

Công nghệ bức xạ trong kiểm soát ô nhiễm chất thải nhựa

Đỗ Ngọc Điệp, Trần Bích Ngọc

Cục Năng lượng Nguyên tử, Bộ Khoa học và Công nghệ

Ô nhiễm chất thải nhựa hiện đang trở thành thách thức lớn đối với môi trường, đe dọa trực tiếp đến sự phát triển bền vững và sinh kế của người dân trên toàn thế giới. Chính vì vậy, nhu cầu về công nghệ tái chế sạch thay thế cho các quy trình tái chế cơ học và hóa học thông thường đối với chất thải nhựa ngày càng trở nên cấp thiết. Để đáp ứng nhu cầu này, công nghệ bức xạ và hạt nhân nổi bật lên như một điểm sáng và được đánh giá là giải pháp nhiều triển vọng.

Ô nhiễm chất thải nhựa

Nhựa là vật liệu không thể thiếu của cuộc sống hiện đại, trên thực tế nó cũng là vật liệu được sử dụng nhiều nhất trên thế giới. Với tính chất bền, chi phí sản xuất thấp, trong 150 năm kể từ khi polyme tổng hợp ra đời và 70 năm kể từ khi đưa vào sản xuất quy mô lớn, nhựa đã làm thay đổi thế giới. Tuy nhiên, chính sự phổ biến của nhựa đã tạo ra thách thức toàn cầu về vấn đề xử lý sau sử dụng. Dữ liệu khoa học cho thấy, nhựa đang gây hại cho các hệ sinh thái và tài nguyên thiên nhiên, với những tác động nghiêm trọng đối với đa dạng sinh học, an toàn thực phẩm và sức khỏe con người. Chất thải nhựa chiếm tỷ lệ ngày càng tăng trong chất thải đô thị và công nghiệp do khả năng quản lý còn hạn chế và sự tích tụ trong các bãi chôn lấp. Số liệu phân tích ở quy mô toàn cầu đầu tiên được công bố (năm 2017) về việc sản xuất, sử dụng và xử lý các loại nhựa ước tính rằng, hơn 70% các loại nhựa từng được sản xuất hiện nay đều là chất thải (6,3/8,3 tỷ tấn) và chỉ

có 9% đã từng được tái chế. Hiện nay trên thế giới, mỗi phút có một triệu chai nước uống bằng nhựa được mua và 5 nghìn tỷ túi nhựa sử dụng một lần bị vứt bỏ. Bên cạnh đó, các loại lốp xe cũng góp phần lớn trong việc tạo ra chất thải nhựa. Trong khi đó, các dự báo chỉ ra rằng vào năm 2025, số lượng nhựa không thể xử lý và bị thải vào đại dương có thể đạt mức 1 tấn nhựa/3 tấn cá và vào năm 2050, nhựa trong đại dương có thể có khối lượng lớn hơn cá.

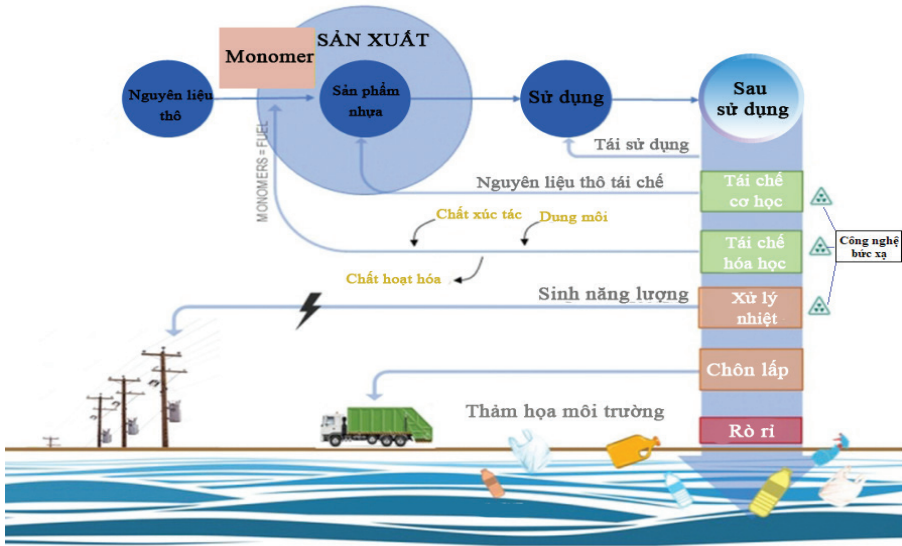
Công nghệ bức xạ xử lý chất thải nhựa: Phương pháp mới nhiều tiềm năng

