

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
*THIẾT BỊ VÀ CÔNG TRÌNH DẦU KHÍ VỚI XU HƯỚNG
CHUYỂN DỊCH NGUỒN NĂNG LƯỢNG*



HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC

THIẾT BỊ VÀ CÔNG TRÌNH DẦU KHÍ VỚI XU HƯỚNG
CHUYỂN DỊCH NGUỒN NĂNG LƯỢNG

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

Địa chỉ: Số 8 phố Tăng Bạt Hổ, phường Phạm Đình Hổ, quận Hai Bà Trưng, TP. Hà Nội

ĐT: 024.39423346 - 024.39424620 * Fax: 024.38224784

Website: www.nxbgtvt.vn * Email: nxbgtvt@fpt.vn

CHỊU TRÁCH NHIỆM XUẤT BẢN, NỘI DUNG:

GIÁM ĐỐC - TỔNG BIÊN TẬP: **Nguyễn Minh Nhật**

BIÊN TẬP: **Dương Hồng Hạnh**

THIẾT KẾ: **Linh Lan**

ĐỐI TÁC LIÊN KẾT XUẤT BẢN:

Trường Đại học Mở - Địa chất

In 200 cuốn khổ 19 x 27cm tại Công ty TNHH Dịch vụ Văn phòng Đức Hải.

Địa chỉ: số 264 Nguyễn Trãi, Từ Liêm, Hà Nội

Số xác nhận đăng ký xuất bản: 934-2024/CXBIPH/1-23/GTVT.

Mã số sách tiêu chuẩn quốc tế - ISBN: 978-604-76-2909-1.

Quyết định xuất bản số: 20 LK/QĐ-XBGT ngày 19 tháng 4 năm 2024.

In xong và nộp lưu chiểu năm 2024.

BAN TỔ CHỨC

- | | |
|--|----------------|
| 1. GS.TS Trần Thanh Hải, Trường Đại học Mở - Địa chất | Trưởng ban |
| 2. PGS.TS Triệu Hùng Trường, Trường Đại học Mở - Địa chất | Phó Trưởng ban |
| 3. PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, Trường Đại học Mở - Địa chất | Phó Trưởng ban |
| 4. PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, Trường Đại học Mở - Địa chất | Phó Trưởng ban |
| 5. TS Lê Quang Duyệt, Trường Đại học Mở - Địa chất | Phó Trưởng ban |
| 6. PGS.TS Tống Thị Thanh Hương, Trường Đại học Mở - Địa chất | Phó Trưởng ban |
| 7. TS Lê Đức Vinh, Trường Đại học Mở - Địa chất | Phó Trưởng ban |
| 8. PGS.TS Nguyễn Văn Thịnh, Trường Đại học Mở - Địa chất | Ủy viên |
| 9. TS Công Ngọc Thắng, Trường Đại học Mở - Địa chất | Ủy viên |
| 10. PGS. TS Phan Thiên Hương, Trường Đại học Mở - Địa chất | Ủy viên |
| 11. TS Phạm Văn Tuấn, Trường Đại học Mở - Địa chất | Ủy viên |
| 12. Ths Vũ Thiết Thạch, Trường Đại học Mở - Địa chất | Ủy viên |

BAN KHOA HỌC

1. GS.TS Trần Thanh Hải, *Trường Đại học Mở - Địa chất*, Trưởng ban
2. PGS.TS Triệu Hùng Trường, *Trường Đại học Mở - Địa chất*, Phó Trưởng ban
3. PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*, Phó Trưởng ban
4. PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*, Phó Trưởng ban
5. PGS.TS Tống Thị Thanh Hương, *Trường Đại học Mở - Địa chất*, Phó Trưởng ban
6. TS Lê Quang Duyệt, *Trường Đại học Mở - Địa chất*, Phó Trưởng ban
7. TS Lê Đức Vinh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*, Phó Trưởng ban
8. PGS.TS Trần Đình Kiên, *Trường Đại học Mở - Địa chất*, Ủy viên
9. GVC Trần Văn Bản, *Hội Công nghệ Khoan-Khai thác Việt Nam*, Ủy viên
10. TS Nguyễn Văn Giáp, *Hội Công nghệ Khoan-Khai thác Việt Nam*, Ủy viên
11. PGS.TS Nguyễn Văn Thịnh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*, Ủy viên
12. PGS.TS Phan Thiên Hương, *Trường Đại học Mở - Địa chất*, Ủy viên
13. TS Hoàng Anh Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*, Ủy viên
14. TS Nguyễn Thị Hải Yến, *Trường Đại học Mở - Địa chất*, Ủy viên
15. TS Đào Thị Uyên, *Trường Đại học Mở - Địa chất*, Ủy viên
16. TS Công Ngọc Thắng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*, Ủy viên
17. TS Phạm Văn Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất*, Ủy viên

BAN BIÊN TẬP

1. PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, Trưởng ban
2. PGS.TS Nguyễn Văn Thịnh, Phó trưởng ban
3. PGS.TS Nguyễn Việt Nghĩa, Phó trưởng ban
4. TS Hoàng Anh Dũng, Ủy viên
5. TS Đào Thị Uyên, Ủy viên
6. TS Nguyễn Tiến Hùng, Ủy viên
7. TS Nguyễn Khắc Long, Ủy viên
8. TS Trần Hữu Kiên, Ủy viên
9. TS Tô Hữu Toàn, Ủy viên
10. TS Nguyễn Trần Tuân, Ủy viên
11. TS Nguyễn Thị Hải Yến, Ủy viên
12. ThS Nguyễn Thanh Tuấn, Ủy viên
13. ThS Vũ Cúc Phương, Ủy viên
14. ThS Trương Văn Từ, Ủy viên
15. ThS Vũ Thiết Thạch, Ủy viên
16. ThS Nguyễn Văn Thành, Ủy viên
17. ThS Doãn Thị Trâm, Ủy viên

BAN THƯ KÝ

1. PGS.TS Nguyễn Văn Thịnh, Trưởng ban
2. TS Hoàng Anh Dũng, Phó Trưởng ban
3. TS Nguyễn Thị Hải Yến, Ủy viên
4. ThS Nguyễn Thanh Tuấn, Ủy viên
5. ThS Vũ Cúc Phương, Ủy viên

MỤC LỤC

1. Nghiên cứu phương án lắp đặt hệ thống thiết bị cho kế hoạch phát triển mỏ Thiên Nga-Hải Âu	1
<i>Nguyễn Văn Thịnh, Triệu Hùng Trường, Vũ Thiết Thạch</i>	
2. Năng lượng gió ngoài khơi Việt Nam: xác định tiềm năng và phân tích phân bố địa lý	8
<i>Trần Anh Quân, Vũ Cúc Phương, Trịnh Tuấn Long</i>	
3. Hydro – giải pháp năng lượng sạch cho tương lai và tiềm năng sản xuất từ nguồn năng lượng tái tạo tại Việt Nam: một nghiên cứu với trường hợp nhà máy Đạm Cà Mau	17
<i>Ngô Hà Sơn</i>	
4. Nghiên cứu khả năng sử dụng bơm ly tâm điện ngầm trong khai thác dầu tại mỏ Nam rồng - Đồi mồi	27
<i>Lê Đức Vinh, Nguyễn Quốc Dũng, Ngô Tuấn Nam, Nguyễn Mai Hà, Nguyễn Đức Huy</i>	
5. Đặc điểm quá trình biến đổi thứ sinh đá Cacbonat tuổi Mioxen bể phủ khánh	33
<i>Nguyễn Thị Minh Hồng</i>	
6. Nghiên cứu hạ tầng và hệ thống thiết bị của các mỏ dầu khí ở Việt Nam nhằm phục vụ cho kết nối các mỏ cận biên	45
<i>Nguyễn Văn Thịnh, Nguyễn Thanh Tuấn, Nguyễn Thị Hải Yến, Lê Văn Nam</i>	
7. Nghiên cứu lựa chọn hàm lượng chất bít nhét đối với dung dịch polymer sét khi khoan trong tầng đá móng mỏ Bạch Hổ	54
<i>Nguyễn Thị Hải, Trương Văn Từ, Nguyễn Tiến Hùng, Lê Văn Nam</i>	
8. Ứng dụng kỹ thuật bảo trì tiên đoán để nâng cao hiệu quả hoạt động của các thiết bị quay tại Nhà máy đạm Cà Mau	64
<i>Nguyễn Đức Trung, Nguyễn Văn Thịnh</i>	
9. Nghiên cứu ảnh hưởng của tải trọng sóng bề mặt chất lỏng tác dụng lên thành bể cầu chứa khí hóa lỏng chịu tải trọng động đất	70
<i>Ngô Xuân Hùng, Nguyễn Thế Vinh, Tăng Văn Lâm, Bulgakov Boris Igorevich</i>	
10. Đánh giá khả năng ứng dụng hệ thống đầu giếng ngầm thi công bằng giàn khoan tự nâng cho các mỏ dầu & khí khai thác tận thu, mỏ cận biên tại vùng nước nông ngoài khơi Việt Nam	78
<i>Nguyễn Trọng Tài, Triệu Hùng Trường, Nguyễn Trần Tuân, Trương Văn Từ</i>	
11. Nghiên cứu áp dụng trí tuệ nhân tạo hỗ trợ ra quyết định tách phao neo và tàu FSO-Queen bể Nam Côn Sơn, ngoài khơi Việt Nam	88
<i>Nguyễn Hải An, Nguyễn Đình Tuấn, Nguyễn Văn Thịnh</i>	
12. Giải pháp làm sạch đường ống vận chuyển dầu khí từ các giàn cố định (MSP) đến giàn công nghệ trung tâm tại mỏ Bạch Hổ trong giai đoạn suy giảm sản lượng	97
<i>Hoàng Anh Dũng, Vũ Cúc Phương</i>	

TABLE OF CONTENTS

1. Research on the installation of equipment systems for development planning at Thien Nga-Hai Au field	1
<i>Nguyen Van Thinh, Trieu Hung Truong, Vu Thiet Thach</i>	
2. Offshore wind energy in Vietnam: assessing the potential and analyzing the geographic distribution	8
<i>Tran Anh Quan, Vu Cuc Phuong, Trinh Tuan Long</i>	
3. Hydro - A Clean Energy Solution for the Future and Potential for Production from Renewable Energy Sources in Vietnam: A Study with the Case of the Ca Mau Fertilizer Plant	17
<i>Ha-Son NGO</i>	
4. Study on the application of electric submersible centrifugal pumps in oil exploitation at Nam rong - Doi moi field	27
<i>Le Duc Vinh, Nguyen Quoc Dung, Ngo Tuan Nam, Nguyen Mai Ha, Nguyen Duc Huy</i>	
5. Characteristics of the diagenesis process of Carbonate rocks, Phu Khanh basin	33
<i>Nguyen Thi Minh Hong</i>	
6. Research on the infrastructure and equipment systems of oilfields in Vietnam for connecting to marginal fields	45
<i>Nguyen Van Thinh, Nguyen Thanh Tuan, Nguyen Thi Hai Yen, Le Van Nam</i>	
7. Selection of tampon ratio in polymer drilling mud when drilling into basement formation of Bach Ho field	54
<i>Nguyen Thi Hai, Truong Van Tu, Nguyen Tien Hung, Le Van Nam</i>	
8. The use of predictive maintenance technique to improve the operational efficiency of rotating equipment at Ca Mau Fertilizer Plant	64
<i>Nguyen Duc Trung, Nguyen Van Thinh</i>	
9. The effects of liquid surface wave loads acting on the wall of a liquefied gas tank subjected to earthquake loads	70
<i>Ngo Xuan Hung, Nguyen The Vinh, Tang Van Lam, Bulgakov Boris Igorevich</i>	
10. Evaluation of the applicability of subsea wellheads running by jack up rig for oil and gas exploitation projects in shallow water offshore Vietnam	78
<i>Nguyen Trong Tai, Trieu Hung Truong, Nguyen Tran Tuan, Truong Van Tu</i>	
11. Research on applying artificial intelligence (AI) to support decision making on disconnecting the FSO- Queen from CALM buoy at Nam Con Son basin, offshore Vietnam	88
<i>Nguyen Hai An, Nguyen Dinh Tuan, Nguyen Van Thinh</i>	
12. Research on solution to clean oil and gas transportation pipelines from MSP platforms to Central Processing Platform at White Tiger oil field in period of production decline	97
<i>Hoang Anh Dung, Vu Cuc Phuong</i>	

Nghiên cứu phương án lắp đặt hệ thống thiết bị cho kế hoạch phát triển mỏ Thiên Nga-Hải Âu

Nguyễn Văn Thịnh*, Triệu Hùng Trường, Vũ Thiết Thạch

Khoa Dầu khí và Năng lượng, Trường Đại học Mỏ-Địa chất (HUMG), Việt Nam

Tóm tắt

Thực tế quá trình khai thác dầu khí ở Việt Nam hiện nay cho thấy, đa phần các mỏ dầu khí đang khai thác đều đã qua giai đoạn khai thác đỉnh và đang trong tình trạng suy giảm sản lượng mạnh. Tuy nhiên hạ tầng hệ thống thiết bị hiện có của các mỏ này vẫn còn hoạt động tốt. Do đó, hệ thống thiết bị hiện có trên các công trình khai thác ở các mỏ này vẫn đảm bảo khả năng tiếp nhận và xử lý sản phẩm. Bên cạnh đó, việc phát triển khai thác các cấu tạo tiềm năng, các mỏ nhỏ, mỏ cận biên đang là giải pháp hiệu quả đối với ngành dầu khí ở Việt Nam hiện nay. Mỏ Thiên Nga-Hải Âu là một mỏ nhỏ thuộc bể Nam Côn Sơn. Việc nghiên cứu lắp đặt hệ thống các thiết bị cho kế hoạch phát triển mỏ Thiên Nga-Hải Âu dựa trên việc kết nối với hạ tầng hệ thống các thiết bị hiện có của các công trình biển lân cận là cần thiết, đảm bảo tính khả thi và hiệu quả kinh tế. Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu về phương án phát triển mỏ Thiên Nga-Hải Âu thông qua việc kết nối với các cơ sở hạ tầng hiện có của mỏ Rồng Đồi/Rồng Đồi Tây (RD-RDT). Sản phẩm khai thác tại mỏ Thiên Nga-Hải Âu sẽ được vận chuyển về giàn công nghệ trong tâm CPP tại mỏ RD-RDT để xử lý. Kết quả nghiên cứu sẽ là tiền đề đưa mỏ Thiên Nga-Hải Âu vào khai thác, đảm bảo hiệu quả kinh tế và kỹ thuật. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu là cơ sở để đưa các cấu tạo tiềm năng, các mỏ nhỏ, mỏ cận biên ở thềm lục địa Việt Nam vào khai thác trong tương lai.

Keywords: Mỏ Thiên Nga-Hải Âu, Hệ thống thiết bị, Kết nối mỏ.

1. Giới thiệu chung

Mỏ Thiên Nga - Hải Âu (TN-HA) nằm ở phía Tây Nam của bể Nam Côn Sơn và nằm ở ranh giới phía Tây Bắc của Lô 12/11, cách Vũng Tàu khoảng 320 km về phía Đông Nam. Độ sâu mực nước tại TN-HA dao động từ 70 đến 120 m, địa hình đáy biển tương đối bằng phẳng. Tại mỏ, đã tiến hành khoan 6 giếng thăm dò để đánh giá các thông tin công nghệ của mỏ (TN-1X, TN-3X-ST1, TN-3X-H1, TN-4XST1, TN-4X-ST2 và HA-1X). Mẫu chất lưu từ 6 giếng được lấy trong quá trình thử vỉa và tiến hành phân tích PVT tại phòng thí nghiệm. Mẫu nước được thu thập và phân tích tại 3 giếng khoan (TN-3X-ST1, TN-3X-H1, TN-4X-ST1). Phân tích mẫu lõi đặc biệt dựa trên các nghiên cứu từ TN-3X-ST1, TN-4XST2. Mô hình mô phỏng khai thác được xây dựng để xác định hệ số thu hồi cuối cùng, thiết kế phương án quản lý và phát triển mỏ tối ưu nhất. Mô hình mô phỏng khai thác của mỏ Thiên Nga - Hải Âu sẽ tập trung phát triển các đối tượng Thiên Nga CS2, CS-1b, HA MDS3, MDS5, MDS6. Mục đích của mô hình là mô phỏng quá trình giảm áp trong đó không có sự thay đổi thành phần chất lưu trong vỉa bao gồm cả quá trình bơm ép khí tuần hoàn, do đó mô hình Black Oil được lựa chọn. Sự hiện diện của thành phần CO₂ trong vỉa khí không ảnh hưởng tới kết quả mô phỏng do CO₂ không trộn lẫn với khí vỉa, sản lượng khai thác khí sẽ được bóc tách lượng CO₂. Quá trình ngưng tụ condensate được sự bảo sẽ không ảnh hưởng lớn tới động thái khai thác của giếng. Mô hình tập trung phục hồi lịch sử thử vỉa DST, các số liệu được phục hồi lịch sử bao gồm áp suất miệng giếng, áp suất đáy giếng và lưu lượng khí khai thác. Phương án phát triển xây dựng theo một số tiêu chí: Mục tiêu sản lượng, số lượng giếng tối ưu, vị trí giếng và lưu lượng khai thác plateau toàn mỏ. Theo tính toán trữ lượng 2P, các đối tượng sẽ được tập trung khai thác: TN-CS2, TN-CS1b, HA-MDS3, HA-MDS5, HA-MDS6. Các đối tượng khác có trữ lượng thấp, không được ưu tiên trong quá

* Tác giả liên hệ

E-mail: nguyenvanhtinh@humg.edu.vn

trình tính toán. Cơ chế khai thác chính tại mỏ được xác định là giảm áp tự nhiên với sự hỗ trợ từ tầng nước. Toàn mỏ sẽ phát triển khai thác với 3 khu vực (TN-3X, TN-4X và Hải Âu) và 5 đối tượng (Bảng1).

Bảng 1. Đối tượng ưu tiên phát triển.

Đối tượng	Thành hệ	Chất lưu	Trữ lượng khí tại chỗ cấp 2P, 10^9 m^3	Trữ lượng dầu tại chỗ cấp 2P, 10^2	Diện tích, ha	Ghi chú
1. Khu vực TN-3X	CS2	Khí condensate	6,94	0,168	1192	Chưa xem xét phát triển trong KH phát triển mỏ đại cương
	MDS6	Dầu		0,82	89	
2. Khu vực TN-4X	CS2	Khí condensate	1,52	0,366	325	Chưa xem xét phát triển trong KH phát triển mỏ đại cương
	CS1b	Khí condensate	0,81	0,056	321	
	MDS4	Dầu		0,23	87	
	MDS5	Dầu		0,21	57	
	MDS6	Dầu		0,47	58	
3. Khu vực Hải Âu	CS3	Khí condensate	0,25	0,168	1192	
	CS5	Khí condensate	0,19	0,042	179	
	CS6	Khí condensate	0,32	0,059	133	

Phương pháp dự báo dựa trên kết quả dự báo từ mô hình mô phỏng khai thác đã phục hồi lịch sử thử vỉa. Áp suất miệng giếng được xác định trên cơ sở các nghiên cứu tính toán thủy lực và điều kiện yêu cầu của các điểm kết nối. Các phương án sản lượng được xây dựng:

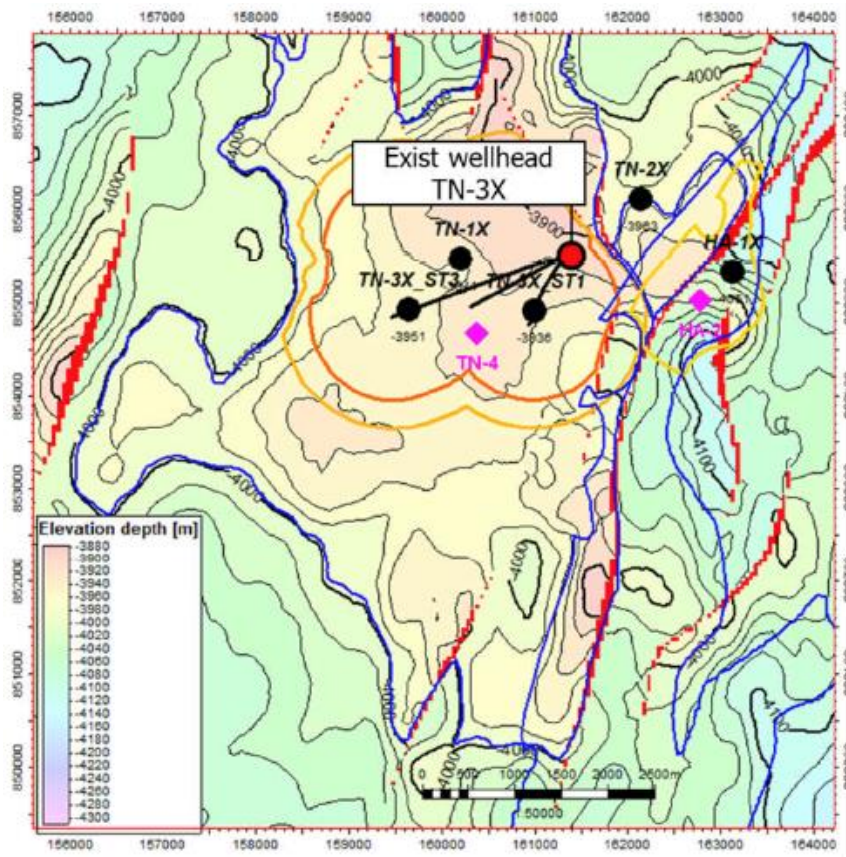
- Lưu lượng khai thác khí trong giai đoạn plateau – $1400 \text{ ng.m}^3/\text{ngày}$, áp suất miệng giếng 15, 39 bar;
- Lưu lượng khai thác khí trong giai đoạn plateau – $1700 \text{ ng.m}^3/\text{ngày}$, áp suất miệng giếng 15, 41 bar;
- Lưu lượng khai thác khí trong giai đoạn plateau – $2000 \text{ ng.m}^3/\text{ngày}$, áp suất miệng giếng 15, 43 bar;
- Lưu lượng khai thác khí trong giai đoạn plateau – $2300 \text{ ng.m}^3/\text{ngày}$, áp suất miệng giếng 15, 45 bar.

2. Hệ thống thiết bị khai thác hiện tại của các mỏ dầu khí ở khu vực lân cận mỏ TN-HA

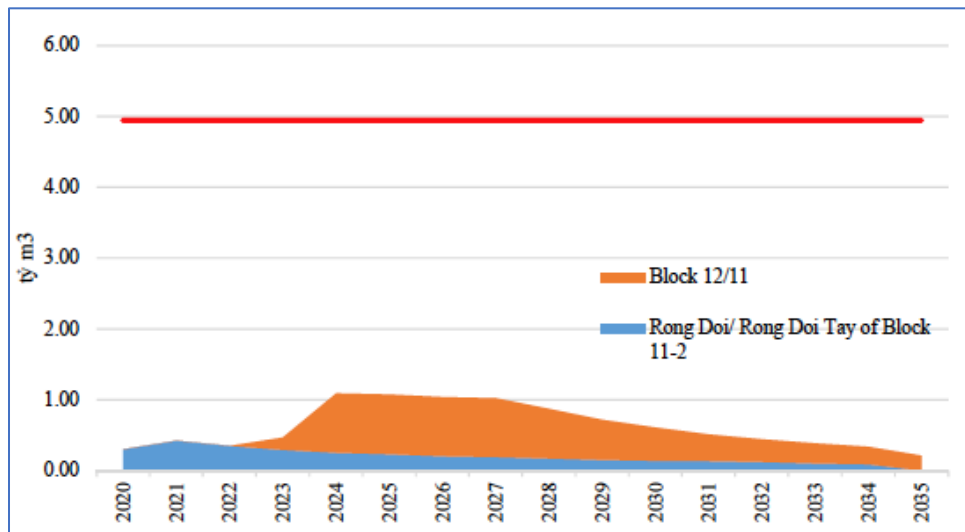
Trong kế hoạch đại cương phát triển (ODP), tất cả các cơ sở hạ tầng khai thác dự kiến sẽ được đặt tại khu vực các giếng TN-3X, TN-4X để có thể bao phủ các cấu tạo mỏ Thiên Nga - Hải Âu (Hình 1).

Hiện tại, quanh khu vực mỏ TN-HA có hệ thống các cơ sở hạ tầng của mỏ Rồng Đồi/Rồng Đồi Tây (RD-RDT), Rồng Vĩ Đại và hệ thống đường ống NCS1 được xem là cơ sở hạ tầng gần nhất. Mỏ Rồng Đồi/Rồng Đồi Tây và Rồng Vĩ Đại nằm ở lô 11/2 và phía bắc lô 12/11. Thiết bị khai thác ngoài khơi giàn Rồng Đồi bao gồm giàn dầu giếng đồng bộ khoan (WHd) kết nối với giàn xử lý, thiết bị phụ trợ, nén và nhà ở (PUQC) qua một cầu dẫn dài 80m, 1 đường ống xuất condensate tới tàu chứa FSO và 1 đường ống xuất khí tới đường ống Nam Côn Sơn 1 (NCS-1). Khí khai thác từ giàn WHd được vận chuyển tới giàn PUQC để xử lý và sau đó condensate lẫn khí khô sẽ được vận chuyển ngược lại tới giàn WHd. Condensate từ giàn WHd sẽ được vận chuyển tới tàu chứa dầu FSO thông qua đường ống ngầm $6'' \times 2,5\text{km}$ để cất chứa và xuất bán trực tiếp tại mỏ. Khí khô sẽ được vận chuyển đến

đường ống Nam Côn Sơn 1 qua đường ống dài 58 km đường kính 18 inches. Với thiết kế và cấu trúc cơ sở hạ tầng thiết bị như vậy, giàn RD/RĐT có chức năng chính như là 1 điểm kết nối nổi xuất khí cho khu vực phía Tây bể Nam Côn Sơn. Công suất của giàn CPP RD-RDT để xử lý khí từ lô 12/11 được thể hiện trên hình 2. Dựa trên dự báo sản lượng của Lô 11-2, công suất của giàn CPP RD-RDT hiện dư thừa và có thể tiếp nhận và xử lý khí bổ sung từ Lô 12/11 (Hình 2).

