

## ĐỀ XUẤT CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI NHIỄM PHÓNG XẠ TẠI BỆNH VIỆN ĐA KHOA VIỆT - SINH

Ngô Trà Mai\*

*Viện Vật lý – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

### TÓM TẮT

Xử lý nước thải (XLNT) bệnh viện đã được nghiên cứu tại nhiều công trình, đề tài trong nước và quốc tế. Tuy nhiên đối với nước thải nhiễm phóng xạ từ quá trình xạ trị tại khoa u bướu hầu như chưa được đề cập. Loại nước thải này tuy có lưu lượng không lớn nhưng tiềm ẩn nhiều nguy cơ gây rủi ro sự cố với môi trường. Nội dung bài báo là đề xuất công nghệ XLNT nhiễm phóng xạ thông qua việc tách riêng nguồn thải và xử lý bằng biện pháp bán rã căn cứ theo phân loại của cơ quan năng lượng nguyên tử Quốc tế (IAEA).

Thuốc sử dụng tại khoa ung bướu của Bệnh viện Việt - Sinh là Floodoxyglucose thường gọi tắt là 18F - FDG, là một dược phẩm phóng xạ được sử dụng trong điều trị ung thư. Căn cứ vào thành phần và tính chất của 18F - FDG tính toán được thời gian bán rã của hợp chất là 120 phút, kết hợp với số liệu về lượng nguồn thải tại khoa u bướu là 3,6m<sup>3</sup>/ngày để đề xuất biện pháp xử lý. Thiết kế 02 bể xử lý có dung tích lần lượt là 5m<sup>3</sup> và 108m<sup>3</sup> được xây tại tầng hầm của Bệnh viện Việt - Sinh. Kết cấu 02 bể bằng bê tông cốt thép, phía trong và đáy bể được ốp tấm chì dày 1,5 mm. Đối với bể 108 m<sup>3</sup>, chia làm 04 ngăn, tại mỗi ngăn có thời gian lưu chứa nước từ 5-7 ngày đảm bảo toàn bộ hàm lượng phóng xạ có trong nước thải đã được bán rã hoàn toàn trước khi đầu nổi vào hệ thống XLNT chung của Bệnh viện.

**Từ khóa:** bệnh viện, ung thư, xử lý nước thải, phóng xạ, bán rã

### MỞ ĐẦU

Nhằm giảm thiểu tình hình quá tải của các Bệnh viện tuyến trung ương như: Việt Đức, Bạch Mai, Đại học Y Hà Nội... và đáp ứng nhu cầu khám chữa bệnh ngày càng tăng của người dân. Công ty Cổ phần Y học Rạng Đông thực hiện đầu tư xây dựng Bệnh viện đa khoa Việt - Sinh. Hiện nay Công ty đã thực hiện xong giai đoạn đầu tư và dự kiến sẽ khởi công xây dựng vào quý I năm 2018 tại phường Minh Khai, quận Bắc Từ Liêm, thành phố Hà Nội với quy mô 350 giường bệnh [1]. Bệnh viện tổ chức thành 19 khoa chuyên ngành với chức năng và nhiệm vụ cụ thể cho từng khoa, trong đó khoa u bướu có nhiệm vụ khám, phát hiện, điều trị, tư vấn và chăm sóc cho bệnh nhân ung bướu (ung thư và khối u). Quá trình điều trị ung thư bằng các phương pháp vật lý như chiếu xạ, xạ trị áp sát không trực tiếp phát sinh nước thải phóng xạ. Tuy nhiên có một lượng nước thải phát sinh gián tiếp từ phòng điều trị hóa chất, nước rửa chân tay, dụng cụ, sinh hoạt của bệnh nhân và cán

bộ làm việc tại khoa có chứa phóng xạ. Loại nước thải này tuy có số lượng không lớn nhưng tiềm ẩn nhiều nguy cơ gây các rủi ro sự cố với môi trường, cần thiết phải xử lý trước khi thải ra nguồn tiếp nhận.