Ở Việt Nam, nhựa là nguyên liệu được sử dụng phổ biến trong nhiều ngành công nghiệp từ sản xuất bao bì, hàng tiêu dùng, điện tử, ô tô, hàng không, dệt may... đến các sản phẩm phục vụ nông nghiệp. Theo nghiên cứu của Bộ Tài nguyên và Môi trường, ước tính mỗi năm có khoảng 30 tỷ túi nilon được thải bỏ ở Việt Nam, trong đó chỉ có 17% được tái chế và tái sử dụng, phần còn lại được thải bỏ ngay sau khi sử dụng.

Trước thực trạng trên, trong vài năm trở lại đây, Chính phủ Việt Nam đã đưa ra và cam kết thực hiện hàng loạt chính sách giảm thiểu chất thải nhựa. Bên cạnh việc xây dựng các chương trình hành động quốc gia và tham gia các chương trình quốc tế về việc hạn chế sử dụng các sản phẩm từ nhựa, Việt Nam đã và đang đẩy mạnh phát triển ngành công nghiệp tái chế nhựa. Tuy nhiên, việc tái chế nhựa hiện chủ yếu do các doanh nghiệp nhỏ thực hiện, với quy mô chưa lớn và sử dụng các phương pháp tái chế truyền thống (cơ học, hóa học và nhiệt). Các phương pháp này có những hạn chế về hiệu suất và sản phẩm sau tái chế, thậm chí có thể để lại dư lượng các chất phụ gia, gây ảnh hưởng đến môi trường cũng như phát sinh các chi phí xử lý kèm theo.

Công nghệ bức xạ có thể khắc phục những hạn chế của các phương pháp tái chế truyền thống, đặc biệt là giúp giảm dư lượng chất phụ gia trong quy trình tái chế, tăng khả năng thu hồi các loại chất thải nhựa, đa dạng hóa

Công nghệ, Sản phẩm và Đời sống



Chu trình sản phẩm nhựa và các phương pháp tái chế mà công nghệ bức xạ có thể tham gia để cải thiện hiệu quả thu hồi.

sản phẩm, không phát sinh nguy hại đến môi trường và sinh vật sống. Nhìn chung, những lợi thế chính trong tái chế chất thải nhựa mà công nghệ bức xạ mang lại bao gồm: (1) tăng cường các đặc tính cơ học và hiệu suất của vật liệu hoặc hỗn hợp vật liệu thu hồi, chủ yếu thông qua liên kết chéo hoặc thông qua sửa đổi cấu trúc bề mặt của các pha khác nhau được kết hợp với nhau; (2) tác động hoặc tăng cường sự phân hủy polyme, đặc biệt là thông qua quá trình cắt chuỗi, dẫn đến thu hồi hỗn hợp hoặc bột có trọng lượng phân tử thấp có thể sử dụng làm nguyên liệu hoặc phụ gia hóa học; (3) sản xuất vật liệu cao phân tử tương thích với môi trường. Các nghiên cứu và thực tế chứng minh rằng, công nghệ bức xạ có thể áp dụng rộng rãi trong lĩnh vực vật liệu xây dựng thông qua việc sửa đổi cấu trúc và tính chất của polyme, điều

chỉnh hiệu suất khối hoặc bề mặt vật liệu. Bằng cách phá vỡ các polyme nhựa không đủ chất lượng thành các thành phần nhỏ hơn, công nghệ bức xạ tạo ra các sản phẩm nhựa mới từ chất thải nhựa, kéo dài vòng đời sử dụng, giúp giảm thiểu chất thải công nghiệp. Chính vì vậy, ứng dụng công nghệ bức xạ để xử lý chất thải nhựa ngày càng được quan tâm trên thế giới và được đánh giá là lựa chọn tối ưu đối với Việt Nam.

