



ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ HẠT NHÂN TRONG ỨNG PHÓ Ô NHIỄM RÁC THẢI NHỰA

TS Trần Bích Ngọc

Vụ trưởng Vụ Năng lượng Nguyên tử
Bộ Khoa học và Công nghệ



Rác thải nhựa gây ô nhiễm các bãi biển.

“

Chương trình ứng dụng công nghệ hạt nhân trong kiểm soát ô nhiễm rác thải nhựa (NUTEC Plastics) đã được Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế (IAEA) khởi xướng từ năm 2020, nhằm hỗ trợ các quốc gia thành viên tích hợp các kỹ thuật hạt nhân và đồng vị phóng xạ trong giải quyết vấn đề ô nhiễm rác thải nhựa. Chương trình được xây dựng dựa trên các dự án nghiên cứu và hợp tác kỹ thuật của IAEA với các quốc gia thành viên và các tổ chức liên quan về tái chế nhựa bằng công nghệ bức xạ, giám sát vi nhựa bằng kỹ thuật đánh dấu đồng vị. Bài viết chia sẻ về triển vọng ứng dụng công nghệ hạt nhân trong ứng phó với ô nhiễm rác thải nhựa, qua đó mở ra khả năng chuyển hóa chất thải nhựa thành tài nguyên có thể tái sử dụng phục vụ phát triển kinh tế - xã hội.

”

Ô nhiễm nhựa là vấn đề không chỉ có ở từng quốc gia, mà là một trong những thách thức cấp bách nhất hiện nay đối với vấn đề môi trường, đe dọa trực tiếp đến sự phát triển bền vững trên toàn cầu. Theo Báo cáo “Triển vọng nhựa toàn cầu năm 2022” của Tổ

chức Hợp tác và Phát triển Kinh tế (OECD) [1], thế giới đang thải ra lượng rác thải nhựa gấp đôi so với 2 thập kỷ trước, phần lớn trong số đó sẽ được đưa đến bãi chôn lấp, đốt hoặc rò rỉ ra môi trường, chỉ có 9% được tái chế thành công. Theo Báo cáo trên, rác thải nhựa được tạo ra khoảng 221 kg/người/năm

ở Hoa Kỳ, 114 kg/người/năm ở các nước thuộc OECD và châu Âu, ở Nhật Bản và Hàn Quốc là 69 kg/người/năm. Hầu hết ô nhiễm nhựa xuất phát từ việc thu gom và xử lý không đầy đủ các mảnh vụn nhựa, trong đó rò rỉ vi nhựa (polymer tổng hợp có đường kính ≤ 5 mm) từ những thứ như viên nhựa công nghiệp, hàng dệt tổng hợp, vạch kẻ đường, lốp xe mòn... Hầu hết các loại nhựa đang được sử dụng hiện nay đều là nhựa nguyên sinh, hoặc nhựa sơ cấp được làm từ dầu thô hoặc khí đốt. Sản lượng nhựa toàn cầu từ nhựa tái chế hoặc nhựa thứ cấp đã tăng gấp 4 lần (từ 6,8 triệu tấn vào năm 2000 lên 29,1 triệu tấn vào năm 2019, nhưng con số này vẫn chỉ chiếm 6% tổng sản lượng nhựa). Năm 2019, 6,1 triệu tấn rác thải nhựa đã rò rỉ vào môi trường nước và 1,7 triệu tấn chảy vào đại dương. Đến năm 2022, ước tính có khoảng 30 triệu tấn rác thải nhựa ở biển và đại dương, ngoài ra còn có 109 triệu tấn nữa đã tích tụ ở các con sông.

Nhiều nhà khoa học khẳng định, khoa học và công nghệ hạt nhân có thể đóng vai trò quan trọng trong cuộc chiến nhằm giải quyết thách thức toàn cầu về ô nhiễm nhựa. Bên cạnh các phương pháp tái chế cơ học và hóa học truyền thống, kỹ thuật hạt nhân có thể được sử dụng để tái chế một số loại chất thải nhựa [2]. Bức xạ ion hóa sẽ phá vỡ các polymer nhựa không đủ chất lượng thành các thành phần nhỏ hơn và tạo ra các sản phẩm nhựa mới, kéo dài vòng đời sử dụng của chất thải nhựa. Mặt khác, công nghệ hạt nhân cũng được ứng dụng rộng rãi để hỗ trợ xác định, theo dõi và giám sát nhựa, đặc biệt là vi nhựa, trong đại dương - nơi phần lớn rác thải nhựa đổ về [3].