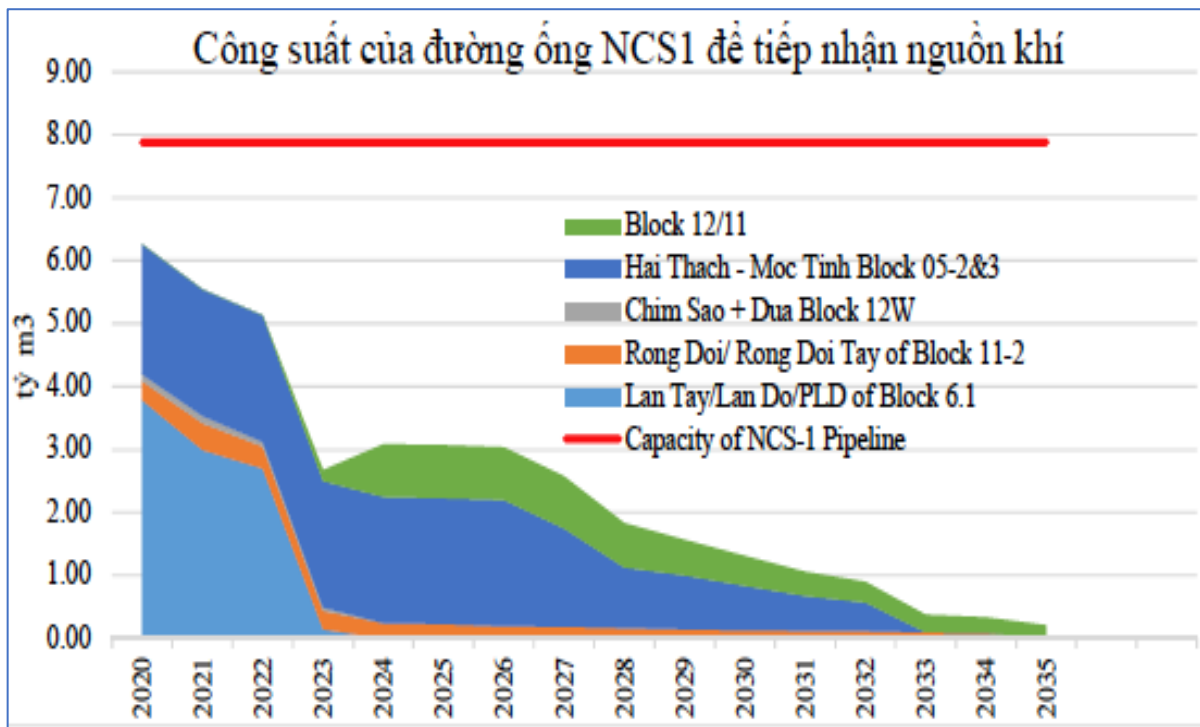


Hình 1. Sơ đồ vị trí các giếng tại mỏ TN-HA.



Hình 2. Công suất còn dư thừa của giàn CPP RD-RDT.

Đối với đường ống NCS1: Theo thông số kỹ thuật của đường ống này, KP-75 là điểm kết nối gần nhất có thể để kết nối với Lô 12/11. Khoảng cách từ mỏ TN-HA đến KP-75 NCS1 khoảng 88 km. Công suất của đường ống NCS1 để tiếp nhận nguồn khí được thể hiện như trong Hình 3. Công suất của đường ống NCS1 đủ để tiếp nhận thêm sản phẩm từ mỏ TN-HA.

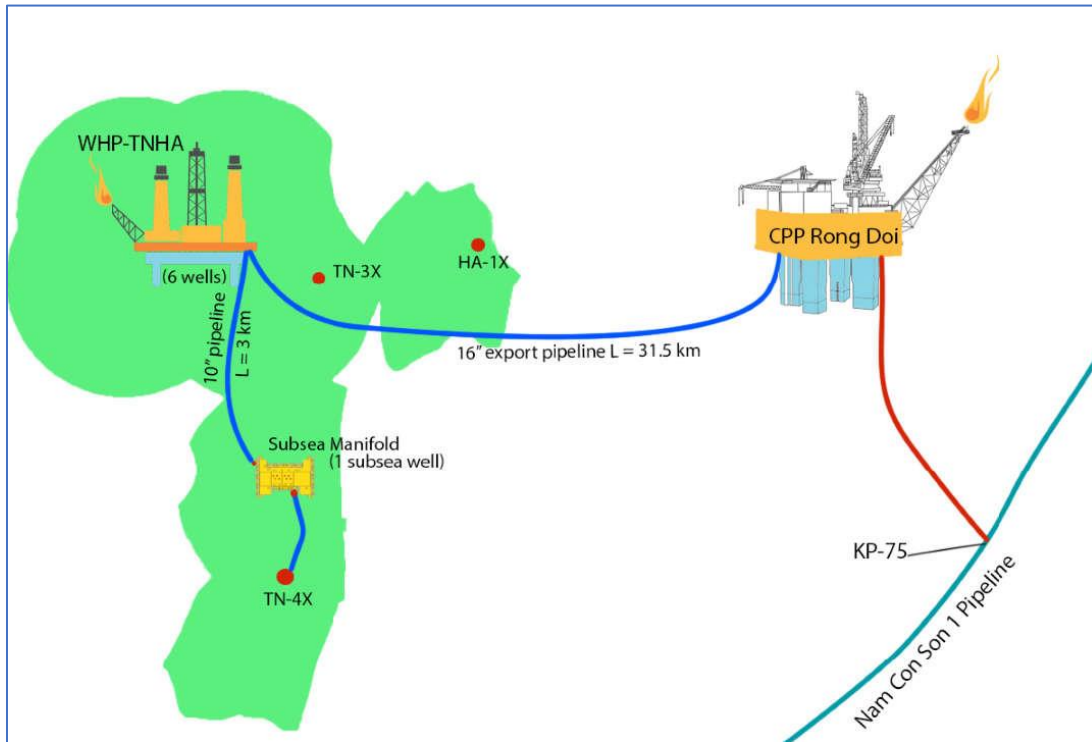


Hình 3. Công suất còn dư thừa của đường ống NCS1 để có thể tiếp nhận thêm nguồn khí từ mỏ TN-HA.

3. Phương án lắp đặt hệ thống thiết bị tại mỏ TN-HA

Dựa trên hiện trạng các thiết bị khai thác hiện có của các mỏ khu vực lân cận mỏ Thiên Nga-Hải Âu (TN-HA) cho thấy, kế hoạch phát triển mỏ TN-HA dựa trên hệ thống các thiết bị hiện hữu ở trong khu vực lân cận này là lựa chọn hợp lý, đảm bảo tính khả thi cao của quá trình phát triển mỏ. Sự lựa chọn này phù hợp với quan điểm phát triển các mỏ cận biên (Tăng Văn Đồng và nnk, 2017; Back, 2016; Vijay Gupta and Ignacio E. Grossmann, 2016) dựa trên tiêu chí về ưu tiên phát triển các cấu tạo thuộc lô đang khai thác mà hệ thống thiết bị xử lý sẵn có và đủ công suất dư cũng như khả thi trong việc kết nối. Điều này sẽ đảm bảo tính đơn giản trong vận hành, giảm thiểu chi phí đầu tư, đem lại hiệu quả kinh tế cho dự án (Svalheim and Chiang Mai, 2004; Chuck, 2000). Trên cơ sở các nhận định đó, phương án lắp đặt hệ thống thiết bị phục vụ cho việc phát triển mỏ TN-HA sẽ ưu tiên cho việc phát triển mỏ bằng cách xây dựng 01 giàn đầu giếng và hệ thống giếng ngầm trên mỏ Thiên Nga - Hải Âu (Hình 4). Toàn bộ sản phẩm sẽ được vận chuyển đến CPP Rồng-Đôi để xử lý.

Theo phương án này, tại mỏ TN-HA sẽ xây dựng 01 WHP (WHP-TNHA) ở vị trí tại TN-3X để khai thác khí và condensate từ 05 giếng tại TN-3X, 01 hệ thống giếng ngầm (SPS) để khai thác khí và condensate từ 02 giếng dưới biển tại TN-4X và kết nối bằng 3 km đường ống ngầm 10" đến WHP-TNHA. Giàn WHP-TNHA được thiết kế là một giàn có người ở và được trang bị các thiết bị công nghệ ở mức tối giản, giàn được kết nối với giàn CPP Rồng Đồi. Khí tách ra và condensate của các giếng khai thác ngầm và giếng khai thác trên giàn sẽ được thu gom trên giàn WHP-TNHA và vận chuyển qua đường ống 16" dài 31,5 km đến CPP Rồng Đồi để xử lý, nén và xuất bán. Giàn WHP-TNHA có hệ thống phát điện riêng để cung cấp điện. Một bó ống cung cấp nguồn thủy lực và cáp quang sẽ được lắp đặt để cung cấp điện, giám sát và điều khiển hệ thống khai thác ngầm từ WHP-TNHA. Áp suất đầu vào CPP-TNHA là 15 barg, khí tách ra sẽ được nén lên đến 157 barg nhờ máy nén 2 cấp. Khí xuất bán sẽ được xuất thông qua 31,5 km đường ống ngầm 10" để vận chuyển đến giàn CPP Rồng Đồi và vận chuyển đến Đường ống NCS1.



Hình 4. Phương án phát triển và vận chuyển sản phẩm tại mỏ TN-HA.

Giàn dầu giếng WHP-TNHA được thiết kế là một giàn có người ở. Khối thượng tầng được xây dựng là sàn tích hợp, có thể lắp đặt bằng tàu cầu. Đối với hệ thống giếng ngầm: Giếng TN-4X sẽ được hoàn thiện và đấu nối ngầm, được kết nối với manifold ngầm. Mỗi cây thông khai thác ngầm sẽ được trang bị một van tiết lưu để điều chỉnh lưu lượng. Áp suất và nhiệt độ trước và sau van tiết lưu sẽ được theo dõi. Mỗi cây thông khai thác ngầm sẽ được trang bị một bộ đo lưu lượng giếng, lắp đặt sau van tiết lưu. Hệ thống ống thu gom là một đường ống ngầm 10". Hệ thống cây thông ngầm được thiết kế để khai thác khí và tạo điều kiện tiếp cận và can thiệp khi cần thiết. Thiết bị cây thông ngầm và hệ thống treo ống chống được trang bị để chứa và phải kiểm soát khí khai thác từ vỉa chứa. Thiết bị cây thông ngầm phải được thiết kế để điều khiển thủy lực điện hoặc tương tự, được kết nối với hệ thống ống chống, van an toàn sâu, thiết bị điều khiển và đo lường để đo nhiệt độ và áp suất ở đáy giếng, thiết bị đáy giếng.

Hệ thống điều khiển ngầm cho phép điều khiển và giám sát từ xa hệ thống khai thác ngầm từ phòng điều khiển đặt tại giàn WHP-TNHA thông qua bó ống và cáp ngầm (umbilical). Umbilical sẽ bao gồm các đường bơm hóa chất, đường điều khiển thủy lực và đường cáp điện kết hợp các chức năng cung cấp điện và tín hiệu điều khiển. Umbilical chính sẽ kết nối tại trạm thiết bị umbilical thượng tầng đặt trên giàn nhẹ WHP-TNHA. Phần dưới ngầm của umbilical được kết nối trực tiếp vào trạm thiết bị umbilical ngầm. Mỗi cây thông khai thác ngầm được trang bị mô-đun điều khiển ngầm (SCM), được dùng để điều khiển các thiết bị thủy lực của các van trên cây thông khai thác và giám sát các cảm biến. Ngoài ra, SCM điều khiển các van an toàn sâu và cung cấp giao thức với các thiết bị / cảm biến trong lòng giếng.

Trạm điều khiển chính cung cấp thông tin liên lạc dự phòng, thông qua hệ thống umbilical, đến từng mô-đun điều khiển ngầm. Trạm điều khiển chính cung cấp các chức năng điều khiển và giám sát chính cho hệ thống điều khiển ngầm và sẽ kết hợp một liên kết đến hệ thống điều khiển phân tán chính để cung cấp phương tiện điều khiển từ xa, giám sát và cảnh báo. Mô-đun điều khiển ngầm cũng giao tiếp với hệ thống dùng khẩn cấp để dừng giàn.

4. Kết luận

Việc xây dựng và lựa chọn phương án phát triển mỏ TN-HA dựa trên hệ thống hạ tầng cơ sở hệ thống thiết bị của các mỏ hiện hữu trong khu vực là cần thiết và là căn cứ quan trọng trong quá trình xây dựng và phát triển mỏ. Phương án phát triển mỏ được xây dựng cần phải đảm bảo theo hướng ưu tiên tối đa công suất dư thừa của hệ thống thiết bị sẵn có. Việc kết nối các mỏ với nhau trên cơ sở xem xét phương án dùng chung hệ thống thiết bị sẽ giúp giảm chi phí trong quá trình xây dựng và phát triển, nhằm phát huy tối đa các lợi thế khi xem xét phát các mỏ nhỏ, mỏ cận biên.

Phương án lắp đặt các thiết bị cho quá trình vận hành và phát triển mỏ TN-HA bao gồm:

- *Giàn đầu giếng (WHP-TNHA)*: Xây dựng 01 giàn đầu giếng có người ở WHP-TNHA tại khu vực TN-3X để khai thác khí và condensate từ 5 giếng. Giàn WHP-TNHA được kết nối với giàn CPP Rồng Đồi.

- *Hệ thống giếng ngầm (SPS)*: Xây dựng 1 hệ thống giếng ngầm để khai thác khí và condensate từ 2 giếng dưới biển tại TN-4X và kết nối bằng 3 km đường ống ngầm 10" đến WHP-TNHA. Hệ thống giếng ngầm được thiết kế để khai thác khí và tạo điều kiện tiếp cận và can thiệp khi cần thiết.

- *Hệ thống vận chuyển sản phẩm*: Toàn bộ sản phẩm sẽ được vận chuyển qua đường ống 16" dài 31,5 km đến CPP Rồng Đồi để xử lý, nén và xuất bán.

Phương án lựa chọn này đảm bảo tận dụng được hệ thống thiết bị xử lý sẵn có của các mỏ lân cận, vì công suất của các mỏ này vẫn còn dư và đủ điều kiện để tiếp nhận và xử lý sản phẩm của mỏ TN-HA.

Tài liệu tham khảo

- Tăng Văn Đồng, Trần Anh Quân, Trần Đình Kiên, Nguyễn Thúc Kháng, Trần Ngọc Tuấn, Phạm Trung Sơn, Nguyễn Văn Trung, (2017). Giải pháp đưa một số mỏ nhỏ cận biên trên thềm lục địa Nam Việt Nam vào khai thác. *Tạp chí Khoa học Kỹ Thuật Mỏ-Địa chất*, Tập 58, Kỳ 2, pp.154-164.
- Vietsovpetro, (2022). Kế hoạch phát triển mỏ.
- Back, M. (2016). Optimized Exploration Planning. *SPE-179951-MS*, USA, pp.1-13. <https://doi.org/10.2118/179951-MS>
- Behrenbruch, P., (1993). Offshore Oilfield Development Planning. *Journal of Petroleum Technology*, 45(08), pp 735 – 743. <https://doi.org/10.2118/22957-PA>.
- Kue, Y. N and Orodu, O.D., (2006). Economic Analysis of Innovative Approaches to Marginal Field Development, *30th Annual SPE International Technical Conference and Exhibition in Abuja, Nigeria*, pp.01-11.
- Partowidagdo, W., (1996). Incentives for Marginal Field Development in Indonesia. *25th Annual Convention Proceedings (Volume 3)*.
- Chuck, S., (2000). Offshore Operating Costs for Marginal Fields – Selecting the best Operating Strategy. *paper SPE 66098 presented at the 2000 SPE Nigerian Annual International Conference and Exhibition, Lagos, Nigeria*, pp.448–460. <https://doi.org/10.2118/66098-MS>
- Svalheim, S., Chiang Mai, S., (2004). Marginal Field Development - a Norwegian Perspective. *The 3rd PPM Seminar*, p.20.
- Vijay Gupta and Ignacio E. Grossmann., (2016). Development Planning of Offshore Oilfield Infrastructure. *Alternative Energy Sources and Technologies*, Springer, pp.33-87.

ABSTRACT

Research on the installation of equipment systems for development planning at Thien Nga-Hai Au field

Nguyen Van Thinh*, Trieu Hung Truong, Vu Thiet Thach

Faculty of Petroleum and Energy, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

Currently, most of oilfields in Vietnam are now depleted. They have reached their peaks and started to undergo decreasing productivity. However, the existing infrastructures and processing facilities of these fields are now still in good working conditions. Therefore, the existing equipment systems from these fields still have ability to receive and process the oil and gas. Besides, the production development of potential reservoirs, small oilfields, and marginal fields are effective solutions for oil and gas industry in Vietnam. Thien Nga-Hai Au oilfield is a small oilfield located at Nam Con Son basin. Research on the installation of equipment systems for development planning at Thien Nga-Hai Au field based on the connection with the existing infrastructure of neighboring fields is necessary and it keeps economic efficiency. This paper presents results of research on the development planning of Thien Nga-Hai Au field based on the connection with existing infrastructures of Rong Doi/Rong Doi Tay (RD-RDT) oilfield. The production exploited from Thien Nga-Hai Au will be transported to the CPP platform at RD-RDT field for processing. Results of the research will contribute an important plan for Thien Nga-Hai Au field in operation. In addition, results of the work provide scientific knowledge for development planning of small-scale and marginal oilfields in the continental shelf of Vietnam in the future.

Keywords: Thien Nga-Hai Au field, Equipment systems, Oilfield connections.

* Corresponding author
E-mail: nguyenvanthing@humg.edu.vn

Năng lượng gió ngoài khơi Việt Nam: xác định tiềm năng và phân tích phân bố địa lý

Trần Anh Quân¹, Vũ Cúc Phương², Trịnh Tuấn Long^{3,*}

¹ Khoa Môi trường, Trường Đại học Mở - Địa chất, Việt Nam

² Khoa Dầu khí và Năng lượng, Trường Đại học Mở - Địa chất, Việt Nam

³ Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc Gia Hà Nội, Việt Nam

Tóm tắt

Với hơn 3.260 km bờ biển và hơn 3.000 hải đảo, Việt Nam có nhiều lợi thế để khai thác năng lượng tái tạo từ gió. Đối với sự phát triển và tiêu thụ năng lượng ngày càng tăng, việc nghiên cứu và đánh giá tiềm năng năng lượng tái tạo là điều thiết yếu. Nhiều quốc gia đã đạt được thành tựu đáng kể trong lĩnh vực này, nhưng ở Việt Nam, nghiên cứu về năng lượng tái tạo vẫn còn hạn chế. Nghiên cứu này nhằm đánh giá tiềm năng năng lượng gió tại Việt Nam và phân tích vùng địa lý có tiềm năng năng lượng gió vùng biển ngoài khơi trên biển Đông. Nghiên cứu sử dụng mô hình RegCM4 và dữ liệu tái phân tích phiên bản thứ 5 (ERA5) bao gồm các biến khí hậu và thời tiết toàn cầu của Trung tâm Dự báo hạn vừa Châu Âu (ECMWF) để đánh giá sự phân bố của năng lượng gió. Dữ liệu trạm quan trắc cũng được sử dụng để kiểm định độ chính xác và độ tin cậy của dữ liệu tái phân tích. Tiềm năng năng lượng gió cho Việt Nam được đánh giá sử dụng dữ liệu khí tượng giai đoạn 2010 – 2019. Kết quả nghiên cứu cho thấy, Việt Nam có tài nguyên năng lượng gió trên biển phân bố không đồng đều theo không gian và thời gian. Vùng ven biển từ Bắc vào Nam, phía Nam của Bắc Trung Bộ và một số khu vực ở Tây Nguyên có tiềm năng cao. Tiềm năng năng lượng gió càng cao càng lên cao và vùng tiềm năng mở rộng hơn. Ở ngoài khơi, ở độ cao 100 m, vùng biển có tiềm năng năng lượng gió tốt nhất nằm tại Bắc Biển Đông, ven bờ Bình Định-Ninh Thuận, Bình Thuận-Cà Mau và một phần vùng biển trung tâm vịnh Bắc Bộ. Đặc biệt, khu vực biển Ninh Thuận đến Bà Rịa-Vũng Tàu có tiềm năng năng lượng gió tốt đến rất tốt, với tốc độ gió trung bình từ 8 đến 10 m/s và mật độ năng lượng từ 500 đến trên 700 W/m². Bằng cách thúc đẩy sự hiểu biết về tiềm năng và phân bố không đều của nguồn năng lượng này, nghiên cứu cung cấp cơ sở cho quyết định chính trị và chiến lược phát triển năng lượng bền vững tại Việt Nam.

Từ khóa: Năng lượng gió, ERA-5, Việt Nam, năng lượng tái tạo, RegCM4

1. Mở đầu

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và nhu cầu năng lượng ngày càng gia tăng, năng lượng tái tạo đang trở thành xu thế mới của thế giới nhằm giảm thiểu phát thải khí nhà kính và phát triển bền vững hơn. Việt Nam là một trong những quốc gia có tiềm năng lớn về năng lượng tái tạo, đặc biệt là năng lượng gió, nhờ vị trí địa lý thuận lợi với bờ biển dài và khí hậu nhiệt đới (Nguyễn Thế Hùng, 2007). Trong những năm gần đây, Việt Nam đã có những bước tiến đáng kể trong lĩnh vực phát triển điện gió. Nhiều cánh đồng điện gió đã được xây dựng tại một số địa phương như Sóc Trăng, Ninh Thuận và đóng góp đáng kể vào tổng sản lượng điện tái tạo của đất nước (Bhattacharya, 2019).

Tuy Việt Nam đã có những bước tiến đáng kể trong việc phát triển điện gió nhưng quá trình phát triển này vẫn diễn ra một cách tự phát, thiếu tầm nhìn chiến lược. Phần lớn các dự án điện gió hiện nay đang tập trung tại một vài tỉnh có điều kiện tự nhiên thuận lợi ở Nam Trung bộ và Nam Bộ mà chưa có sự đánh giá, lựa chọn dựa trên cơ sở khoa học về tiềm năng năng lượng gió trên phạm vi cả nước. Điều này dẫn đến tình trạng đầu tư dàn trải, chưa tập trung vào những khu vực thực sự có tiềm năng lớn cho phát triển điện gió. Bên cạnh đó, các nghiên cứu đánh giá tiềm năng điện gió tại Việt Nam còn khá hạn chế. Hầu hết các nghiên cứu hiện nay mới dừng lại ở mức độ đánh giá sơ bộ tiềm năng lý thuyết tại một vài khu vực cụ thể hoặc dựa trên số liệu quan trắc có phạm vi hẹp (Nguyễn Thị Mỹ và nnk., 2019). Chưa có nghiên cứu chi tiết và toàn diện đánh giá tiềm năng điện gió trên phạm vi cả nước để xác định rõ các khu vực ưu tiên. Do đó, việc lựa chọn địa điểm đầu tư các dự án điện gió

* Tác giả liên hệ

E-mail: trinhtuanlong@hus.edu.vn

hiện nay chủ yếu dựa trên kinh nghiệm và điều kiện thực tế chứ chưa phải dựa trên cơ sở khoa học. Nhìn chung, sự phát triển điện gió ở nước ta đang thiếu tầm nhìn chiến lược dài hạn, còn mang tính tự phát và chưa dựa trên nền tảng nghiên cứu khoa học đầy đủ. Đây là thách thức cần khắc phục để đưa ngành điện gió phát triển một cách bền vững và hiệu quả hơn trong thời gian tới.

Do đó, việc tiến hành một nghiên cứu chi tiết và toàn diện về tiềm năng điện gió trên phạm vi cả nước là vô cùng cần thiết. Nghiên cứu này sẽ cung cấp cơ sở khoa học cho việc hoạch định chiến lược và kế hoạch phát triển điện gió tại Việt Nam một cách bài bản, hiệu quả và bền vững hơn. Kết quả nghiên cứu sẽ xác định được những khu vực có tiềm năng lớn về năng lượng gió để ưu tiên đầu tư xây dựng các nhà máy điện gió. Điều này sẽ giúp tối ưu hóa hiệu quả khai thác nguồn năng lượng sạch và tái tạo, đóng góp lớn hơn nữa vào an ninh năng lượng quốc gia cũng như mục tiêu giảm phát thải của Việt Nam và thế giới.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp tính toán tiềm năng năng lượng gió

Để đánh giá tiềm năng năng lượng gió tại một độ cao nào đó của khu vực, cần phải biết giá trị tốc độ gió ở độ cao đó. Tuy nhiên, trên thế giới nói chung và ở nước ta nói riêng, số trạm quan trắc cao không nhiều, nên những nơi không có thiết bị quan trắc gió trên cao, phải xác định gió cho các độ cao một cách gián tiếp dựa vào tốc độ gió mặt đất quan trắc được từ các trạm khí tượng bằng một hàm phân bố gió theo độ cao. Phân bố gió theo độ cao ở từng khu vực, từng thời điểm cụ thể phụ thuộc không chỉ vào độ gồ ghề của mặt đệm mà cả tầng kết nhiệt của khí quyển và một số yếu tố khác. Do đó, nhiều nghiên cứu trên thế giới đã sử dụng phương pháp ngoại suy dựa trên quy luật logarit để ước tính gián tiếp tốc độ gió ở độ cao dựa vào giá trị quan trắc tại mặt đất (Justus et al., 1978; Hogue et al., 2000). Công thức tính như sau:

Nếu biết tốc độ gió V_1 ở độ cao Z_1 có thể tính được tốc độ gió V_z ở độ cao Z theo công thức sau:

$$\frac{V_z}{V_1} = \frac{\ln(z/z_0)}{\ln(z_1/z_0)} \quad (1);$$

$$V_z = V_1 \frac{\ln(z/z_0)}{\ln(z_1/z_0)} \quad (2)$$

Trong đó, V_z là tốc độ gió ở độ cao cần tính Z , V_1 là tốc độ gió quan trắc mặt đất, Z_0 là độ gồ ghề của mặt đệm, mức Z_1 là độ cao của máy đo gió mặt đất ($Z_1 = 10$ m).

Do độ cao cần tính thường lớn hơn độ cao đo gió mặt đất ($Z > Z_1$) nên $V_z > V_1$ hay tốc độ gió tăng theo độ cao. Ngoài ra, mức độ tăng lên của tốc độ gió theo độ cao phụ thuộc vào độ gồ ghề của mặt đệm (Z_0). Khi độ gồ ghề của mặt đệm càng lớn thì tốc độ gió ở độ cao cần tính (V_z) càng tăng nhanh.

Đánh giá tiềm năng năng lượng gió được tính toán bằng hàm phân bố Weibull. Đây là hàm phân bố đang được ứng dụng rộng rãi ở nhiều quốc gia trên thế giới trong đó có Việt Nam. Hàm phân bố Weibull hai tham số không những cho xấp xỉ tốt với dãy số liệu thực nghiệm mà còn là công cụ rất hữu ích và thuận tiện cho việc nghiên cứu mật độ năng lượng gió (Celik, 2004; Akdağ and Dinler, 2009). Hàm mật độ xác suất và hàm phân bố tích lũy của Weibull 2 tham số lần lượt được biểu diễn như sau:

$$p(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \exp \left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k \right] \quad (3)$$

$$P(v) = 1 - \exp \left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k \right] \quad (4)$$

Trong đó, c và k lần lượt là tham số kích thước và hình dạng. Các tham số này có thể ước lượng dựa trên tần suất các cấp gió quan trắc bằng phương pháp bình phương tối thiểu (Akdağ and Dinler, 2009). Mật độ năng lượng gió trung bình E được tính bằng công thức:

$$E = 0.5\rho c^3 \Gamma \left(\frac{k+3}{k} \right) \quad (5)$$

Trong đó với Γ là hàm gamma và ρ là mật độ không khí.

