

THIẾT KẾ CHẾ TẠO THIẾT BỊ FMI KIỂM TRA NGẬP LỤT CHÂN ĐẾ GIÀN KHOAN DẦU BẰNG PHƯƠNG PHÁP GAMMA TRUYỀN QUA

**Đặng Quốc Triệu⁽¹⁾, Lại Viết Hải⁽¹⁾, Nguyễn Ngọc Nhật Anh⁽¹⁾,
Phạm Ngọc Đức Trí⁽²⁾, Đặng Nguyễn Thế Duy⁽¹⁾, Nguyễn Thanh Châu⁽¹⁾**

(1)Trung tâm Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong công nghiệp Lâm đồng

(2) Công ty TNHH MTV Dịch vụ Khảo sát và Công trình ngầm PTSC (PTSC G&S)

Ngày nhận bài 20/12/2022; Ngày gửi phản biện 27/12/2023; Chấp nhận đăng 10/03/2023

Liên hệ email: trieu dq@canti.vn

<https://doi.org/10.37550/tdmu.VJS/2023.02.386>

Tóm tắt

Kết cấu chân đế các giàn khoan dầu khí ngoài khơi Việt Nam cần phải thường xuyên kiểm tra vì các khuyết tật có thể cho phép nước biển xâm nhập, dẫn đến hư hỏng kết cấu theo thời gian. Việc kiểm tra các khuyết tật trên các kết cấu chân đế giàn khoan ở độ sâu hàng trăm mét dưới nước bằng các phương pháp kiểm tra truyền thống có thể là một nhiệm vụ phức tạp và khó khăn, tiêu tốn chi phí đáng kể cho chủ đầu tư. Vì vậy, để đảm bảo sự an toàn của nhân viên và an toàn tài sản của nhà đầu tư là mục tiêu chính trong việc cung cấp các dịch vụ FMI kiểm tra ngập lụt chân đế giàn khoan bằng kỹ thuật gamma truyền qua tỏ ra khá hiệu quả, với chi phí thấp. Nghiên cứu được đề xuất và thực hiện nhằm chế tạo thiết bị FMI dựa trên các kết quả nghiên cứu trên thế giới để chế tạo thiết bị ứng dụng trong kiểm tra ngập lụt chân đế giàn khoan dầu, cũng như nâng cao năng lực chuyên môn của Nhóm điện tử, tự động hóa trong lĩnh vực điện tử hạt nhân. Kết quả nghiên cứu đã chế tạo được thiết bị FMI theo tiêu chuẩn Subsea làm việc ở độ sâu (-) 300 mét được chứng nhận bởi Lloyd's Register. Các thí nghiệm khảo sát cho thấy thiết bị FMI có thể phát hiện ngập lụt trong các trường hợp ống đứng, ống đứng xiên và ống nằm ngang. Giới hạn phát hiện của thiết bị FMI đối với thành phần ống ngang là 40mm nước trong đường ống có kích thước >168mm và 20mm nước trong đường ống có kích thước ≤168mm.

Từ khóa: CANTI, FMI, FMD, gamma truyền qua, kiểm tra ngập lụt chân đế giàn khoan soi gamma

Abstract

**DESIGN AND MANUFACTURER OF FMI EQUIPMENT FOR INSPECTION
THE OFFSHORE PLATFORM USING THE GAMMA-RAY TRANSMISSION
TECHNIQUE**

The Offshore Platform the coast of Vietnam requires regular inspection of these critical structures as defects can allow seawater ingress, leading to structural damage

over time. Inspection of defects on Offshore Platform structures hundreds of meters underwater using traditional inspection methods can be a complex and difficult task, bringing significant costs to the owner. Therefore, to ensure the safety of employees and safety of investors' assets is the main goal in providing Flooded Member Inspection (FMI) services to inspection the Offshore Platform flooding using the gamma-ray transmission technique proved to be effective and low cost. The proposed and implemented task to manufacture FMI equipment is based on the research results in the world to improve the manufacturing capacity of equipment for industrial applications and improve the professional capacity of the electronics automation in the field of nuclear electronics. According to Subsea standards, the results of the mission have created FMI devices working at a depth of (-) 300 meters certified by Lloyd's Register. Survey experiments show that FMI equipment can detect flooding in the cases of risers, inclined risers, and horizontal pipes. The machine's detection limit for the horizontal pipe component is 40mm of water in pipes of size $>168\text{mm}$ and 20mm of water in pipes of size $\leq 168\text{mm}$.

