trung Quốc, phương pháp đốt sử dụng nhiên liệu chiếm ưu thế, với 14.282 sáng chế. Ví dụ như một sáng chế gần đây có tên "*Movable medical waste incineration system*" (số CN 215259843 U, ngày 28/01/2021) của các tác giả Su Zhenjiang; Su Qi; Zheng Xiaolin đề cập đến hệ thống đốt chất thải y tế di động. Hệ thống gồm bộ phận nạp liệu, cơ cấu nghiền, đầu đốt và tủ điện. Hệ thống được thiết kế cấu trúc tương tự một container, có thể lắp đặt trên phương tiện vận chuyển, cho phép di chuyển và đốt chất thải một cách linh hoạt tại nhiều bệnh viện khác nhau. Hệ thống xử lý hiệu quả các loại nitrat, lưu huỳnh và loại bỏ khói bụi, giảm thiểu ô nhiễm ra môi trường xung quanh.

Mối quan tâm của các nhà sáng chế đăng ký bảo hộ tại Nhật Bản và Mỹ lại thiên về các phương pháp khử trùng bằng nhiệt ướt (với trên 32% tổng số sáng chế). Ví dụ như sáng chế "*A microorganism and/or the decontamination system of virus content waste fluid*" (số JP 6761149 B2, ngày 10/01/2020), của Tập đoàn Kajima, giải quyết vấn đề chống lây nhiễm trong quá trình xử lý chất thải lỏng y tế, bằng thiết bị nhiệt có công suất nhỏ. Thiết bị có bộ phận sinh nhiệt tạo hơi nước có nhiệt độ cao, bộ

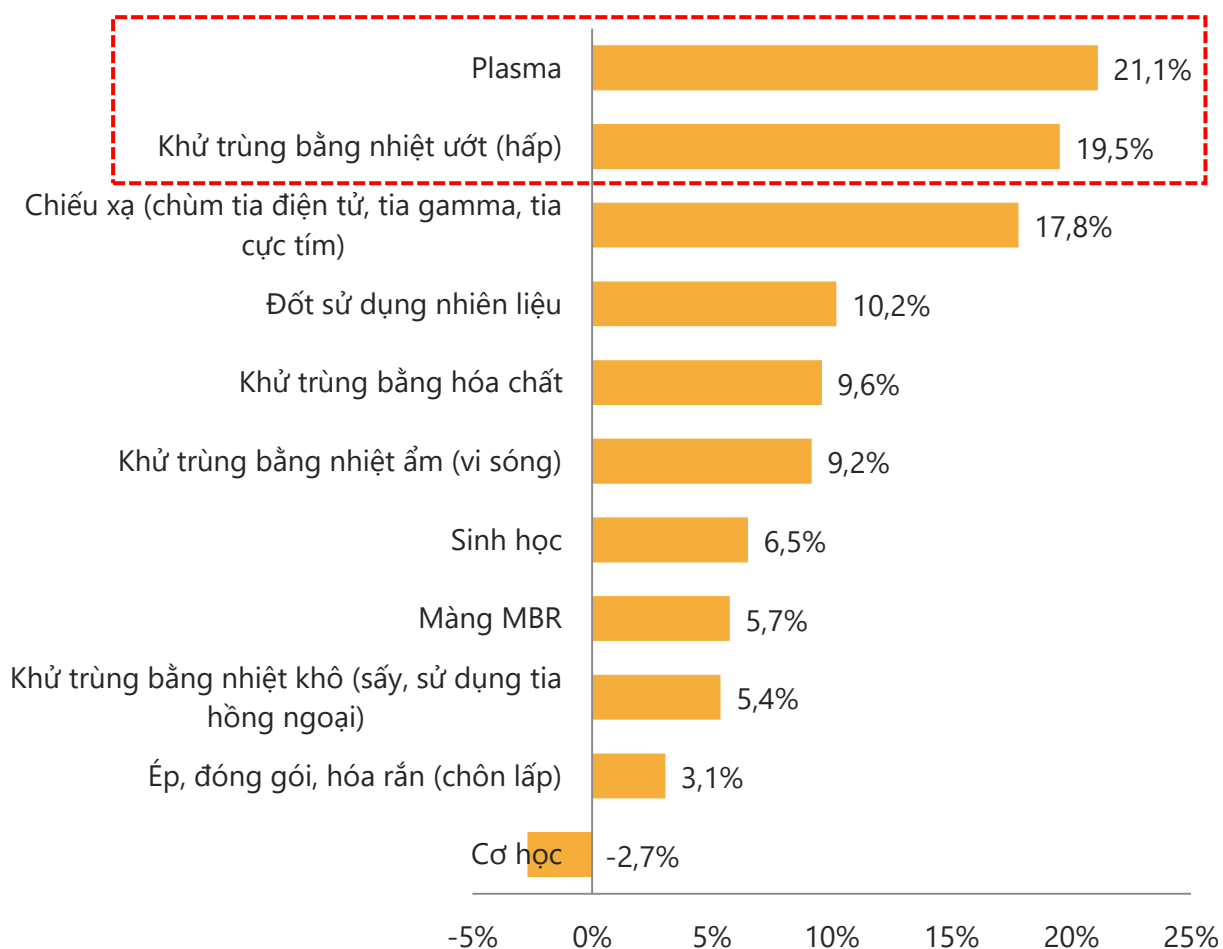
trao đổi nhiệt có kết cấu ống xoắn ốc gia nhiệt dòng nước thải nhằm tiêu diệt vi sinh vật, virus có trong chất thải y tế, nhờ đó giảm thiểu nguy cơ lây nhiễm ra môi trường.

Các sáng chế tại Hàn Quốc thì tập trung chủ yếu vào phương pháp diệt khuẩn bằng hóa chất, với gần 25% sáng chế theo hướng này. Ví dụ, sáng chế có tên “Water and (or) waste water treatment method and apparatus thereof” (số KR 10-1994-7002467 A, ngày 20/08/1994) đề cập đến phương pháp khử trùng, làm sạch nước thải. Trong đó, dung dịch dùng khử trùng nước thải y tế bao gồm axit hydroxy hoặc axit cacboxylic và clorit kim loại kiềm hoặc clorit kim loại với kiềm, cho tương tác với nước thải y tế trong khoang phản ứng với nhiệt độ và thời gian thích hợp sẽ tiêu diệt gần như tất cả các loại vi khuẩn, vi sinh vật gây bệnh khác trong nước thải bệnh viện.



Biểu đồ 9: Tương quan về các phương pháp xử lý chất thải y tế ở một số quốc gia

Để nhận diện các phương pháp xử lý chất thải y tế có xu hướng phát triển ổn định trong những năm gần đây, có thể sử dụng chỉ tiêu "Tốc độ tăng trưởng kép". Theo nguyên lý này, mặc dù "Đốt sử dụng nhiên liệu bổ sung" là phương pháp có nhiều sáng chế nhất, nhưng "Plasma", "Khử trùng bằng nhiệt ướt" và "Chiếu xạ" mới là những giải pháp có xu hướng tăng trưởng ổn định trong 10 năm gần đây. Trong đó, đứng đầu là phương pháp plasma, với tốc độ 21,1% (Biểu đồ 10).



Biểu đồ 10. Tăng trưởng các phương pháp xử lý chất thải y tế trong giai đoạn 2012-2021

Một ví dụ về sử dụng phương pháp plasma để xử lý chất thải lỏng y tế là sáng chế có tên "Medical sewage plasma disinfection equipment" (số CN 215250120 U, ngày 31/12/2020) của Công ty Shenzhen Bright Eco-tech Technology. Thiết bị xử lý nước thải y tế bằng công nghệ plasma theo phương án này được thiết kế theo hướng có thể di chuyển các điện cực theo phương ngang để điều chỉnh khoảng cách của điện cực, giúp kiểm soát tốt lượng ion plasma phát ra, tạo được hiệu quả khử trùng tốt

nhất. Ứng dụng phương pháp plasma gần đây để xử lý chất thải rắn có sáng chế "*Plasma microwave dual-purpose disinfection and sterilization equipment for treating medical waste*" (số CN 214969627 U, ngày 07/04/2021), của Han Qingfeng; Lian Hongming và Wu Wenliang. Hệ thống gồm thiết bị cắt, băng tải trực vít và thiết bị phát cả plasma và vi sóng, cho phép tiến hành khử trùng và tiệt trùng trên diện rộng, thích hợp cho việc loại bỏ các vi khuẩn và virus khác nhau.