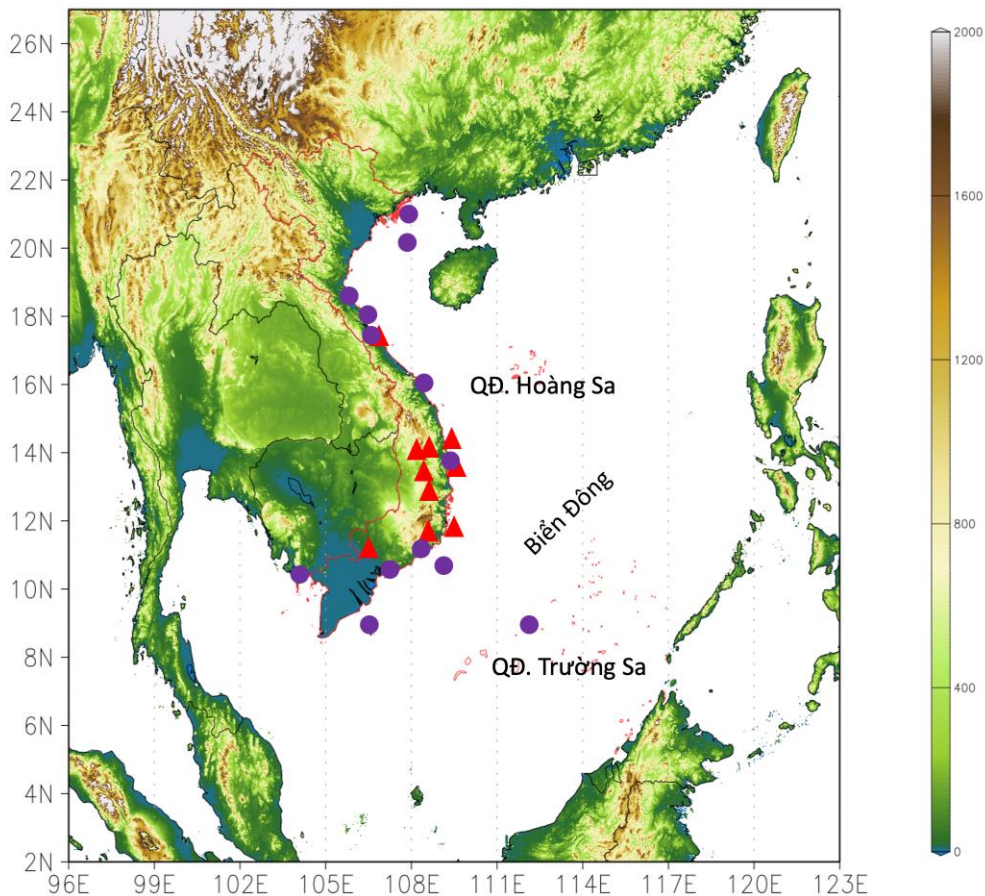
2.2. Dữ liệu đầu vào

Trong nghiên cứu này, năng lượng gió được tính toán sử dụng kết quả mô phỏng trường gió từ mô hình khí hậu khu vực RegCM4 (RCM), sử dụng các điều kiện biên và điều kiện ban đầu từ bộ dữ

liệu tái phân tích toàn cầu ERA5 nhằm mô phỏng trường gió khí hậu cho giai đoạn 10 năm từ năm 2010 đến hết năm 2019. Do mục tiêu xây dựng bản đồ phân bố gió ngoài khơi khu vực biển Đông, các biến gió mực bề mặt từ kết quả mô hình RegCM cùng với số liệu tái phân tích ERA5 sẽ được đánh giá với số liệu quan trắc tại 13 trạm ven biển. Sau đó, dựa trên kết quả đánh giá, các đặc trưng gió tại các mực 100 m và 150 m sẽ được sử dụng làm đầu vào xây dựng nên trường năng lượng gió cho khu vực biển Đông.

2.2.1. Dữ liệu quan trắc

Trong nghiên cứu này sử dụng hai bộ dữ liệu gió quan trắc gồm: (1) Số liệu quan trắc gió cực đại ngày (V_{max}) tại 13 trạm khí tượng ven biển được sử dụng để so sánh, đánh giá khả năng mô phỏng của mô hình ở mực thấp. Đây đều là các trạm khí tượng ven biển hoặc ở đảo, đo gió ở độ cao tiêu chuẩn mực 10 m, do vậy ảnh hưởng của địa hình hoặc các công trình xây dựng, vật cản là không đáng kể so với các trạm khí tượng nằm sâu trong đất liền. Số liệu V_{max} hàng ngày thu thập được có từ năm 1961 đến nay, tuy nhiên nghiên cứu này chỉ sử dụng dữ liệu trong 10 năm, giai đoạn 2010–2019. Vị trí của 13 trạm được thể hiện trên bảng 1 và được đánh dấu bằng chấm tròn màu xanh trên Hình 1; (2) Số liệu từ 10 trạm quan trắc gió tại các cột đo gió tầng cao tại mực độ cao 80 m thu thập từ dự án “Xây dựng khung pháp lý và hỗ trợ kỹ thuật cho kết nối lưới điện và phát triển điện gió ở Việt Nam”. Số liệu gió có trong giai đoạn năm 2012-2017, tùy thuộc vào từng điểm đo với tần suất mỗi 10 phút. Thông tin về vị trí các điểm đo được đánh dấu bằng đường chấm đỏ trên Hình 1. Danh sách chi tiết các trạm đo gió ở cả hai mực 10 m và 80m được thể hiện tại Bảng 1.



Hình 1. Vị trí đo gió mực 10 m tại các trạm khí tượng (màu tím) và các trạm đo gió mực cao 80 m (màu đỏ) trên nền miền tính của mô hình RegCM với lớp nền địa hình SRTM.

Bảng 1. Danh sách các trạm đo gió mực 10 m (13 trạm) và 80 m (10 trạm).

Danh sách các trạm khí tượng mực 10m	Danh sách các trạm đo gió mực 80m
Bạch Long Vĩ, Cô Tô, Vinh, Đồng Hới, Kỳ Anh, Đà Nẵng, Quy Nhơn, Phan Thiết, Vũng Tàu, Côn Đảo, Trường Sa, Phú Quý, Phú Quốc	An Ninh Đông, Đà Loan, Ea Drăng, Ea Phê, Hải Ninh, Ia Dêr, Kon Dơng, Mỹ Thanh, Thanh Hải, Xuân Hòa

2.2.2. Dữ liệu tái phân tích

Số liệu tái phân tích ERA5 được sử dụng trong nghiên cứu này là phiên bản mới nhất về khí hậu và thời tiết toàn cầu do Trung tâm Dự báo thời tiết Châu Âu (ECMWF) công bố. Đây là tập hợp số liệu khí tượng khí hậu cho từng giờ có độ phân giải cao bậc nhất hiện nay với các giá trị cứ sau 0,25 độ kinh vĩ (Hersbach et al., 2020). ERA5 bao trùm giai đoạn từ năm 1979 cho đến nay. Bên cạnh các giá trị trung bình, ERA5 cũng cung cấp các ước tính về độ không chắc chắn thống kê cho mỗi thông số. Các giá trị trong ERA5 được tính toán bằng phương pháp đồng hóa 4D-Var sử dụng hệ thống IFS (Hệ thống Dự báo Tích hợp) của ECMWF. Nhờ vậy, ERA5 không chỉ đơn thuần là tái phân tích mà còn là kết quả tổng hợp tối ưu từ mô hình dự báo thời tiết kết hợp với dữ liệu quan trắc.

2.2.3. Dữ liệu mô hình

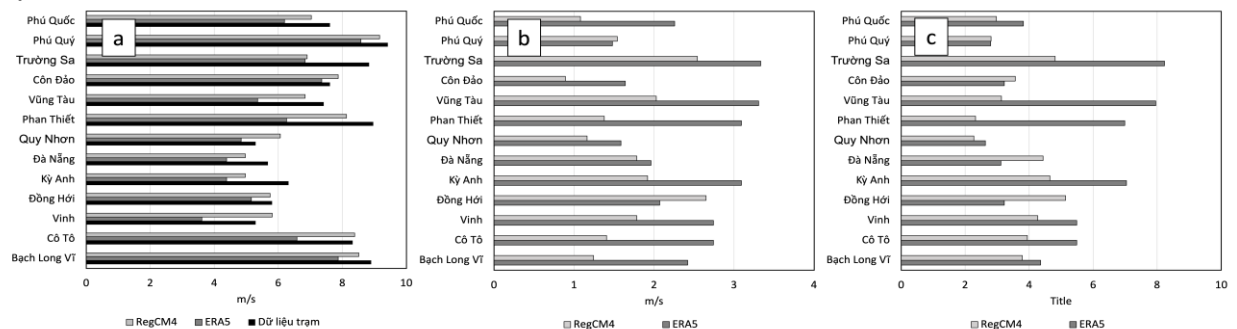
Mô hình khí hậu khu vực RegCM4 của Trung tâm Nghiên cứu Giám định Quốc gia của Ý (Wu et al., 2021) được sử dụng để chi tiết hoá dữ liệu trường gió cho khu vực ven biển Việt Nam. RegCM4 cho phép chi tiết hoá dữ liệu khí hậu từ độ phân giải thô toàn cầu về độ phân giải cao ở quy mô địa phương, trong đó vẫn đảm bảo độ chính xác của các thông số vật lý và các quá trình động lực khí quyển – mặt đất. Các mô hình khí hậu toàn cầu cung cấp điều kiện biên cho mô hình RegCM4 (Wedi et al., 2015). Trong nghiên cứu này, điều kiện biên và điều kiện ban đầu của mô hình khí hậu vùng được lấy từ bộ dữ liệu tái phân tích ERA5 (Wu and Wang, 2012). Qua nhiều giai đoạn cải tiến, mô hình RegCM4 đã được điều chỉnh với sơ đồ tham số hoá mới như quá trình tương tác bề mặt CML, sơ đồ lớp biên hành tinh UW và biến trính SST (Bộ TNMT, 2020). Một số thay đổi đáng kể trong mô hình RegCM4 gồm lớp biên Holtslage và sơ đồ chuyển hoá bức xạ.

Trong nghiên cứu này, RegCM4 được thiết lập với độ phân giải không gian 10km với sơ đồ tham số hoá đối lưu Kain-Fritsch, sơ đồ lớp biên hành tinh HW và sơ đồ chuyển hoá độ ẩm SUBEX (Subgrid Explicit Moisture Scheme-SUBEX) (Bộ TNMT, 2020). Đây là thiết lập mô hình đã được chứng minh phù hợp cho việc lai tạo hoàn lưu khí quyển cho khu vực Đông Nam Á (Hagspiel et al., 2012). Kết quả mô phỏng về hướng và tốc độ gió từ RegCM4 được sử dụng không chỉ cho hiệu chỉnh mô hình mà còn để tính toán năng lượng gió tiềm năng của khu vực. Hình 2 thể hiện khu vực miền tính chi tiết của mô hình RegCM4 trên nền địa hình.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đánh giá khả năng mô phỏng tốc độ gió cực đại ngày

Hình 2a so sánh tốc độ gió cực đại ngày trung bình giữa kết quả mô phỏng từ mô hình khí hậu khu vực RegCM4, dữ liệu tái phân tích ERA5 và dữ liệu thực đo tại 13 trạm khí tượng ven biển trong giai đoạn 2010–2019. Kết quả chỉ ra rằng tốc độ gió cực đại ngày tại các trạm phía Nam lớn hơn so với phía Bắc, với mức dao động từ 9,1 đến 9,7 m/s tại hai trạm đảo Bạch Long Vĩ và Cô Tô. Các trạm dọc khu vực biển miền Trung có tốc độ gió trung bình từ 5,9 đến 7,4 m/s, trong khi khu vực Phan Thiết và biển phía Nam có tốc độ gió trung bình khoảng 8,2 đến 10,4 m/s. RegCM4 mô phỏng tốt và nắm bắt sự biến thiên giữa các trạm, đặc biệt là ở các trạm ven biển và hải đảo. Trong khi đó, ERA5 thường có xu hướng thấp hơn so với quan trắc, đặc biệt là tại Vinh, Phan Thiết, và Vũng Tàu. Nhìn chung, RegCM4 có kết quả mô phỏng giá trị gió cực đại trung bình tốt hơn dữ liệu tái phân tích ERA5, đặc biệt là ở các trạm ven biển.



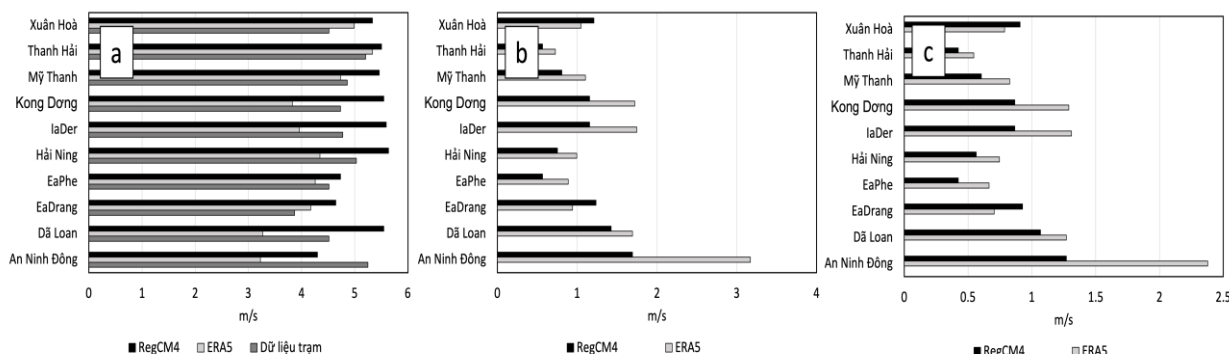
Hình 2. So sánh các chỉ số thống kê vận tốc gió V_{max} trung bình (a) và sai số MAE (b) và RMSE (c) của RCM và ERA5 so với giá trị quan trắc tại 13 trạm khí tượng.

Biểu đồ 2b và 2c so sánh sai số trung bình tuyệt đối (MAE) và sai số quân phương (RMSE) của vận tốc gió cực đại trung bình ngày của dữ liệu tái phân tích ERA5 và mô hình RegCM4. Kết quả mô phỏng cho thấy RegCM4 thường có MAE thấp hơn so với ERA5, với chênh lệch lớn nhất tại trạm Phan Thiết khoảng 2 m/s. Tại một số trạm như Phú Quý và Đồng Hới, dữ liệu RegCM4 có MAE cao hơn ERA5 khoảng 0,1–0,5 m/s. Trạm Trường Sa có MAE lớn nhất từ ERA5 (khoảng 3,5 m/s), trong khi trạm Côn Đảo có MAE nhỏ nhất từ RCM (khoảng 1 m/s).

Với sai số quân phương, ERA5 thường cho giá trị Vmax cao hơn RegCM4, đặc biệt ở các trạm Phan Thiết, Vũng Tàu và Trường Sa với chênh lệch lớn nhất khoảng 4–4,5 m/s. Tuy nhiên, ở một số trạm như Đồng Hới và Đà Nẵng, kết quả mô phỏng bằng mô hình RegCM4 có RMSE lớn hơn khoảng 3m/s, trong khi Phú Quý và Côn Đảo có chênh lệch từ 0,1–0,5 m/s. Trạm Trường Sa có RMSE lớn nhất từ ERA5 (khoảng 8,5 m/s), trong khi trạm Quy Nhơn có RMSE nhỏ nhất từ RCM (khoảng 2,5 m/s). Nhìn chung kết quả mô phỏng tốc độ gió cực đại bằng mô hình RegCM4 không chỉ có độ chi tiết cao hơn so với ERA5 mà còn có sai số thấp hơn.

3.2. Đánh giá khả năng mô phỏng tốc độ gió trung bình mực 80 m

Biểu đồ trên Hình 3 so sánh độ chính xác của vận tốc gió trung bình (Vtb) giữa dữ liệu tái phân tích ERA5 và dữ liệu mô hình RegCM4 với dữ liệu quan trắc từ 10 trạm đo mực cao thuộc dự án GIZ. Kết quả phân tích cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa ERA5 và RegCM4 so với dữ liệu quan trắc. Ở một số trạm như An Ninh Đông, Đà Loan, IaDer, Kon Dong, ghi nhận kết quả Vtb từ ERA5 thấp hơn đáng kể so với dữ liệu thực đo, với mức sai lệch khoảng 1–2 m/s. Trái lại, một số trạm như Đà Loan, IaDer, Kon Dong, Hải Ninh, My Thanh có kết quả Vtb từ RegCM4 cao hơn giá trị thực đo, từ 1–3 m/s. Tuy nhiên, tại một số trạm như EaDrang, Xuân Hòa, Thanh Hải, cả ERA5 và RCM đều cho kết quả Vtb có sai số nhỏ hơn quan trắc. Đối với kết quả tại tạo trường gió mực 80m so với dữ liệu quan trắc, kết quả Vtb từ mô hình RegCM4 thường có độ chênh lệch ít hơn so với ERA5.



Hình 3. So sánh các chỉ số thống kê vận tốc gió trung bình (Vtb) (a), sai số MAE (b) và sai số RMSE (c) của RCM và ERA5 với quan trắc tại 10 trạm đo gió mực cao 80 m.

Sai số Vtb của RegCM4 thường thấp hơn ERA5 từ 0,5–1 m/s, đặc biệt ở trạm An Ninh Đông với chênh lệch lên tới khoảng 2m/s. Tuy nhiên, có một số trạm, như EaDrang, Xuân Hòa, Thanh Hải, ghi nhận sai số Vtb từ RegCM4 cao hơn, với mức chênh lệch thấp từ 0,1–0,5 m/s. MAE lớn nhất của ERA5 xuất hiện tại trạm An Ninh Đông với khoảng 3,5 m/s, trong khi MAE nhỏ nhất của RegCM4 xuất hiện tại trạm EaPhe với khoảng 0,75 m/s.

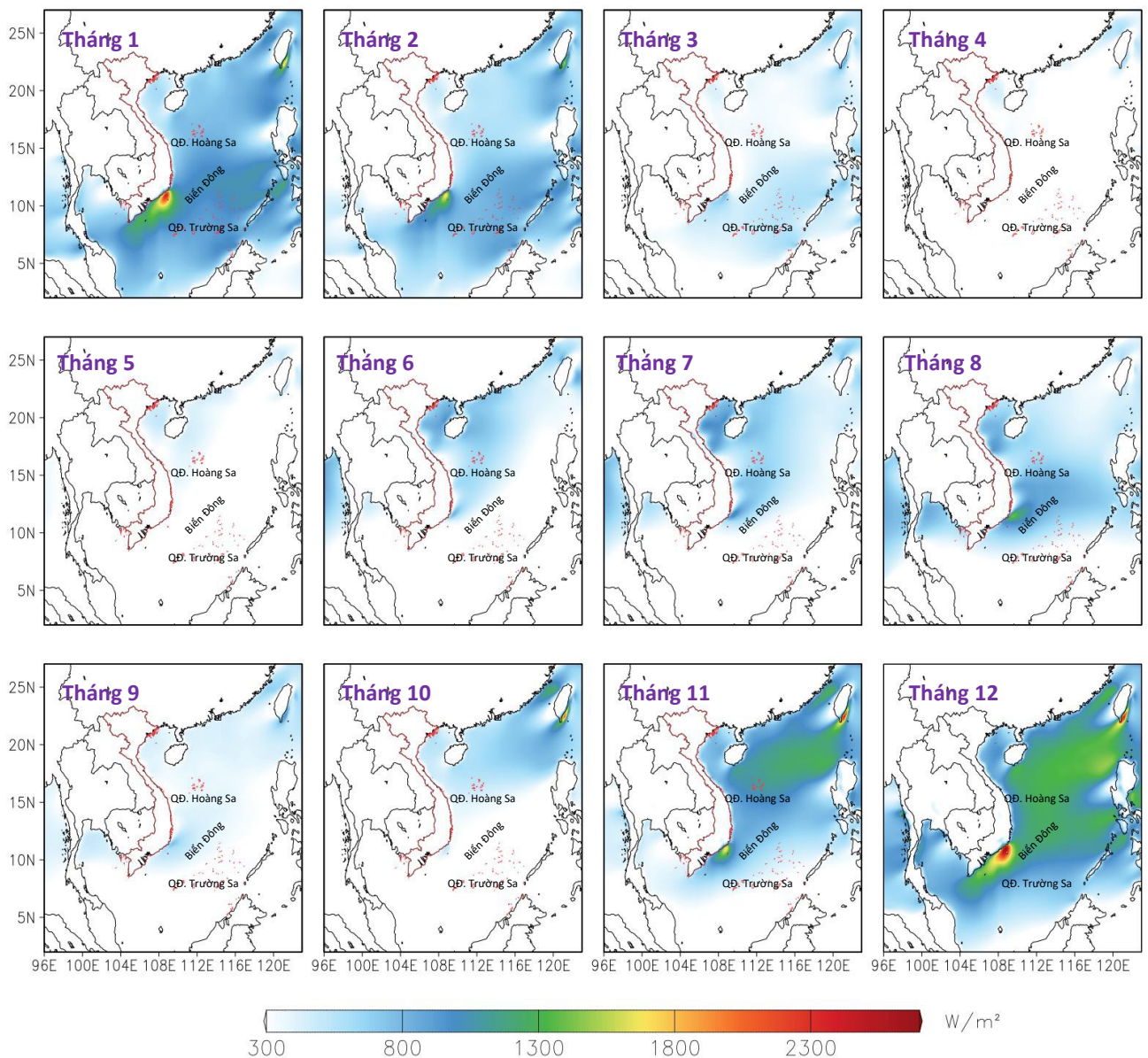
Sự chênh lệch đáng kể giữa sai số quân phương RMSE của RegCM4 và ERA5 được thể hiện trên biểu đồ hình 3c. Tại trạm An Ninh Đông, ERA5 có RMSE lớn nhất, xấp xỉ 5 m/s và sai số cao hơn rất nhiều so với sai số của mô hình RegCM4 (xấp xỉ 2 m/s). Đa số các trạm, kết quả RMSE từ ERA5 đều lớn hơn so với RegCM4. Tuy nhiên, ở một số trạm như EaDrang, Xuân Hòa, dữ liệu mô phỏng bằng RegCM4 có RMSE lớn hơn dữ liệu ERA5 với sai số cao hơn từ 0,1–0,5 m/s. Sai số của mô hình khí hậu khực thấp nhất xuất hiện tại trạm EaPhe với khoảng 1,5 m/s. Nhìn chung, kết quả mô phỏng gió từ mô hình RegCM4 thường cho độ chính xác cao hơn so với dữ liệu ERA5, tùy thuộc vào trạm đo cụ thể và không có quy luật.

3.3. Tính toán tiềm năng năng lượng gió ngoài khơi

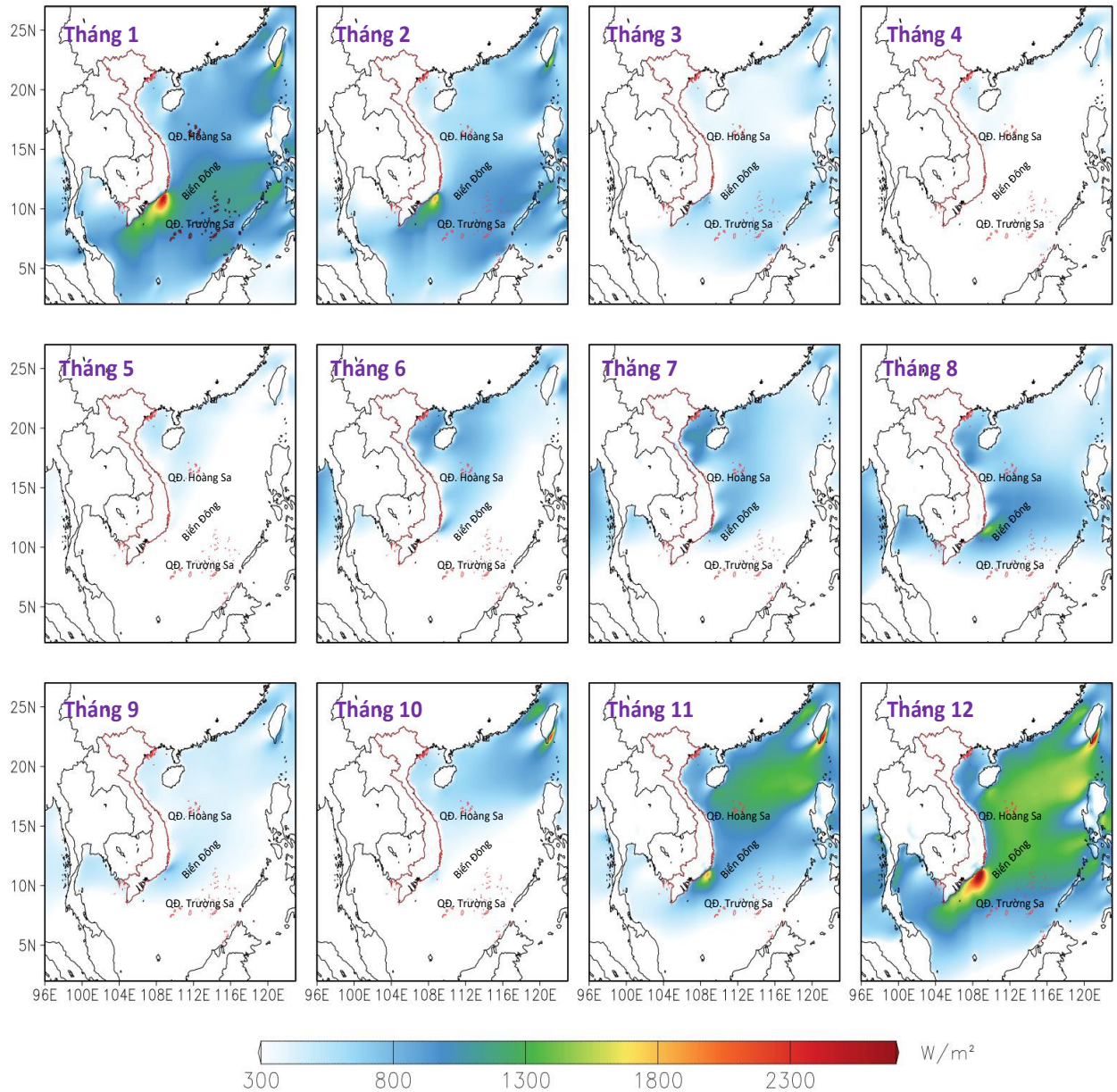
Tiềm năng năng lượng gió được tính toán dựa trên kết quả mô phỏng trường gió trong giai đoạn 2010 – 2019 từ mô hình RegCM4. Trên quy mô mùa, tiềm năng năng lượng gió trên Biển Đông tại độ cao 80 m đạt giá trị cao nhất vào tháng 1 và giảm nhẹ vào tháng 4 (Hình 4). Kết quả tính toán

này tuy tương đồng với đánh giá do Bộ Tài nguyên và Môi trường (2022) nhưng giá trị mô phỏng của mô hình RegCM4 có xu hướng cao hơn so với kết quả công bố. Ví dụ, vào tháng 1, mật độ năng lượng gió trung bình trên Biển Đông từ mô hình RegCM4 dao động từ 600–1,800 W/m², so với kết quả công bố là 300–1300 W/m². Ngược lại, vào tháng 4, mật độ năng lượng gió trung bình từ RegCM4 là dưới 200–600 W/m², thấp hơn so với kết quả công bố là dưới 100–500 W/m².