Từ những năm cuối thập niên 60 của thế kỷ XX, nhiều tác giả trên thế giới đã nhận thức được mức độ nguy hiểm của nước thải phóng xạ, bước đầu đề xuất các biện pháp khống chế như: cố định nguồn thải, đốt, lưu trữ... [2,3]. Tuy nhiên những biện pháp này khá tốn kém và không khả thi tại các nước đang phát triển do chi phí lớn, công nghệ phụ trợ chưa phù hợp.

Đã có nhiều nghiên cứu về nước thải bệnh viện của các cơ quan chuyên ngành như Bộ Xây dựng, Viện Sức khỏe nghề nghiệp – Bộ Y tế, với số liệu về các chất ô nhiễm có trong nước thải bệnh viện đưa ra: Hàm lượng chất rắn lơ lửng từ 75 đến 250 mg/l, chỉ số BOD<sub>5</sub> từ 120 đến 200 mg/l, COD từ 150 đến 250 mg/l [4], [5]. Tại các nghiên cứu trên, cũng bước đầu đề cập đến chất phóng xạ trong nước thải, tuy nhiên mới dừng ở mức nêu nguồn phát sinh nhưng chưa đề cập đến

\* Tel: 0982 700460

chủng loại, thành phần, khối lượng.... để làm cơ sở xây dựng các biện pháp xử lý phù hợp.

Bài báo bước đầu nghiên cứu và đề xuất sơ bộ quy trình và công nghệ xử lý nước thải chứa phóng xạ tại Bệnh viện đa khoa Việt - Sinh để tìm cách khống chế ô nhiễm nguồn thải này, giảm thiểu tác động tiêu cực phù hợp với điều kiện thực tế của Việt Nam, nâng cao hiệu quả khám chữa bệnh cho các bệnh viện. Đây là cơ sở cho các giải pháp xử lý nước thải phóng xạ tại các đơn vị y tế có quy mô vừa và nhỏ (<500 giường bệnh).

Đối tượng nghiên cứu là hệ thống xử lý (HTXLNT) bệnh viện, trong đó chỉ tập trung vào phần nước thải có nhiễm phóng xạ từ các khoa u bướu, có hoạt động xạ trị.

#### LỰA CHỌN CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI NHIỄM PHÓNG XẠ TẠI BỆNH VIỆN ĐA KHOA VIỆT - SINH

Các yếu tố ảnh hưởng đến lựa chọn công nghệ xử lý nước thải là: Diện tích mặt bằng, chi phí xây dựng và quan trọng nhất là thành phần và tính chất của nước thải. Sau khi khảo sát thực tế địa hình hiện trạng, kiểm tra HTXLNT trong thiết kế cơ sở cho thấy, Bệnh viện đã quy hoạch xây dựng HTXLNT cho toàn Bệnh viện nhưng nước thải nhiễm phóng xạ chưa được tách riêng. Đồng thời khi sử dụng công nghệ hóa sinh kết hợp, nước thải phóng xạ sẽ không được xử lý. Bài báo nghiên cứu và đề xuất lựa chọn công nghệ XLNT nhiễm phóng xạ là tách riêng nguồn thải và xử lý bằng biện pháp bán rã căn cứ theo phân loại chất thải phóng xạ của cơ quan năng lượng nguyên tử Quốc tế (IAEA).

Trong 8 phương pháp xử lý chất thải phóng xạ, thì bán rã là phương pháp đơn giản và tiết kiệm chi phí nhất, tuy nhiên mẫu chốt của phương pháp này là phải xác định được quy luật, thời gian phân rã của loại phóng xạ sử dụng. Bán rã là quá trình hạt nhân của các nguyên tử phóng xạ có khối lượng lớn tự vỡ thành các mảnh hạt nhân có khối lượng nhỏ hơn, làm giảm dần tính chất của nguồn phóng

xạ tương ứng với giảm mức độ tác động đối với con người và hệ sinh thái.

#### Lưu lượng và tính chất nguồn thải

Tại Bệnh viện Việt - Sinh số lượng bệnh nhân điều trị ung thư lớn nhất 12 người, ước tính lượng nước sử dụng 300 lít/ngày đêm, tương đương với 3,6 m<sup>3</sup>/ngày, nước thải tính bằng 100% lượng nước cấp.