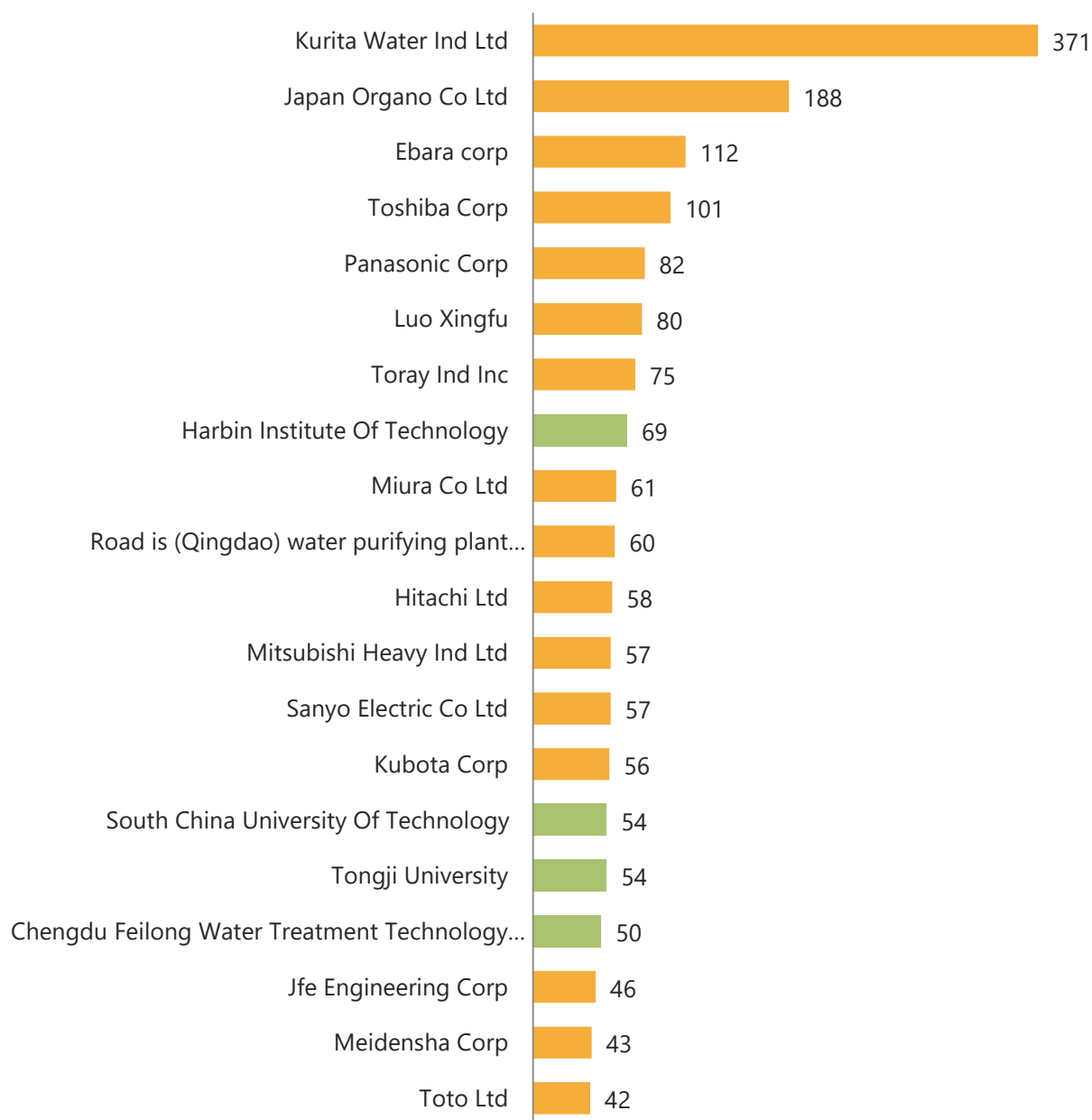
Chiếu xạ cũng là phương pháp để xử lý chất thải y tế có nhiều nghiên cứu, bên cạnh phương pháp plasma. Sáng chế "*Method for microbial quorum quenching by light irradiation and method for controlling biological*" (số KR 10-2213392 B1, ngày 22/03/2019) của Kyungpook National University Industry - Academic Cooperation Foundation, là một ví dụ. Sáng chế này đề cập đến cách thức ngăn chặn sự phát triển của vi sinh vật bằng cách chiếu xạ ánh sáng. Trong đó, chất oxy hóa được tạo ra bởi chất cảm quang trong chất lỏng bằng cách chiếu xạ sẽ vô hiệu hóa các phần tử tín hiệu của vi sinh vật, giúp ngăn chặn, giảm thiểu sự hình thành lớp màng vi sinh vật gây ô nhiễm. Ngoài lĩnh vực y tế, giải pháp này còn có thể áp dụng trong nhiều ngành công nghiệp khác nhau.

1.4 Các đơn vị sở hữu nhiều sáng chế về xử lý chất thải y tế

1.4.1 Top 20 đơn vị sở hữu nhiều sáng chế

Top 20 đơn vị sở hữu nhiều sáng chế về xử lý chất thải y tế chủ yếu tập trung ở Nhật Bản và Trung Quốc. Trong đó, Nhật Bản là quốc gia chiếm ưu thế, với 14 doanh nghiệp, sở hữu 1.349 sáng chế. Đứng đầu là các tập đoàn đa quốc gia khởi phát từ Nhật, như Kurita Water, Japan Organo, Ebara, Toshiba, Panasonic,... Trong số này, Kurita Water là doanh nghiệp có số sáng chế được công bố bảo hộ nhiều nhất (371 sáng chế).

Tuy doanh nghiệp là nhóm chiếm đa số trong Top 20 đơn vị sở hữu nhiều sáng chế về xử lý chất thải y tế, danh sách này còn có sự góp mặt của 4 viện nghiên cứu, trường đại học (của Trung Quốc), đó là Harbin Institute Of Technology, South China University Of Technology, Tongji University, Chengdu Feilong Water Treatment Technology Institute (Biểu đồ 11).

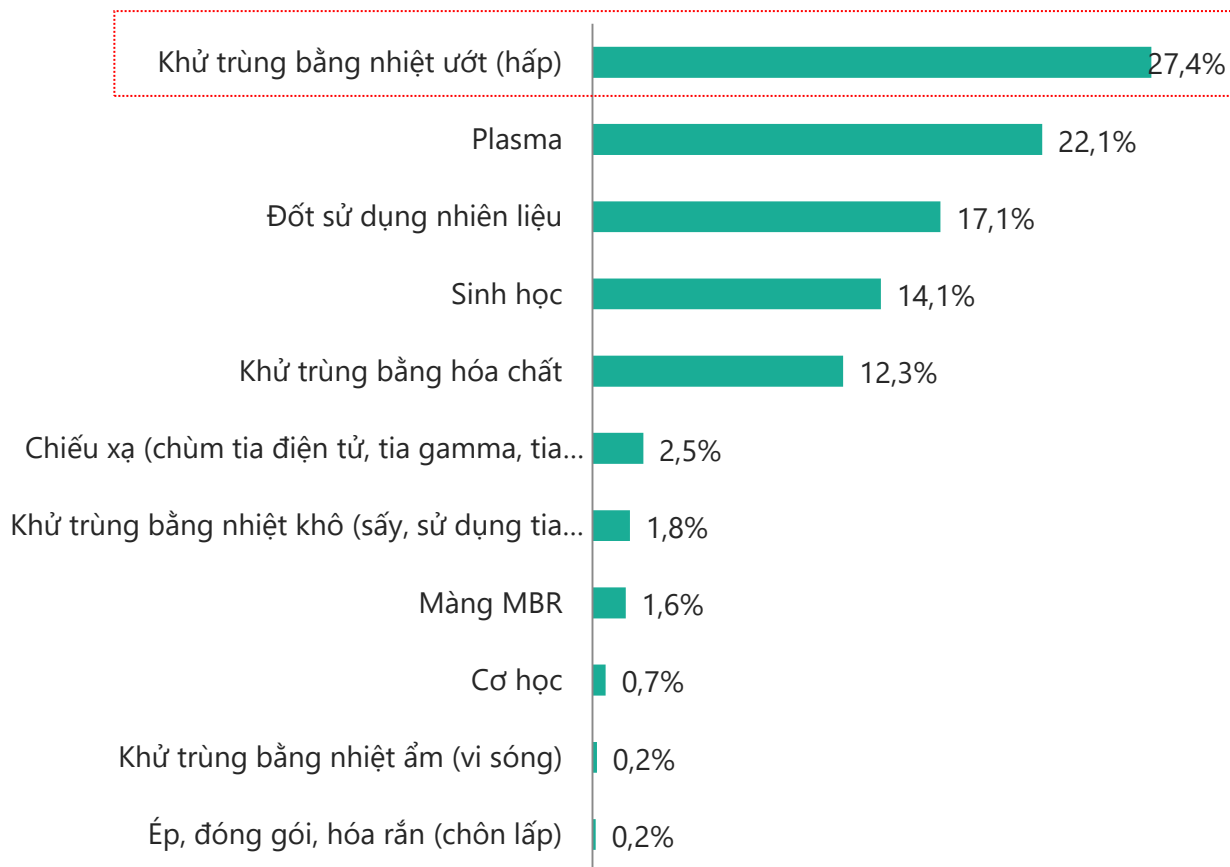


Biểu đồ 11: Top 20 đơn vị sở hữu nhiều sáng chế xử lý chất thải y tế

1.4.2 Các hướng nghiên cứu chính của Top 20 đơn vị sở hữu nhiều sáng chế

Theo dõi hướng nghiên cứu chính của Top 20 đơn vị sở hữu nhiều sáng chế về xử lý chất thải y tế, có thể thấy, phương pháp khử trùng bằng nhiệt ướt (hấp), phương pháp plasma và phương pháp đốt sử dụng nhiên liệu là các phương thức được quan

tâm nghiên cứu nhiều. Đứng đầu là phương pháp khử trùng bằng nhiệt ướt (hấp), chiếm hơn 27% tổng số sáng chế (Biểu đồ 12).



Biểu đồ 12: Hướng nghiên cứu của Top 20 đơn vị sở hữu nhiều sáng chế về công nghệ xử lý chất thải y tế

PHẦN 2 - XỬ LÝ CHẤT THẢI Y TẾ VÀ CÁC GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ XỬ LÝ TẠI VIỆT NAM

2.1 Khái quát về tình hình xử lý chất thải y tế tại Việt Nam và TP.HCM

Tại Hội nghị trực tuyến “*Triển khai giảm thiểu chất thải nhựa trong ngành Y tế*” do Bộ Y tế phối hợp với Chương trình Phát triển Liên hợp quốc (UNDP) tổ chức năm 2019, Bộ trưởng Bộ Tài Nguyên và Môi trường Trần Hồng Hà cho biết, lượng chất thải y tế phát sinh ngày một gia tăng, với thành phần ngày càng phức tạp. Mỗi ngày, cả nước phát sinh khoảng 600 tấn chất thải y tế, trong đó, khoảng 10% là chất thải y tế nguy hại, cùng với 120 nghìn m³ nước thải y tế. Đặc biệt, trong tình hình đại dịch Covid-19 diễn biến căng thẳng, số lượng chất thải y tế cũng gia tăng nhanh chóng. Theo báo cáo của Bộ Y tế tại cuộc họp ngày 26/4/2022 với Phó Thủ tướng Vũ Đức Đam về giải pháp, phương án thu gom, vận chuyển và xử lý chất thải y tế, nhất là chất thải lây nhiễm phát sinh từ hoạt động phòng, chống dịch, hiện nay, tại Việt Nam, có 38 tỉnh, thành phố thực hiện tốt việc thu gom, vận chuyển, xử lý chất thải y tế lây nhiễm tại các bệnh viện. Trong 1.263 bệnh viện, có khoảng 53,4% bệnh viện công trình xử lý nước thải, 90% bệnh viện thu gom chất thải rắn hằng ngày, 67% bệnh viện xử lý bằng lò đốt hoặc công nghệ đốt khác, 32,2% xử lý bằng lò đốt thủ công hoặc chôn lấp trong bệnh viện.