Ở các vùng biển trên Vịnh Bắc Bộ, Quảng Trị - Quảng Ngãi và Bắc Biển Đông, mật độ năng lượng gió lớn nhất trong các tháng 1 và 7 là từ 300–600 W/m² và 800–1,200 W/m², trong khi thấp nhất trong các tháng 4 và 10 là dưới 650 W/m² và dưới 750 W/m². Tương tự, tại các vùng biển Bình Định về phía Nam Biển Đông, mật độ năng lượng gió lớn nhất trong các tháng mùa đông và thấp hơn trong các tháng mùa hè. Mật độ năng lượng gió trung bình cho các tháng 1, 4, 7 và 10 lần lượt là từ 1,200–1,800 W/m², 300–600 W/m², 400–1200 W/m² và 400–600 W/m². Ở độ cao 150m so với mặt nước biển, phân bố tiềm năng năng lượng gió (Hình 5) không có nhiều khác biệt so với ở độ cao 100m, tuy nhiên năng lượng tiềm năng có giá trị lớn hơn do tốc độ gió ở độ cao này lớn hơn.

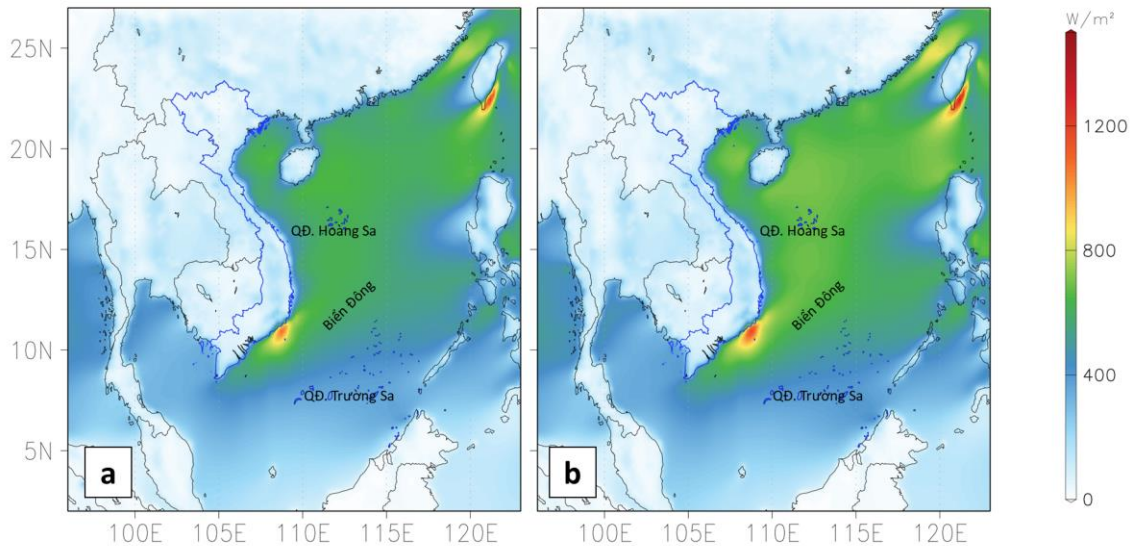


Hình 4. Bản đồ năng lượng gió tại độ cao 100 m được tính toán dựa trên mô hình RegCM4 trung bình từng tháng cho giai đoạn 2010–2019.



Hình 5. Bản đồ năng lượng gió tại độ cao 150 m được tính toán dựa trên mô hình RegCM4 trung bình từng tháng cho giai đoạn 2010–2019

Kết quả tính toán năng lượng gió trung bình hàng năm cho giai đoạn 2010–2019 ở độ cao 100 m và 150 m từ mô hình RegCM4 (Hình 6) được so sánh với tiềm năng năng lượng gió của Ngân hàng Thế giới (WB) cho thấy sự tương đồng trong phân bố không gian. Các vùng ven biển, đặc biệt là Bắc vịnh Bắc Bộ và Ninh Thuận đến Bà Rịa - Vũng Tàu, có tiềm năng năng lượng gió lớn nhất. Tuy nhiên, kết quả mô phỏng của RegCM4 có xu hướng thiên cao hơn tại một số điểm so với WB. Ví dụ, khu vực Bình Thuận, theo WB (2021), có mật độ năng lượng gió từ 400–500 W/m^2 , trong khi mô phỏng của RegCM4 đưa ra kết quả trung bình trên 1000 W/m^2 . Tại phía Bắc vịnh Bắc Bộ, mật độ năng lượng gió tính toán từ mô hình là 500–750 W/m^2 , trong khi WB công bố chỉ từ 300–500 W/m^2 . Các kết quả thu được cũng khá đồng nhất với nghiên cứu của Hằng và cộng sự (2023) mặc dù sử dụng giai đoạn nghiên cứu ngắn hơn và cập nhật hơn. Với mực 150 m, kết quả mật độ năng lượng gió tính toán từ RegCM4 là 550–830 W/m^2 và có phân bố không gian tương đồng đối với mực 100 m.



Hình 6. Bản đồ năng lượng gió trung bình năm tại độ cao (a) 100 m và (b) 150 m từ mô hình RegCM4 cho giai đoạn 2010–2019

4. Kết luận

Nghiên cứu này tính toán tiềm năng điện gió trên vùng biển ngoài khơi Việt Nam dựa trên dữ liệu trường gió được mô phỏng từ mô hình RegCM4 trong giai đoạn 2010–2019 với các điều kiện biên được lấy từ bộ dữ liệu tái phân tích ERA5. Kết quả mô phỏng được so sánh với dữ liệu quan trắc ở các độ cao 10 và 80m cho thấy có độ chính xác cao với sai số MAE và RMSE thấp. Các khu vực biển ở Vịnh Bắc Bộ và Bắc Biển Đông có mật độ năng lượng gió cao nhất trong tháng 1 và 7 từ 300–600 W/m² và 800–1200 W/m². Trong khi đó, mật độ thấp nhất xuất hiện vào tháng 4 và 10, là dưới 650 W/m² và dưới 750 W/m². Tương tự, ở các khu vực biển từ Bình Định về phía Nam Biển Đông, mật độ năng lượng gió đạt giá trị cao nhất trong các tháng mùa đông và giảm xuống trong các tháng mùa hè. Mật độ năng lượng gió trung bình cho các tháng 1, 4, 7 và 10 lần lượt là từ 1,200–1,800 W/m², 300–600 W/m², 400–1,200 W/m² và 400–600 W/m².

Kết quả của nghiên cứu tuy mới chỉ được thực hiện dựa trên một khoảng thời gian nghiên cứu giới hạn và cũng chưa tính đến các yếu tố khác có ảnh hưởng tới tiềm năng điện gió ngoài lý thuyết. Tuy nhiên, kết quả của nghiên cứu là cơ sở cho các nghiên cứu và ứng dụng trong lĩnh vực phát triển và quy hoạch năng lượng tái tạo, đặc biệt là năng lượng gió trên Biển Đông. Kết quả của nghiên cứu có thể được sử dụng để đưa ra quyết định thông minh và bền vững về việc triển khai dự án điện gió trong khu vực.

Tài liệu tham khảo

- Akdağ & Dinler (2009). A new method to estimate Weibull parameters for wind energy applications. *Energy Conversion and Management*, 50(7), 1761-1766.
- Bhattacharya, S. (2019). Năng lượng tái tạo ở Việt Nam: Thực trạng, thách thức và giải pháp. *Tạp chí Năng lượng Tái tạo*, 30(3), 339-346.
- Bộ Tài nguyên và Môi trường. Kịch bản Biến đổi Khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam. Nhà xuất bản Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội, 2020.
- Celik (2004). On the distributional parameters used in assessment of the suitability of wind speed probability density functions. *Energy Conversion and Management*, 45(11-12), 1735-1747.
- Gu, H.; Wang, G. Assessing future climate changes and extreme indicators in east and south Asia using the RegCM4 regional climate model. *Clim. Chang.* 2012, 3317, 1–114. <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0411-y>
- Hagspiel, S., Antonis, P., Schmid, M., Andersson, G. Copula - based modeling of stochastic wind power in Europe and implications for the Swiss power grid. *Appl. Energy* 2012, 96, 33–44. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.10.039>.
- Hogue et al. (2000). A method for extrapolating Weibull distribution parameters and confidence limits. *Wind Engineering*, 24(4), 241-251.

- Hằng, N.V., Bình, P.D.H.; Nam, P.Q.; Tùng, N.B.; Long, T.T. Đánh giá tiềm năng năng lượng gió cho phát triển năng lượng tái tạo trên khu vực Biển Đông, Việt Nam. Tạp chí Khí tượng Thủy văn 2023, 756, 70-82. [https://doi.org/10.36335/VNJHM.2023\(756\).70-82](https://doi.org/10.36335/VNJHM.2023(756).70-82) Justus et al. (1978). Methods for estimating wind speed frequency distributions. Journal of Applied Meteorology, 17(3), 350-353.
- Koné, B., Diedhiou, A., Touré, N.D.E., Sylla, M.B., Giorgi, F., Anquetin, S., Bamba, A. Diawara. Sensitivity study of the regional climate model RegCM4 to different convective schemes over West Africa. ESD 2018, 9, 1261–1278. <http://dx.doi.org/10.5194/esd-2018-44>.
- Manwell et al. (2009). Wind energy explained: Theory, design and application. John Wiley & Sons.
- Nguyễn Thế Hùng (2007). Tiềm năng năng lượng gió ở Việt Nam. Tạp chí Chính sách Năng lượng, 35(5), 2837-2845.
- Nguyễn Thị Mỹ và cs. (2019). Đánh giá tiềm năng năng lượng gió tại Việt Nam sử dụng dữ liệu viễn thám. Tạp chí Sản xuất Sạch hơn, 210, 634-644.
- Wedi, N.P., Bauer, P., Deconinck, W., Diamantakis, M., Hamrud, M., Kühnlein, C., Malardel, S., Mogensen, K., Mozdzyński, G., Smolarkiewicz, P.K. The modelling infrastructure of the Integrated Forecasting System: Recent advances and future challenges. Tech. Memorandum 2015, pp. 50.
- Wu, J., Han, Z.Y., Yan, Y.P., Sun, C.Y., Xu, Y., Shi, Y. Future changes in wind energy potential over China using RegCM4 under RCP emission scenarios. Adv. Clim. Chang. Res. 2021, 12, 596–610. <https://doi.org/10.1016/j.accre.2021.06.005>.

ABSTRACT

Offshore wind energy in Vietnam: assessing the potential and analyzing the geographic distribution

Tran Anh Quan ¹, Vu Cuc Phuong ², Trinh Tuan Long ^{3,*}

¹ Faculty of Environment, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

² Faculty of Petroleum and Energy, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

³ Center for Environmental Fluid Dynamics, University of Science, Vietnam National University Hanoi, Viet

Vietnam's expansive coastline and island archipelago present a distinctive opportunity for renewable wind energy development. However, renewable energy research in Vietnam remains limited despite growing global demands for sustainable energy. This study evaluates Vietnam's wind energy potential, focusing on the spatial and temporal distribution of offshore resources in the East Sea. Utilizing the regional climate model RegCM4 and the weather data from the latest ERA5 reanalysis, wind and solar distribution patterns are discerned. Observational records are incorporated to validate reanalysis accuracy. Wind energy potential across Vietnam is analyzed using the reanalysis meteorological data from 2010-2019. The results reveal uneven offshore distribution, with heightened prospects along northern to southern coastal regions, southward from North Central Vietnam, and within the Central Highlands. As altitude increases, wind energy potential and suitable geographic areas expand. Offshore, at 100 meter elevation, optimal resources emerge within northern East Sea zones encompassing Binh Thuan to Ca Mau, the central Gulf of Tonkin, and most notably from Ninh Thuan to Ba Ria-Vung Tau. This region exhibits outstanding wind speeds up to 10 m/s and energy density beyond 700 W/m². By clarifying the potential and heterogeneity of this resource, this study establishes a foundation to inform policy and strategic planning for sustainable energy development in Vietnam.

Keywords: Wind energy, ERA-5, Vietnam, renewable energy, RegCM4.

* Corresponding author

E - mail: trinh tuanlong@hus.edu.vn

Hydro – giải pháp năng lượng sạch cho tương lai và tiềm năng sản xuất từ nguồn năng lượng tái tạo tại Việt Nam: một nghiên cứu với trường hợp nhà máy Đạm Cà Mau

Ngô Hà Sơn*

Khoa Dầu khí và Năng lượng, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

Tóm tắt

Hydro đang trở thành một yếu tố quan trọng trong xu hướng chuyển dịch năng lượng toàn cầu. Với khả năng cung cấp năng lượng mà không tạo ra khí thải gây hiệu ứng nhà kính, hydro có thể đóng một vai trò quan trọng trong việc giảm bớt sự phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch. Đặc biệt, việc sản xuất hydro từ nguồn năng lượng tái tạo - như điện gió và điện mặt trời - đang mở ra những cơ hội mới cho sự phát triển bền vững. Công nghệ hiện tại cho phép chúng ta chuyển hóa năng lượng tái tạo thành hydro thông qua quá trình phân ly nước, tạo ra một nguồn năng lượng sạch có thể được lưu trữ và vận chuyển. Tuy nhiên, vẫn còn nhiều thách thức cần được giải quyết, bao gồm việc làm giảm chi phí sản xuất và phát triển hạ tầng phân phối. Dù vậy, với những tiến bộ công nghệ gần đây, hydro từ nguồn năng lượng tái tạo đang trở thành một khả năng ngày càng hấp dẫn trong tương lai gần.

Từ khóa: hydro, chuyển dịch năng lượng, điện phân nước, phát triển bền vững, công nghệ sản xuất hydro.

1. Mở đầu

Hydro (H_2), thường được gọi là 'hydro', đang ngày càng được công nhận là một vector năng lượng sạch và đáng tin cậy cho việc giảm carbon và loại bỏ nhiên liệu hóa thạch [1]. Nhu cầu toàn cầu về hydro dự kiến tăng từ 70 triệu tấn vào năm 2019 lên 120 triệu tấn vào năm 2024 [1]. Hydro được sản xuất thông qua quá trình phân ly nước, một quá trình tách nước thành hydro và oxy, sử dụng điện năng được tạo ra từ các nguồn tái tạo [2]. Tuy nhiên, việc mở rộng sản xuất hydro xanh đối mặt với nhiều thách thức - nhưng công nghệ số hiện đại có thể cung cấp một số giải pháp [2].

Các công trình nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc kết hợp hydro được tạo ra từ quá trình điện phân với việc lưu trữ hydro trong các môi trường lỗ chỗ dưới lòng đất như các hồ chứa địa chất và hang muối phù hợp với việc chuyển đổi năng lượng dư thừa vào thời điểm không cao điểm để đáp ứng nhu cầu vào thời điểm cao điểm. Các công trình nghiên cứu khác đã chỉ ra rằng việc sử dụng hydro để lưu trữ sản lượng dư của Năng lượng tái tạo (Renewable Energy - RE) là một giải pháp hứa hẹn để đạt được một nền kinh tế hydro 100% tái tạo và bền vững [3].

Tuy nhiên, mặc dù hydro xanh đang thu hút sự chú ý từ các ngành công nghiệp, nó vẫn đối mặt với nhiều thách thức. Một trong những thách thức lớn nhất là việc thiếu hiểu biết về thiết kế tối ưu và lợi tức đầu tư, do đó hạn chế khả năng thanh toán [4]. Ngoài ra, ngành công nghiệp hydro xanh còn thiếu nguồn nhân lực chuyên môn và chi phí hoạt động cao [4].

Trong bài báo này, tác giả sẽ nghiên cứu các xu hướng hiện tại trong việc chuyển dịch sang sử dụng hydro trong ngành sản xuất năng lượng, cũng như khả năng sản xuất hydro từ các nguồn năng lượng tái tạo. Tác giả cũng sẽ so sánh các thành tựu đã đạt được trong công nghệ sản xuất hydro và đề xuất các hướng đi tiếp theo cho ngành công nghiệp này. Đặc biệt, các tính toán sơ bộ về việc thay thế một phần khí tự nhiên bằng khí hydro trong phản ứng tổng hợp urea nhằm giảm thiểu khí thải gây hiệu ứng nhà kính và đa dạng hóa sản phẩm đầu ra của nhà máy cũng được đề cập. Các kịch bản có liên hệ đến sự biến đổi của thị trường năng lượng cũng như khả năng đáp ứng và thích nghi của việc chuyển đổi sang sử dụng một phần nhiên liệu hydro trong sản xuất phân đạm này.

2. Vai trò của hydro trong chuyển dịch năng lượng và các công nghệ sản xuất hydro

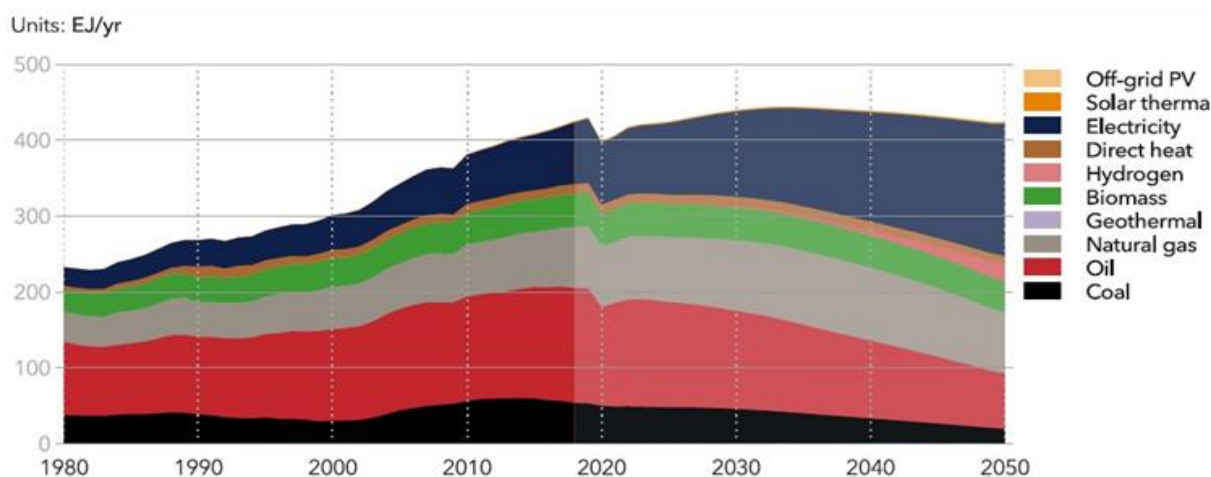
* Tác giả liên hệ

E-mail: ngohason@humg.edu.vn

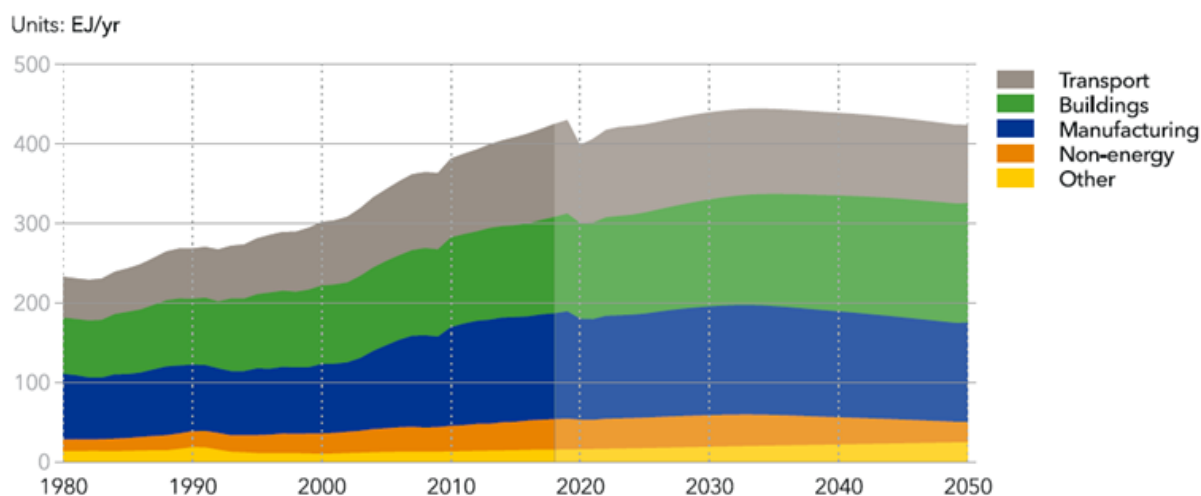
Chuyển dịch năng lượng là một xu hướng toàn cầu, trong đó việc tìm kiếm và sử dụng các nguồn năng lượng thay thế, tái tạo đang được ưu tiên [5]. Trong quá trình này, hydro đóng một vai trò quan trọng [3,6,7]. Các phương án hiện nay để thực hiện việc chuyển dịch năng lượng hiệu quả bao gồm việc tập trung vào việc loại bỏ dần nhiệt điện than, đồng thời quản lý tác động của quá trình chuyển đổi này đối với người dân và doanh nghiệp hoạt động trong ngành than [8] [9]. Đồng thời, cần xem xét vai trò thích hợp của các nguồn nhiên liệu chuyển đổi, ví dụ như khí thiên nhiên [10].

Mặc dù tổng nhu cầu năng lượng trong vận tải, dân dụng và sản xuất không thay đổi đáng kể trong giai đoạn 2020-2050, xu hướng điện hóa và tăng hiệu quả sử dụng năng lượng dẫn đến sự suy giảm nhu cầu sản phẩm dầu mỏ (Hình 1a, b). Bên cạnh đó, sự gia tăng thịnh vượng trong nền kinh tế, sự nóng lên toàn cầu, xu thế điện hóa, sẽ làm tăng nhu cầu sử dụng điện của các hộ gia đình. Ngoài ra, lĩnh vực công nghiệp nặng sẽ ghi nhận sự thay thế của khí tự nhiên/LNG cho than, để tăng hiệu suất và đảm bảo yếu tố môi trường [11] [12] [13].

Trong lĩnh vực vận tải, vận tải đường bộ chiếm 80% tổng nhu cầu năng lượng cho khối vận tải. Do xu hướng điện hóa và hiệu suất sử dụng năng lượng tăng, mặc dù số lượng phương tiện tăng mạnh gần 100%, nhưng nhu cầu lại giảm. Động lực chính cho xu hướng chuyển dịch này đến từ chính sách để giảm phát thải và sự giảm chi phí của công nghệ pin lưu trữ cho xe BEVs (Battery Electric Vehicles) và FCEVs (Fuel Cell Electric Vehicles) [14]. Vận tải biển và hàng không chiếm khoảng 4% tổng nhu cầu năng lượng toàn cầu. Tuy nhiên, xu hướng điện hóa sẽ là không dễ dàng trong lĩnh vực vận tải biển và hàng không (vận tải hạng nặng). Do đó, các nguồn năng lượng như LNG và NH₃/H₂ và electrofuels sẽ dần thay thế HFO (Heavy Fuel Oil)/LSFO (Low-Sulfur Fuel Oil)/MGO (Marine Gas Oil) trong vận tải biển, trong khi biofuels sẽ thay thế một phần làm nhiên liệu cho máy bay. Trong thực tế, ở khoảng cách



Hình 1a, Nhu cầu năng lượng của thế giới theo dạng năng lượng sử dụng cuối (nguồn: IEA, DNV 2020).



Hình 1b, Nhu cầu năng lượng của thế giới theo lĩnh vực (nguồn: IEA, DNV 2020).

ngắn, hàng không có thể bị cạnh tranh bởi sự phát triển của tàu điện/tàu cao tốc (xu hướng điện hóa). Ngoài ra do ảnh hưởng của đại dịch Covid-19, bức tranh ngành hàng không có thể bị ảnh hưởng. Để đạt mục tiêu IMO 2050, cơ cấu nhiên liệu cho vận tải biển sẽ có sự thay đổi mạnh với việc tăng tỷ trọng nhiên liệu ít hoặc không phát thải CO₂. H₂ cũng đang được xem xét sử dụng cho các máy bay hạng nhẹ. Việc sử dụng H₂ lỏng sẽ giúp giảm khối lượng, nên có thể sử dụng cho các máy bay lớn hơn [15].

Hydro có vai trò quan trọng trong quá trình chuyển dịch năng lượng. Hydro có thể được sử dụng làm “chất mang năng lượng sạch” và là phương tiện lưu trữ, vận chuyển năng lượng tái tạo và nguyên liệu trong các ngành công nghiệp. Tại Việt Nam, trong các ngành công nghiệp, hydrocarbon từ các nguồn như khí thiên nhiên, LPG, naphtha được sử dụng để sản xuất hydro thông qua quá trình reforming hơi nước hoặc các phân xưởng công nghệ tại nhà máy lọc dầu¹. Tuy nhiên, để thỏa mãn yêu cầu về sự phát triển bền vững, các nguồn nguyên liệu dựa trên hóa thạch đang dần được thay thế bằng các nguồn tái tạo³. Do đó, quá trình sản xuất hydro đang dần chuyển sang quá trình điện phân nước sử dụng năng lượng tái tạo⁴. Hydro tái tạo, một phương pháp lưu trữ năng lượng, đặc biệt là năng lượng tái tạo, được dự đoán sẽ trở thành phương pháp chính để sản xuất hydro cho các ngành công nghiệp và nhiên liệu trong tương lai. Ở các khu vực có nguồn sinh khối, hydro có thể được sản xuất thông qua quá trình khí hóa sinh khối. Tuy nhiên, việc triển khai sản xuất hydro gặp phải một số vấn đề. Mặc dù công nghệ khí hóa sinh khối đã được thương mại hóa hoàn toàn, công nghệ điện phân nước mới được thương mại hóa một phần [16]. Một vấn đề khác là giá thành sản xuất hydro còn cao [17].

Đến năm 2050, hydro có khả năng cung cấp gần 29 EJ trong nhu cầu năng lượng toàn cầu, hai phần ba đến từ các nguồn tái tạo (tổng nhu cầu năng lượng 2050: 500 - 700 EJ) [15].

Lĩnh vực công nghiệp (chủ yếu là trong các phân ngành sắt/thép và SX ammonia) tiêu thụ 14 EJ hydro tái tạo 1 EJ = 278 tỷ kWh ~ sản lượng điện 1 năm của Việt Nam

Trong lĩnh vực vận tải, hydro có thể được sử dụng trong các xe điện chạy bằng pin nhiên liệu (FCEV), chủ yếu để vận chuyển hàng hóa công kênh và vận tải hành khách, với khoảng 4 EJ mỗi năm vào năm 2050.

Trong lĩnh vực nhiên liệu dân dụng, hydro được pha trộn với KTN hoặc kết hợp để tạo ra khí methane tổng hợp và được vận chuyển trong mạng lưới khí.

Ví dụ cụ thể, Tập đoàn Dầu khí Việt Nam (PVN) đã tiến hành một số nghiên cứu để đánh giá sơ bộ vai trò của hydro trong bức tranh chuyển dịch năng lượng và khảo sát sơ bộ khả năng sản xuất hydro từ các nguồn tái tạo [18]. Tuy nhiên, kết quả tính toán sơ bộ cho thấy, khi sử dụng H₂ thay thế khí tự nhiên cho sản xuất đạm tại Nhà máy Đạm Cà Mau, giá H₂ sản xuất ra cần thấp hơn khoảng 2 USD/kg H₂ để đảm bảo có lợi.

Để triển khai quá trình sản xuất hydro tái tạo ở quy mô công nghiệp tại Việt Nam, các vấn đề sau cần được xem xét:

- Nguồn nước, có thể là nước sông, nước biển hoặc nước đã được khử khoáng, tùy thuộc vào địa phương, cần được xử lý sơ bộ để loại bỏ các tạp chất. Hiện nay, một số nghiên cứu đang tập trung vào việc phát triển các hệ thống điện phân có thể hoạt động trực tiếp với nước biển.