Thuốc sử dụng tại khoa ung bướu của Bệnh viện là Floodoxyglucose (18F) (INN), hoặc fludeoxyglucose F18 (USAN và USP), thường được gọi là fluorodeoxyglucose và viết tắt là 18F hay 18F-FDG, là một dược phẩm phóng xạ được sử dụng trong điều trị ung thư [6]. 18F-FDG với thành phần chất mannose triflate (1,3,4,6-Tetra-Oacetyl-2-O-trifluoromethanesulfonyl-beta-Dmannopyranose), Kryptofix(R) 2.2.2.(aminopolyether), Acetonitrile, potassium carbonate, có công thức hóa học là C<sub>6</sub>H<sub>11</sub><sup>18</sup>FO<sub>5</sub> với cấu trúc phân tử thể hiện trong hình 1 [2].

Khi được đưa vào cơ thể người, tất cả 18F-FDG được chuyển hóa với thời gian bán phân hủy phóng xạ là 105-114,8 phút [2]. Tuy nhiên một số nghiên cứu lại cho rằng: khoảng 80% hoạt động của flo-18 vẫn còn trong mô tế bào và tiếp tục được thải trừ với thời gian bán hủy 110 phút; một phần nhỏ khác của 18F-FDG, chiếm khoảng 20% tổng hoạt động floine-18 sẽ được bài tiết ra ngoài với thời gian bán phân hủy nhanh là khoảng 16 phút [2], [7]. Do đó nước tiểu của bệnh nhân sau mỗi lần xạ trị sẽ có chứa phóng xạ, đặc biệt trong vài giờ sau khi sử dụng 18F-FDG. Vì vậy cần thiết phải xử lý tách biệt nguồn thải để hạn chế tác động bất lợi đến các đối tượng nhạy cảm đặc biệt là trẻ sơ sinh, trẻ em, phụ nữ có thai.

#### Xử lý nước thải nhiễm phóng xạ dựa vào quy luật phân rã (bán rã)

Các nhân phóng xạ là những hạt nhân không bền. Những hạt nhân này trở về trạng thái bền bằng cách phân rã alpha, beta, positon, chiếm electron hoặc phân hạch tự phát. Mỗi liên hệ

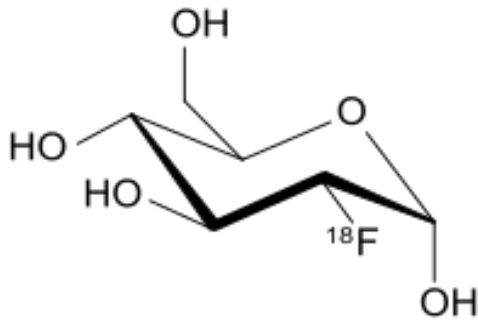
giữa số nguyên tử ở thời điểm  $t$  ( $N$ ) và số nguyên tử ở thời điểm ban đầu ( $N_0$ ) như sau [5]:  $N = N_0 e^{-\lambda t}$

Trong đó:  $\lambda$  là hằng số phân rã phóng xạ;  $N$  là số nguyên tử phóng xạ ở thời điểm  $t$ ;  $N_0$  là số nguyên tử phóng xạ ở thời điểm ban đầu.

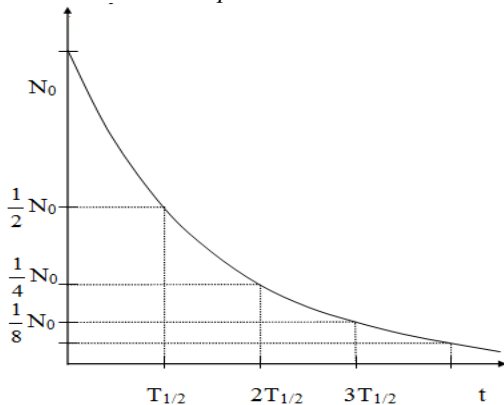
Chu kỳ bán rã là khoảng thời gian mà số nhân phóng xạ ban đầu hoặc hoạt độ của nó giảm đi một nửa. Chu kỳ bán rã của 18F-FDG được tính bằng cách giải phương trình:  $T_{1/2} = \ln(2) / \lambda$ .