Tại TP.HCM, chất thải rắn y tế nguy hại phát sinh trên địa bàn có nguồn gốc từ 6.511 cơ sở y tế (114 bệnh viện, 11 trung tâm chuyên ngành thuộc hệ dự phòng, 2 chi cục, 24 trung tâm y tế dự phòng quận, huyện và 319 trạm y tế xã, phường và 196 phòng khám đa khoa tư nhân, 5.882 phòng khám gia đình và cơ sở khám chữa bệnh tư nhân đã được cấp phép). Theo thống kê của Công ty TNHH MTV Môi trường đô thị TP.HCM, năm 2022, mỗi ngày phát sinh khoảng 30-40 tấn chất thải rắn y tế nguy hại. Trong đó, 90% là chất thải y tế nguy hại, 10% là chất thải y tế phát sinh do dịch bệnh Covid-19. Lượng chất thải y tế phát sinh do dịch bệnh Covid-19 tại các cơ sở y tế trên toàn Thành phố chủ yếu là từ các khoa điều trị bệnh nhân Covid-19. Ở hầu hết các

bệnh viện trong Thành phố, việc phân loại và thu gom rác thải từ các khoa, phòng theo quy định của Bộ Y tế (bao gồm việc thực hiện phân loại chất thải nguy hại, chất thải y tế nguy hại và chất thải y tế không nguy hại) đã thực hiện.

Đối với các chất thải y tế nguy hại phát sinh hàng ngày, hơn 90% được Công ty TNHH MTV Môi trường đô thị TP.HCM thu gom, vận chuyển và xử lý (đốt) tại Bình Hưng Hoà (Bình Tân) và công trường Đông Thạnh (Hóc Môn) bằng công nghệ lò đốt thùng quay của Bỉ (công suất 21 tấn/ngày-đêm); 10% còn lại do Công ty TNHH Công nghệ sinh học Sài Gòn Xanh và Công ty Cổ phần Môi trường Việt Úc xử lý, cũng bằng công nghệ đốt.



Hình 1: Lò đốt rác y tế tại Công ty TNHH MTV Môi trường đô thị TP.HCM

Nhận xét từ Công ty TNHH MTV Môi trường đô thị TP.HCM cho thấy, trong thực tế việc bố trí khu vực lưu chứa chất thải y tế nguy hại tại các bệnh viện, khoa, phòng; các trung tâm y tế, trạm y tế, phòng khám tư nhân,... còn chưa hợp lý. Vẫn còn tình trạng lưu chứa chất thải y tế chung chất thải rắn sinh hoạt; các thiết bị lưu chứa còn chưa đúng tiêu chuẩn, quy cách theo quy định; nhân viên quản lý chất thải tại cơ sở y tế hoạt động kiêm nhiệm, nên khó khăn cho công tác quản lý, thu gom, vận chuyển chất thải y tế nguy hại. Hiện nay, các đơn vị xử lý chất thải y tế nguy hại vẫn chưa chú trọng các giải pháp thu hồi, tái chế chất thải y tế nguy hại. TP.HCM vẫn chưa có khu xử lý/tái chế chất thải y tế nguy hại tập trung với công suất lớn.

Để giải quyết tồn tại này, Thành phố cần đẩy mạnh thanh tra, kiểm tra, chế tài đối với các cơ sở y tế chưa thực hiện phân loại chất thải y tế; quy hoạch khu xử lý chất thải y tế tập trung với quy mô, công suất lớn và áp dụng công nghệ hiện đại trong xử lý chất thải y tế để đảm bảo đạt các tiêu chuẩn về môi trường và mỹ quan đô thị; khuyến khích, tạo điều kiện thuận lợi cho các đơn vị áp dụng công nghệ tái chế trong xử lý chất thải y tế nguy hại.

2.2 Các công nghệ xử lý chất thải y tế tại Việt Nam

Từ nguồn dữ liệu của Cục Sở hữu Trí tuệ, có 23 tài liệu sáng chế xử lý chất thải y tế được công bố/bảo hộ tại Việt Nam, chủ yếu là từ các nhà sáng chế trong nước. Hầu hết các tài liệu sáng chế này liên quan đến các công nghệ đốt (60,9%), plasma (8,7%) để xử lý chất thải y tế. Minh họa dưới đây là các sáng chế đã được cấp bằng bảo hộ và một số công nghệ được các chuyên gia trong nước nghiên cứu, sẵn sàng chuyển giao vào thực tiễn.

2.2.1 Xử lý chất thải bằng phương pháp đốt

- **Hệ thống thiết bị xử lý chất thải rắn độc hại và chất thải rắn y tế**

Số sáng chế: 1-0017176-000

Chủ sáng chế: Nguyễn Gia Long

Tóm tắt: Hệ thống thiết bị xử lý chất thải rắn độc hại và chất thải rắn y tế, bao gồm: khối khí hóa tạo ra năng lượng khí hóa, và khối nhiệt phân để nhiệt phân chất thải rắn độc hại và chất thải rắn y tế. Khối khí hóa gồm lò phản ứng khí hóa hình chữ nhật đứng bao gồm khoang phản ứng khí hóa và khoang lắng tro-bụi, cơ cấu nạp nguyên liệu, bể nước. Khối nhiệt phân bao gồm lò phản ứng nhiệt phân dạng hình trụ tròn rỗng nằm ngang có thể quay tròn, bình lắng khí-bụi nhiệt phân được nối thông với lò phản ứng nhiệt phân và bình ngưng tụ được kết nối với bình lắng khí-bụi nhiệt phân.

- **Hệ thống xử lý khói thải từ lò đốt rác thải dân dụng và y tế**

Số sáng chế: 1-0020346-000

Chủ sáng chế: Đàm Đình Chiến

Tóm tắt: Hệ thống xử lý khói thải từ lò đốt rác thải dân dụng và y tế bao gồm: buồng tách hắc ín và khí ga có cửa vào khói thải được nối thông với ống dẫn khói thải từ lò đốt rác thải dân dụng và y tế; lò đốt khói thải có cửa vào khói thải được nối thông với cửa ra khói thải của buồng tách hắc ín và khí ga thông qua đường ống dẫn, nồi hơi nước được bố trí trên lò đốt khói thải, buồng phun sương nước xút có cửa vào khói thải được nối thông với cửa ra khói thải của nồi hơi nước thông qua đường ống dẫn, và buồng than hoạt tính có cửa vào khói thải được nối thông với cửa ra khói thải của buồng phun sương nước xút. Với cấu hình của hệ thống xử lý khói thải từ lò đốt rác thải, thì việc xử lý khói thải trở nên đơn giản hơn và đạt hiệu quả cao, và góp phần đơn giản hóa kết cấu của lò đốt rác thải với chỉ một buồng đốt.

- **Lò đốt và hệ thống xử lý rác thải y tế sử dụng lò đốt này**

Số sáng chế: 1-0010147-000

Chủ sáng chế: Trịnh Đình Năng

Tóm tắt: Lò đốt có khả năng tạo ra nhiệt độ cao (đến 1.600°C) đốt cháy triệt để các loại rác thải y tế nhờ việc kết hợp đầu đốt với thân lò, trong đó đầu đốt có buồng trộn không khí với nhiên liệu để đưa đến khoang đốt. Thân lò có phần vật liệu chịu nhiệt có kết cấu gồm ba lớp vật liệu chịu nhiệt, lớp trong cùng được tạo thành từ hỗn hợp ôxit wolfram, ôxit magiê và chất kết dính, tiếp theo là lớp gạch chịu lửa và sau cùng là lớp cách nhiệt có thành phần chủ yếu (chiếm 80%) là tro thu được khi thiêu kết hoàn toàn xenluloza và chất kết dính được tạo thành từ bột nhẹ công nghiệp và dung dịch thủy tinh.

- **Lò đốt rác thải rắn y tế**

Số sáng chế: 2-0002638-000

Chủ sáng chế: Nguyễn Đức Quyền

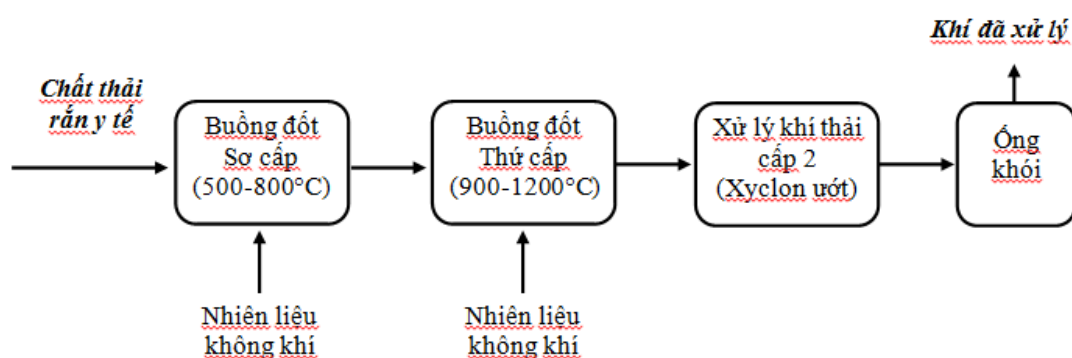
Tóm tắt: Lò đốt rác thải rắn y tế bao gồm buồng đốt sơ cấp, buồng đốt thứ cấp, thiết bị tách bụi kiểu xyclon, thiết bị trao đổi nhiệt, thiết bị rửa khí và hấp thụ, ống thổi và ống thải khói. Lò đốt rác thải rắn y tế theo giải pháp hữu ích tích hợp nhiều nhiệm vụ và tính năng phù hợp trong điều kiện xử lý rác thải y tế tại các bệnh viện, cụm y tế hiện nay, có khả năng xử lý rác thải y tế một cách triệt để, đảm bảo khói thải sạch trước khi xả thải ra môi trường.

- **Lò đốt chất thải rắn y tế VHI-18B**

Tác giả: GS.TS. Trịnh Văn Tuyên - Viện Công nghệ môi trường (VAST)

Nội dung: hệ thống xử lý chất thải rắn y tế VHI-18B được thiết kế trên cơ sở áp dụng nguyên lý đốt đa vùng, hiện đang được sử dụng ở các nước tiên tiến trên thế giới. Hệ thống này được thiết kế gồm hai buồng đốt (sơ cấp và thứ cấp), tổ hợp xyclon xử lý khí thải bằng phương pháp hấp thụ ướt.