- Nguồn sinh khối, có thể là các phụ phẩm nông nghiệp như rơm rạ, vỏ trấu, lõi bắp và bã mía, phân bố rộng khắp cả nước nhưng tốn kém chi phí thu gom, vận chuyển và tiền xử lý. Công nghệ khí hóa sinh khối cho phép tạo ra khoảng 50 kg hydro từ mỗi tấn sinh khối.

- Nguồn năng lượng tái tạo, có thể là điện gió hoặc điện mặt trời, hiện tại có chi phí sản xuất thấp hơn và được hưởng giá mua ưu đãi. Các nguồn này có thể cạnh tranh được với các nguồn năng lượng truyền thống nếu tính đến chi phí môi trường. Một vấn đề cần giải quyết là việc đấu nối để đưa điện tái tạo vào hệ thống lưới điện quốc gia.

Tóm lại, hydro có tiềm năng lớn trong quá trình chuyển dịch năng lượng. Tuy vẫn còn một số thách thức như giá thành cao và công nghệ chưa hoàn thiện, nhưng với sự phát triển của công nghệ và tốc độ phát triển của ngành năng lượng tái tạo, hydro có triển vọng trở thành một phần quan trọng của hệ thống năng lượng trong tương lai.

Các công nghệ sản xuất hydro phổ biến nhất hiện nay được trình bày trong Bảng 1 [19–21]:

- Reforming/khí hóa khí thiên nhiên (Natural Gas Reforming/Gasification): Hỗn hợp của hydro, carbon monoxide và một lượng nhỏ carbon dioxide được tạo ra bằng cách phản ứng của khí tự nhiên với hơi nước ở nhiệt độ cao (700°C - 1.000°C). Phương pháp này là rẻ nhất, hiệu quả nhất và phổ biến nhất.

Bảng 1. So sánh các công nghệ sản xuất hydro đang được áp dụng hiện nay [22].

Công nghệ	Năng lượng cung cấp	Nguyên liệu	Hiệu suất (%)	Tình trạng nghiên cứu/triển khai
Reforming hơi nước	Nhiệt	Hydrocarbon(HC)	70 - 85	Thương mại hoá
Oxi hoá một phần	Nhiệt	HC	60 - 75	Thương mại hoá
Reforming tự gia nhiệt	Nhiệt	HC	60 - 75	Ngắn hạn
Plasma reforming	Điện	HC	9 - 85	Dài hạn
Reforming pha lỏng	Nhiệt	Carbohydrate	33 - 55	Trung hạn
Reforming amoniác	Nhiệt	NH ₃	NA	Ngắn hạn
Khí hoá sinh khối	Nhiệt	Sinh khối	30 - 50	Thương mại hoá
Quang phân	Năng lượng mặt trời	Nước	0.5	Dài hạn
Lên men tối	Năng lượng sinh hoá	Sinh khối	60 - 80	Dài hạn
Quang lên men	Năng lượng mặt trời	Sinh khối	0.1	Dài hạn
Điện phân dung môi kiềm (Alkaline)	Điện	Nước	50 - 60	Thương mại hoá
Điện phân màng trao đổi proton (PEM)	Điện	Nước	50-70	Thương mại hoá
Phân rã nhiệt hoá học	Nhiệt	Nước	NA	Dài hạn

- Công nghệ điện phân: Đây là một công nghệ đã được thương mại hóa một phần. Chi phí sản xuất hydro - H₂ bằng phương pháp điện phân nước có thể cạnh tranh với phương pháp truyền thống (reforming hơi nước khí tự nhiên) nếu có thể giảm được chi phí đầu tư (capex) và giảm giá thành điện đầu vào.

- Reforming chất lỏng có nguồn gốc từ sinh khối.

- Chuyển đổi sinh khối vi sinh vật.

Ngoài ra, còn có một số công nghệ hiện đang được phát triển như: Tách nước nhiệt hóa học, tách nước bằng quang sinh học và tách nước quang điện hóa.

Mặc dù các công nghệ sản xuất hydro mang lại nhiều lợi ích, chúng cũng gặp một số thách thức:

- Lưu trữ còn bị hạn chế về công suất.

- Việc vận chuyển gặp nhiều khó khăn.

- Chi phí để sản xuất hydro từ quá trình điện phân đắt đỏ.

- Cùng một lượng tương đương như nhau, hydro sản sinh ít năng lượng hơn là xăng. Nên động cơ chạy bằng hydro có công suất yếu hơn động cơ xăng.

- Khí hydro còn làm cho bình chứa bằng kim loại trở nên giòn hơn (do tính tan được trong kim loại).

Tuy vậy, với sự tiến bộ của công nghệ và sự tăng trưởng của ngành năng lượng tái tạo, hydro có triển vọng trở thành một phần quan trọng của hệ thống năng lượng trong tương lai.

Chi phí của các phương pháp sản xuất hydro được trình bày trong Bảng 2. Hiện nay, như đã trình bày ở trên, phương pháp sản xuất hydro phổ biến nhất là chuyển hóa từ nhiên liệu hóa thạch, nhưng phương pháp này gây ra khí thải nhà kính và ô nhiễm môi trường. Một phương pháp sản xuất hydro thay thế là điện phân nước, trong đó dùng điện để tách nước thành hydro và oxy. Phương pháp này có nhiều ưu điểm so với các phương pháp thông dụng khác [23], cụ thể như sau:

Điện phân nước là một quá trình sạch, không gây ra khí thải nhà kính hay ô nhiễm môi trường. Nếu sử dụng điện từ các nguồn tái tạo, như gió, mặt trời hay thủy điện, quá trình này còn giúp giảm lượng carbon trong chu trình năng lượng.

Điện phân nước là một quá trình linh hoạt, có thể được điều chỉnh theo nhu cầu và điều kiện của người sử dụng. Nó có thể được thực hiện ở quy mô nhỏ lẻ hay lớn, ở các địa điểm xa xôi hay gần các khu vực tiêu thụ. Nó cũng có thể kết hợp với các công nghệ lưu trữ và vận chuyển hydro khác để tạo ra các hệ thống năng lượng hiệu quả và bền vững.

Bảng 2. Chi phí của các phương pháp sản xuất hydro [19], [20].

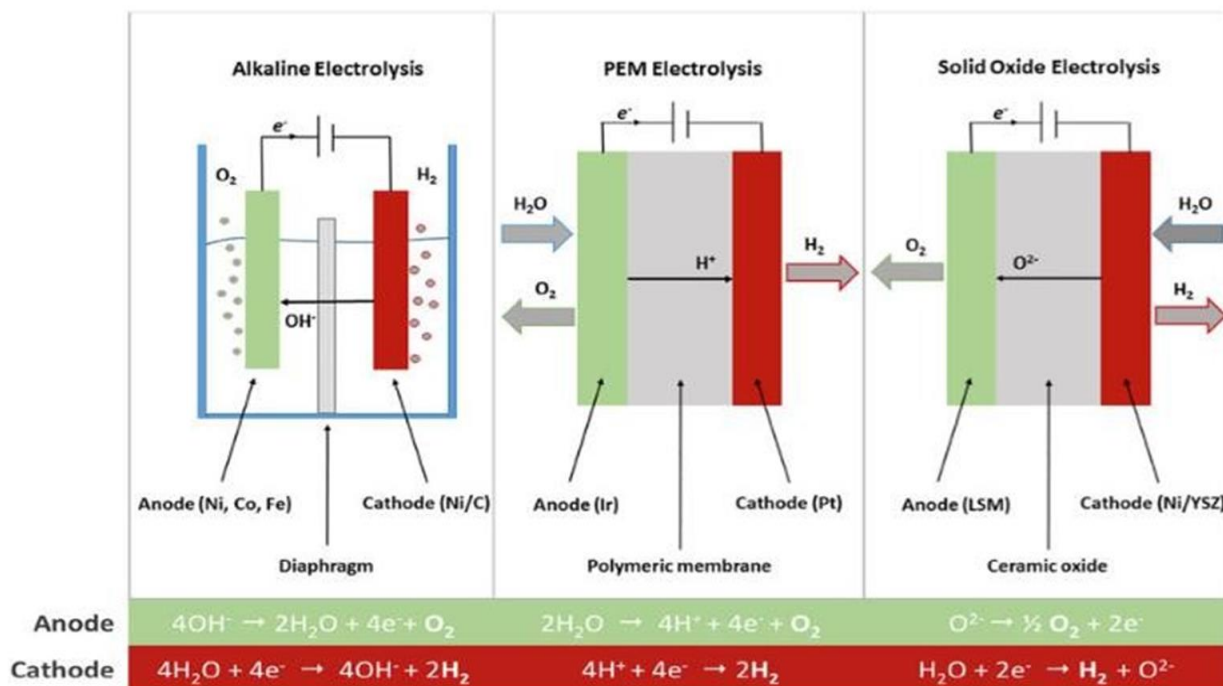
Quá trình	Chi phí sản xuất H ₂ (USD/kg)
Reforming khí tự nhiên	1.03
Reforming khí tự nhiên + hệ thống thu hồi và tồn chứa CO ₂	1.22
Reforming khí tự nhiên + hệ thống thu hồi và tồn chứa CO ₂ + hệ thống tinh chế H ₂ bằng hấp phụ	1.56
Khí hoá than	0.96
Khí hoá than + hệ thống thu hồi và tồn chứa CO ₂	1.03
Điện phân sử dụng điện gió	6.64
Khí hoá sinh khối	4.63
Nhiệt phân sinh khối	3.80
Phân rã nước bằng nhiệt nguyên tử	1.63
Điện phân nước	2.4 – 6.7

Điện phân nước là một quá trình tiên tiến, có tiềm năng phát triển và cải tiến trong tương lai. Các nhà khoa học đang nghiên cứu các công nghệ mới để giảm chi phí, tăng hiệu suất và độ bền của các thiết bị điện phân. Các ứng dụng mới của hydro cũng đang được khám phá và triển khai, như xe chạy bằng pin nhiên liệu, máy bay không người lái hay máy bay chở khách.

3. Công nghệ sản xuất hydro bằng quá trình điện phân nước

Công nghệ điện phân nước để sản xuất hydro về mặt kỹ thuật có thể được giới thiệu tóm tắt trong sơ đồ ở Hình 2:

Hệ thống điện bao gồm một cặp điện cực ngâm trong dung dịch kiềm (KOH) ở nồng độ 25 đến 30% và được ngăn cách bởi màng ngăn. Chất điện phân là màng polyme có tính axit cho phép trao đổi các proton (H⁺). Điện phân bằng oxit rắn - solid oxide electrolyzer (SOE), là thiết bị điện phân nhiệt độ cao (High Temperature Electrolyzer - HTE), thực hiện điện phân hơi nước ở nhiệt độ cao, mang lại hiệu quả cao hơn. Tuy nhiên, công nghệ này chưa sẵn sàng để được thương mại hóa vì vấn đề về độ bền của hệ phản ứng ở điều kiện khắc nghiệt [19]. Các thông tin so sánh về các công nghệ điện phân nước hiện nay được trình bày trong Bảng 3.



Hình 2. Sơ đồ phương pháp điện phân nước để sản xuất hydro.

Chỉ riêng chi phí điện (trung bình 30%) đã chiếm một phần chính trong tổng chi phí sản xuất hydro từ điện phân và nó phụ thuộc vào diện tích lắp đặt, số giờ vận hành (load hours) và địa điểm đặt hệ thống điện phân. Theo IRENA, hydro sản xuất từ điện có thể cạnh tranh nếu giá điện giảm xuống dưới 30 USD/MWh hoặc nếu chi phí điện phân giảm đáng kể. Giảm chi phí cho điện năng sẽ tăng cường hiệu quả chi phí của việc sản xuất hydro thông qua quá trình điện phân. Điều này đặc biệt quan trọng ở Hoa Kỳ, thị trường điện năng lượng mặt trời lớn thứ hai trên thế giới, nơi mà hiện tại đã có các hợp đồng mua bán điện (PPA) với giá thấp hơn \$25/MWh [21] [24] [25].

Bảng 3. So sánh các công nghệ điện phân nước hiện nay.

Đặc tính	Đơn vị	Kiềm	PEM	SOE
Độ phổ biến		Đã thương mại hóa rộng rãi	Đã thương mại hóa	R&D
Nhiệt độ của tế bào điện phân	°C	60 - 80	50 - 80	900 - 1000
Hiệu suất điện hóa	%	62 - 82	67 - 82	81 - 86
Năng lượng tiêu thụ riêng	kWhN/m ³	4.2 - 4.8	4.4 - 5.0	2.5 - 3.5
Độ bền của các ngăn	Nghìn giờ	55 - 120	60 - 100	8 - 20
Độ bền của hệ điện phân	năm	20 - 30	10 - 20	-
Độ tinh khiết của hydro	%	< 99.8	99.999	-
Thời gian khởi động của hệ	phút	15	< 15	>60
Suất đầu tư (2017)	EUR/kW	750	1200	>2000

Sự phát triển của sản xuất điện từ năng lượng tái tạo có thể dẫn đến giá điện âm trong tương lai. Điều này tạo ra một cơ hội lớn cho việc sản xuất hydro từ điện, giúp cân bằng hệ thống điện lưới và tận dụng các thời điểm giá điện thấp (thấp điểm). Khi giá điện giảm, việc sản xuất hydro trở nên kinh tế hơn, giúp tối ưu hóa việc sử dụng năng lượng và tạo ra một nguồn năng lượng sạch, bền vững cho tương lai.

Hiện Việt Nam vẫn chưa có cơ chế đặc thù cho hợp đồng mua bán điện trực tiếp từ nguồn năng lượng tái tạo. Trong khi đó, đối với điện từ năng lượng tái tạo, các quốc gia trên thế giới đã thực hiện cơ chế mua bán điện trực tiếp (về mặt thương mại), giúp cắt giảm khâu trung gian, giảm chi phí, tăng tính cạnh tranh.

4. Tính toán sơ bộ hiệu quả kinh tế cho trường hợp thay thế một phần khí tự nhiên bằng Hydro tại nhà máy đạm Cà Mau

Trong quá trình sản xuất đạm, hydro là thành phần quan trọng để tổng hợp ammonia và urea. Hydro được tạo ra chủ yếu từ khí thiên nhiên thông qua quá trình reforming hơi nước, trong đó khí thiên nhiên phản ứng với hơi nước để tạo ra hỗn hợp syngas gồm H₂ và CO. Lượng hydro thu được phụ thuộc vào hàm lượng CO₂ có trong khí thiên nhiên. Nhà máy Đạm Phú Mỹ và Đạm Cà Mau là hai nhà máy đạm lớn của Việt Nam, cung cấp khoảng 1,6 triệu tấn urea mỗi năm, góp phần đáng kể vào an ninh lương thực quốc gia. Tuy nhiên, do sự suy giảm về sản lượng và chất lượng của các nguồn khí trong nước, cùng với xu hướng tăng giá của khí thiên nhiên, các nhà máy đạm cần phải tìm kiếm các giải pháp đa dạng hóa nguồn nguyên liệu để đảm bảo hoạt động ổn định, hiệu quả và bền vững. Trong dài hạn, khi các nguồn khí trong nước có hàm lượng CO₂ ngày càng cao, việc bổ sung nguồn H₂ là thiết yếu. Bên cạnh đó, các nguồn khí thiên nhiên giàu CO₂ của Việt Nam (chiếm hơn nửa tổng trữ lượng khí) là một nguồn tiềm năng cần được khai thác hiệu quả. Do đó, để sử dụng được cả hai thành phần hydrocarbon và CO₂ có trong khí cho mục đích sản xuất đạm, việc có nguồn hydro bổ sung là điều kiện tiên quyết. Như vậy, việc tìm kiếm các phương pháp tạo ra nguồn hydro bổ sung với chi phí thấp là yêu cầu then chốt để khai thác được các nguồn khí thiên nhiên giàu CO₂ làm nguyên liệu cho nhà máy đạm.

Việc tận dụng được nguồn khí giàu CO₂ tại Việt Nam và bổ sung hydro để sản xuất nhiên liệu sạch và hiệu quả là cơ sở để thực hiện dự án đầu tư. Hydro có thể được sản xuất từ nguồn năng lượng tái tạo như điện gió, điện mặt trời, hoặc từ quá trình điện phân nước, khí hóa sinh khối... Hydro tái tạo được sản xuất bằng cách điện phân nước, với chi phí chủ yếu phụ thuộc vào đầu tư ban đầu và giá năng lượng. Các phương pháp hiện tại cho phép hiệu suất từ 70% đến 80%. Để sản xuất 1 kg hydro, cần khoảng 50 đến 55 kWh điện [26]. Bằng cách sử dụng công nghệ này, lượng khí thải gây hiệu ứng nhà kính có thể được giảm thiểu và có khả năng tham gia đóng góp vào mục tiêu phát triển xanh của Việt Nam. Ngoài ra, việc thay thế cũng có thể đa dạng hóa sản phẩm của các nhà máy đạm bằng cách chuyển

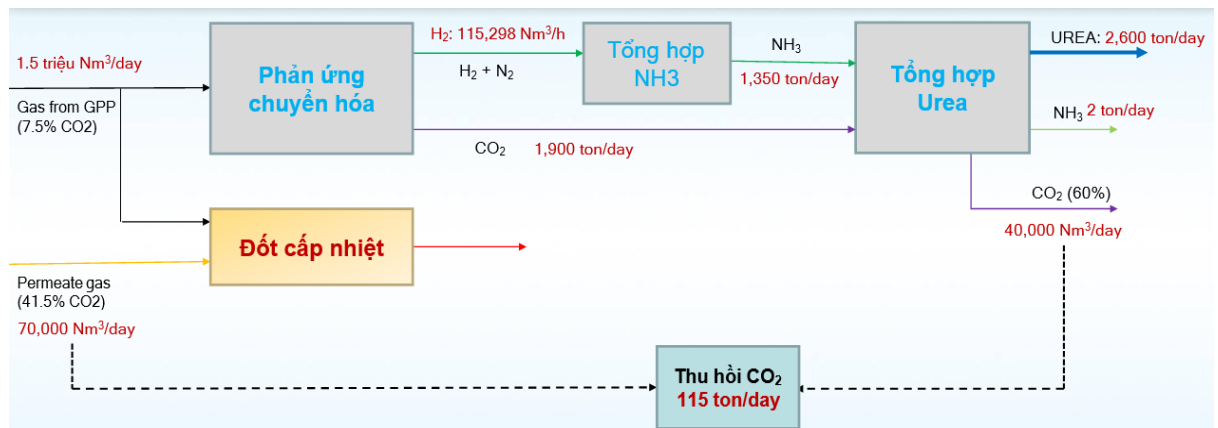
sang sản xuất các hóa chất khác như methanol, DME, formaldehyde,... Điều này sẽ giúp tối ưu hóa chi phí sản xuất, nâng cao hiệu quả hoạt động của nhà máy, và mở rộng thị phần.

Giả định: trong quá trình sản xuất Urea, CO₂ được thu hồi từ hai nguồn chính: dòng khí Permeate và dòng khí giàu CO₂ ra khỏi thiết bị tổng hợp Urea. Sơ đồ quá trình được minh họa ở Hình 3. Điều này được thực hiện với chi phí không đáng kể, tạo ra một nguồn CO₂ tái chế có thể được sử dụng trong quá trình tổng hợp Urea. Việc tái sử dụng CO₂ này giúp giảm nhu cầu CO₂ từ phản ứng chính xuống còn 94%. Để đảm bảo công suất sản xuất Urea không thay đổi, lưu lượng khí nguyên liệu sẽ được giảm tương ứng 6%. Điều này đồng nghĩa với việc phải bù thêm 6% H₂ cho phản ứng tổng hợp NH₃. Như vậy, thông qua việc tái chế và tái sử dụng CO₂, chúng ta không chỉ giảm được lượng khí thải ra môi trường mà còn tối ưu hóa quá trình sản xuất Urea.

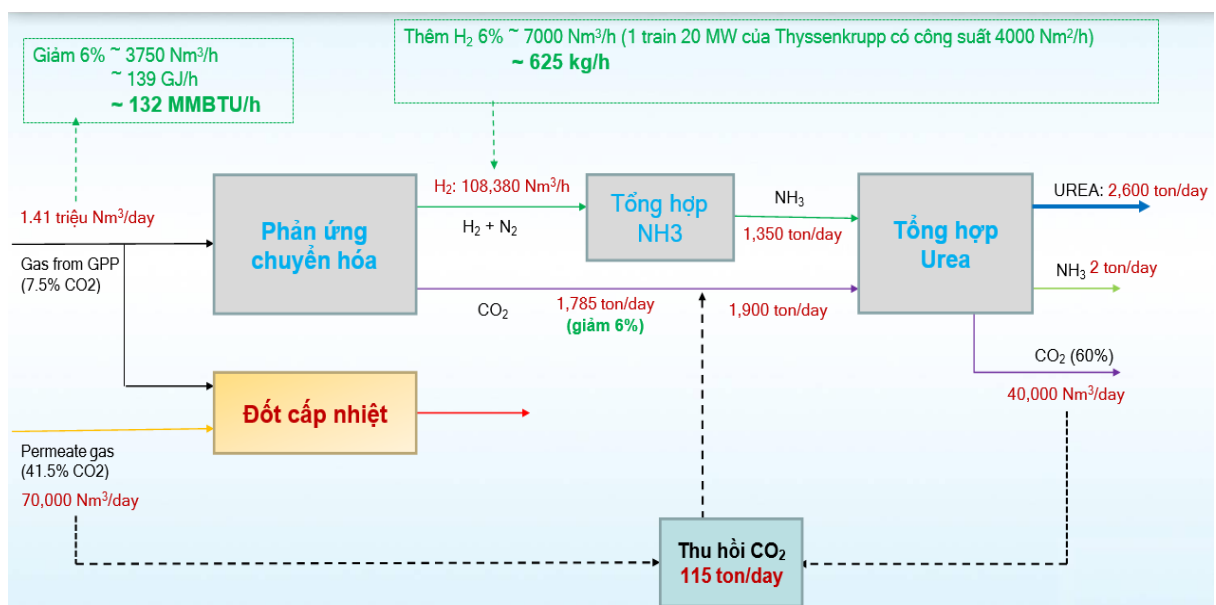
Sơ đồ tính toán sơ bộ về lưu lượng các dòng dựa trên các giả thiết thay thế một phần khí tự nhiên bằng hydro được minh họa trong Hình 4. Dựa trên các con số tính toán này, việc ước tính giá thành sản xuất hydro theo các kịch bản giá của các nguồn dầu và khí thông dụng được thực hiện. Cụ thể như sau:

Trường hợp 1: Giả sử giá khí là 0.46 lần giá HSFO (high sulfur fuel oil – giá nhiên liệu nhiều lưu huỳnh) cộng với 1.17 (thuế đốt). Với giá HSFO là 35 USD/bbl và 1 bbl (barrel – thùng) HSFO tương đương với 6.287 MMBtU (Million British Thermal Units – triệu đơn vị nhiệt Anh), giá khí lúc đó sẽ là:
 $2.56 + 1.17 = 3.73 \text{ USD/MMBTU}$

Khi đó, 6% nguyên liệu cung cấp sẽ tương đương với 132 MMBTU/h, tương đương với 405 USD/h. Do đó, giá H₂ tối đa để có lợi khi thay thế khí tự nhiên sẽ là:
 $405/625 = 0.65 \text{ USD/kg H}_2$.



Hình 3. Sơ đồ quy trình sản xuất Urea của nhà máy Đạm Cà Mau.



Hình 4. Sơ đồ tính toán sơ bộ lưu lượng các dòng nguyên liệu và sản phẩm của quá trình sản xuất Urea khi thực hiện việc thay thế một phần khí tự nhiên bằng hydro tại nhà máy Đạm Cà Mau.

Trường hợp 2: Với giá HSFO là 58 USD/bbl (giá ở thời điểm trước dịch Covid), ta có giá khí là $4.25 + 1.17 = 5.42$ USD/MMBTU

Khi đó, 6% nguyên liệu cung cấp sẽ tương đương với 715 USD/h. Do đó, giá H₂ tối đa sẽ là: $715/625 = 1.14$ USD/kg H₂.

Trường hợp 3: Giả sử giá khí là 12.7% giá Brent (trong trường hợp lấy 100% khí Malaysia) và giá Brent là 40 USD/bbl, ta có giá khí là $5.08 + 1.17 = 6.25$ USD/MMBTU. Khi đó, 6% nguyên liệu cung cấp sẽ tương đương với 825 USD/h. Do đó, giá H₂ tối đa sẽ là:

$825/625 = 1.32$ USD/kg H₂.

Trường hợp 4: Giả sử giá khí là 12.7% giá Brent và giá Brent là 70 USD/bbl, ta có giá khí là $8.89 + 1.17 = 10.06$ USD/bbl. Khi đó, 6% nguyên liệu cung cấp sẽ tương đương với 1328 USD/h. Do đó, giá H₂ tối đa sẽ là:

$1328/625 = 2.12$ USD/kg H₂.

Như vậy, thông qua các phân tích trên, ta có thể thấy rõ sự thay đổi của giá H₂ tối đa tùy thuộc vào giá của HSFO, Brent và phần trăm nguyên liệu cung cấp. Điều này cho thấy sự linh hoạt và khả năng thích ứng của quá trình sản xuất với các biến đổi của thị trường.

Kết quả tính toán sơ bộ cho thấy, khi sử dụng H₂ thay thế khí tự nhiên cho sản xuất đạm tại nhà máy đạm Cà Mau, giá H₂ sản xuất ra có thể cần thấp hơn khoảng 2 USD/kg H₂ để đảm bảo có lợi. Hiện nay, trên thế giới, chi phí sản xuất hydro từ quá trình điện phân hiện nằm trong khoảng 2.4 – 6.7 euro mỗi kg tùy thuộc vào giá điện và capex của hệ điện phân (số liệu năm 2017). Trong khi đó, giá điện mặt trời và capex của hệ điện phân đang có xu hướng giảm nhanh (dự báo giảm từ 750 EUR/kW về 480 EUR/kW cho hệ điện phân kiềm).

Khi tỷ lệ điện tái tạo tăng lên, cùng với việc giảm giá thành các giải pháp tồn chứa (như pin lưu trữ, P₂H₂,...), xem xét đầu tư hệ thống tồn chứa tại các khu vực có nhiều nguồn điện tái tạo. Đối với các nhà máy đạm có phần vốn góp của PVN, khi hàm lượng CO₂ trong khí nguyên liệu tăng, sẽ cần phải bổ sung nguồn H₂ để cân bằng với lượng CO₂ tăng lên. Điều này giúp mở ra hướng đi cho các nhà máy đạm có phần vốn góp của PVN, giúp tối ưu chuyển hóa các nguồn khí có hàm lượng CO₂ cao (như “permeate gas” từ GPP Cà Mau, khí Lô B, khí Thiên Ưng/Đại Hùng). Cần được xem xét, tính toán cụ thể hiệu quả kinh tế mang lại, trên cơ sở đặc thù giá khí và điều kiện tự nhiên của khu vực.

Cần thiết liên hệ/làm việc trực tiếp với các nhà bản quyền công nghệ (khí hóa plasma, phân tách nhiệt, điện phân nước) để hiểu rõ hơn về tiềm năng phát triển/thương mại hóa của các công nghệ. Xem xét xây dựng chương trình nghiên cứu dài hạn về hydro, bao gồm sản xuất, tồn chứa, vận chuyển, phù hợp với định hướng dịch chuyển năng lượng đang diễn ra mạnh mẽ trên Thế giới và tại Việt Nam.