1. Mở đầu

Kiểm tra ngập lụt chân đế giàn khoan ngoài biển Việt Nam có thể thực hiện bằng phương pháp siêu âm hoặc phương pháp soi gamma. Phương pháp FMI, cho kết quả nhanh chi phí thấp hơn rất nhiều so với phương pháp siêu âm, do đó hiện nay trên thế giới thường sử dụng phương pháp FMI trong kiểm tra ngập lụt chân đế giàn khoan. Tại Việt Nam nhu cầu kiểm tra ngập lụt chân đế giàn khoan biển là rất lớn, nhưng trước đây đều phải thuê chuyên gia và thiết bị nước ngoài. Nhằm nội địa hoá công nghệ và thiết bị để phục vụ có hiệu quả cho sản xuất công nghiệp, Trung tâm Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong công nghiệp (CANTI), thuộc Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam, đã nghiên cứu, thiết kế và chế tạo thành công thiết bị gắn trên hệ thống robot điều khiển tự động lặn dưới đáy biển để kiểm tra ngập lụt chân đế giàn khoan. Phương pháp và thiết bị đã được công ty kiểm định hàng đầu trên thế giới (Lloyd's Register) kiểm tra và cấp giấy chứng nhận đảm bảo chất lượng.

Chân đế các giàn khoan dầu khí ngoài khơi Việt Nam cần phải thường xuyên kiểm tra các kết cấu quan trọng này vì các khiếm khuyết có thể cho phép nước biển xâm nhập, dẫn đến hư hỏng kết cấu theo thời gian. Việc kiểm tra các khuyết tật trên các kết cấu chân đế giàn khoan ở độ sâu hàng trăm mét dưới nước bằng các phương pháp kiểm tra truyền thống có thể là một nhiệm vụ phức tạp và khó khăn, tiêu tốn chi phí đáng kể cho chủ đầu tư. Vì vậy, để đảm bảo sự an toàn của nhân viên và an toàn tài sản của nhà đầu tư là mục tiêu chính trong việc cung cấp các dịch vụ FMI kiểm tra ngập lụt chân đế giàn khoan bằng kỹ thuật gamma truyền qua.

Trên thế giới, thiết bị FMI được đưa vào ứng dụng kiểm tra ngập lụt chân đế giàn khoan dầu từ những năm 1950. Các kỹ thuật kiểm tra được đã được phát triển như Siêu âm đã được ứng dụng nhưng chi phí cao. Nhìn chung, hiện nay trên thế giới kỹ thuật FMI được công ty Tracerco đã triển khai trên các khu vực giàn khoan thế giới.

Từ nhu cầu thực tiễn của thế giới và ngành công nghiệp dầu khí Việt Nam, Trung tâm đã nhanh chóng chế tạo thiết bị FMI theo tiêu chuẩn Subsea làm việc ở độ sâu khoảng -300 mét dưới biển ứng dụng trong kiểm tra ngập lụt chân đế giàn khoan.

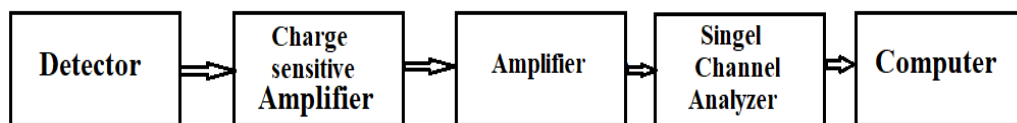
2. Nội dung

2.1. Đối tượng và phương pháp

Hiện nay có rất nhiều phương pháp như kiểm tra siêu âm (UT), kiểm tra trực quan (VT), và kiểm tra ngập lụt (FMI)... được sử dụng trong khảo sát ngập lụt chân đế giàn khoan. Mỗi phương pháp nêu trên đều có những ưu điểm và hạn chế riêng tùy thuộc vào đối tượng và yêu cầu khảo sát. Trong đó phương pháp FMI là phương pháp tầm soát nhanh, khả năng phát hiện ngập lụt chân đế giàn khoan với độ chính xác cao. Trên thế giới, thiết bị FMI được đưa vào ứng dụng kiểm tra ngập lụt chân đế giàn khoan dầu từ những năm 1950. Các kỹ thuật kiểm tra được đã được phát triển như Siêu âm đã được ứng dụng nhưng chi phí cao. Nhìn chung, hiện nay trên thế giới kỹ thuật FMI được công ty Tracerco đã triển khai trên các khu vực giàn khoan thế giới.