Chất thải rắn y tế được đưa vào buồng đốt sơ cấp để đốt và duy trì ở nhiệt độ 500-800°C. Không khí được cấp liên tục cho quá trình đốt. Khói từ buồng đốt sơ cấp (sản phẩm cháy chưa hoàn toàn, chứa nhiều bụi và các chất độc hại) được hòa trộn với không khí theo nguyên lý vòng xoáy và được đưa vào buồng đốt thứ cấp. Tại đây, các sản phẩm cháy chưa hoàn toàn (chứa cả dioxin và furan) tiếp tục được phân hủy và đốt cháy ở nhiệt độ cao (900-1.200°C) với thời gian lưu cháy đủ lớn (2 giây). Khói từ buồng đốt thứ cấp được dẫn qua hệ thống giảm nhiệt và được xử lý bằng phương pháp hấp thụ với dung dịch kiềm, đảm bảo khí thải đạt quy chuẩn QCVN 02:2012/BTNMT về lò đốt chất thải rắn y tế.



Hình 3. Sơ đồ công nghệ hệ thống xử lý chất thải rắn y tế VHI-18B

Lò đốt chất thải rắn y tế VHI-18B đã được ứng dụng ở rất nhiều bệnh viện như Bệnh viện Lao và bệnh Phổi Thái Nguyên; Bệnh viện huyện Nam Đàn (Nghệ An); Bệnh viện Tiên Du (Bắc Ninh); Bệnh viện 145 Quân đoàn 1; Bệnh viện đa khoa Thạch Hà (Hà Tĩnh); Bệnh viện Đa khoa huyện Tuyên Hoá (Quảng Bình); Bệnh viện Luangprabang và khu bãi thải Vientiane tại Lào,...

- **Đốt chất thải y tế bằng công nghệ hồ quang**

Tác giả: PGS.TS. Lê Văn Lữ – Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM

Nội dung: Đốt các chất thải nguy hại và vượt ngưỡng nguy hại tại các bệnh viện, trung tâm y tế bằng hồ quang điện nhiệt độ siêu cao (trên 1.500°C) sẽ giảm thiểu nguy cơ phát sinh dioxin/furans trong quá trình xử lý.

Với các lò đốt thông thường, các loại khí thải như lưu huỳnh dioxide (SO_2), oxyde nitơ (NO_x), carbon oxide (CO), acid hydrochloric (HCl), hydro fluoride (HF) phát sinh do đốt cháy không hoàn toàn hoặc do thành phần của rác sẽ được xử lý bằng hệ xử lý khí ứng dụng phương pháp hấp thụ, với dung dịch kiềm natri hydroxide (NaOH), natri carbonate (Na_2CO_3), hoặc hấp phụ bởi các khoáng chất vôi (CaO) kết hợp với dolomit ($\text{CaCO}_3.\text{MgCO}_3$); dùng than hoạt tính (activated carbon) để xử lý triệt để dioxin, furans còn sót trong khói thải trước khi thoát ra môi trường. Sử dụng công nghệ đốt hồ quang, nhiệt độ ngọn lửa có thể lên đến 1.500°C, giúp thiêu đốt hoàn toàn các chất có chứa thành phần cháy carbon (C) và hydro (H) trong linh kiện. Với hiệu suất sử dụng nhiệt đạt 98%, lò đốt hồ quang còn giảm thiểu lượng dioxin, furans thoát ra môi trường (từ 5,9 ngTEQ/N.m³ xuống 1,16 ngTEQ/N.m³ - giảm 5 lần so với đốt thứ cấp thông thường); nồng độ carbon monoxide (CO) và bụi cũng giảm 2-3 lần. Nhờ nhiệt độ cao, nên lò đốt hồ quang rất thích hợp cho xử lý chất thải y tế. Lò có hiệu suất sử dụng cao, chi phí đầu tư, phí vận hành thấp hơn lò đốt thông thường. Đây là kết quả thực nghiệm nhiệm vụ KH&CN "Nghiên cứu ứng dụng công nghệ lò đốt rác bằng hồ quang điện nhiệt độ siêu cao trên 1.500°C để xử lý chất thải đặc biệt nguy hại" được Sở Khoa học và Công nghệ TP.HCM nghiệm thu năm 2019.



Hình 2. Hình ảnh lò đốt rác hồ quang điện

2.2.2 Xử lý chất thải bằng phương pháp plasma

- **Phương pháp xử lý nước thải y tế tự động bằng công nghệ plasma**

Số sáng chế: 2-0001887-000

Chủ sáng chế: Trần Ngọc Đảm

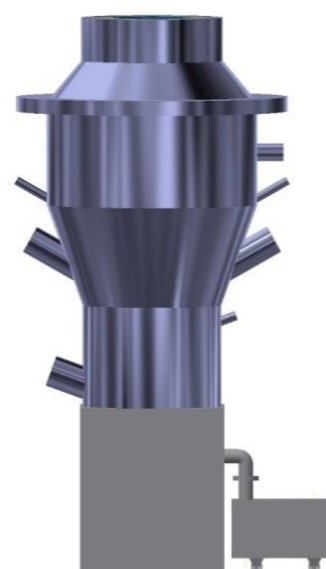
Tóm tắt: Phương pháp xử lý nước thải y tế tự động: nước thải đi tới vùng của điện cực sẽ xảy ra sự phóng điện giữa hai điện cực là điện cực nước và điện cực nhôm. Khoảng trống giữa hai điện cực là vùng tạo ra môi trường plasma, các electron chuyển động với vận tốc rất lớn sẽ va đập vào các phân tử cung cấp cho các phân tử một năng lượng làm phá vỡ các liên kết tạo ra các gốc oxy hoá rất mạnh như HO*, O*, H*, O₃, H₂O₂ và tia cực tím. Dưới tác dụng của động lực các hạt mang điện, tia UV và các gốc tự do có lực oxy hóa rất mạnh có trong dòng plasma thì các loại vi rút, vi khuẩn, nấm mốc, thuốc kháng sinh, thuốc sát trùng và các hóa chất khác được tạo thành từ ba nguyên tử chính H, C và O tồn tại dưới dạng các vòng benzen có trong nước thải sẽ bị xử lý thành CO₂ và H₂O.

Phương pháp xử lý nước thải y tế tự động bằng công nghệ plasma đã được ứng dụng ở một số phòng khám như: Phòng khám Dr Đông (Phan Thiết); Phòng khám Lab Sai Gòn (Biên Hòa); Phòng khám Thú Y (Biên Hòa), Phòng khám Quốc tế (Quận 1), ...

- **Hệ thống xử lý chất thải rắn y tế bằng công nghệ plasma**

Tác giả: GS.VS Nguyễn Quốc Sỹ - Viện Công nghệ VinIT

Nội dung: sử dụng công nghệ plasma (tạo nhiệt độ cao trên 1.200°C) để đốt các loại chất thải rắn y tế. Nhờ có nguồn nhiệt tập trung, nhiệt độ cao của dòng plasma cho phép phân tách triệt để các liên kết hóa học trong chất thải rắn y tế thành các liên kết đơn giản hơn, không tạo ra các loại khí thải độc hại như dioxin và furan. Khác với các công nghệ đốt thông thường tạo nhiệt dựa trên phản ứng oxy hóa các hydrocarbon, nguồn nhiệt cao trong các lò plasma được cung cấp từ dòng plasma. Các đầu phát



Hình 4. Lò phản ứng plasma xử lý chất thải rắn y tế

plasma nhiệt hoạt động theo nguyên tắc phóng điện trong không khí, lấy năng lượng trực tiếp từ trường điện từ. Lượng oxy trong các lò phản ứng plasma là tối thiểu, giúp giảm thiểu tối đa lượng khí thải độc hại (phát sinh từ các liên kết hóa học C, N, S, F, Cl, Br, I và oxy). Dòng plasma với nhiệt độ 7.000-10.000°K, bức xạ nhiệt tập trung hàng trăm W/cm²,... có khả năng phá vỡ nhanh chóng các liên kết hóa học, khử khuẩn sâu, tiêu diệt tất cả các loại vi sinh vật trong thời gian cực ngắn (từ micro giây tới mili giây). Hàm lượng tro bụi và xỉ thải sau xử lý thấp; xỉ ở dạng thủy tinh, có thể chôn lấp và lưu giữ lâu dài mà không ảnh hưởng tới môi trường.

Hệ thống xử lý chất thải rắn y tế bằng công nghệ plasma đã được triển khai tại Liên bang Nga, hiện đang trong quá trình giới thiệu ra thị trường Việt Nam.

2.2.3 Xử lý chất thải bằng màng lọc MBR

- **Phương pháp xử lý nước thải y tế bằng màng sinh học (membrane bio reactor, MBR) kết hợp giá thể di động (sponge)**

Số sáng chế: 2-0002101-000

Chủ sáng chế: Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

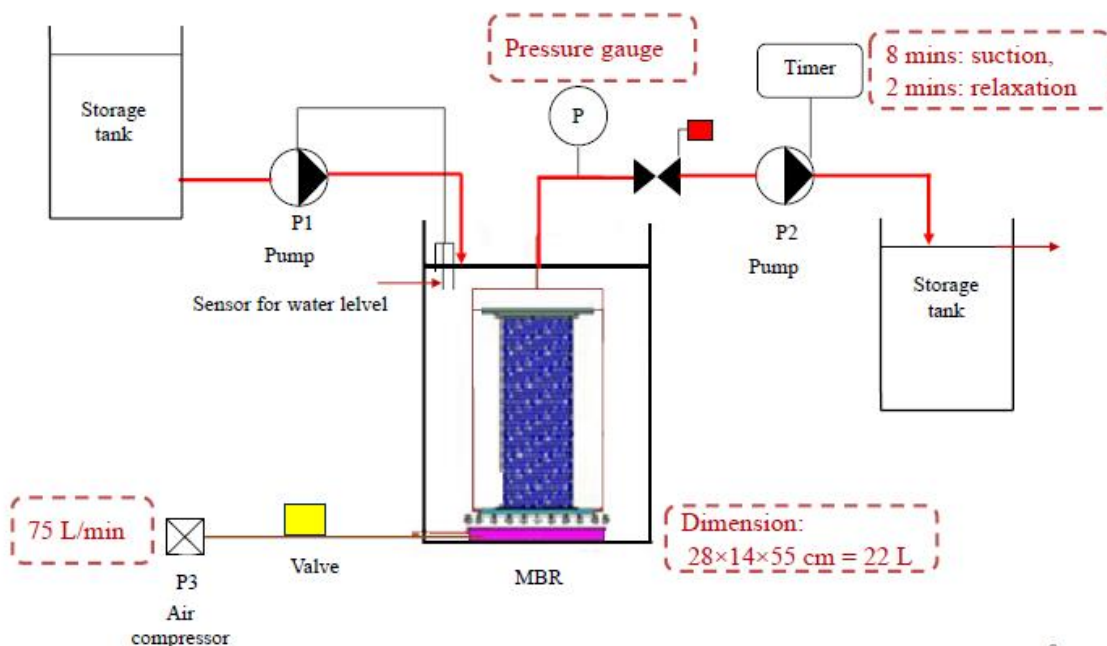
Tóm tắt: Giải pháp đề cập đến phương pháp xử lý nước thải y tế bằng màng sinh học (Membrane Bio Reactor, MBR) kết hợp giá thể di động (sponge) phân tán đồng đều cùng bùn hoạt tính.