Nghịch đảo của hằng số phân rã là thời gian sống trung bình  $\tau$  của hạt nhân, là thời gian trung bình mà một nguyên tử có thể tồn tại trước khi hạt nhân của nó phân rã:  $\tau = 1/\lambda$ .

Tính toán được thời điểm phân rã của 18F-FDG là 120 phút và xây dựng biểu đồ minh họa tại hình 2.



**Hình 1.** Cấu trúc phân tử của của 18F-FDG



**Hình 2.** Minh họa quá trình phân rã 18F-FDG

Tuy nhiên thời gian phân rã của 18F-FDG còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố ví dụ như: chuỗi phân rã phóng xạ của hạt nhân mẹ, sự tương tác của phóng xạ với vật chất, hiệu ứng quang điện... Trong phạm vi nghiên cứu này

tạm sử dụng thời điểm phân rã hoàn toàn của 18F-FDG là 120 phút, kết hợp với số liệu của đơn vị cung cấp dược phẩm làm cơ sở đề xuất xây dựng HTXLNT nhiễm phóng xạ.

Cơ quan năng lượng nguyên tử Quốc tế (IAEA) chia chất thải phóng xạ làm 5 loại theo thời gian phân rã. Loại 1: Chất thải phóng xạ có chu kỳ bán rã dài ngày, mức hoạt độ phóng xạ cao; sau đó giảm dần về thời gian và mức độ từ loại 2 đến loại 5; Loại 5: Chất thải phóng xạ có chu kỳ bán rã ngắn ngày, mức hoạt độ phóng xạ thấp. Như vậy khi đối chiếu, nước thải phóng xạ Bệnh viện Việt - Sinh thuộc loại 5 với thời gian bán rã khoảng 120 phút. Đây là cơ sở để xây dựng biện pháp xử lý nước thải.

**ĐỀ XUẤT BIỆN PHÁP XỬ LÝ NƯỚC THẢI NHIỄM PHÓNG XẠ**

Như đã phân tích ở trên, trong 8 phương pháp xử lý nước thải phóng xạ, phương pháp bán rã là biện pháp đơn giản, hiệu quả và phù hợp với điều kiện của một nước đang phát triển như Việt Nam. Kết hợp với số liệu tính toán về thời gian bán rã của 18F-FDG là 120 phút, đề xuất tách riêng nguồn thải phóng xạ và xử lý bằng phương pháp bán rã.

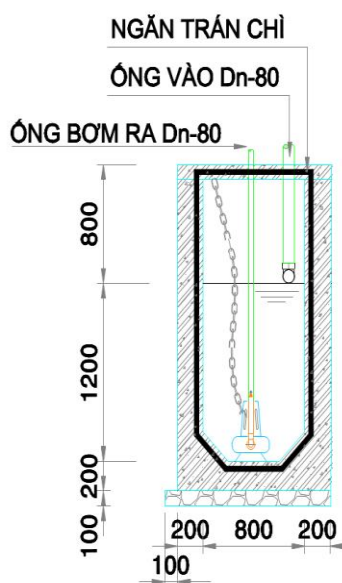
Nước thải nhiễm phóng xạ phát sinh từ khoa u bướu bao gồm: nước từ hoạt động rửa chân tay, rửa dụng cụ, tắm giặt, vệ sinh của bệnh nhân và CBCNV làm việc tại khoa ung bướu theo ước tính là khoảng 3,6 m<sup>3</sup>/ngày, thu gom theo hệ thống đường ống riêng biệt dẫn về bể chứa. Đề xuất xây dựng bể chứa nước thải phóng xạ dưới hệ thống tầng hầm với dung tích khoảng 5 m<sup>3</sup>. Sau đó, nước thải từ bể chứa 5 m<sup>3</sup> được bơm vào bể XLNT phóng xạ để xử lý bằng phương pháp bán rã.

Cấu tạo bể XLNT phóng xạ: Với thời gian bán phân rã của 18-FDG là 120 phút. Xây dựng bể chứa nước thải phóng xạ có dung tích 108 m<sup>3</sup>, chia làm 4 ngăn, (thời gian lưu nước của cả hệ thống được khoảng 30 ngày).