Tái chế rác thải nhựa

Để đối phó với ô nhiễm rác thải nhựa, IAEA đang phối hợp với các đối tác nghiên cứu và phát triển các kỹ thuật bức xạ ion hóa để tái chế nhựa với chi phí hợp lý. Các kỹ thuật này sử dụng nguồn phát tia gamma hoặc máy gia tốc chùm tia điện tử (EB) để chiếu xạ nhựa đã qua sử dụng, đồng thời dễ dàng cải tạo chúng thành các sản phẩm tái chế, từ đó giúp giảm lượng nhựa thải ra.

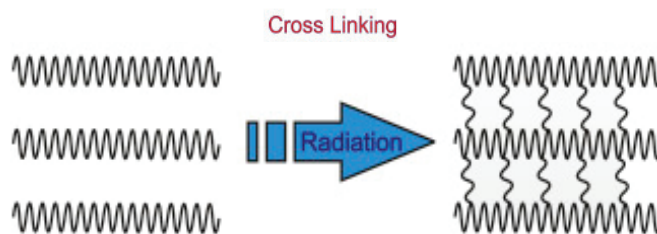
Nhựa được tạo thành từ nhiều loại polymer khác nhau. Các polymer được chiếu xạ có thể tìm thấy ở khắp mọi nơi, từ lốp ô tô đến đường ống nước nóng hay bao bì thực phẩm. Chiếu xạ tạo ra các hiệu ứng khác nhau trên polymer có lợi cho việc tái

chế, giảm thiểu và tái sử dụng chất thải nhựa. Vì thế, chiếu xạ không còn chỉ là một công cụ sản xuất mà còn là một công cụ tái chế để biến đổi polymer có liên quan đến quá trình xử lý chất thải nhựa. Một số kỹ thuật phổ biến hiện nay bao gồm liên kết chéo polymer, cắt mạch polymer, ghép polymer [4].

Liên kết chéo polymer

Quá trình liên kết chéo là việc sử dụng chiếu xạ chùm tia điện tử để kết nối các sợi polymer với nhau, nhờ đó, các đặc tính của vật liệu được tăng cường và có thể được sử dụng để tạo ra các sản phẩm bền hơn, chất lượng tốt hơn. Polymer liên kết chéo được ứng dụng phổ biến trong việc chế tạo lốp xe, vì nó cho phép các nhà sản xuất giảm kích thước và độ dày của cao su, giảm chi phí nguyên liệu thô và sản xuất, đồng thời làm cho sản phẩm bền hơn.

Irradiation effect on Polymers



Polymer liên kết chéo nhờ tác động của chiếu xạ.

Cắt mạch polymer

Đây là quá trình trong đó các polymer bị cắt nhỏ khiến cho vật liệu giòn hơn và dễ nghiền thành các polymer mịn hơn. Ví dụ như ở Thổ Nhĩ Kỳ, polytetrafluoroethylene - một lớp phủ hóa học thường được biết đến với tên gọi Teflon, sau khi bị chiếu xạ để phân nhỏ sẽ được sử dụng trong chất bôi trơn dầu động cơ và làm phụ gia cho mực in. Hiện nay, các nhà khoa học đang xem xét cách thức có thể sử dụng quá trình cắt mạch trong tái chế hóa học - sản phẩm được phân hủy thành dạng hóa học cơ bản của nó để tạo ra nguyên liệu thô hoặc nhiên liệu mới. Quá trình cắt mạch để tái chế có thể giúp cải thiện đáng kể việc sản xuất các sản phẩm mới từ các polymer đã sử dụng một lần.

Ghép polymer

Ghép là quá trình phát triển một chuỗi polymer ngắn trên bề mặt của một polymer khác phù hợp, làm thay đổi các đặc tính của nó để dễ dàng đúc lại và tái tạo chúng từ các chất thải.



Tổng Giám đốc Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế Rafael Mariano Grossi (thứ hai, từ phải sang trái) phát biểu tại Hội nghị bàn tròn của NUTEC Plastics tại khu vực Bắc, Trung, Nam Hoa Kỳ và khu vực Caribe.