Xem xét và đề xuất với cơ quan chức năng có cơ chế khuyến khích, nhằm mục tiêu cân bằng điện, phát triển hoàn thiện chuỗi giá trị, bao gồm cơ chế cho phép mua bán điện trực tiếp từ nguồn năng lượng tái tạo. cũng như xem xét xây dựng Roadmap cho phát triển “nền kinh tế hydro” tại Việt Nam.

5. Kết luận

Công nghệ sản xuất hydro từ điện phân nước đã được thương mại hóa và triển khai ở nhiều nơi trên thế giới. Chi phí sản xuất H₂ bằng phương pháp này có thể cạnh tranh với phương pháp truyền thống (reforming hơi nước khí tự nhiên) nếu có thể giảm được chi phí đầu tư (capex) và giảm giá thành điện đầu vào. Nhờ những cải tiến về kỹ thuật, chi phí sản xuất bằng công nghệ PEM và Alkaline ngày càng trở nên cạnh tranh hơn trong khi các chi phí đầu tư cho cơ sở hạ tầng cũng được dự báo sẽ giảm đáng kể (từ 50 – 80%).

Sự phát triển của sản xuất điện từ năng lượng tái tạo thậm chí còn có thể dẫn đến giá điện âm. Điều này tạo điều kiện thuận lợi cho giải pháp sản xuất H₂ từ điện, để giúp cân bằng hệ thống điện lưới, tận dụng các thời điểm giá điện thấp (thấp điểm). Tuy nhiên, công nghệ điện phân nước biến hiện vẫn chưa thương mại hóa do khó khăn về kỹ thuật và chi phí rất cao. Các nghiên cứu xoay quanh vấn đề này nhằm giải quyết các vấn đề kỹ thuật và giảm chi phí vẫn đang được triển khai.

Đối với trường hợp của Nhà máy đạm Cà Mau, việc đầu tư sản xuất hydro từ điện phân nước để tăng công suất của nhà máy, hay từng bước bổ sung nguồn khí thiếu hụt trong tương lai xem xét, tính toán cụ thể hiệu quả kinh tế mang lại, trên cơ sở đặc thù giá khí và điều kiện tự nhiên của khu vực.

Như vậy, việc tìm hiểu và áp dụng các công nghệ mới trong sản xuất hydro không chỉ giúp tối ưu hóa quá trình sản xuất mà còn góp phần vào việc bảo vệ môi trường và phát triển bền vững.

Tài liệu tham khảo

1. Osman, A.I.; Mehta, N.; Elgarahy, A.M.; Hefny, M.; Al-Hinai, A.; Al-Muhtaseb, A.H.; Rooney, D.W. Hydrogen Production, Storage, Utilisation and Environmental Impacts: A Review. *Environ Chem Lett* **2022**, *20*, 153–188, doi:10.1007/s10311-021-01322-8.
2. Dawood, F. Hydrogen Production for Energy: An Overview. *International Journal of Hydrogen Energy* **2020**, *45*, 3847–3869, doi:10.1016/j.ijhydene.2019.12.059.
3. Bastien, J.; Handler, C. Hydrogen Production from Renewable Energy Sources. In Proceedings of the 2006 IEEE EIC Climate Change Conference; May 2006; pp. 1–9.
4. Singh, H.; Li, C.; Cheng, P.; Wang, X.; Liu, Q. A Critical Review of Technologies, Costs, and Projects for Production of Carbon-Neutral Liquid e-Fuels from Hydrogen and Captured CO₂. *Energy Advances* **2022**, *1*, 580–605, doi:10.1039/D2YA00173J.
5. ETTY, T.; Heyvaert, V.; Carlarne, C.; Huber, B.; Peel, J.; Zeven, J. van Energy Transition in a Transnational World. *Transnational Environmental Law* **2021**, *10*, 197–204, doi:10.1017/S2047102521000224.
6. Boudellal, M. *Power-to-Gas: Renewable Hydrogen Economy for the Energy Transition*; Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2023; ISBN 978-3-11-078200-4.
7. Abe, J.O.; Popoola, A.P.I.; Ajenifuja, E.; Popoola, O.M. Hydrogen Energy, Economy and Storage: Review and Recommendation. *International Journal of Hydrogen Energy* **2019**, *44*, 15072–15086, doi:10.1016/j.ijhydene.2019.04.068.
8. Coal in Net Zero Transitions – Analysis Available online: <https://www.iea.org/reports/coal-in-net-zero-transitions> (accessed on 24 November 2023).
9. Phasing out Coal – World Energy Outlook 2021 – Analysis Available online: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021/phasing-out-coal> (accessed on 24 November 2023).
10. Olawuyi, D.S. The Role of Natural Gas in a Just and Equitable Energy Transition. In *The Palgrave Handbook of Natural Gas and Global Energy Transitions*; Olawuyi, D.S., Pereira, E.G., Eds.; Springer International Publishing: Cham, 2022; pp. 73–95 ISBN 978-3-030-91566-7.
11. Kabeyi, M.J.B.; Olanrewaju, O.A. Sustainable Energy Transition for Renewable and Low Carbon Grid Electricity Generation and Supply. *Frontiers in Energy Research* **2022**, *9*.
12. Bose, B.K. Global Warming: Energy, Environmental Pollution, and the Impact of Power Electronics. *IEEE Industrial Electronics Magazine* **2010**, *4*, 6–17, doi:10.1109/MIE.2010.935860.
13. Livaniou, S.; Papadopoulos, G.A. Liquefied Natural Gas (LNG) as a Transitional Choice Replacing Marine Conventional Fuels (Heavy Fuel Oil/Marine Diesel Oil), towards the Era of Decarbonisation. *Sustainability* **2022**, *14*, 16364, doi:10.3390/su142416364.
14. World Energy Outlook 2020 – Analysis Available online: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020> (accessed on 24 November 2023).
15. Net Zero by 2050 – Analysis Available online: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050> (accessed on 24 November 2023).
16. The Role of Hydrogen and Fuel Cells in the Global Energy System - Energy & Environmental Science (RSC Publishing) Available online: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2019/ee/c8ee01157e> (accessed on 24 November 2023).
17. Araújo, O.Q.F.; de Medeiros, J.L. Hydrogen in the Energy Transition: Some Roles, Issues, and Questions. *Clean Techn Environ Policy* **2023**, *25*, 2071–2073, doi:10.1007/s10098-023-02593-1.
18. Nguyen, H.L. Potential Market and Impact of Clean Hydrogen Development to 2050 in Vietnam. *Petrovietnam Journal* **2021**, *12*, 40–47, doi:10.47800/PVJ.2021.12-04.
19. Vidas, L.; Castro, R. Recent Developments on Hydrogen Production Technologies: State-of-the-Art Review with a Focus on Green-Electrolysis. *Applied Sciences* **2021**, *11*, 11363, doi:10.3390/app112311363.
20. Osman, A.I.; Mehta, N.; Elgarahy, A.M.; Hefny, M.; Al-Hinai, A.; Al-Muhtaseb, A.H.; Rooney, D.W. Hydrogen Production, Storage, Utilisation and Environmental Impacts: A Review. *Environ Chem Lett* **2022**, *20*, 153–188, doi:10.1007/s10311-021-01322-8.

21. Large-Scale Hydrogen Production via Water Electrolysis: A Techno-Economic and Environmental Assessment - Energy & Environmental Science (RSC Publishing) Available online: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2022/ee/d2ee01023b> (accessed on 24 November 2023).
22. Nikolov, K.; Streblau, M. Hydrogen Production Technologies – A Comparative Overview and Future Developments. In Proceedings of the 2022 22nd International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies (SIELA); June 2022; pp. 1–6.
23. A Comparative Technoeconomic Analysis of Renewable Hydrogen Production Using Solar Energy - Energy & Environmental Science (RSC Publishing) Available online: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/ee/c5ee02573g> (accessed on 27 November 2023).
24. Assessment of Hydrogen Production Costs from Electrolysis: United States and Europe. *International Council on Clean Transportation*.
25. Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5C Climate Goal.
26. ENEL OPERATES WORLD'S FIRST "PLUG AND PLAY" MICRO-GRID POWERED BY SOLAR PV AND HYDROGEN-BASED STORAGE IN CHILE Available online: <https://www.enel.com/media/explore/search-press-releases/press/2017/05/enel-operates-worlds-first-plug-and-play-micro-grid-powered-by-solar-pv-and-hydrogen-based-storage-in-chile> (accessed on 8 January 2024).

ABSTRACT

Hydro - A Clean Energy Solution for the Future and Potential for Production from Renewable Energy Sources in Vietnam: A Study with the Case of the Ca Mau Fertilizer Plant

Ha-Son NGO*

Faculty of Petroleum and Energy, Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam

Hydro is becoming an important factor in the global energy transition trend. With the ability to provide energy without generating greenhouse gas emissions, hydro can play a key role in reducing dependence on fossil fuels. Especially, the production of hydro from renewable energy sources - such as wind and solar power - is opening up new opportunities for sustainable development. Current technology allows us to convert renewable energy into hydro through water electrolysis, creating a clean energy source that can be stored and transported. However, there are still many challenges to be addressed, including reducing production costs and developing distribution infrastructure. Nevertheless, with recent technological advances, hydro from renewable energy sources is becoming an increasingly attractive possibility in the near future.

Keywords: hydro, energy transition, water electrolysis, sustainable development, hydro production technology.

* Corresponding author

E - mail: ngohason@humg.edu.vn

Nghiên cứu khả năng sử dụng bơm ly tâm điện ngầm trong khai thác dầu tại mỏ Nam rồng - Đồi mồi

Lê Đức Vinh^{1,*}, Nguyễn Quốc Dũng², Ngô Tuấn Nam³, Nguyễn Mai Hà¹,
Nguyễn Đức Huy¹

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội

² Liên doanh Dầu khí Việt - Nga Vietsovpetro

³ Công ty CP phân bón dầu khí Cà Mau

Tóm tắt

Độ ngập nước của các giếng ở mỏ Nam Rồng - Đồi Mồi ngày càng tăng, hiệu quả khai thác bằng phương pháp gaslift và lưu lượng của giếng ngày càng giảm, đòi hỏi phải có sự điều chỉnh, thay đổi phương pháp khai thác phù hợp với điều kiện mới. Trên cơ sở đánh giá tiềm năng của mỏ, nhóm nghiên cứu đã lựa chọn 2 giếng thử nghiệm là 2X-RCDM và 422/RC-4. Kết quả đo trên thực tế và khớp số liệu với phần mềm chuyên dụng cho thấy việc trang bị bơm ly tâm điện ngầm đã gia tăng đáng kể lưu lượng dầu và chất lưu. Giếng 2X-RCDM gia tăng 143 m³/ng.đ chất lỏng, trong đó có 16,3 t/ng.đ dầu, giếng 422-RCDM gia tăng 199 m³/ng.đ chất lỏng, trong đó có 90,9 t/ng.đ dầu. Với các mỏ có điều kiện tương tự, có thể sử dụng tổ hợp bơm ly tâm điện ngầm phù hợp với điều kiện của vỉa và giếng để khai thác dầu một cách có hiệu quả.

Từ khóa: Bơm ly tâm điện ngầm, Giếng ngập nước, Mỏ Nam Rồng - Đồi Mồi.

1. Mở đầu

Mỏ Nam Rồng - Đồi Mồi nằm sát kề mỏ Bạch Hổ và Rồng thuộc lô 09-1 của Liên Doanh Việt - Nga Vietsovpetro, là mỏ dầu hợp nhất, có cấu tạo phức tạp nên thiết kế khai thác phải có một hoạch định kinh tế - kỹ thuật riêng biệt mới có thể nâng cao hiệu quả phát triển mỏ.

Cuối năm 2012, mỏ Nam Rồng - Đồi Mồi bắt đầu được đưa vào khai thác, và để có được sản lượng ổn định, nhà điều hành đã không ngừng áp dụng nhiều giải pháp kỹ thuật công nghệ như: xử lý vùng cận đáy giếng, xử lý lắng đọng paraffin trong thành giếng, hoàn thiện công nghệ thu gom dầu, áp dụng phương pháp khai thác gaslift, tối ưu hoá chế độ giếng, duy trì áp suất vỉa bằng bơm ép...

Tuy nhiên, đến nay độ ngập nước của các giếng tăng lên, hiệu quả khai thác bằng phương pháp gaslift và lưu lượng của giếng ngày càng giảm.

- Giảm lưu lượng khí khai thác đồng hành;
- Tăng tỷ trọng của hỗn hợp chất lưu;
- Giảm hiệu quả khai thác bằng gaslift, độ sâu điểm bơm ép khí sẽ bị hạn chế do công suất của hệ thống khí nén gaslift;
- Tăng nguy cơ hình thành nhũ tương dầu-nước bền với độ nhớt cao làm tăng tổn hao áp suất dọc thân giếng.

Các yếu tố trên dẫn đến gia tăng áp suất đáy, giảm hiệu quả khai thác bằng phương pháp gaslift và lưu lượng của giếng.

Khi chuyển giếng sang khai thác bằng bơm ly tâm điện ngầm sẽ cho phép hạ áp suất đáy giếng, tăng cường chênh áp lên vỉa và tăng lưu lượng khai thác. Từ đó, cho phép khai thác giếng một cách tối ưu, đáp ứng yêu cầu về công nghệ mỏ.

Các giếng được lựa chọn để thử nghiệm khai thác dầu bằng bơm ly tâm điện ngầm dựa trên cơ sở các yếu tố sau:

- Ống chống khai thác có kích thước lớn và góc nghiêng không quá lớn để đảm bảo thả được bơm vào trong giếng;

* Tác giả liên hệ

E-mail: leducvinh@humg.com.vn

- Chất lưu khai thác có tỷ suất khí dầu và áp suất bão hòa ở mức thấp để sự ảnh hưởng của khí tự do tới hoạt động của bơm ở mức thấp;
- Có nguồn điện cung cấp cho bơm ly tâm điện ngầm hoạt động lấy từ hệ thống lưới điện trung tâm.

2. Các dữ liệu đầu vào, thiết kế bơm ly tâm điện ngầm và sơ đồ thiết bị lòng giếng cho các giếng thử nghiệm

Giếng 2X-RCDM và 422/RC4 được lựa chọn thử nghiệm bơm ly tâm điện ngầm trên cơ sở các yếu tố sau:

- Mức tăng lưu lượng tính toán tốt sau khi chuyển sang khai thác sử dụng bơm điện ly tâm ngầm;
- Ống chống khai thác có kích thước lớn (9 5/8" & 9 5/8"x7") với góc nghiêng không quá lớn đảm bảo thả được bơm với kích thước theo thiết kế;
- Giếng có tỷ suất khí dầu và áp suất bão hòa ở mức thấp nên ảnh hưởng của khí tự do tới hoạt động của bơm ở mức thấp;
- Hạn chế của công suất điện của hệ thống lưới điện trung tâm, dẫn đến số lượng giếng thử nghiệm áp dụng bị giới hạn.

Do cùng lưu lượng thiết kế và thông số làm việc tương đồng, các thiết bị chính của bơm ly tâm điện ngầm cho 2 giếng thử nghiệm 2X và 422 được lựa chọn tương tự nhau.

Bảng 1. Lựa chọn giếng tiềm năng để trang bị bơm ly tâm điện ngầm.

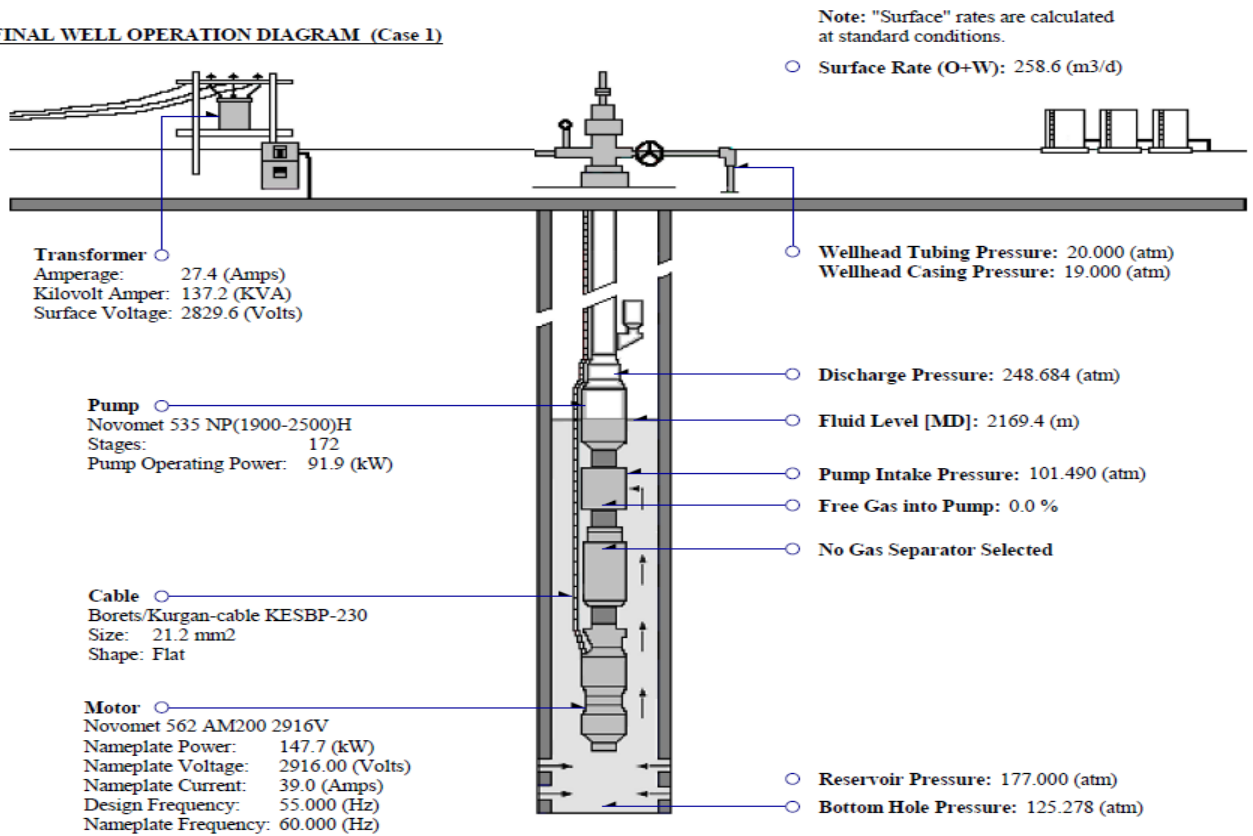
STT	Giếng	Gian	Via sản phẩm	Số liệu khảo sát giếng				Kết quả matching mô hình			Chế độ khai thác bằng gaslift			Tính toán tiềm năng khí đưa vào khai thác bằng bơm điện chìm							Lưu lượng thiết kế cho bơm													
				Pv	Pa	P1	Ti trong dầu	Pv	Pa	P1	Qcl	% water cut	Qd	Vgaslift	Qcl	% water cut	Qd	Pđáy	Pintake	Cột áp	Giá tăng lưu lượng		Qcl	% water cut	Qd	Giá tăng lưu lượng		Phần của VSP						
				atm	atm	m ³ /ng.d ^{atm}	m ³ /m ³	atm	atm	m ³ /ng.d ^{atm}	m ³ /ng.d	t/ng.d	ng.m ³ /ng.d	m ³ /ng.d	t/ng.d	atm	atm	m	Chất lưu (m ³ /ng.d)	dầu (t/ng.d)	m ³ /ng.d	t/ng.d	Qd	Chất lưu (m ³ /ng.d)	dầu (t/ng.d)	Chất lưu (m ³ /ng.d)	dầu (t/ng.d)							
1	25	RC-4	Φ	275	231	2.7	0.833	276	231	5.1	226	88	22	35000	887	88	86	102	59	2884	662	64												
2	422	RC-4	Φ	163	157	10.2	0.83	163	157	11.5	70	35	38	35000	967	35	525	79	31	2888	897	487	252	70	63	182	25	91	13					
3	424	RC-4	Φ	240	235	49.0	0.833	240	235	10	303	82	45	40000	1701	82	251	70	29	3154	1398	206												
4	20	RC-4	Φ	248	145	0.4	0.833	249	150	0.6	60	26	37	25000	127	26	78	38	26	3457	67	41												
5	421B	RC-4	Φ	224	200	2.7	0.833	220	195	3.5	88	67	24	25000	493	67	135	79	31	3188	405	111												
6	426	RC-4	Φ	177	163	2.0	0.833	174	149	1.1	27	60	9	25000	80	60	26	100	30	2814	52	17												
7	425	RC-4	Φ	233	108	0.3	0.833	228	113	0.4	46	29	27	25000	68	29	40	58	30	3107	22	13												
8	423	RC-4	BO											27000																				
1	3X	RCDM	Φ	126	86	1.13	0.86	126.1	85.8	1.1	44	7	35	35	0	88	7	70	45	42	2670	44	35											
2	406	RCDM	Φ	200	173	2.8	0.86	201	175	1.8	47	63	15	25000	259	63	83	72	31	3251	212	68												
3	2X	RCDM	Φ	192	191	52.6	0.86	-	-	10	97	63	31	25000	956	63	307	96	75	1966	859	276	250	63	80	153	49	77	25					
4	404B	RCDM	Φ	195	122	1.5	0.86	197	136.2	1.1	67	8	53	30000	279	8	221	50	29	2927	212	169												
5	407	RCDM	Φ	187	157	3	0.86	187.4	157.3	2	60	63	19	29000	302	63	95	72	29	2798	242	76												
6	409	RCDM	Φ	162	90	0.8	0.86	160	91	0.5	34	8	27	20000	82	8	65	58	29	2876	48	38												
7	408	RCDM	Φ	214	203	13	0.86	213.6	202.8	13.3	144	50	62	30000	1034	50	445	86	29	774	890	383												
8	410	RCDM	Φ	255	242	9.9	0.86	-	-	5.8	115	66	34	30000	850	66	251	108	44	1717	735	217	250	66	74	135	40	67	20					
9	405	RCDM	Φ	156	78	0.3	0.86				16	15	12	18000																				

2.1. Với giếng 2X-RCDM

Dựa trên dữ liệu về địa chất - kỹ thuật được cung cấp, đã tiến hành lựa chọn và thiết kế hệ thống bơm ly tâm điện ngầm (Hình 1).

Sơ đồ thiết bị lòng giếng cho giếng 2X-RCDM có trang bị các van gaslift, để dự phòng vận hành khai thác giếng bằng các phương pháp gaslift, trong trường hợp bơm ly tâm điện ngầm bị hỏng (Hình 2).

FINAL WELL OPERATION DIAGRAM (Case 1)



Hình 1. Hệ thống bơm ly tâm điện ngầm giếng 2X-RCDM.

WELL 2X/RC-DM

Rotor WEST ARIEL

Date: 02.11.2020

Wellhead & X'Mas Tree: IKS 100/80-350

No	Mandrel		Gaslift valve			TVD, m
	MD, m	Type of Mandrel	Tubing	Pto, barg	Port size inch	
1	765	2 7/8"	73mm	85.7	1/4"	765
2	1396	2 7/8"	73mm	84.2	1/4"	1396
3	1849	2 7/8"	73mm	82.8	1/4"	1849
4	2147	2 7/8"	73mm	Orifice	1/4"	2147
5	2400	2 7/8"	73mm	Dummy		2400
6	2500	2 7/8"	73mm	For chemical injection		2500

NOTE:

Pto: test rack open pressure at 16°C and 0.1 MPa

Pump series: NP(1900-2500) H CMP AR2 CR1 I14 (172stages)

Pump power consumption: 78.154 kWt

Fluid rate: 250 m3/day

Visa:

Signed by: Phạm Đại Nhân
Date: 03/11/2020 16:23:33
Certified by: Vietsovpetro
Certification Authority

Signed by: Гурменко Евгений
Haxo:asax
Date: 04/11/2020 16:52:48
Certified by: Vietsovpetro
Certification Authority

Depth from Rotor table, m		ID (mm/inch)	OD (mm/inch)
20.69	Tubing hanger		
	Crossover Sub		
	Casing 194mm x 10.92mm(0-3384m)		
	Tubing 73mm	62/2.441	73/2.875
	Mandrel	62/2.441	114.3/4.5
	Injection line 3/8"		
	Mandrel for chemical injection	59.6/2.347	120.65/4.75
2500	Downhole cable		
	Bleeder valve		93/3.66
	Check valve		92/3.62
3140	Pump		136/5.35
	Intake Gas Separator		136/5.35
	Protector		136/5.35
	Motor		143/5.62
	Sensor		103/4.06
3159			
3384	Casing 178mm x 10.36mm (3384-3444m)		
3444	Casing 245mm x 11.99mm(3444-3493m)		
3493	Open Hole O215.9mm (3493-4144m)		
4144			

Hình 2. Sơ đồ thiết bị lòng giếng của giếng 2X- RCDM.

Trước khi vận hành kết quả kiểm tra cho thấy, độ chính xác cao khi đo lưu lượng bằng đồng hồ đo Micromotion Coriolis gắn trên bình V-400, không phát hiện được rò rỉ ở van nhánh của hệ thống công nghệ, cây thông khai thác, ống khai thác, và chiều quay của bơm ly tâm điện ngầm giếng 2X-RCDM là chính xác.

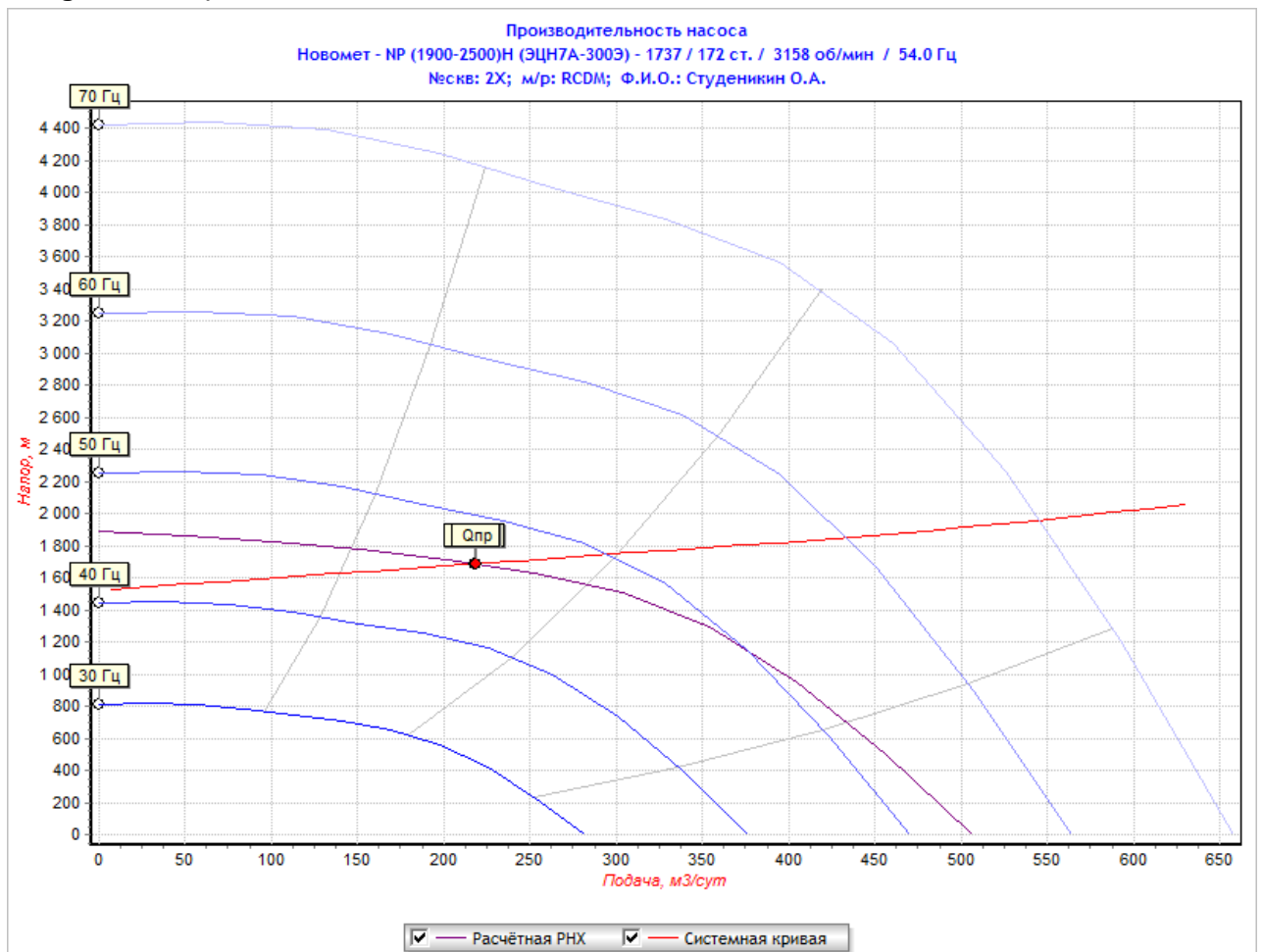
Bảng 2. Các thông số khai thác trước khi lắp bơm ly tâm điện ngầm, thông số thiết kế của bơm và thực tế sau khi đưa bơm vào làm việc.