Các công nghệ kiểm tra đáy chân đế giàn khoan là công nghệ cao. Ở Việt Nam, có thể có một vài đơn vị đã nghiên cứu, chế tạo thiết bị có khả năng phát hiện ngập lụt chân đế giàn khoan bằng phương pháp FMI, nhưng chưa có công bố chính thức. Thời gian gần đây Công ty dầu khí trong nước như CLJOC, JVPC, PVO, TLJOC... đã ứng dụng phương pháp FMI (thiết bị của nước ngoài) để kiểm tra các chân đế giàn khoan ở ngoài khơi biển Việt Nam. Nghiên cứu làm chủ công nghệ FMI sẽ mang lại hiệu quả thiết thực cũng như đưa vào nước ta một công nghệ kiểm tra mới, phục vụ cho kiểm tra chất lượng hiện trạng bảo trì bảo dưỡng các chân đế giàn khoan của ngành công nghiệp dầu khí.

Hệ thiết bị FMI CANTI Model 2021 là một hệ đo SCA 1 đầu dò (bộ phân tích đơn kênh) kết nối với máy tính điều khiển tất cả các thông số hoạt động cần thiết. Một đầu dò được kết nối với bộ đếm với các cài đặt cao thế, ngưỡng đo và cửa sổ độc lập. Thiết bị có thể được cung cấp nguồn thế thấp 24VDC, 20mA. Thiết bị FMI hoàn chỉnh gồm các thành phần sau, bộ tiền khuếch đại nhạy điện tích, bộ khuếch đại tuyến tính, bộ phân tích kênh đơn và bộ nguồn cao thế của đầu dò. Một cổng giao tiếp RS-232 kết nối vào máy tính.. Thông thường, một máy tính được sử dụng để thu thập và hiển thị dữ liệu, gửi thông số, bắt đầu đo và dừng đo. Phần mềm giao diện và xử lý số liệu được xây dựng để điều khiển hiển thị và ghi lại số liệu.



Hình 1. Sơ đồ khối hệ FMI

Hệ FMI đã được thiết kế để kết nối với hệ ROV trong hoạt động kiểm tra chân đế giàn khoan. Nguồn phóng xạ và đầu dò được gắn trên cánh tay điều khiển ROV bằng

khung nhôm FMI. Thiết bị FMI được điều khiển bằng cánh tay ROV, thiết bị FMI sẽ được định vị ở vị trí mong muốn để tiến hành đo đường ống.

2.2. Thực nghiệm khảo sát thiết bị FMI CANTI

Thiết bị FMI được chuẩn trước khi tiến hành thực nghiệm để xác định trạng thái ngập nước của đường ống. Các giá trị đo được hiển thị trên phần mềm CS là giá trị đo được trực tiếp từ đầu dò khi tiến hành thực nghiệm trong mô hình vật lý mô phỏng chân đế giàn khoan. Giá trị đo (số đếm) là đại lượng để xác định các thành phần đường ống bị ngập nước, khô hoặc ngập một phần.

Giá trị đo bị ảnh hưởng bởi các yếu tố như là khoảng cách từ nguồn bức xạ đến đầu dò, khoảng cách từ đầu dò đến đường ống, bề dày đường ống, các sinh vật phù du bám trên đường ống và các yếu tố khác đều được xem xét đánh giá trong phần thực nghiệm này.

Thực nghiệm khảo sát thiết bị FMI chứng minh khả năng thiết bị cho ứng dụng kiểm tra ngập lụt chân đế giàn khoan bằng phương pháp gamma truyền qua làm cơ sở cho việc triển khai thực tế trên các giàn khoan dầu ngoài khơi Việt Nam.