- **Ứng dụng công nghệ màng MBR kết hợp quá trình ozone hóa loại bỏ kháng sinh trong nước thải y tế**

Tác giả: PGS.TS. Bùi Xuân Thành - Phòng thí nghiệm Trọng điểm ĐHQG-HCM Công nghệ xử lý chất thải bậc cao (Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM).

Nội dung: Loại bỏ chất kháng sinh có trong nước thải y tế bằng bể lọc màng (MBR) kết hợp với quá trình ozone hóa.

Bể lọc màng (MBR) được làm bằng vật liệu thủy tinh với thể tích 8L, kích thước (0,28×0,08×0,60m), có bổ sung bọt biển. Nước thải bệnh viện đi qua bể chứa và bơm trực tiếp lên bể MBR, đầu ra nước thải chảy vào bể phản ứng ozone. Kết quả, các gốc tự do hydroxyl được tạo ra bởi ozone sẽ oxy hóa kháng sinh trong nước thải thành CO₂ và H₂O hoặc các hợp chất hữu cơ đơn giản.



Hình 5. Quy trình xử lý bỏ kháng sinh trong nước thải y tế bằng công nghệ màng MBR kết hợp quá trình ozone hóa

2.2.4 Xử lý chất thải bằng phương pháp sinh học

• Thiết bị xử lý nước thải y tế

Số sáng chế: 2-0002753-000

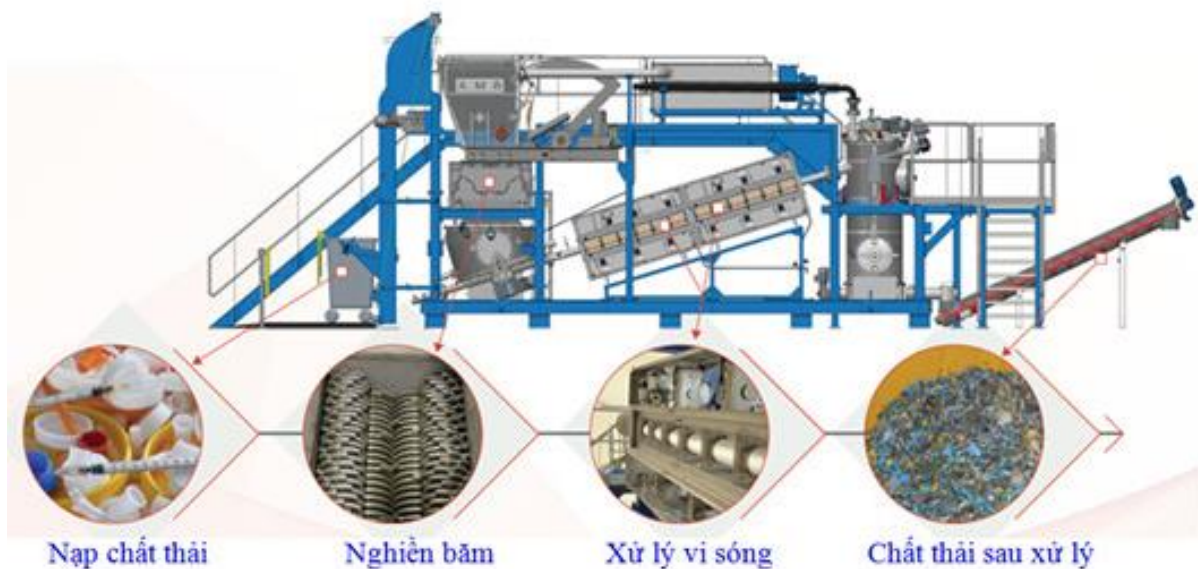
Chủ sáng chế: Trịnh Hoàng Lương; Nguyễn Văn Tuyên; Nguyễn Tuấn Minh; Nguyễn Bá Thiệu; Tô Thị Phượng; Hoàng Thị Yến

Tóm tắt: Thiết bị xử lý nước thải y tế bao gồm: thùng chứa nước thải y tế; cột thiếu khí được nhồi vật liệu xốp mang vi sinh vật, có đường nước vào ở đáy và đường nước ra ở đỉnh; cột hiếu khí được nhồi vật liệu xốp mang vi sinh vật, có đường nước vào ở đáy và đường nước ra ở đỉnh, cột thiếu khí được bố trí trước cột hiếu khí và được nối với nhau bằng đường ống để nước từ đỉnh cột thiếu khí chảy vào đáy cột hiếu khí; bơm định lượng để bơm nước từ thùng chứa nước thải y tế vào đáy cột thiếu khí; máy thổi khí để cấp không khí vào đáy cột hiếu khí; và máy tạo ozone để cấp khí ozone vào đường nước đã xử lý, chảy ra từ đỉnh của cột hiếu khí.

2.2.5 Xử lý chất thải bằng phương pháp vi sóng

Tác giả: ThS. Trần Xuân Tường - Công ty TNHH Sản xuất và Phát triển công nghệ TBM

Nội dung: Sử dụng vi sóng kết hợp hơi nước bão hòa là công nghệ tiên tiến hiện nay, cho hiệu quả khử khuẩn cao và thời gian xử lý nhanh. Quá trình tạo môi trường chân không trong khoang xử lý chất thải, trước khi cấp hơi nước, sẽ giúp hơi nước thấm sâu và làm ướt mọi bề mặt chất thải, kể cả trong lòng khối chất thải, hay các vật thể có cấu trúc phức tạp (ví dụ như nhỏ dài và hẹp như kim tiêm). Việc làm ẩm bề mặt giúp nâng lượng nhiệt do vi sóng tạo ra làm nóng chất thải từ trong ra, kết hợp với nhiệt độ và áp suất cao phá hủy cấu trúc tế bào và tiêu diệt tất cả các loại mầm bệnh (vi khuẩn, virus, nha bào, kí sinh trùng,...) trong chất thải. Nhờ đó, sau khi xử lý, chất thải lây nhiễm trở thành chất thải thông thường mà không bị phá hủy, rất thích hợp cho việc tận dụng để tái chế. Công nghệ không tạo ra khói bụi, không xả nước thải, cũng không sử dụng hóa chất khử, tiệt trùng, nên hoàn toàn thân thiện với môi trường.



Hình 6. Xử lý chất thải y tế bằng công nghệ vi sóng khép kín

Việc xử lý rác thải được thực hiện qua 3 giai đoạn: (1) Chất thải được cắt (nghiền) đến kích thước nhỏ hơn 20mm; (2) Chất thải sau khi cắt (nghiền) sẽ được đưa vào buồng trộn đều, sau đó đưa đến bộ phận vi sóng để khử trùng (nhiệt độ khoảng 100oC). Các loại vi trùng, vi khuẩn gây hại sẽ bị tiêu diệt trong khoảng thời gian từ 2-3 phút; (3) Chất thải sau khi khử trùng đạt hiệu quả 99,99% sẽ được lưu chứa trong buồng sấy một giờ, rồi đưa đến bãi rác thải sinh hoạt. Khí thải được lọc thông qua bộ lọc HEPA. Công nghệ này đang sẵn sàng chuyển giao cho các đơn vị có nhu cầu.

2.2.6 Xử lý chất thải bằng phương pháp nhiệt ẩm

Tác giả: KS. Nguyễn Văn Bình - Viện Nghiên cứu Cơ khí

Nội dung: Xử lý chất thải bằng phương pháp hấp nhiệt ướt, hạn chế phát sinh khí thải độc hại (dioxin và furan) và tro xỉ độc hại chứa kim loại nặng. Chất thải sau khi khử khuẩn được chôn lấp như chất thải thông thường.

Rác thải lây nhiễm được phân loại (tại bệnh viện và các cơ sở khám chữa bệnh) và chứa trong các thùng chuyên dụng sẽ được vận chuyển đến nơi xử lý (hấp). Mỗi lần xử lý từ 250-270 kg rác. Để kiểm soát chất lượng rác sau khi hấp, trong nồi hấp đặt 3 ống chứa vi sinh chỉ thị. Hiệu quả diệt vi sinh là hiệu quả xử lý khử khuẩn của thiết bị. Nồi hấp có hệ thống cung cấp hơi nước bão hòa, điều khiển tự động bằng lập trình PLC. Quá trình hấp gồm 03 giai đoạn: (1) Nạp hơi sơ bộ và hút chân không: hơi nước bão hòa được nạp vào nồi hấp; (2) Khử trùng: hơi nước được nạp liên tục vào nồi hấp, nhiệt độ bên trong nồi hấp đạt khoảng 1.450°C, xảy ra quá trình trao đổi nhiệt giữa hơi nước và rác thải. Thời gian khử trùng 40-45 phút; (3) Xả hơi nước và làm nguội: van xả hơi mở cho đến khi áp suất trong nồi hấp đạt 0,3bar, bơm chân không tự động mở để hút hơi nước và làm khô rác thải.