Thông số giếng trước ESP				Thông số thiết kế ESP			Thông số làm việc hiện tại			Gia tăng		
ΔQ_l , m ³ /ng.đ	Qd, t/ng.đ	H ₂ O, %	V _{gl} , ng. m ³ /ng.đ	Q _l , m ³ /ng.đ	Qd, t/ng.đ	H ₂ O, %	Q _l , m ³ /ng.đ	Qd, t/ng.đ	H ₂ O, %	ΔQ_l , m ³ /ng.đ	ΔQ_d , t/ng.đ	ΔH_{2O} , %
61	17	68	43	254	64.1	75	204	33.3	81	143	16.3	13

Bảng 3. Các thông số làm việc thực tế của giếng 2X-RCDM.

Thời gian	Điện áp vào (V)	Mức thủy động (m)	P _m atm	P _{nc} atm	P _{line} , atm	I, A	Tải động cơ, %	Tần số, Hz	P hút, atm	Nhiệt độ động cơ, °C	Cột áp, (m)	Q _l m ³ /ng.đ	H ₂ O %	Qd, t/ng.đ	P dây atm	Điện trở cách điện của cáp, kOM	Công suất tiêu thụ, KW/ng.đ	Công suất tiêu thụ toàn phần, KW/ng.đ	Q _d m ³	Nhiệt độ miệng, °C	Tổng chất lưu khai thác m ³
0:00	399	1794	13.5	13.0	13.3	33.7	88.0	54	147.3	146	1585.9	205.6	81	33.5	293.2	9999	133.7	163.7	206	89.6	9626
1:00	402	1794	13.2	13.0	13.0	33.6	87.8	54	147.3	146	1579.3	205.6	81	33.5	292.6	9999	134	164.3	206	89.6	9635
2:00	403	1794	13.8	13.0	13.2	33.6	87.8	54	147.3	146	1585.9	205.6	81	33.5	293.2	9999	133	162	206	89.7	9643
3:00	398	1796	13.8	13.2	13.6	33.6	87.5	54	147.3	146	1594.6	205.6	81	33.5	294.0	9999	134	163	204	89.6	9652
4:00	402	1794	13.9	13.0	13.7	33.6	88.0	54	147.3	146	1591.3	205.6	81	33.5	293.7	9999	134	164	207	89.6	9661
5:00	401	1794	13.9	13.0	13.7	33.7	88.0	54	147.3	146	1592.4	205.6	81	33.5	293.8	9999	134	164	206	89.6	9669
6:00	394	1794	13.0	13.0	12.8	33.8	88.4	54	147.3	146	1575.0	205.6	81	33.5	292.2	9999	134	164	206	89.6	9678
7:00	401	1792.5	13.0	12.9	12.8	33.7	87.6	54	147.3	146	1583.7	202.3	81	33.0	293	9999	134.6	164.6	203	89.7	9686
8:00	400	1793.5	14.2	13.0	14.0	33.6	87.8	54	147.3	146	1594.6	202.3	81	33.0	294	9999	134	164	201	89.6	9695

Khớp các thông số làm việc thực tế của giếng với kết quả tính toán trên mô hình phần mềm chuyên dụng (phần mềm MBal của VNIIneft) đã cho kết quả tương đồng. Lưu lượng hiện tại nằm trong dải làm việc của bơm.



Hình 3. Điểm làm việc của bơm ngầm giếng 2X-RCDM theo kết quả tính toán trên mô hình.

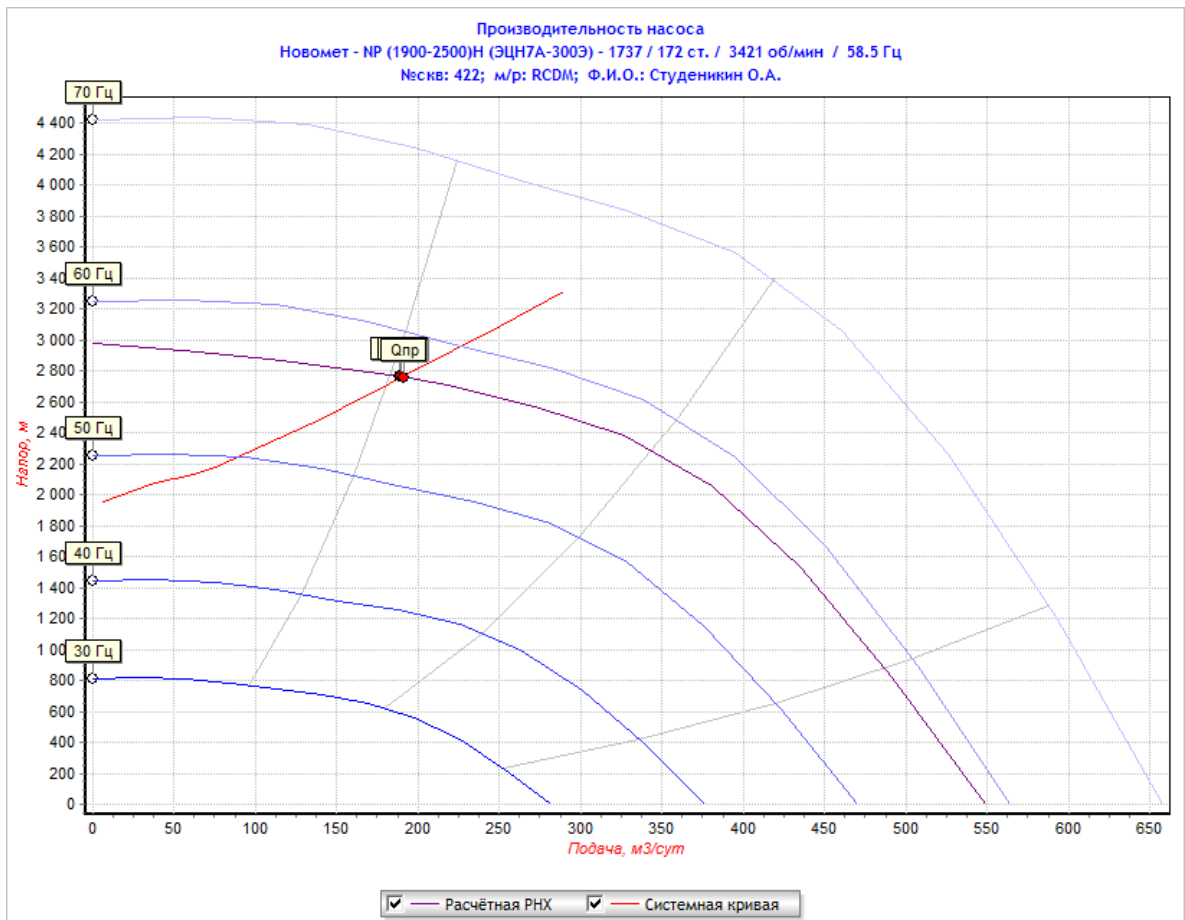
2.2. Với giếng 422/RC-4

Tiến hành tương tự như giếng 2X-RCDM, ta có:

Bảng 4. Các thông số khai thác trước khi lắp bơm ly tâm điện ngầm, thông số thiết kế của bơm và thực tế sau khi đưa bơm vào làm việc.

Thông số giếng trước ESP				Thông số thiết kế ESP			Thông số làm việc hiện tại			Gia tăng		
Ql, m ³ /ng.đ	Qđ, t/ng.đ	H ₂ O, %	Vgl, ng. m ³ /ng.đ	Ql, m ³ /ng.đ	Qđ, t/ng.đ	H ₂ O, %	Ql, m ³ /ng.đ	Qđ, t/ng.đ	H ₂ O, %	ΔQl, m ³ /ng.đ	ΔQđ, t/ng.đ	ΔH ₂ O, %
52	28	32	35	257	85.7	60	251	118.9	45	199	90.9	13

Tiến hành khớp các thông số làm việc thực tế của giếng với kết quả tính toán trên mô hình phần mềm chuyên dụng cũng đã cho kết quả tương đồng.



Hình 4. Điểm làm việc của bơm theo kết quả tính toán trên mô hình.

3. Phân tích hiệu quả của việc sử dụng bơm ly tâm điện ngầm

Kết quả của việc trang bị bơm ly tâm điện ngầm cho giếng khai thác đã gia tăng lưu lượng chất lưu thêm 143 m³/ng.đ (với giếng 2X-RCDM), 199 m³/ng.đ (với giếng 422/RC-4), lưu lượng dầu thêm 16,3 t/ng.đ (với giếng 2X-RCDM), 90,9 t/ng.đ (với giếng 422/RC-4), sau khi đưa giếng vào làm việc.

Trong quá trình làm việc, có sự giảm dần lưu lượng chất lỏng, kèm theo giảm áp suất ở đầu vào của bơm, giếng hoạt động không ổn định do không đủ lưu lượng từ vỉa.

Trong quá trình khai thác, độ ngập nước giảm dần. Các mẫu hàng tháng được lấy và tiến hành phân tích 6 thành phần, dựa trên kết quả của các mẫu, có thể thấy độ khoáng hóa giảm dần.

Ngoài ra, do bơm ly tâm điện ngầm hoạt động ở bên trái của dải làm việc tối ưu đã gây ra sự tăng nhiệt độ của cuộn dây động cơ điện ngầm và sự giảm tải hiện tại, kèm theo các xung mạnh.

Để thiết bị hoạt động ổn định, có thể tăng tần số dòng điện, dẫn đến tăng cột áp và đảm bảo bơm làm việc trong dải lưu lượng cho phép, hoặc thay thế bằng bơm ly tâm điện ngầm có lưu lượng thấp hơn, phù hợp với điều kiện của giếng.

4. Kết luận

Độ ngập nước trung bình của các giếng khai thác thuộc mỏ Nam Rồng - Đồi Mồi đã tăng cao hơn 60%, dẫn đến gia tăng áp suất đáy, giảm hiệu quả khai thác bằng phương pháp gaslift.

Kết quả đo trên thực tế và khớp số liệu với phần mềm chuyên dụng cho thấy việc trang bị bơm ly tâm điện ngầm đã gia tăng đáng kể lưu lượng dầu và chất lưu. Giếng 2X-RCDM gia tăng 143 m³/ng.đ chất lỏng, trong đó có 16,3 t/ng.đ dầu, giếng 422-RCDM gia tăng 199 m³/ng.đ chất lỏng, trong đó có 90,9 t/ng.đ dầu.

Khi chuyển giếng sang khai thác bằng bơm ly tâm điện ngầm sẽ cho phép hạ áp suất đáy giếng, tăng chênh áp vỉa và tăng lưu lượng khai thác, có tính khoa học và thực tiễn. Từ đó, cho phép khai thác giếng một cách tối ưu, đáp ứng yêu cầu về công nghệ mỏ, đặc biệt là các mỏ có điều kiện tương tự.

Để khai thác dầu bằng bơm ly tâm điện ngầm đạt hiệu quả cao, cần phải lựa chọn tổ hợp thiết bị phù hợp với điều kiện của vỉa và giếng: lưu lượng, độ sâu, nhiệt độ, thành phần chất lưu,...

Tài liệu tham khảo

1. Hoàng Anh Dũng, Trần Văn Bản, Triệu Hùng Trường, Lê Đức Vinh (2016), Thiết bị khai thác dầu khí, NXB Khoa học kỹ thuật.
2. Lê Phước Hảo. Cơ sở khoan và khai thác dầu khí. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh. 2002.
3. Phùng Đình Thực, Dương Danh Lam, Lê Bá Tuấn, Nguyễn Văn Cảnh, (1999), Công nghệ và kỹ thuật khai thác dầu khí, Nhà xuất bản giáo dục.
4. Báo cáo về việc áp dụng thử nghiệm bơm điện ly tâm ngầm tại mỏ Nam Rồng- Đồi Mồi. Liên doanh Việt - Nga "Vietsovetro", 2022

ABSTRACT

Study on the application of electric submersible centrifugal pumps in oil exploitation at Nam rong - Doi moi field

Le Duc Vinh^{1,*}, Nguyen Quoc Dung², Ngo Tuan Nam³, Nguyen Mai Ha¹, Nguyen Duc Huy¹

¹ Hanoi University of Mining and Geology

² Vietnam – Rusia Vietsovetro

³ Petrovietnam Camau fertilizer joint stock company

The flooding of oil wells in Nam Rong - Doi Moi field is increasing, the efficiency of production by gaslift method and the flow of wells is decreasing, requiring adjustments and changes to appropriate exploitation methods. with new conditions. Based on the assessment of the field's potential, 2 test wells were selected, 2X-RCDM and 422/RC-4. Actual measurement results and data matching with specialized software show that equipping a submersible electric centrifugal pump has significantly increased oil and fluid flow. For fields with similar conditions, submersible centrifugal pump combinations suitable for reservoir and well conditions can be used to exploit oil effectively.

Keywords: submersible centrifugal pump, flooded well, Nam Rong-Doi Moi field.

* Corresponding author
E-mail: leducvinh@hmg.com.vn

Đặc điểm quá trình biến đổi thứ sinh đá Cacbonat tuổi Mioxen bể Phú Khánh

Nguyễn Thị Minh Hồng*

Khoa Dầu khí và Năng lượng, Trường Đại học Mở-Địa chất (HUMG), Việt Nam

Tóm tắt

Ở Việt Nam, công tác tìm kiếm thăm dò và khai thác dầu khí ở thềm lục địa cho đến hiện tại chủ yếu tập trung vào 3 đối tượng trầm tích vụn tuổi Oligocen, Miocen và đá móng trước Kainozoi. Trong khi, trầm tích cacbonat cũng là một đối tượng có tiềm năng dầu khí rất lớn ở bể Nam Côn Sơn, bể Tư Chính – Vũng Mây, bể Sông Hồng, bể Phú Khánh hiện chưa có nhiều nghiên cứu, đánh giá. Tại bể Phú Khánh, đá cacbonat được coi là một trong những đối tượng có tiềm năng dầu khí lớn với tính chất chứa tốt đến rất tốt. Tuy nhiên cho đến thời điểm hiện tại do hạn chế về tài liệu địa chấn, địa chất, địa vật lý giếng khoan và mẫu lõi nên vẫn chưa có được các nghiên cứu tỉ mỉ và chi tiết về đặc điểm, chất lượng, tính chất thấm chứa của đá chứa cacbonat ở bể Phú Khánh. Bài viết này đề cập cụ thể đến các quá trình biến đổi sau trầm tích của đá cacbonat, kết quả phân tích mẫu tại các giếng khoan khu vực nghiên cứu và lân cận cho thấy quá trình biến đổi thứ sinh ảnh hưởng lớn đến chất lượng đá chứa cacbonat bao gồm: quá trình, dolomit hóa, quá trình hòa tan và tái kết tinh... để làm sáng tỏ đặc tính tầng chứa (tính chất rỗng, thấm của đá). Cơ sở phân tích các quá trình biến đổi sau trầm tích dựa trên kết quả phân tích mẫu lát mỏng thạch học, phân tích SEM trong khu vực nghiên cứu.

Từ khóa: Cacbonat, Biến đổi thứ sinh, Quá trình dolomit hóa

1. Mở đầu

Ở Việt Nam, công tác tìm kiếm thăm dò và khai thác dầu khí ở thềm lục địa cho đến hiện tại chủ yếu tập trung vào 3 đối tượng trầm tích vụn tuổi Oligocen, Miocen và đá móng trước Kainozoi. Trong khi, trầm tích cacbonat cũng là một đối tượng có tiềm năng dầu khí rất lớn ở bể Nam Côn Sơn, bể Tư Chính – Vũng Mây, bể Sông Hồng, bể Phú Khánh hiện chưa có nhiều nghiên cứu, đánh giá.

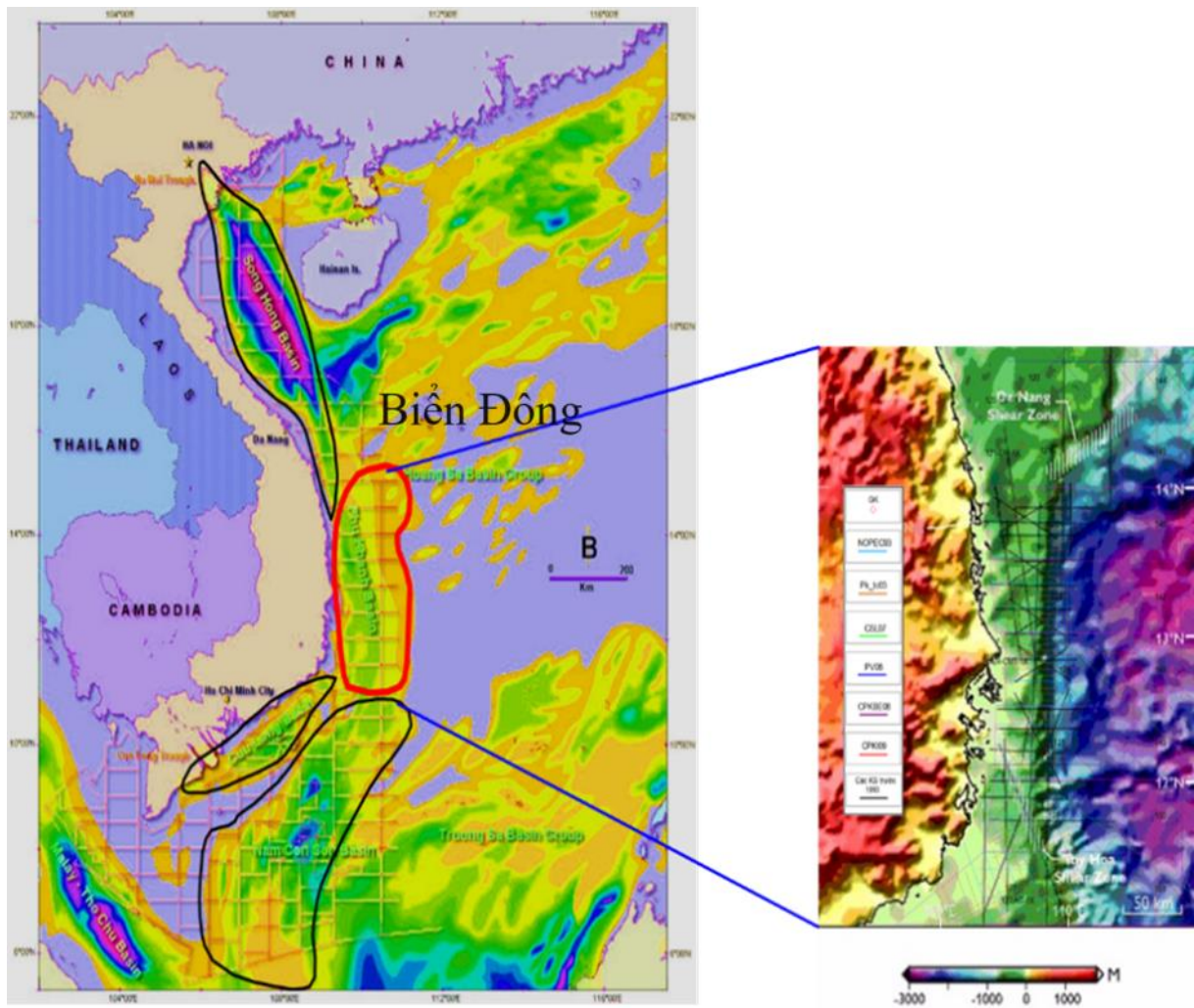
Bể trầm tích Phú Khánh tiếp giáp với vùng bờ biển miền Trung của Việt Nam, kéo dài từ Quảng Ngãi đến Phan Thiết, là vùng nước sâu nên mức độ nghiên cứu về TKTD dầu khí còn hạn chế với số lượng giếng khoan còn ít (3 giếng khoan thăm dò: 124-HT-1X, 124-CMT-1X, 127 NT-1X). Phần lớn diện tích nghiên cứu nằm ở địa hình sườn lục địa và thềm ngoài lục địa, đây là một bể có trầm tích Kainozoi phát triển với bề dày thay đổi từ 4000-10000m (Hình 1). Đối tượng dầu khí cũng đã được phát hiện trong đá chứa cacbonat tuổi Miocen tại giếng khoan 124-CMT-1X. Ở bể Phú Khánh, đá Cacbonat Miocen rất phổ biến, là đá chứa tiềm năng và đã được khẳng định qua phát hiện dầu tại giếng khoan 124-CMT-1X. Các dạng đá cacbonat khác nhau trong bể Phú Khánh như cacbonat khối xây, cacbonate thềm hay các khối san hô ám tiêu đều có tính chất chứa tốt, độ rỗng thay đổi từ 5-20%.

2. Đặc điểm địa chất khu vực

Bể Phú Khánh là bể trầm tích Kainozoi phát triển trên khối cấu trúc bậc II có cùng tên gọi (Nguyễn Hiệp, Nguyễn Văn Đắc, 2000). Phần lớn diện tích nghiên cứu nằm ở địa hình sườn lục địa và thềm ngoài lục địa, đây là một bể có trầm tích Kainozoi phát triển với bề dày thay đổi từ 4000-10000m. Lịch sử phát triển của bể Phú Khánh liên quan phong kiến tạo chung của cả khu vực bao gồm va chạm mảng Ấn Độ vào mảng Á Âu (Eocen-Oligocen) và tách giãn biển Đông (Oligocen-Miocen trung) và trải qua các giai đoạn sau:

* Tác giả liên hệ

E-mail: nguyenthiminhhong@humg.edu.vn



Hình 1. Sơ đồ khu vực nghiên cứu và độ sâu đáy biển

- Pha tách giãn (Eocen (?) – Oligocen- Miocen sớm(?)): Đây là pha kiến tạo chính của bể;
- Pha lún chìm ổn định (Miocen sớm – Miocen muộn): Trong giai đoạn này, quá trình lún chìm khu vực bắt đầu diễn ra. Địa hình nghiêng dần về phía đông. Tốc độ lún chìm trong pha này diễn ra với tốc độ chậm;
- Pha lún chìm nhanh (Miocen muộn – Đệ tứ): Giai đoạn này đáy biển tiếp tục lún chìm về phía đông nhưng với tốc độ cao hơn, thêm vào đó, lượng trầm tích đổ ra cũng dồi dào đã tạo nên bề dày trầm tích Miocen muộn, Pliocen-Đệ tứ khá lớn, đặc biệt tại khu vực dọc theo đứt gãy sụt bậc vẫn được gọi với tên đứt gãy kinh tuyến 109.

Trầm tích Đệ Tam bể Phú Khánh ít được nghiên cứu về địa tầng. Vì vậy, việc phân chia địa tầng, xác định các mặt bất chỉnh hợp... chủ yếu dựa trên kết quả minh giải và liên kết tài liệu địa vật lý với sự phân chia ở các bể Sông Hồng, Cửu Long và Nam Côn Sơn. Kết quả khoan một số giếng ở khu vực này (tập trung ở các đới nâng phía Tây, 124-CMT-1X, 127-NT-1X, 115-A-1X, 112-BT-1X) cho thấy đặc điểm chủ yếu của phân chia địa tầng và lịch sử phát triển trầm tích Đệ Tam của bể Phú Khánh. Do bể Phú Khánh ở vị trí sát phía Nam bể Sông Hồng, phía Bắc bể Cửu Long và bể Nam Côn Sơn nên địa tầng có nhiều nét tương đồng. Trầm tích Kainozoi ở bể Phú Khánh mang những nét đặc trưng cho cho tương trầm tích biển là chủ yếu và nó có nhiều nét tương đồng với những thành tạo trầm tích đã được phát hiện và nghiên cứu tại nâng Tri Tôn, địa hào Quảng Ngãi cũng như ven rìa thềm Phú Khánh. Cột địa tầng tổng hợp khu vực bể Phú Khánh được thể hiện trong Hình 2.

GIỚI	HỆ THỐNG	THẠCH HỌC	MÔ TẢ THẠCH HỌC	MÔI TRƯỜNG TRẦM TÍCH	Các yếu tố kiến tạo chính	
						ĐỆ TỬ
KAINOZOI	NEOGEN	PLIOCEN	Trên	Cát kết xen kẽ sét kết.		Tạo thêm
			Dưới	Cát kết bờ rời xen kẽ sét kết. Cát kết hạt mịn đến thô.	Gần bờ, châu thổ, trầm tích tiền châu thổ, thêm trong <i>Thêm ngoài, sườn nước sâu, quạt bồi tích</i>	
	MIOCEN	Trên	Sét kết xen kẽ các lớp cát kết mỏng. Đá vôi: thuộc phân loại đá bùn và đá vacke.		Lún chìm, mở rộng bề	
		Giữa	Sét kết xen kẽ cát kết. Đá vôi dạng thềm, đá vôi ám tiêu, có màu trắng, trắng xám. Đá núi lửa: xám xanh tối, rất cứng đến rắn chắc	Thêm trong, châu thổ biển, gần bờ. <i>Ngoài thêm, carbonate, quạt bồi tích sườn bề</i>		
	PALEOGEN	OLIGOCEN	Trên	Trầm tích mịn gồm cát và sét xen ít lớp than và tập vật liệu núi lửa. Phía Đông bề có xen ít đá vôi.	Sóng hồ, châu thổ.	Tách giãn muộn
			Dưới	Trầm tích mịn gồm cát và sét xen ít lớp than và tập cuội sạn. Có vật liệu núi lửa.	<i>Sóng hồ, châu thổ, gần bờ.</i> Biển mở, carbonate nền.	
		Eocen Paleocen	Trên	Trầm tích hạt thô, sạn cuội kết ở đáy.	<i>Sóng hồ, châu thổ.</i> Gần bờ, biển nông, cacbonat nền.	Tách giãn sớm
			Dưới	Mỏng bao gồm đá biển chất, đá granit, granodiorit và một ít đá vôi dạng khối.	<i>Lục địa, trầm tích nón phóng vật, sóng hồ.</i> San bằng kiến tạo	
	TRƯỚC KAINOZOI					

Hình 2. Cột địa tầng tổng hợp bể Phú Khánh.