2.2.1 Thực nghiệm với mẫu đường ống đại diện

Để chứng minh rằng hệ thống FMI đã hoạt động theo tiêu chuẩn thiết kế, ba (03) ống sắt mẫu sẽ được chọn cho mục đích thực nghiệm với kích thước sau:

Số mẫu	Kích thước ống danh định (NPS)	Đường kính (OD mm)	Chiều dài (mm)	Bề dày (mm)	Pipe Schedule
1	6	Ø 168.28	500	10.973	SCH80
2	18	Ø 457.20	400	23.800	SCH80



Hình 2. Mẫu Số 2 cho ống dọc, chéo



Hình 3. Mẫu Số 1 cho đường ống ngang



Hình 4. Bồn chứa nước (thể tích: 1260l)

2.2.2 Thiết lập hệ đo FMI CANTI

Khung FMI sẽ được thiết lập và điều chỉnh để chụp với từng mẫu ống. Hệ thống phải được kết nối theo sơ đồ với phần mềm FMI-CS được cài đặt trong máy tính xách tay.



Hình 5 Lắp đặt hệ đo FMI với ROV và phòng điều khiển

Số đếm phong khí không có nguồn bức xạ sẽ được ghi lại để ước tính độ nhạy của máy dò và để đảm bảo truyền dữ liệu giữa cảm biến FMI và phần mềm được ổn định.

2.2.3 Quy trình tiến hành thực nghiệm hệ FMI CANTI

Trước khi lấy nguồn bức xạ ra khỏi container Type-A, kỹ sư FMI phải tiến hành các công việc sau:

- Tất cả những người liên quan đều rõ các bước kiểm tra qua TB-Talk
- Đảm bảo hệ thống giao tiếp đã sẵn sàng. Phần mềm đang chạy với kết nối tốt từ buồng điều khiển tới máy đo FMI.
- Thiết lập hàng rào cảnh báo bức xạ hạn chế người ra vào khu vực có nguồn bức xạ. Chỉ người được ủy quyền (kỹ sư FMI) mới có thể truy cập trong khu vực làm việc. Những người còn lại sẽ được giám sát việc thử nghiệm trong buồng kiểm soát.

- Bể chứa nước và mẫu đường ống đã sẵn sàng để thử nghiệm với nước đồ đầy.

- Xác định đỉnh năng lượng cho nguồn bức xạ đã chọn thông qua phần mềm.

- Ghi lại số đếm ổn định trong không khí.

2.2.4 Thực nghiệm với đường ống dọc và ống ngang

2.2.4.1 Đường ống dọc

a. Ống mẫu Số 2 để thử nghiệm đường ống dọc phải được nhúng chìm vào trong “bể chứa” nước để mô phỏng tình trạng “đường ống” tại kết cấu giàn khoan.

b. Lắp đặt nguồn bức xạ vào khung FMI

c. Ghi lại số đếm khi đặt khung FMI vào trong nước.

d. Đưa khung FMI vào đường ống như hình dưới đây để biết "số đếm khô"

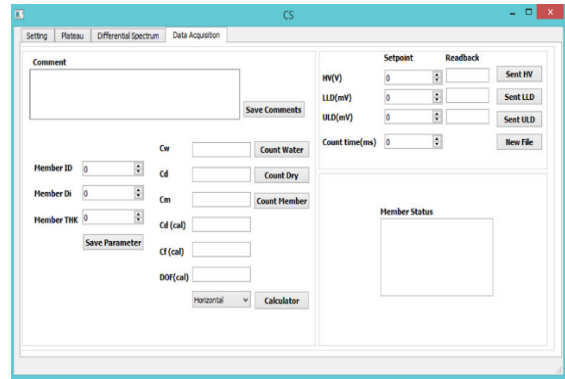
e. Sau đó cho nước vào ống để đo số đếm ngập nước

f. Hoàn thành thử nghiệm với ống mẫu Số 2. Trước khi tiến hành thử nghiệm cho mẫu tiếp theo, hãy đảm bảo tất cả dữ liệu được thu thập. Hệ FMI đã được lấy nguồn bức xạ ra và đưa vào container loại A.

g. Tháo ống mẫu Số 2 và thiết lập thử nghiệm đối với ống mẫu Số 01 trong bể thử nghiệm.