Nguyên lý hoạt động: Nước thải từ bể chứa 5 m<sup>3</sup> được bơm vào ngăn đầu tiên của bể XLNT

phóng xạ, sau thời gian lưu chứa, tự chảy sang ngăn thứ 2, 3, 4. Thời gian lưu nước tại mỗi ngăn khoảng 5-7 ngày đảm bảo toàn bộ hàm lượng phóng xạ có trong nước thải đã được bán rã hoàn toàn.

Kết cấu bể chứa nước phóng xạ 5 m<sup>3</sup> và bể XLNT phóng xạ 108 m<sup>3</sup>: Xây bằng bê tông cốt thép M200, bên trong ốp tấm chì dày 1,5 mm xung quanh và đáy bể. Chi tiết bản vẽ được thể hiện tại hình 3.



Hình 3. Bản vẽ bể 5 m<sup>3</sup>

Trong quá trình thi công bể chứa, bể XLNT phóng xạ bên cạnh việc xây dựng theo đúng kích thước và cao độ thiết kế thì cần thiết đổ bê tông xung quanh bể để không chế quá trình thấm thấu, sau đó trát vữa bê tông và sử dụng tấm chì bể dày 1,5 mm ốp xung quanh để ngăn không cho phóng xạ phát ra bên ngoài. Đây là điểm khác biệt cơ bản và mấu chốt trong hệ thống xử lý nước thải phóng xạ.

Nước sau khi qua bể XLNT, chất phóng xạ đã được phân rã hoàn toàn (không còn khả năng gây nguy hại đối với con người và hệ sinh thái) được dẫn vào HTXLNT chung của Bệnh viện theo công nghệ hóa sinh thông thường. Nước thải đầu ra đáp ứng quy chuẩn QCVN 28:2010/BTNMT (quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải y tế).

Đối với bùn thải từ bể 5 m<sup>3</sup>, bể 108 m<sup>3</sup>, định kỳ thuê đơn vị có chức năng thu gom và xử lý chất thải nguy hại đến vận chuyển xử lý, tần suất khoảng 3-6 tháng/lần.

Các công nghệ xử lý chất thải phóng xạ khác đều có chung ưu điểm là xử lý và ổn định được chất thải thì mỗi phương pháp lại có nhược điểm riêng, ví dụ như: chôn lấp dưới lòng đất hoặc đại dương – nguy hiểm cho những thế hệ sau; tái chế bằng các biện pháp đóng rắn – chưa xử lý được nguồn thải; đốt trong các lò chuyên dụng – tốn kém chi phí và hiệu suất sử dụng lò không cao. Như vậy việc xử lý bằng phương pháp bán rã được coi là hữu hiệu đối với loại hình nước thải phóng xạ bệnh viện.

#### KẾT LUẬN

Trong những năm gần đây, điều trị ung thư bằng các phương pháp vật lý như chiếu xạ, xạ trị áp sát... đã được thực hiện ở một số bệnh viện lớn tại Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh. Kéo theo phương pháp này là một lượng nước thải có chứa hàm lượng phóng xạ phát sinh chủ yếu từ quá trình đào thải của bệnh nhân.

XLNT bệnh viện là một nội dung không mới, tuy nhiên khi nước thải có nhiễm phóng xạ lại là một vấn đề không đơn giản. Hiện nay trong quy trình XLNT chung của các bệnh viện nguồn thải này chưa được phân tách và xử lý riêng, vì vậy tiềm ẩn nhiều nguy cơ đối với sức khỏe và môi trường.

Căn cứ vào loại thuốc sử dụng tại khoa ung bướu 18-FDG, là dược chất phóng xạ duy nhất được cơ quan thuốc và thực phẩm Hoa Kỳ phê chuẩn trong điều trị ung thư, đề xuất XLNT phóng xạ tại Bệnh viện Việt - Sinh bằng phương pháp bán rã. Tính toán và xây dựng được biểu đồ bán rã của 18-FDG là T = 120 phút, đối chiếu với số liệu của đơn vị cung cấp dược phẩm (T = 105-114,8 phút), làm cơ sở tính toán kích thước bể và thời gian lưu chứa.