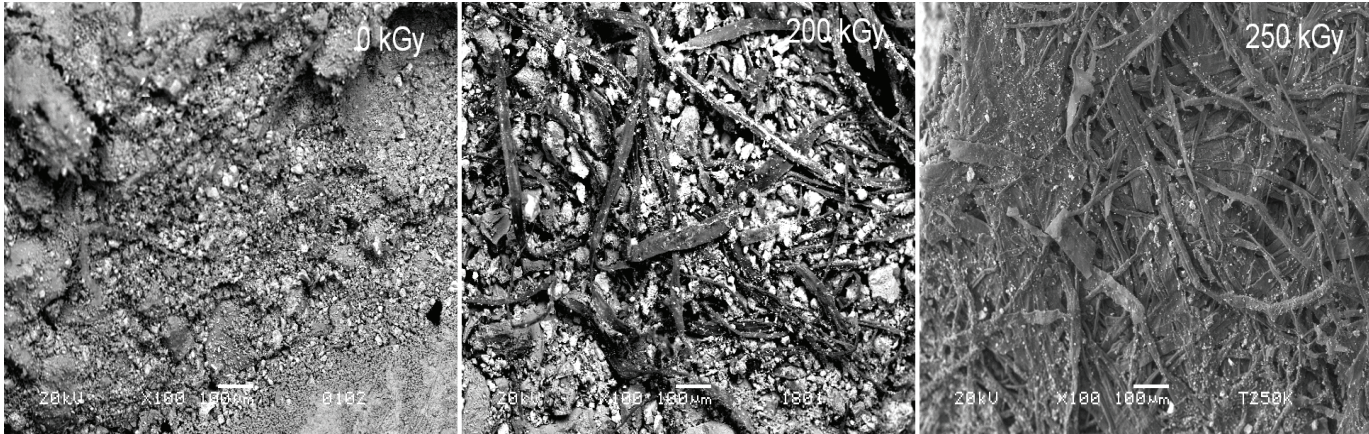
Mới đây, Việt Nam đã tham gia vào Chương trình ứng dụng công nghệ hạt nhân trong kiểm soát ô nhiễm rác thải nhựa (NUTEC Plastics) của Cơ quan Năng lượng Nguyên tử quốc tế (IAEA). Chương trình này nhằm hỗ trợ các quốc gia thành viên tích hợp các kỹ thuật hạt nhân và đồng vị phóng xạ để giải quyết vấn 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 xoay quanh việc tái chế nhựa bằng công nghệ bức xạ và giám sát vi nhựa bằng kỹ thuật đánh dấu đồng vị. Đây là một trong những chương trình hỗ trợ hiệu quả đối với Việt Nam trong việc tiếp cận công nghệ bức xạ để quản lý chất thải nhựa.

Nhựa tái chế với bê tông: Ứng dụng điển hình của công nghệ bức xạ

Bê tông là vật liệu kết cấu được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực xây dựng dân dụng và công nghiệp. Tuy nhiên, những thiệt hại về môi trường gây ra trong quá trình khai thác nguyên liệu thô hay trong quá trình sản xuất xi măng - thành phần chủ yếu của bê tông gây phát thải khí nhà kính đã trở thành vấn đề nghiêm trọng, tác động trực tiếp đến sự phát triển bền vững ở các quốc gia trên thế giới. Chính vì vậy, quy trình sản xuất bê tông với lượng khí thải carbon thấp đang là hướng phát triển đầy tiềm năng.

Trong những năm gần đây, các nhà khoa học đã tiến hành nghiên cứu về các dạng vật liệu có thể thay thế xi măng trong bê tông và một trong những ý tưởng được quan tâm là vật liệu từ chất thải nhựa. Bên cạnh đó, việc cạn kiệt nguồn dự trữ nguyên liệu thô an toàn, đáng tin cậy và bảo tồn các nguồn tài nguyên không thể tái tạo cũng tạo ra động lực để phát triển công nghệ tái chế vật liệu từ chất thải nhựa.