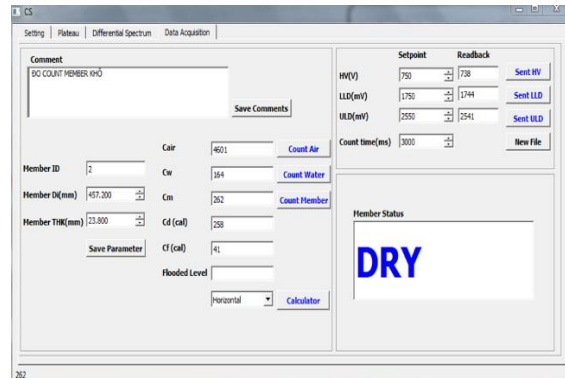
Hình 6a Khung FMI đặt ngập trong bể chứa nước



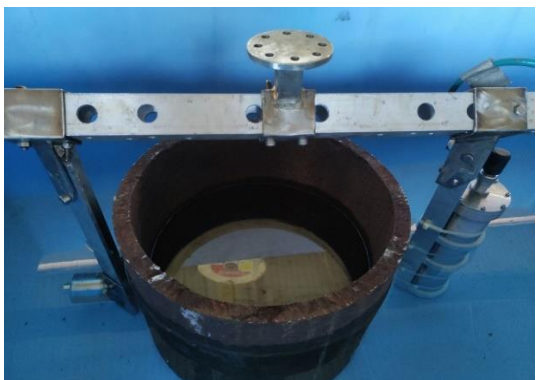
Hình 6b Giao diện phần mềm FMI-CS



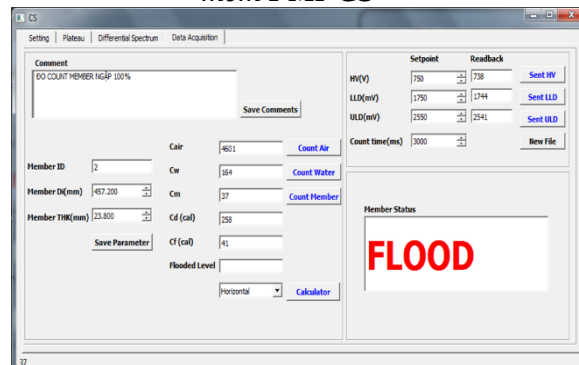
Hình 7a Khung FMI đo đường ống khô



Hình 7b Kết quả đường ống khô trên phần mềm FMI-CS



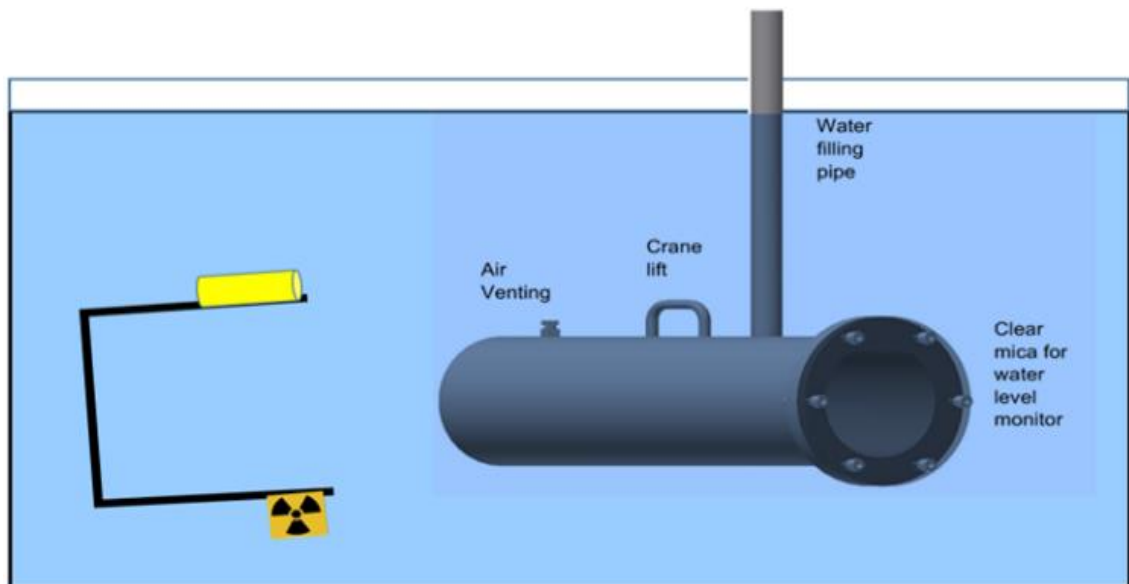
Hình 8a Khung FMI đo đường ống ngập nước