Kết quả sau xử lý, các vi sinh vật nguy hại, lây nhiễm đã bị diệt, không phát thải ô nhiễm thứ phát; thể tích rác thải giảm còn khoảng 40-50% so với ban đầu.

Hệ thống xử lý chất thải bằng phương pháp hấp nhiệt ướt hiện đã được thực hiện ở Urenco 13 và đang chuẩn bị phối hợp áp dụng tại Bệnh viện Singapore, sẵn sàng chuyển giao cho các cơ quan, đơn vị có nhu cầu.



Hình 7. Hệ thống xử lý rác thải y tế bằng phương pháp hấp nhiệt ướt

PHẦN 3 - KẾT LUẬN

3.1 Về xu hướng phát triển công nghệ xử lý chất thải y tế trên thế giới

Sáng chế xử lý chất thải y tế ra đời từ rất sớm (năm 1912), nhưng chỉ phát triển mạnh từ sau năm 1986. Số lượng sáng chế được công bố ngày càng tăng cho thấy vấn đề xử lý chất thải y tế ngày càng được thế giới quan tâm nhiều hơn.

Xét theo quốc gia, Trung Quốc và Nhật Bản là hai nước bảo hộ nhiều sáng chế nhất về vấn đề này. Mặc dù Trung Quốc là quốc gia có nhiều sáng chế được bảo hộ nhất, nhưng sáng chế đầu tiên ở quốc gia này chỉ mới xuất hiện từ năm 1985 (chậm hơn 10 năm so với Nhật Bản, và 73 năm so với Mỹ); số lượng sáng chế đăng ký tăng rất mạnh từ sau năm 2007 (gấp hơn 5 lần so với giai đoạn trước đó). Trong khi đó, Mỹ, Hàn Quốc và Nhật Bản tuy có sáng chế về xử lý chất thải y tế từ khá lâu, nhưng số lượng sáng chế tăng không đáng kể, trung bình dưới 150 sáng chế/năm.

Do nguy cơ gây tác động xấu đến sức khỏe con người và môi trường, nên việc tập trung nghiên cứu xử lý chất thải y tế nguy hại (lây nhiễm và không lây nhiễm) là rất cần thiết. Với nhóm chất thải nguy hại lây nhiễm, được tập trung nghiên cứu chủ yếu là chất thải có nguy cơ lây nhiễm cao (như các mẫu bệnh phẩm, dụng cụ đựng, dính mẫu, chất thải dính mẫu bệnh phẩm thải bỏ từ các phòng xét nghiệm,... chiếm đến 54,1% tổng số sáng chế về loại chất thải này). Chất thải nguy hại không lây nhiễm, được tập trung nghiên cứu chủ yếu là chất thải dược phẩm và chất thải hóa học.

Ba phương pháp xử lý chất thải y tế được đề cập nhiều nhất trên thế giới là phương pháp đốt sử dụng nhiên liệu, phương pháp khử trùng bằng nhiệt ướt và phương pháp plasma. Tuy nhiên, trong thời gian gần đây, phương pháp plasma, phương pháp khử trùng bằng nhiệt ướt và phương pháp chiếu xạ có tốc độ tăng trưởng rất ổn định.

Sở hữu nhiều sáng chế xử lý chất thải y tế, chủ yếu là các doanh nghiệp lớn của Nhật Bản và một số trường đại học, học viện của Trung Quốc. Trong đó, Nhật Bản đóng góp tới 14 doanh nghiệp (sở hữu 1.349 sáng chế). Top 5 đơn vị sở hữu nhiều sáng chế trong lĩnh vực này cũng của Nhật Bản (Kurita Water, Japan Organo, Ebara, Toshiba, Panasonic). Tại Top 20 đơn vị có nhiều sáng chế, các phương pháp xử lý chất thải y tế

bằng khử trùng nhiệt ướt (hấp), plasma và đốt sử dụng nhiên liệu bổ sung được đầu tư nghiên cứu, ứng dụng nhiều nhất.

3.2 Tình hình nghiên cứu, ứng dụng công nghệ xử lý chất thải y tế tại Việt Nam

Trong cơ sở dữ liệu tiếp cận được, có 23 tài liệu sáng chế xử lý chất thải y tế đang được công bố/bảo hộ tại Việt Nam. Trong đó, chủ yếu tập trung vào các phương pháp đốt, plasma, màng MBR.

Tại Hội thảo phân tích xu hướng công nghệ "Xử lý chất thải y tế", được Trung tâm Thông tin và Thống kê KH&CN TP.HCM tổ chức vào ngày 14/7/2022, một số công nghệ của các chuyên gia trong nước nghiên cứu, ứng dụng thành công cũng đã được giới thiệu: Viện Công nghệ môi trường (VAST) đã giới thiệu "Công nghệ lò đốt chất thải rắn y tế VHI-18B", cho phép xử lý chất thải y tế ở nhiệt độ cao, thời gian lưu cháy dài, khói thải đạt quy chuẩn kỹ thuật quốc gia, lượng tro rất ít và được áp dụng cho hơn 50 cơ sở y tế quận, huyện. Viện Công nghệ VinIT giới thiệu "Hệ thống xử lý chất thải rắn y tế công nghệ Plasma", cho phép xử lý chất thải ở nhiệt độ cao mà không tạo ra các loại khí thải độc hại như dioxin và furan. "Phương pháp xử lý nước thải y tế tự động bằng công nghệ plasma" là giải pháp xử lý nước thải bằng công nghệ plasma cho hiệu quả cao trong khâu khử trùng, diệt khuẩn nấm mốc nước thải bệnh viện, phòng khám, phòng răng,... Bên cạnh đó, Viện Nghiên cứu Cơ khí đã giới thiệu công nghệ "Xử lý rác thải y tế không đốt - công nghệ thân thiện môi trường", xử lý hiệu quả tiêu diệt 99,9999% vi khuẩn, không phát thải ô nhiễm thứ phát, năng suất đạt khoảng 10 tấn/ ngày.

Cũng tại Hội thảo này, Phòng thí nghiệm Trọng điểm ĐHQG-HCM Công nghệ xử lý chất thải bậc cao (Trường Đại học Bách Khoa Tp.HCM) giới thiệu "Giải pháp xử lý kháng sinh trong nước thải y tế bằng công nghệ màng MBR kết hợp quá trình ozone". Bằng công nghệ này, chất kháng sinh có trong nước thải y tế được loại bỏ trên 80%, từ đó giúp giảm tác động tiêu cực đến môi trường và sức khỏe con người. Đối với Công ty TNHH Sản xuất và Phát triển công nghệ TBM, đó là "Xử lý rác thải y tế bằng công nghệ vi sóng", cho phép khử trùng chất thải y tế mà không tạo ra khói

bụi, không xả nước thải, cũng như không sử dụng hóa chất khử tiệt trùng và hoàn toàn thân thiện với môi trường.

3.3 Một số nhận xét, khuyến nghị

Về mặt quản lý, theo thông tin từ đơn vị đảm trách xử lý 90% chất thải rắn y tế tại TP.HCM, tuy hầu hết các bệnh viện trong Thành phố đều đã thực hiện phân loại và thu gom chất thải y tế theo quy định của Bộ Y tế (bao gồm việc thực hiện phân loại chất thải nguy hại, chất thải y tế nguy hại và chất thải y tế không nguy hại) nhưng vẫn còn tình trạng rơi rớt tình trạng lưu chứa chất thải y tế chung chất thải rắn sinh hoạt, tiềm ẩn các nguy cơ lây nhiễm. Do vậy, cần triệt để thực hiện việc phân loại và thu gom chất thải y tế theo quy định của Bộ Y tế.

Về mặt công nghệ: có thể thấy, các công nghệ xử lý chất thải y tế đã được các nhà khoa học, các doanh nghiệp Việt Nam quan tâm đầu tư, nghiên cứu. Tuy nhiên, so với thế giới, các sáng chế, nghiên cứu trong lĩnh vực này chưa được nhiều và đa phần là các giải pháp thuộc nhóm công nghệ đốt. Các công nghệ mới, tiên tiến như công nghệ plasma, công nghệ vi sóng, công nghệ nhiệt ẩm tuy đã xuất hiện, nhưng còn khá ít, công suất nhỏ. Đây là cơ hội để các nhà nghiên cứu, các doanh nghiệp tăng cường hợp tác, phát triển các công nghệ tiên tiến, phù hợp với xu thế quốc tế để đưa vào ứng dụng trong thực tiễn, giải quyết tốt bài toán môi trường sau xử lý.

Một vấn đề cũng được nhiều chuyên gia thống nhất, đó là việc triển khai xử lý chất thải y tế theo hướng thân thiện với môi trường còn khá hạn chế, Do vậy, bên cạnh việc tiếp tục cải thiện các giải pháp công nghệ phù hợp để xử lý chất thải y tế, cần phát triển cả các giải pháp thân thiện hơn với môi trường, hạn chế sản phẩm phát sinh trong quá trình xử lý chất thải y tế, theo hướng kinh tế tuần hoàn.