Những kỹ thuật này chỉ là một vài cách mà IAEA đang nghiên cứu nhằm sử dụng bức xạ ion hóa để tái chế rác thải từ nhựa. Năm 2021, có 17 quốc gia tham gia các dự án tái chế do IAEA điều phối, chủ yếu là từ châu Á - Thái Bình Dương. Đến hiện nay, con số này là 39 quốc gia với sự gia nhập của các thành viên đến từ châu Âu, Mỹ Latinh và Caribe.

Ở châu Á - Thái Bình Dương, các quốc gia tập trung vào việc tái sử dụng và tái chế chất thải polymer thông qua biến đổi bức xạ để sản xuất hàng công nghiệp. Philippines, Indonesia, Malaysia và Thái Lan là 4 quốc gia thí điểm triển khai và kết hợp các phương pháp tiếp cận khác nhau để tái chế polymer [2]. Tại các quốc gia thí điểm, công nghệ đã được thử nghiệm và sẵn sàng để nâng cấp. Đây là bước tiến lớn cho toàn bộ NUTEC Plastics, đánh dấu sự chuyển đổi từ giai đoạn nghiên cứu sang giai đoạn phát triển. Hợp tác để sản xuất ở quy mô công nghiệp sẽ là nội dung cốt lõi của giai đoạn mới của NUTEC Plastics tại 4 quốc gia thí điểm.

Giám sát rác thải nhựa trên biển

Trong thời gian qua, các phương pháp hạt nhân đã được sử dụng để theo dõi và định lượng chính xác chuyển động, tác động của vi nhựa và các chất gây ô nhiễm khác. Ngoài ra, các kỹ thuật hạt nhân và đồng vị còn được sử dụng để đánh giá sức khỏe của các sinh vật biển bị ảnh hưởng như thế nào bởi sự hiện diện của vi nhựa. Công nghệ hạt nhân bắt đầu được sử dụng để xác định ô nhiễm nhựa trên biển ở khu vực châu Á vào những năm 60 và 70 của thế kỷ XX. Việc theo dõi ô nhiễm nhựa và dữ liệu thu thập được là điều cần thiết để xác định xu hướng của các hạt nhựa trong trầm tích, nước và sinh vật biển để đưa ra quyết định. Tuy nhiên, một trong những thách thức chính trong nghiên cứu về vi nhựa là thiếu phương pháp thống nhất để thu thập dữ liệu, từ đó giúp đưa ra quyết định đúng đắn. Mỗi quốc gia, mỗi khu vực có thể sử dụng các chiến lược lấy mẫu và phương pháp phân tích khác nhau, vì vậy rất khó để so sánh các kết quả và đưa ra kết luận đồng nhất. Tại khu vực Mỹ Latinh và Caribe, các

chuyên gia đã thành lập Mạng lưới nghiên cứu biển - bờ biển của Mỹ Latinh và Caribe (REMARCO) vào năm 2016, để giải quyết các thách thức về biển của khu vực và chuyển giao các kết quả nghiên cứu tới những người ra quyết định [3].

Trong những năm qua, IAEA đã hỗ trợ REMARCO thông qua các dự án hợp tác kỹ thuật, tạo điều kiện trao đổi thông tin, xây dựng năng lực, cũng như chuẩn hóa các phương pháp thu thập dữ liệu. Mạng lưới các phòng thí nghiệm giám sát ô nhiễm nhựa trên biển cũng đã được IAEA hình thành, để hỗ trợ việc thống nhất quy trình lấy mẫu và phân tích, chia sẻ kinh nghiệm về các biện pháp thực hành tốt nhất và dữ liệu về ô nhiễm vi nhựa biển. Cho đến nay, 21 phòng thí nghiệm đã được trang bị năng lực thu thập mẫu cơ bản, 05 phòng thí nghiệm có năng lực lấy mẫu và đếm trung gian (Colombia, Nhật Bản, Pakistan, Philippines, Thái Lan), 07 phòng thí nghiệm được công nhận là tiên tiến tại Belize, Brazil, Chile, Trung Quốc, Ecuador, Panama và Các tiểu Vương quốc Ả Rập Thống Nhất, 02 phòng thí nghiệm được chỉ định là trung tâm tham chiếu khu vực tại Úc và Kuwait [2]. Các trung tâm khu vực là các trung tâm có năng lực tiên tiến trong việc phân tích vi nhựa, bao gồm cả việc xác định niên đại của các mẫu môi trường. Các trung tâm này có thể báo cáo về tình trạng và xu hướng ô nhiễm nhựa trên biển và đại dương, đồng thời hỗ trợ xây dựng năng lực cho các phòng thí nghiệm khác.