Hình 8b Kết quả đường ống ngập nước trên phần mềm FMI-CS

2.2.4.2 Đường ống ngang

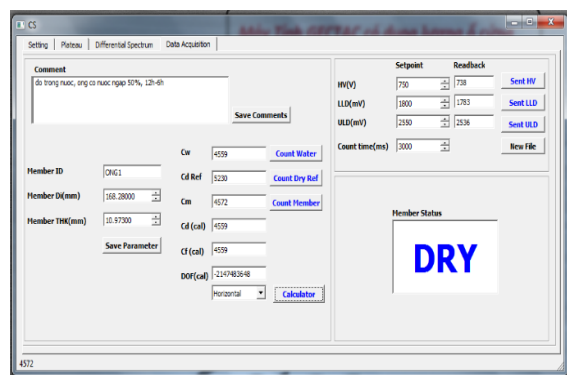
- Ống mẫu Số 1 để thử nghiệm nằm ngang phải được nhúng chìm vào trong “bể chứa” nước để mô phỏng tình trạng “đường ống” tại kết cấu chân đế giàn khoan.
- Ghá lắp nguồn bức xạ vào khung FMI
- Ghi lại số đếm khi đặt khung FMI vào trong nước.
- Đặt khung FMI vào đo đường ống ngang, đo số đếm khô
- Ghi lại số đếm khô cho đường ống ngang.
- Sau đó, đổ đầy nước cho đến khi đường ống đầy nước để hiển thị "số đếm ngập nước". (Tháo ống dẫn mẫu Số 1 ra khỏi bể để thoát khí nếu cần sau đó đặt ngập trở lại bể để thử nghiệm).
- Số đếm ngập nước hiển thị trên phần mềm FMI-CS



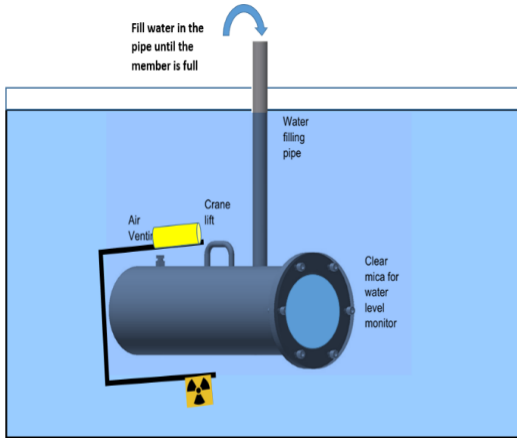
Hình 9 Đường ống ngang



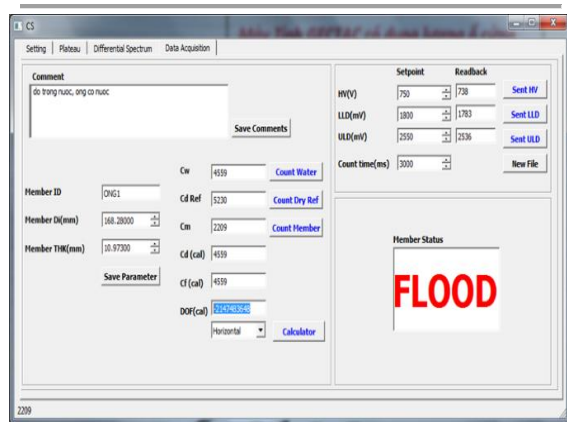
Hình 10a Đường ống ngang khô



Hình 10b Kết quả đường ống ngang khô trên phần mềm FMI-CS



Hình 11a Đổ đầy nước vào mẫu ống ngang



Hình 11b Kết quả đọc ống ngập nước trên phần mềm FMI-CS

2.3. Kết quả khảo sát thiết bị FMI CANTI

Các thí nghiệm khảo sát cho thấy thiết bị FMI có thể phát hiện ngập lụt trong các trường hợp ống đứng, ống đứng xiên và ống nằm ngang

Thiết bị FMI được Đăng kiểm Lloyd's Register chứng nhận thiết bị FMI (CANTI MODEL 2021) sử dụng trong đánh giá ngập lụt chân đế giàn khoan phương pháp gamma truyền qua.