Ảnh chụp cấu trúc bê tông có pha trộn sợi polyme được chiếu xạ.

Một trong những thành phần phổ biến nhất trong các chất thải nhựa là polyethylene terephthalate (PET). PET có thể đóng vai trò là chất kết dính cho bê tông polyme có cường độ nén cao. Chất lượng của bê tông phụ thuộc cường độ nén, do vậy để cải tiến chất lượng bê tông chính là việc thay đổi cường độ nén ở mức cao hay trung bình. Trong khi đó, công nghệ bức xạ có khả năng cải thiện đáng kể các tính chất cơ học của bê tông. Các nhà khoa học đã tiến hành chế tạo và thử nghiệm bê tông có ma trận kết dính dày từ chất phụ gia là nhựa dẻo được chiếu xạ. Kết quả cho thấy khả năng phục hồi độ nén của bê tông rất tốt.

Việc sử dụng vật liệu nhựa tái chế bằng công nghệ chiếu xạ để thay thế các chất phụ gia cho bê tông thông thường còn có thể giảm đáng kể việc phát sinh khí nhà kính. Các thử nghiệm cường độ nén cũng chứng minh rằng, việc bổ sung nhựa được chiếu xạ liều cao (100 kGy) cho bê tông giúp tăng cường độ nén so

với các mẫu bê tông chứa nhựa thông thường, không được chiếu xạ. Do đó, chiếu xạ nhựa ở liều lượng cao là một giải pháp tiềm năng và khả thi để phát triển và cải tiến chất lượng bê tông.

*
* *

Công nghệ bức xạ là công cụ mang lại nhiều lợi ích trong việc quản lý chất thải nhựa, đặc biệt là tái chế chất thải nhựa. Chất thải nhựa được chiếu xạ có thể được sử dụng như chất phụ gia để cải thiện các tính chất cơ học của các vật liệu khác như bê tông hoặc thay thế cho các vật liệu truyền thống trong xây dựng như sỏi hoặc cát. Chất thải nhựa được chiếu xạ có thể biến đổi đặc tính cơ hóa, dễ xử lý, tiêu hủy và hạn chế được khả năng tác động đến môi trường. Bên cạnh đó, nhựa tái chế được chiếu xạ còn có thể đưa vào các quy trình sản xuất các vật liệu công nghiệp hoặc các sản phẩm phục vụ các ngành kinh tế - xã hội khác như y tế, nông nghiệp... ✍

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. IAEA Department of Nuclear Sciences and Applications (2020), *Recycling of Polymer Waste for Structural and Non-structural Materials by Using Ionizing Radiation (F23036)*, Celina Horak.
2. Chemistry Department Faculty of Sciences Suez Canal University (2010), *Recycling of Some Polymeric Wastes Using Ionizing Radiation*.
3. Carolyn E. Schaefer, Kunal Kupwade-Patil, Michael Ortega, Carmen Soriano, Oral Büyüköztürk, Anne E. White, Michael P. Short (2018), "Irradiated recycled plastic as a concrete additive for improved chemo-mechanical properties and lower carbon footprint", *Waste Management*, **71**, pp.426-439.
4. Gonzalo Martínez-Barrera, Liliana Ivette Ávila-Córdoba, Miguel Martínez-López, Eduardo Sadot Herrera-Sosa, Enrique Viguera-Santiago, Carlos Eduardo Barrera-Díaz, Fernando Ureña-Nuñez and Nelly González-Rivas (2015), "Gamma radiation as a recycling tool for waste materials used in concrete", *Materials Science*, DOI: 10.5772/60435.
5. Viện Chiến lược, Chính sách tài nguyên và Môi trường - ISPONRE và Tổ chức Bảo tồn thiên nhiên quốc tế - IUCN (2021), *Ô nhiễm vi nhựa: Nghiên cứu điển hình tại Việt Nam và kinh nghiệm quốc tế*.