Ứng dụng công nghệ hạt nhân trong kiểm soát ô nhiễm rác thải nhựa

NUTEC Plastics được IAEA khởi xướng năm 2020, nhằm hỗ trợ các quốc gia thành viên tích hợp các kỹ thuật hạt nhân và đồng vị phóng xạ trong công cuộc chung giải quyết ô nhiễm rác thải nhựa. Chương trình này được xây dựng dựa trên các dự

án nghiên cứu và hợp tác kỹ thuật của IAEA với các quốc gia thành viên và các tổ chức liên quan về tái chế nhựa bằng công nghệ bức xạ và giám sát vi nhựa bằng kỹ thuật đánh dấu đồng vị, với hai nội dung chính là: (i) Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân phục vụ nghiên cứu, mô tả và đánh giá ô nhiễm vi nhựa trong đại dương; (ii) Ứng dụng công nghệ bức xạ trong tái chế nhựa, chuyển hóa chất thải nhựa thành tài nguyên có thể tái sử dụng [2].

Để thúc đẩy hoạt động của NUTEC Plastics, IAEA đã triển khai rất nhiều hoạt động và sự kiện ở tầm khu vực và toàn cầu, trong đó nổi bật là 04 hội nghị bàn tròn được tổ chức lần lượt trong năm 2021 ở các khu vực châu Á - Thái Bình Dương, châu Mỹ và khu vực Caribe, châu Phi, châu Âu và Trung Á đã quy tụ nhiều nhà lãnh đạo cấp cao, nhà quản lý, chuyên gia, nhà khoa học, nhà nghiên cứu trong lĩnh vực hạt nhân, môi trường của các quốc gia/vùng lãnh thổ. Thông qua NUTEC Plastics, hiện có 86 quốc gia đang tham gia giám sát vi nhựa trên biển và 39 quốc gia trên toàn thế giới đang phát triển công nghệ tái chế tiên tiến.

Việt Nam đã tích cực tham gia NUTEC plastics của IAEA thông qua Dự án hợp tác vùng châu Á - Thái Bình Dương về “Quan trắc môi trường biển để nâng cao hiểu biết về sự phong phú và ảnh hưởng của ô nhiễm nhựa biển” và Dự án liên vùng về “Tham gia giám sát ô nhiễm nhựa trên biển toàn cầu theo sáng kiến công nghệ hạt nhân của IAEA để kiểm soát ô nhiễm nhựa”, với các hoạt động chính như: tham gia các cuộc họp, hội thảo và các khóa đào tạo do IAEA tổ chức; tham gia xây dựng sổ tay các quy trình phù hợp để giám sát vi nhựa trong các chất nền đã chọn; đánh giá năng lực phòng thí nghiệm để giám sát nhựa trên biển; thiết lập cơ sở dữ liệu

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế (2022), *Ô nhiễm nhựa đang gia tăng không ngừng do việc quản lý và tái chế chất thải không hiệu quả*, <https://www.oecd.org/en/about/news/press-releases/2022/02/plastic-pollution-is-growing-relentlessly-as-waste-management-and-recycling-fall-short.html>, truy cập ngày 09/10/2024.
- [2] Tổ chức Hợp tác và phát triển kinh tế (2024), *Dự án NUTEC plastics*, <https://www.iaea.org/services/key-programmes/nutec-plastics>, truy cập ngày 10/10/2024.
- [3] Tổ chức Hợp tác và phát triển kinh tế (2022), *IAEA giới thiệu các giải pháp hạt nhân cho xử lý ô nhiễm nhựa và giảm CO₂ tại Diễn đàn của Liên hợp quốc*, <https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-presents-nuclear-solutions-for-plastic-pollution-and-carbon-dioxide-removal-at-un-forum>, truy cập ngày 10/10/2024.
- [4] Tổ chức Hợp tác và phát triển kinh tế (2022), *Ô nhiễm nhựa: Tái chế bằng bức xạ để bảo vệ môi trường*, <https://www.iaea.org/bulletin/plastic-pollution-recycling-with-radiation-to-protect-the-environment>, truy cập ngày 11/10/2024.