3. Kết luận

Nhiệm vụ “Thiết kế chế tạo thiết bị FMI khảo sát ngập lụt chân đế giàn khoan dầu bằng phương pháp gamma truyền qua” đã hoàn thành các nội dung công việc phù hợp với yêu cầu, mục tiêu đã đặt ra. Kết quả nhiệm vụ đã tạo ra 02 thiết bị FMI theo tiêu chuẩn Subsea làm việc ở độ sâu (-) 300 mét được chứng nhận bởi Lloyd's Register. Các thí nghiệm khảo sát cho thấy thiết bị FMI có thể phát hiện ngập lụt trong các trường hợp ống đứng, ống đứng xiên và ống nằm ngang. Giới hạn phát hiện của máy đối với thành phần ống ngang là 40mm nước trong đường ống có kích thước $>168\text{mm}$ và 20mm nước trong đường ống có kích thước $\leq 168\text{mm}$. Ngoài ra, nhiệm vụ đã hoàn thiện bộ quy trình tính toán, quy trình đo và sử dụng thiết bị FMI được Đăng kiểm Lloyd's Register chứng nhận thiết bị FMI (CANTI MODEL 2021) sử dụng trong đánh giá ngập lụt chân đế giàn khoan phương pháp gamma truyền qua.

Thiết bị FMI được chế tạo so với mẫu FMI trên thế giới của Tracerco có thiết kế compact hơn thuận lợi cho việc lắp ráp trên hiện trường. Phần mềm giải đoán số liệu thân thiện với người dùng và hiển thị đầy đủ các thông tin cần thiết trong đánh giá ngập lụt chân đế giàn khoan. Dữ liệu được lưu trữ và hiển thị trên máy tính Laptop đảm bảo không bị mất số liệu đo. Thông qua thực hiện nhiệm vụ, kiến thức và kinh nghiệm của Nhóm nghiên cứu trong lĩnh vực chế tạo thiết bị điện tử hạt nhân đã được cải thiện và phát triển.

Phát triển thiết bị FMI với kích thước nhỏ gọn hơn làm việc ở độ sâu lớn hơn -300 mét dưới biển.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đinh Sỹ Hiền (2005). *Điện tử hạt nhân – Đầu dò bán dẫn và xử lý tín hiệu*. NXB Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
- [2] Evans, R.D. (1968). *X-Ray and γ -Ray Interactions*, Chap. 3 in *Radiation Dosimetry*, Vol. 1, F. H. Attix and W. C. Roesch, eds. Academic Press, New York, 93-155.
- [3] Glenn F. Knoll (2009). *Radiation Detection and Measurement – Third Edition*. Wiley India Pvt. Ltd. Chapter 3.
- [4] Herman Cember, Thomas E. Johnson (2011). *Introduction to health physics – Fourth Edition*. McGraw-Hill Education / Medical. Chapter 5.
- [5] J. H. Hubbell+ and S. M. Seltzer (2004). *X-Ray Mass Attenuation Coefficients*. <https://dx.doi.org/10.18434/T4D01F>
- [6] Michele Regina Rosa Hamester (2012). Characterization of Calcium Carbonate Obtained from Oyster and Mussel and Incorporation in Polypropylene. *Materials Research* 15(2):204-208 <https://doi.org/10.1590/S1516-14392012005000014>
- [7] Ngô Quang Huy (2006). *Cơ sở vật lý hạt nhân*. NXB Khoa Học Kỹ Thuật.
- [8] Nguyễn Triệu Tú (2007). *Ghi nhận và đo lường bức xạ*. NXB Đại Học Quốc gia Hà Nội.
- [9] Trần Phong Dũng, Châu Văn Tạo, Nguyễn Hải Dương (2005). *Phương pháp ghi bức xạ ion hóa*. NXB Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.