PHẦN PHỤ LỤC

Phụ lục 1

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU TRONG NƯỚC LIÊN QUAN ĐẾN XỬ LÝ CHẤT THẢI Y TẾ

STT	Tên đề tài
1	Đánh giá tác động môi trường trung tâm phòng chống lao Tây Ninh. CNĐT: PTS. Phạm Văn Vĩnh, Phùng Chí Sỹ, - Viện Kỹ thuật Nhiệt đới và Bảo vệ Môi trường (1997)
2	Nghiên cứu sử dụng lò đốt chất thải da giày để đốt chất thải công nghiệp độc hại khác và chất thải bệnh viện. CNĐT: KS. Nguyễn Văn Đền - Công ty Cấp nước Hải Phòng (2000)
3	Xây dựng trạm xử lý rác y tế công suất 4 tấn/ngày. Viện Kỹ thuật Nhiệt đới và Bảo vệ Môi trường (2001)
4	Thiết kế chế tạo lò đốt rác thải rắn y tế công suất 30kg/giờ cho TP.HCM. CNĐT: Đào Văn Lượng (2002)
5	Nghiên cứu chế tạo lò đốt chất thải y tế tiên tiến có bộ lọc khí thải bằng vật liệu xúc tác chứa đất hiếm thương hiệu CAMAT. CNĐT: Lưu Minh Đại (2003)
6	Nghiên cứu thực trạng, tình hình quản lý và ảnh hưởng của chất thải y tế của 6 bệnh viện đa khoa tuyến tỉnh lên môi trường và sức khỏe cộng đồng, đề xuất các giải pháp can thiệp. CNĐT: PGS.TS. Đinh Hữu Dung - Trường Đại học Y Hà Nội (2003)
7	Thiết kế chế tạo các thiết bị và hệ thống xử lý rác thải cho các thành phố và trung tâm công nghiệp - Thiết kế công nghệ và thiết kế chi tiết lò đốt chất thải công nghiệp UCE - 80 kg/h. CNĐT: PGS. TS. Nguyễn Xuân Nguyên - Liên hiệp KHSX Công nghệ hoá học (2004)
8	Công nghệ chế tạo vật liệu xúc tác xử lý khí thải từ lò đốt chất thải y tế. CNĐT: PGS.TS. Lưu Minh Đại - Viện Khoa học Vật liệu (2004)
9	Nghiên cứu công nghệ tạo hình xúc tác cho xử lý khí thải. CNĐT: ThS. Hoàng Tiến Cường - Viện Công nghệ Hóa học, TP.HCM (2005)
10	Xây dựng mô hình ứng dụng khoa học và công nghệ xử lý nước thải tại trung tâm y tế cấp huyện. CNĐT: Nguyễn Trí Sáu - Sở Y tế tỉnh Hưng Yên (2005)
11	Khảo sát thực trạng chất thải y tế tại các đơn vị thuộc ngành y tế tỉnh Tây Ninh và xây dựng phương án xử lý ô nhiễm thích hợp cho từng đơn vị. CNĐT: PGS.TS. Bùi Trung Sở Y tế tỉnh Tây Ninh (2005)

12	Mô tả thực trạng ô nhiễm môi trường do chất thải y tế, các biện pháp xử lý chất thải y tế và triển khai mô hình quản lý chất thải y tế tại bệnh viện Trung tâm y tế huyện. CNĐT: GS. TS. Đào Ngọc Phong - Trường Đại học Y Hà Nội (2006)
13	Triển khai ứng dụng hệ thống xử lý chất thải rắn y tế VHI-18B phù hợp với bệnh viện huyện. CNĐT: KS. Mai Trọng Chính - Viện Công nghệ Môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ VN (2006)
14	Mô hình nhân rộng xử lý nước thải bệnh viện tuyến huyện. CNĐT: KS. Vũ Mạnh Tiến - Trung tâm ứng dụng và chuyển giao tiến bộ KH&CN, Vĩnh Phúc (2007)
15	Nghiên cứu ứng dụng công cụ e-manifest, e-card trong quản lý chất thải nguy hại tại TP.HCM. CNĐT: Bùi Tá Long - Viện Môi trường và Tài nguyên (Đại học Quốc gia TP.HCM) (2009)
16	Nghiên cứu phát triển và ứng dụng vật liệu mới (polyme diệt khuẩn) tại Việt Nam. CNĐT: Trần Hùng Thuận, TS - Trung tâm công nghệ Vật liệu, Hà Nội (2010)
17	Khảo sát điều tra thử trạng chất thải nhựa y tế trên địa bàn Hà Nội. Đề xuất giải pháp thu gom, xử lý, tái chế. CNĐT: CN. Phạm Trung Sơn - Sở Công thương (2011)
18	Nghiên cứu đánh giá thiết bị xử lý rác thải rắn y tế độc hại bằng công nghệ vi sóng kết hợp hơi nước bão hòa. CNĐT: KS. Cao Thị Vân Điểm - Viện Trang thiết bị và Công trình Y tế (2011)
19	Điều tra đánh giá hiện trạng và xây dựng định mức kinh tế - kỹ thuật các hệ thống xử lý nước thải bệnh viện. CNĐT: Trịnh Văn Tuyên - Viện Công nghệ Môi trường (Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ VN) (2011)
20	Nghiên cứu xây dựng công nghệ xử lý nước thải bệnh viện Quân dân y tỉnh Đồng Tháp (UBND Tỉnh Đồng Tháp). CNĐT: Trịnh Văn Tuyên - Viện Công nghệ Môi trường (Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ VN) (2012)
21	Nghiên cứu chế tạo các bộ xúc tác trên cơ sở vật liệu xúc tác nano làm việc dưới 400oC để xử lý khí thải của quá trình đốt rác thải y tế. CNĐT: TS. Trần Thị Minh Nguyệt - Viện Khoa Học Vật Liệu, Hà Nội (2012)
22	Tiếp nhận công nghệ xử lý chất thải y tế đã được triển khai tại bệnh viện Đa khoa Hoàng Hóa để xử lý chất thải y tế tại bệnh viện Đa khoa Hàm Rồng. CNĐT: Lê Viết Phượng (2012)
23	Nghiên cứu ứng dụng công nghệ lọc sinh học cải tiến để xử lý nước thải y tế tại bệnh viện điều dưỡng – phục hồi chức năng thành phố Đà Nẵng. Viện Công nghệ môi trường (2014)

24	Nghiên cứu xây dựng hệ thống xử lý chất thải nguy hại rắn và lỏng tại Bệnh viện đa khoa huyện Lấp Vò, tỉnh Đồng Tháp. CNĐT: Viện Công nghệ môi trường, Đồng Tháp (2014)
25	Nghiên cứu xây dựng hệ thống xử lý chất thải rắn và lỏng tại cụm 7 cơ quan y tế tỉnh Đồng Tháp. CNĐT: PGS.TS. Trịnh Văn Tuyên - Viện Công nghệ Môi trường, Hà Nội (2015)
26	Xây dựng mô hình ứng dụng công nghệ tiên tiến thân thiện môi trường để giảm thiểu mức độ ô nhiễm không khí trong các phòng khám chữa bệnh trong bệnh viện tại Hải Phòng. CNĐT: ThS. Vũ Văn Tú (2016)
27	Nghiên cứu xây dựng hướng dẫn kỹ thuật lựa chọn công nghệ xử lý một số nhóm chất thải nguy hại điển hình phù hợp với điều kiện của Việt Nam; đề xuất xây dựng một số quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về công nghệ xử lý phổ biến. CNĐT: ThS. Đỗ Tiến Đoàn - Cục Quản lý chất thải và Cải thiện môi trường, Hà Nội (2016)
28	Nghiên cứu mức độ phát thải PCDD/F từ lò đốt chất thải y tế tại khu vực TP.HCM. CNĐT: Chu Văn Hải - Trung tâm Dịch vụ Phân tích Thí nghiệm TP.HCM (2016)
29	Nghiên cứu ứng dụng công nghệ màng MBR kết hợp công nghệ oxy hóa bậc cao loại bỏ chất kháng sinh trong nước thải y tế. CNĐT: PGS.TS. Bùi Xuân Thành - Đại học Bách khoa, TP.HCM (2016)
30	Xây dựng hệ thống xử lý nước thải bằng cây sậy tại Bệnh viện Nhân Ái. CNĐT: Lê Trường Giang - Sở Y tế TP.HCM (2016)
31	Nghiên cứu xây dựng mô hình xử lý chất thải rắn y tế trên địa bàn tỉnh Vĩnh Phúc. CNĐT: ThS. Nguyễn Công Quang - Sở Khoa học và Công nghệ Vĩnh Phúc (2017)
32	Nghiên cứu mô hình quản lý chất thải rắn sinh hoạt tại phường 4 và qui trình quản lý, xử lý rác y tế từ các phòng khám tư nhân của thành phố Vũng Tàu, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu. CNĐT: PGS. TS. Nguyễn Văn Phước- Sở Khoa học và Công nghệ Bà Rịa - Vũng Tàu (2017)
33	Nghiên cứu, chế tạo lò đốt rác thải y tế ở các trạm y tế xã trên địa bàn tỉnh Yên Bái. Công ty TNHH Cơ khí và Xây lắp Hồng Hà (2017)
34	Thực trạng quản lý chất thải rắn y tế và một số yếu tố ảnh hưởng tại các trạm y tế thuộc huyện Châu Thành, tỉnh An Giang năm. CNĐT: Phan Thị Nguyệt - Trung tâm Y tế huyện Châu Thành (UBND huyện Châu Thành) (2017)
35	Nghiên cứu chế tạo thiết bị xử lý nước thải y tế bằng phương pháp sinh học - Nano. CNĐT: TS. Bạch Long Giang - Đại học Nguyễn Tất Thành TP.HCM (2017)

36	Nghiên cứu loại bỏ kháng sinh trong nước thải bệnh viện bằng công nghệ màng Sponge MBR kết hợp quá trình ozone. CNĐT: PGS.TS. Bùi Xuân Thành - Đại học Bách khoa TP.HCM (2018)
37	Nghiên cứu ứng dụng công nghệ lò đốt rác bằng hồ quang điện nhiệt độ siêu cao trên 1.500°C để xử lý chất thải đặc biệt nguy hại. CNĐT: PGS.TS. Lê Văn Lữ - Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM (2019)
38	Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo và đưa vào vận hành hệ thống xử lý rác thải y tế bằng phương pháp hấp nhiệt ướt năng suất từ 4.000-4.500 kg rác/ngày. CNĐT: KS. Nguyễn Văn Bình - Viện Nghiên cứu cơ khí (2020)
39	Chế tạo cảm biến miễn dịch lai hóa dựa trên cơ chế ghi nhận song song điện hóa - cộng hưởng plasmon bề mặt để xác định một số chất ô nhiễm hữu cơ trong nguồn nước. CNĐT: TS. Nguyễn Văn Quỳnh - Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội (2020)
40	Nghiên cứu xử lý nước thải bệnh viện bằng công nghệ plasma lạnh. CNĐT: Nguyễn Thị Thanh Phượng - Viện Môi trường và Tài nguyên, TP.HCM (2021)