Đề xuất xây dựng 02 bể lưu chứa: Bể 5 m<sup>3</sup> có chức năng thu gom lưu chứa toàn bộ lượng

nước thải phát sinh trong ngày: bể XLNT với dung tích 108 m<sup>3</sup> được chia 4 ngăn, thời gian lưu nước tại mỗi ngăn khoảng 5-7 ngày, đảm bảo chứa toàn bộ nước thải trong vòng khoảng 30 ngày. 02 bể được xây dựng dưới tầng hầm, cấu tạo bê tông cốt thép, có tráng chì dày 1,5 mm xung quanh để ngăn không cho phóng xạ phát ra bên ngoài.

Sau thời gian lưu chứa đảm bảo thành phần phóng xạ có trong nước thải phân rã hoàn toàn, tiếp tục đầu nối vào HTXLNT chung của Bệnh viện để đảm bảo nước thải đầu ra đáp ứng quy chuẩn QCVN 28:2010/BTNMT (quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải y tế) trước khi thải vào nguồn tiếp nhận.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bệnh viện đa khoa Việt - Sinh (2017), Thuyết minh Dự án đầu tư xây dựng Bệnh viện đa khoa Việt - Sinh.

2. Pacak J., Tocik Z., Cerny M., (1969), Synthesis of 2-Deoxy-2-fluoro-D-glucose, *Journal of the Chemical Society D*, pp. 77.

3. Glenn F. Knoll, (2010), Radiation Detection and Measurement, John Wiley & Sons, New York.

4. Bộ xây dựng (2008), Xây dựng TCVN: Trạm xử lý nước thải bệnh viện - Các yêu cầu kỹ thuật để thiết kế và quản lý vận hành, Hà nội.

5. Viện Sức khỏe nghề nghiệp và môi trường (2004), *Nghiên cứu đề xuất giải pháp xử lý CTBV đạt tiêu chuẩn môi trường*, Hà Nội.

6. Nguyễn Công Đức, Nguyễn Thị Phương Nam, nnk (2013), Sản xuất và kiểm tra chất lượng (18F) Fludeoxyglucose (18F-FDG) tại Bệnh viện Chợ Rẫy trong 3 năm hoạt động, *Tạp chí Y học thành phố Hồ Chí Minh*, tập 17, Tr. 664-669.

7. S. Yu (2006), Review of 18F-FDG synthesis and quality control, *Biomedical Imaging and Intervention Journal*.

#### ABSTRACT

#### PROPOSED TECHNOLOGY OF WASTEWATER TREATMENT IS RADIATED IN VIET - SINH GENERAL HOSPITAL

Ngô Trà Mai\*

*Institute of Physics - Vietnam Academy of Science and Technology*

Wastewater treatment at the hospital has been studied at many works, national and international topics. However, for waste water from the process of radioactive contamination in the tumor department is not mentioned. This type of waste water flow although not large, but there are many potential risks to environmental problems. The content of the article is a proposed technology for radioactive waste treatment through the separation of waste and treatment by disassembly based on the classification of the International Atomic Energy Agency (IAEA).

The drug used at the Viet - Sinh hospital's oncology department is Floodoxyglucose, commonly referred to as 18F-FDG, which is a radioactive medicine used in cancer treatment. Based on the composition and properties of 18F-FDG, the calculated disintegration time of the compound was 120 minutes, combined with the volume of waste source in the tumor department was 3.6 m<sup>3</sup> / day to propose handling measures. Design of 2 treatment tanks with capacity of 5 m<sup>3</sup> and 108 m<sup>3</sup> respectively, was built in the basement of Viet - Sinh General Hospital. Structure of two tanks made of reinforced concrete, the inside and bottom of the tank is covered with 1.5mm thick sheet of lead. For the 108 m<sup>3</sup> tank, divided into 04 compartments, each compartment has a water retention time of 5-7 days to ensure that the total radioactive content in waste water has been disposed completely before being connected to the common wastewater treatment system of the hospital.

**Key words:** *hospital, cancer, waste water treatment, radioactivity, disintegration*

**Ngày nhận bài:** 21/12/2017; **Ngày phân biện:** 11/01/2018; **Ngày duyệt đăng:** 05/3/2018

\* Tel: 0982 700460