Phụ lục 2

MỘT SỐ CÔNG NGHỆ TRONG NƯỚC SẢN SÀNG CHUYÊN GIAO ĐỂ XỬ LÝ CHẤT THẢI Y TẾ

STT	Tên thiết bị	Đơn vị đang cung ứng
1	Steriflashtm thiết bị xử lý rác thải y sinh có nguy cơ lây nhiễm bệnh và biến đổi chúng thành rác thải thông thường có thể lưu trữ và xử lý như rác thải đô thị.	Công ty Giải pháp môi trường WTM AB
2	Thiết bị xử lý rác thải y tế không đốt bằng công nghệ vi sóng	Công ty TNHH Khoa học kỹ thuật Thiên Trường
3	Lò đốt rác bệnh viện loại thường ECOH-S	Công ty Cổ phần BSR Việt Nam
4	Lò đốt rác thải y tế CNC-YT	Công ty Cổ phần Công nghệ T-Tech Việt Nam
5	Hệ thống xử lý rác di động	Công ty Cổ phần F471
6	Công nghệ lò đốt rác bằng hồ quang điện nhiệt độ siêu cao trên 1.500°C để xử lý chất thải đặc biệt nguy hại	PGS.TS. Lê Văn Lữ Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM
7	Module xử lý nước thải y tế	Công ty TNHH Xây Dựng Kỹ Thuật Môi Trường Việt Anh
8	Chế phẩm xử lý nước thải y tế MICROBELIFT OC/IND/DGTT	Công ty TNHH Đất Hợp
9	Hệ thống xử lý nước thải bệnh viện	Công ty TNHH Đất Hợp
10	Công nghệ xử lý nước thải y tế, sinh hoạt tại nguồn không qua bể tự hoại	ThS. Ngô Quang Hiếu, Công ty TNHH Giải pháp môi trường Đại Nam
11	Hệ thống xử lý nước thải bệnh viện, phòng khám ứng dụng công nghệ MBBR	Công ty TNHH Giải pháp môi trường Đại Nam
12	Công nghệ xử lý nước thải y tế MBBR	Công ty trách nhiệm hữu hạn thương mại dịch vụ Tân Việt Mỹ

13	Công nghệ xử lý nước thải phòng khám, bệnh viện	Công ty Môi trường Envico
14	Trấu và chum ngậy xử lý kháng sinh trong nước thải	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, (Đại học Quốc gia Hà Nội)
15	Hệ thống thiết bị xử lý nước thải y tế bằng công nghệ plasma	Công ty TNHH Công nghệ Năng lượng và Môi trường Ces Plasma
16	Hệ thống xử lý nước thải quy mô nhỏ dạng container lưu động	Công ty Đông Dương
17	Nồi hấp tiệt trùng Hirayama HVA-85	Công ty TNHH Công Nghệ Lab Big Digital
18	Hệ thống xử lý rác thải y tế	Công ty TNHH Khoa học Công nghệ và Bảo vệ Môi trường
19	Lò đốt rác y tế	Công ty TNHH kỹ thuật IPF Việt Nam
20	Lò xử lý rác thải y tế HTL	công ty TNHH Nhiệt Công Nghiệp HTL
21	Lò đốt CIA - YT30 chất thải y tế CEET	Công ty TNHH thiết bị & đầu tư công nghệ môi trường Vina Xanh
22	Lò đốt rác y tế ALFA-50/97	Công ty TNHH thiết bị & đầu tư công nghệ môi trường Vina Xanh
23	Lò đốt rác y tế công suất nhỏ WI-3C và WI-8B	Công ty TNHH thiết bị & đầu tư công nghệ môi trường Vina Xanh
24	Hệ thống xử lý nước thải y tế SOLTECH NT	Công ty cổ phần môi trường Soltech Việt Nam
25	Xử lý nước thải phòng khám, bệnh viện	Công ty cổ phần công nghệ môi trường Lê Nguyễn
26	Thiết bị tiêu hủy gia súc gia cầm nhiễm bệnh, rác thải y tế	Công ty TNHH SOS Môi Trường
27	Hệ thống xử lý nước thải y tế cho các phòng khám, trung tâm y tế, bệnh viện	Công ty TNHH Phát Triển Công Nghệ Môi Trường Đông Á
28	Xử lý nước thải y tế	Công ty TNHH Phát Triển Công Nghệ Môi Trường Đông Á

29	Lò xử lý rác thải y tế	Công ty TNHH Thương mại Dịch vụ Tân Việt Mỹ
30	Công nghệ xử lý nước thải trong ngành y tế	Công ty TNHH khoa học công nghệ và bảo vệ môi trường
31	Hệ thống xử lý rác thải y tế	Công ty TNHH khoa học công nghệ và bảo vệ môi trường
32	Hệ thống xử lý nước thải ngành y tế	Công ty cổ phần công nghệ môi trường Toàn Á
33	Lò đốt chất thải rắn nguy hại công nghiệp và y tế	Viện Công nghệ môi trường
34	Lò đốt rác y tế	Công ty TNHH kỹ thuật IPF Việt Nam
35	Xử lý rác thải rắn y tế bằng công nghệ vi sóng khép kín	Công ty Cổ phần MES-Engineering Việt Nam
36	Dây chuyền xử lý chất thải rắn nguy hại công nghệ plasma	Viện Công Nghệ VinIT
37	Công nghệ xử lý nước thải y tế bằng công nghệ màng MBR	Công ty TNHH Công nghệ Môi trường Việt Envi
38	Xử lý nước thải bệnh viện bằng công nghệ AAO	Công ty Môi trường Ngọc Lân
39	Hệ thống xử lý nước thải y tế BIOFAST®	Công ty Cổ Phần Khoa Học Công Nghệ
40	Thiết bị xử lý rác thải y tế bằng hấp tiệt trùng	Công Ty TNHH Điện tử y tế Hanokyo

Phụ lục 3

MỘT SỐ ĐƠN/BẰNG SÁNG CHẾ BẢO HỘ TẠI VIỆT NAM LIÊN QUAN ĐẾN XỬ LÝ CHẤT THẢI Y TẾ

STT	Tên sáng chế	Tác giả/Chủ sở hữu sáng chế
1	Hệ thống và phương pháp quản lý chất thải y tế theo thời gian thực sử dụng internet vạn vật (1-2021-07230)	TAPS International Co., Ltd.
2	Dụng dịch làm việc khử khuẩn dùng để tiệt khuẩn hoặc khử khuẩn thiết bị y tế và phương pháp khử khuẩn hoặc tiệt khuẩn thiết bị y tế (1-2021-05157)	Whiteley, Gregory Stuart Glasbey, Trevor Roberts, Nicholas Alan
3	Thiết bị xử lý nước thải y tế (VN2-0002753-000)	Hoàng Lương, Trịnh Văn Tuyên, Nguyễn Tuấn Minh, Nguyễn Bá Thiều, Nguyễn Thị Phượng, Tô Thị Hoàng Yến
4	Hệ thống xử lý nước thải bệnh viện được lắp đặt lưới chắn và bộ phận oxy hóa khử trùng (1-2020-03304)	Chu Xuân Quang, Park Ki Tae, Trần Hùng Thuận, Nam Jong Woo, Yoon Young Nae, Kim Jeoung Deug, Le Hyeon Gyu, Kim Dong Soo, Seo Ho Yong, Lee Chang Ha
5	Thiết bị xử lý nước thải y tế (3506)	Hoàng Lương, Nguyễn Bá Thiều, Tô Thị Hoàng Yến, Trịnh Văn Tuyên, Nguyễn Thị Phượng, Nguyễn Tuấn Minh
6	Phương pháp xử lý nước thải y tế bằng màng sinh học (Membrane bioreactor, MBR) kết hợp giá thể di động (spong) (2-0002101-000)	Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Quốc gia TP.HCM
7	Hệ thống dây chuyền khử khuẩn bề mặt công nghệ plasma cho xử lý các loại trang thiết bị y tế và bao bì (1-2020-04185)	Bùi Công Trứ, Nguyễn Thành Tâm, Nguyễn Thị Chính, Nguyễn Trọng Bằng, Phạm Ngọc Tân, Nguyễn Quốc Sỹ, Nguyễn Nghĩa, Nguyễn Bá Chiến, Nguyễn Thái Quốc Huy

8	Phương pháp xử lý nước thải y tế tự động bằng công nghệ plasma (2-0001887-000)	Trần Ngọc Đảm
9	Quy trình và hệ thống nổi hấp để giảm kính cỡ và khử trùng vật liệu phế thải nhiễm bẩn của bệnh viện (1-0000913-000)	Rolf E. Roland
10	Hệ thống xử lý chất thải rắn độc hại và chất thải rắn y tế (VN1-0017176-000)	Nguyễn Gia Long
11	Hệ thống xử lý khói thải từ lò đốt rác thải dân dụng và y tế (VN1-0020346-000)	Đàm Đình Chiến
12	Lò đốt rác thải y tế (2-2009-00034)	Trần Tá
13	Hệ thống xử lý rác thải dân dụng và y tế (1-2015-02004)	Đàm Đình Chiến
14	Lò đốt rác thải rắn y tế (VN2-0002638-000)	Nguyễn Đức Quyền
15	Lò đốt chất thải rắn nguy hại dạng cột và hệ thống lò đốt chất thải rắn nguy hại bao gồm lò đốt này (21503)	Trịnh Văn Tuyên, Phạm Quang Huy, Trịnh Minh Việt
16	Lò đốt chất thải rắn (y tế) độc hại (4271)	Nguyễn Thế Đồng, Mai Trọng Chính, Tô Thị Hải Yến, Hàm Chiến Thắng
17	Lò đốt chất thải rắn y tế (2-0002638-000)	Nguyễn Đức Quyền
18	Lò đốt chất thải sinh hoạt, y tế (2-2014-00237)	Dương Đại Tân
19	Hệ thống xử lý khói thải từ lò đốt rác thải dân dụng và y tế (1-0020346-000)	Đàm Đình Chiến
20	Hệ thống xử lý rác thải dân dụng và y tế (43491)	Đàm Đình Chiến
21	Hệ thống thiết bị xử lý chất thải rắn độc hại và chất thải rắn y tế (1-0017176-000)	Nguyễn Gia Long
22	Lò đốt và hệ thống xử lý rác thải y tế sử dụng lò đốt này (1-0010147-000)	Trịnh Đình Năng
23	Thiết bị xử lý chất thải y tế và nhiên liệu dùng cho lò cao hoặc nhà máy nhiệt điện (1-0012046-000)	Koutarou Mine, Kiyohiro Furuno, Takatoshi Kanou, Kazuo Kojima