3. Cơ sở tài liệu và Phương pháp nghiên cứu

Dữ liệu sử dụng cho nghiên cứu gồm các tài liệu về địa chất dầu khí khu vực, kết quả phân tích thạch học. Các phân tích thạch học được thực hiện bằng phương pháp phân tích lát mỏng dưới kính hiển vi phân cực, phương pháp kính hiển vi điện tử quét SEM, phương pháp bán định lượng bằng nhiễu xạ tia X (XRD), phân tích CL(cathodoluminescence microscopy), phân tích đồng vị phóng xạ bền (stable isotopic analysis), phân tích bao thể nước FI (fluid inclusion analysis). Phân tích

thạch học lát mỏng bằng kính hiển vi phân cực, mỗi lát mỏng phân tích được xác định các thành phần bằng phương pháp đếm điểm, kết hợp với quan sát mô tả đặc điểm về kiến trúc, cấu trúc trầm tích, các biến đổi thứ sinh, tỷ lệ tương đối và phân loại lỗ rỗng... Phân tích SEM bằng máy JEOL (model JSM-5600LV) để xác định các khoáng vật thứ sinh và xi măng, quan sát hình thái lỗ rỗng, các pha phát triển khoáng vật... ảnh hưởng đến hệ thống rỗng trong đá trầm tích cacbonat.

Nghiên cứu, phân tích lát mỏng thạch học được thực hiện trên 20 mẫu vụn (cutting) đá cacbonat của giếng khoan 123-TH-1X và 124-CMT-1X thuộc khu vực nghiên cứu. Công tác khoan thăm dò tại bể Phú Khánh vẫn còn khá nhiều hạn chế. Cho tới nay chỉ có 5 giếng được khoan trong phạm vi diện tích bể. Để phục vụ công tác nghiên cứu, một số giếng khoan khu vực lân cận (phía Nam bể Sông Hồng) cũng đã được sử dụng (Bảng 1).

Bảng 1. Thống kê tài liệu giếng khoan khu vực bể Phú Khánh và lân cận.

STT	Lô	Tên GK	DST	MDT	Mẫu (Lime+dolomite)
1	118	118-BT-1X	+	-	(lấy mẫu trong clastics)
2		118-CVX-1X	-	-	Core 1568-1586 (Mud+Lime)
3		118-CVX-2X	+	+	Core
4		118-CVX-3X	+	+	1500-1627 (core) 1627-1678 (17 mẫu cutting) (VPI lab)
5		118-CVX-2XST1			1530-1615 (core) 1615-1665 (17 mẫu cutting) (VPI lab)
6	119	119-CH-1X	-	-	1449-1456 (Mud+Lime); 1469-1486 và 1960-1972 (lime)
7	120	120-CS-1X	-	-	Sidewall core 715-1015 và 1127-1275
8	121	121-CM-1X	-	-	Sidewall core 1042-1474 và 1541-2020
9	123	123-TH-1X			2220-2250 & 2265-2445 & 2460-2490 (cutting) 2260 & 2453 (sidewall core)
10	124	124-CMT-1X	-	+	Full cutting; 1475-1468,5 & 2001-2216,4 (sidewall core)
		124-HT-1X	-	-	-
11	127	127-NT-1X			

Có rất nhiều tác giả phân chia đá cacbonat theo cách riêng khác nhau phụ thuộc vào các tiêu chí như: phân chia theo môi trường trầm tích, thành phần vật chất, kích thước hạt, kiến trúc khung xương... như của Folk (1959), Dunham (1962), Embry và Klovan (1971), Wilson (1975).

Phương pháp nghiên cứu dựa trên cơ sở lý thuyết các các nhà nghiên cứu thạch học trầm tích như Dunham (1962) và Folk(1965)

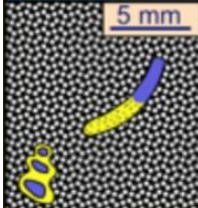
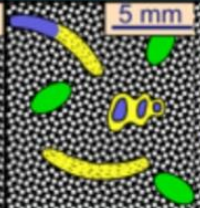

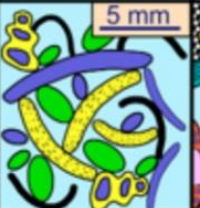
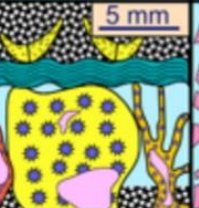
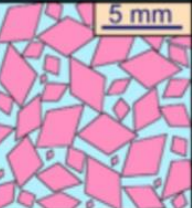
Mô hình phân loại đá cacbonat của Folk, 1959 theo kiến trúc, thành phần vật chất tương đối chi tiết và phức tạp, bao gồm cả kích thước hạt, độ mài tròn, độ chọn lọc và sắp xếp hạt. Cách phân loại của Folk đòi hỏi và phù hợp với các nghiên cứu về thạch học dưới kính hiển vi. Mô hình phân loại của Dunham, 1962 dựa theo kiến trúc tự nhiên của đá, đơn giản hơn và dễ ứng dụng trong thực địa. Theo Dunham, có 4 loại đá cacbonat chính là: mudstone, wackestone, packstone, grainstone, boundstone và crystalline. (Bảng 2 và 3).

Bảng 2. Phân loại đá cacbonat dựa trên thành phần và kiến trúc đá - theo Folk (1959).

VOLUMETRIC ALLOCHEM COMPOSITION		>10% Allochems ALLOCHEMICAL ROCKS (I AND II)		<10% Allochems MICROCRYSTALLINE ROCKS (III)		UNDISTURBED BIOHERM ROCKS (IV)		
		SPARRY ALLOCHEMICAL ROCKS (1)	MICROCRYSTALLINE ALLOCHEMICAL ROCKS (2)	1-10% Allochems	<1% Allo- chems			
<25% Intraclasts	>25% Intra-clasts (i)	Intrasparudite (li:Lr) Intrasparite (li:La)	Intramicrodite (li:Lr) Intramicroite (li:La)	Most Abundant Allochem	Intraclasts: Intraclast-bearing Micrite (lii:Lr or La)	Micrite (lii:Lr); if disturbed, Dismicrite (liiX:Lr); if primary dolomite, Dolomiticrite (lii:D)		
	>25% Oolites (o)	Oosparudite (lo:Lr) Oosparite (lo:La)	Oomicrudite (lo:Lr) Oomicrite (lo:La)				Oolites: Oolite-bearing Micrite (lii:Lr or La)	
	<25% Oolites Volume Ratio of Fossils to Pellets	>3:1 (b)	Biosparudite (lb:Lr) Biosparite (lb:La)				Biomicrudite (lb:Lr) Biomicrite (lb:La)	Fossils: Fossiliferous Micrite (lii:Lr, La, or L1)
		3:1 - 1:3 (bp)	Biopelsparite (libp:La)				Biopelmicrite (libp:La)	Pellets: Pelletiferous Micrite (liip:La)
	<1:3 (p)	Pelsparite (lp:La)	Pelmicrite (lp:La)					

Folk, 1959

Bảng 3. Phân loại đá cacbonat dựa trên thành phần và kiến trúc đá - theo Dunham (1962).

Depositional texture recognizable				Depositional texture not recognizable	
Components not bound together during deposition			Components were bound together during deposition		Crystalline
Contains carbonate mud (clay / fine silt)		Grain supported	Lacks mud and is grain supported	Boundstone	
Mud supported	Less than 10% grains				
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	
					

4. Kết quả nghiên cứu

Nghiên cứu, phân tích mới lát mỏng thạch học được thực hiện trên 20 mẫu vụn (cutting) đá cacbonat của giếng khoan 123-TH-1X và 124-CMT-1X thuộc khu vực nghiên cứu.

Kết quả phân tích cho thấy, phần lớn các mẫu là mẫu wackestone, có 1 mẫu là packstone (Bảng 4, 5).

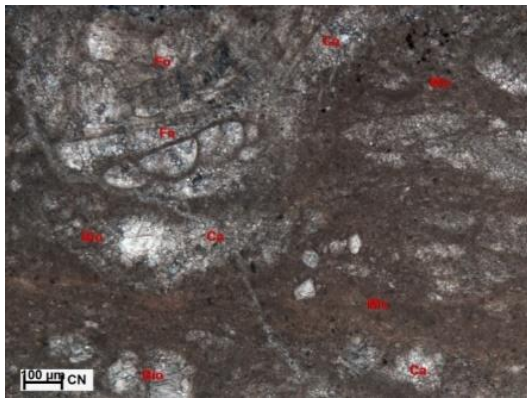
Bảng 4. Kết quả mẫu phân tích gk 123-TH-1X

No	Khoan	Số hiệu mẫu	Độ sâu (m)	Phân loại đá	Vụn lục nguyên			Skeletal (sinh vật)				Non-Skeletal			Matrix		Xi măng & KVTS			Độ rỗng				
					Quartz	Feldspar	Các mảnh khác	Algae	Foraminifera	Coral	Echinoderma	Không xác định	Peloids	Intraclasts	Ooids	Khoáng vật sét	Vật chất hữu cơ	Micrite calcite	Micrite dolomite	Calcite	Dolomite	Khoáng vật quặng	Intercrystals	Interpartical
13	123- TH - 1X	DT-22	2330-2335	Wackestone				10.7	1.0			17.3					52.0		12.0	6.0	0.3			0.7
14		DT-23	2335-2340	Wackestone				10.0		7.3		15.3					46.3		10.7	9.0		0.4		1.0
15		DT-27	2375-2380	Wackestone				16.3	2.0			16.0					42.0		11.7	10.3	0.7	0.7		0.3
16		DT-28	2390-2395	Wackestone				13.7				12.0		7.7			49.0		10.3	6.3	0.3			0.7
17		DT-31	2430-2435	Wackestone				2.0				6.7					63.0	7.3	9.3	10.7	0.3			0.7
18		DT-32	2435-2440	Wackestone				8.3	1.3	4.3		8.3					52.3	4.0	6.7	13.7	0.7			0.4
19		DT-33	2450-2455	Wackestone		2.3		10.3		4.3		9.3					42.8	2.3	6.3	20.0	0.7	1.0		0.7
20		DT-34	2460-2465	Wackestone		13.7		3.3				4.0					55.3	8.0	7.0	8.7				vết

Bảng 5. Kết quả mẫu phân tích gk CMT-1X.

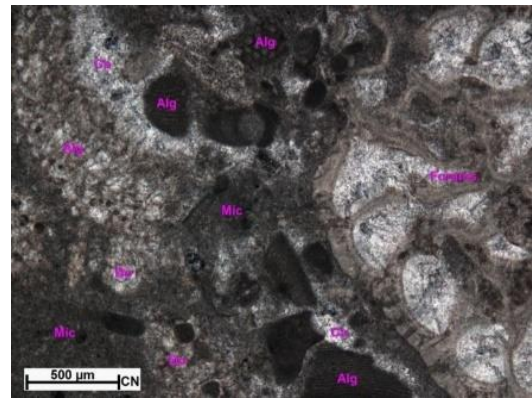
No	Khoan	Số hiệu mẫu	Độ sâu (m)	Phân loại đá	Vụn lục nguyên			Skeletal (sinh vật)				Non-Skeletal			Matrix		Xi măng & KVTS			Độ rỗng						
					Quartz	Feldspar	Các mảnh khác	Algae	Foraminifera	Coral	Echinoderma	Không xác định	Peloids	Intraclasts	Ooids	Khoáng vật sét	Vật chất hữu cơ	Micrite calcite	Micrite dolomite	Calcite	Dolomite	Khoáng vật quặng	Intercrystals	Interpartical	Micro-vug	Micro-fracture
1	124 - CMT - 1X	DT-03	1645-1650	Wackestone	0.7			8.7	2.7	1.0	0.3	19.0					Vết	56.3		5.3	1.3	0.7	0.3	3.7	Vết	
2		DT-04	1685-1690	Wackestone	1.0			2.3	5.3	0.7		17.3	3.7			2.0		57.3		6.7	2.0	vết		1.7	vết	
3		DT-06	1770-1775	Wackestone								10.3	3.3					vết	73.3	2.0	5.7	4.7	vết		0.7	
4		DT-07	1780-1785	Wackestone	Vết			6.0	3.0			15.5							51.3	6.3	7.0	9.3	0.3	vết	1.3	
5		DT-08	1965-1970	Packstone	Vết			3.7				9.7	5.7	34.3					32.3	1.3	9.0	0.3	2.7		1.0	
6		DT-09	2025-2030	Wackestone	3.0			9.7		1.3		10.0		5.0				25.0	29.3	5.7	8.7	1.3	0.7		0.3	
7		DT-09	2080-2085	Wackestone	2.3			2.0	1.7			10.3	1.0	29.3					22.7	14.3	5.0	7.7	0.7	3.0		
8		DT-10	2100-2105	Wackestone	4.0		0.7	3.0	2.3			15.0		4.7				0.3	40.3	10.0	8.3	9.3	1.0	0.7		0.4

Thành phần mảnh vụn: bao gồm các mảnh vụn có nguồn gốc lục nguyên (chủ yếu là thạch anh), các khung xương sinh vật (skeletal), các thành phần mảnh vụn không phải khung xương sinh vật (mảnh intraclasts, peloids...). Lượng các khung xương sinh vật thay đổi từ 8.7% đến 55.7%, với sự đa dạng về kích thước cũng như giống loài. Trong đó thường gặp hơn cả là tảo đỏ, trùng lỗ, san hô, các mẫu đều chứa nhiều hóa đá (từ 8.7% đến 55.7%, TB: 20-35%) gồm: Red algae (Alg), Forams (Fo), Coral và nhiều dạng không xác định khác (hình 3 và 4). Mức độ bảo tồn sinh vật từ trung bình tới kém do hầu hết các buồng và vách ngăn của sinh vật đã bị lấp đầy hoặc thay thế ở mức độ khác nhau bởi tập hợp micrite calcite hoặc tập hợp các tinh thể calcite, dolomite thứ sinh. Các thành phần mảnh vụn không phải khung xương sinh vật chỉ gặp trong một số mẫu phân tích bao gồm các mảnh vụn hình cầu hoặc bán tròn peloids và những mảnh intraclasts. Nguồn gốc của những mảnh intraclast là do tác động phá hủy của sóng tới lớp trầm tích cacbonat nằm ở đáy bể vừa mới trầm tích chưa được gắn kết chắc chắn thành các mảnh nhỏ và những mảnh này được sóng đưa lên tái trầm tích lại trong các lớp trầm tích cacbonat nằm ở phía trên. Sự có mặt của các mảnh vụn intraclast và peloid là minh chứng cho môi trường trầm tích biển có năng lượng sóng rất cao. Mảnh vụn nguồn gốc lục nguyên có thành phần chủ yếu là thạch anh thường gặp với tỉ lệ thấp (<1-3 %), ngoại trừ mẫu ở độ sâu 2460-2465m (giếng 123-TH-1X) có hàm lượng cao (13.7%). Điều này chứng tỏ đôi lúc các dòng vật liệu được đưa đến từ lục địa cũng ảnh hưởng đáng kể tới quá trình hình thành cacbonat ở khi vực này.



Các mẫu đều chứa nhiều hóa đá (từ 8.7% đến 55.7%, TB: 20-35%) gồm: Red algae (Alg), Forams (Fo), Coral và nhiều dạng không xác định khác

Hình 3. Thành phần mảnh vụn mẫu đá Wackstone giếng khoan 124-CMT-1X, 1685-1690m

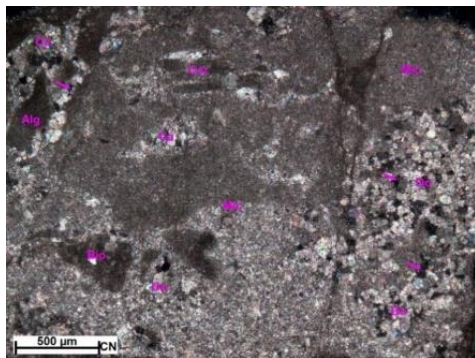


Hình 4. Thành phần mảnh vụn mẫu đá Packstone, giếng khoan 123-TH-1X, 2310-2315m.

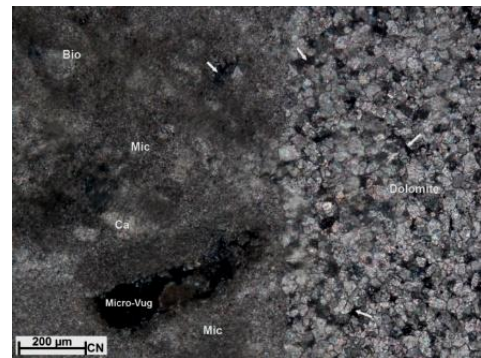
Thành phần xương đá (matrix): Tỷ phần xương đá có hàm lượng rất cao trong đá wackstone: 45-75% trong khi tỷ phần xương đá trong đá packstone nhỏ hơn 40%. Xương đá với thành phần chủ yếu là micrite calcite, bên cạnh đó còn một lượng nhỏ là micrite dolomite.

Thành phần xi măng: Xi măng chiếm hàm lượng từ 5-22% chủ yếu gồm calcite và dolomite, rất ít khoáng vật quặng. Hàm lượng xi măng có xu thế tăng dần theo độ sâu. Có thể quan sát thấy xi măng calcite và dolomite phần lớn là các tinh thể nhỏ 0.02-0.15 mm, phân bố rải rác trên nền tập hợp micrite calcite, lấp đầy vào buồng và các vách ngăn của các khung xương sinh vật và tập hợp thành các đám riêng biệt có kích thước từ 0.5 mm đến lớn hơn 3 mm (hình 5 và 6). Do vậy xi măng cũng là một yếu tố làm giảm độ rỗng đá chứa cacbonat.

Thông tin từ mẫu cho thấy hầu hết các mẫu phân tích đều thuộc đá cacbonat dạng thềm, được hình thành trong điều kiện biển nhiệt đới nằm khá xa bờ, trong đó năng lượng song thay đổi từ thấp đến khá cao. Đôi khi chịu tác động đáng kể của nguồn cung cấp vật liệu đưa đến từ lục địa.

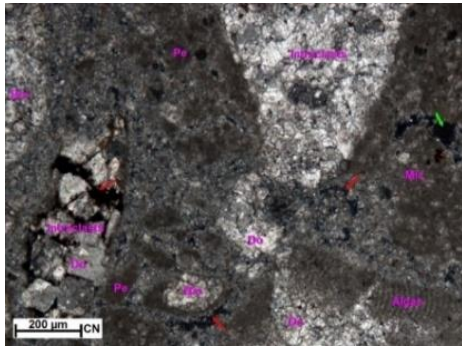


Hình 5. Xi măng dolomit (Do) & calcite (Ca) thay thế một phần matrix calcite (mic) mẫu đá Wackstone giếng khoan 124-CMT-1X, 2450-2455 m.

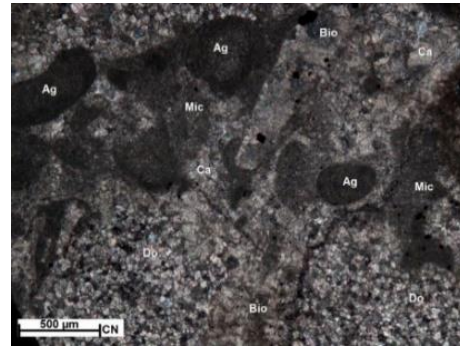


Hình 6. Xi măng dolomite thay thế một phần matrix calcite (mic), mẫu đá Wackstone giếng khoan 124-CMT-1X, 2335-2340m.

Kết quả phân tích X-Ray chỉ ra đá cacbonat tại hai giếng thuộc khu vực nghiên cứu có thành phần chủ yếu là canxit và hàm lượng dolomit nhỏ. Hầu hết các mẫu đá với phân tích tại hai giếng 123-TH-1X, 124-CMT-1X bị biến đổi thứ sinh ở mức độ thấp, được đặc trưng bởi sự tái kết tinh yếu của các vi hạt canxit. Tỷ lệ canxit thứ sinh mới được hình thành không cao, đa phần nhỏ hơn 10%. Quá trình dolomite hóa thay thế canxit cũng chỉ mới bắt đầu xảy ra và chỉ tạo ra một lượng ít khoáng vật thứ sinh. Những mẫu có hàm lượng cao dolomite là do chứa một lượng lớn dolomite nguyên sinh (micrite dolomite) hoặc do chứa một lượng lớn mảnh vụn intraclast tái trầm tích mà hiện nay các mảnh vụn này đã bị dolomite hóa gần như hoàn toàn (Hình 7, 8).



Hình 7. Intraclats bị dolomit hóa mạnh, mẫu Packstone giếng khoan 123-CMT-1X, 1965-1970m



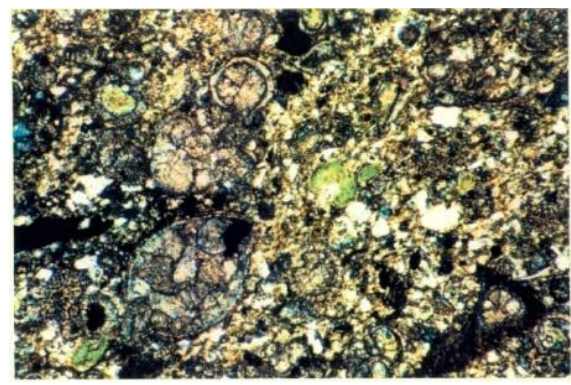
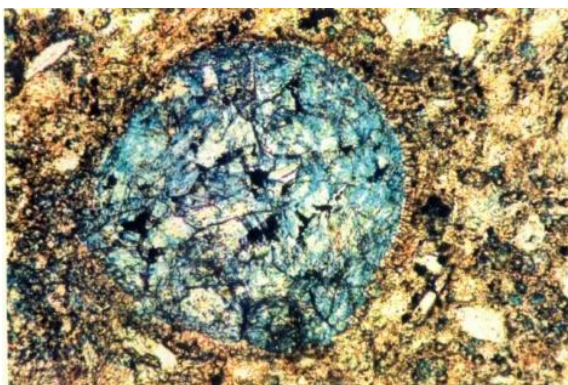
Hình 8. Calcite micrite bị dolomit hóa (Do) một phần, mẫu Wackstone giếng khoan 123-TH-1X, 2375-2380m

Các mẫu phân tích là các mẫu vụn nên các hiện tượng biến đổi do nứt nẻ và các hiện tượng hòa tan khoáng vật cacbonat nhìn chung khó quan sát được một cách chính xác và đầy đủ. Do vậy, việc luận giải cần tiếp tục đối sánh với các nghiên cứu mẫu khác trong các giếng thuộc khu vực lân cận. Trong 20 mẫu nghiên cứu này quan sát được độ rỗng giữa hạt nguyên sinh, hang hốc nhỏ (micro-vug) chiếm tỉ phần rất nhỏ, vì độ rỗng nứt nẻ hầu như không thấy hoặc là vết. Yếu tố chính quyết định chất lượng chứa của đá cacbonat là quá trình biến đổi thứ sinh. Quá trình biến đổi thứ sinh tạo ra các độ rỗng như hang hốc, nứt nẻ ... trong đó các loại độ rỗng này gần như không quan sát được trên các hình ảnh phân tích mẫu đã phân tích do các mẫu là mẫu vụn. Nếu là mẫu thạch học được phân tích từ mẫu lõi, mẫu sừng thì kết quả sẽ chính xác hơn và phản ánh được hết các yếu tố biến đổi thứ sinh. Vì vậy việc đánh giá biến đổi thứ sinh của khu vực nghiên cứu sẽ tham khảo thông tin từ kết quả phân tích mẫu lõi tại các giếng lân cận thuộc khu vực Nam bể Sông Hồng.

Các phân tích mẫu thạch học tại các giếng khoan khu vực Nam bể Sông Hồng được thực hiện hầu hết trên mẫu lõi. Các nghiên cứu về biến đổi thứ sinh trong đá chứa cacbonat khu vực này dựa trên: kết quả phân tích lát mỏng thạch học, phân tích SEM, XRay, phân tích CL (cathodoluminescence microscopy), phân tích đồng vị phóng xạ bền (stable isotopic analysis), phân tích bao thể nước FI (fluid inclusion analysis). Dựa trên các nghiên cứu đó có thể thấy được đặc điểm biến đổi thứ sinh trong đá cacbonat khu vực nghiên cứu và lân cận như sau:

- Quá trình xi măng:

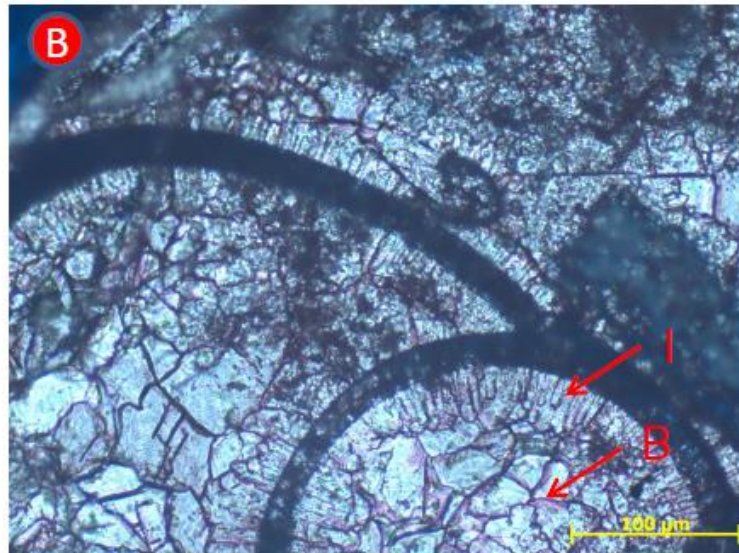
Xi măng vừa là yếu tố giúp quá trình bảo tồn độ rỗng nguyên sinh giữa hạt nhưng cũng vừa là yếu tố làm giảm độ rỗng - thấm của đá chứa. Theo kết quả phân tích lát mỏng thạch học, có thể quan sát thấy 2 pha chính của xi măng canxit trên mẫu thạch học lát mỏng (Horbury, 1992). Pha đầu tiên là xi măng canxit isopachous (lớp xi măng có chiều dày như nhau bao quanh hạt - isopachous calcite cement) thông thường <20µm và pha thứ hai là calciteferroan cement (hình 4.3a). Bên cạnh đó có nhiều pyrit trong các mẫu thạch học lát mỏng, thông thường chúng có liên hệ với calciteferroan cement (Hình 9 a, b). Hai pha kết tủa của xi măng canxit được thấy rõ trong mẫu lát mỏng tại độ sâu 1600.43m giếng 118-CVX-3X tại Hình 10.



a. Xi măng canxit Ferroan lấp nhét vào buồng của hóa thạch trùng lỗ, pyrit màu đen

b. Đá cacbonat mudstone, xi măng canxit giàu sắt và glauconit

Hình 9. Xi măng canxit trong đá cacbonat mudstone, 1568m, 118-CVX-1X.

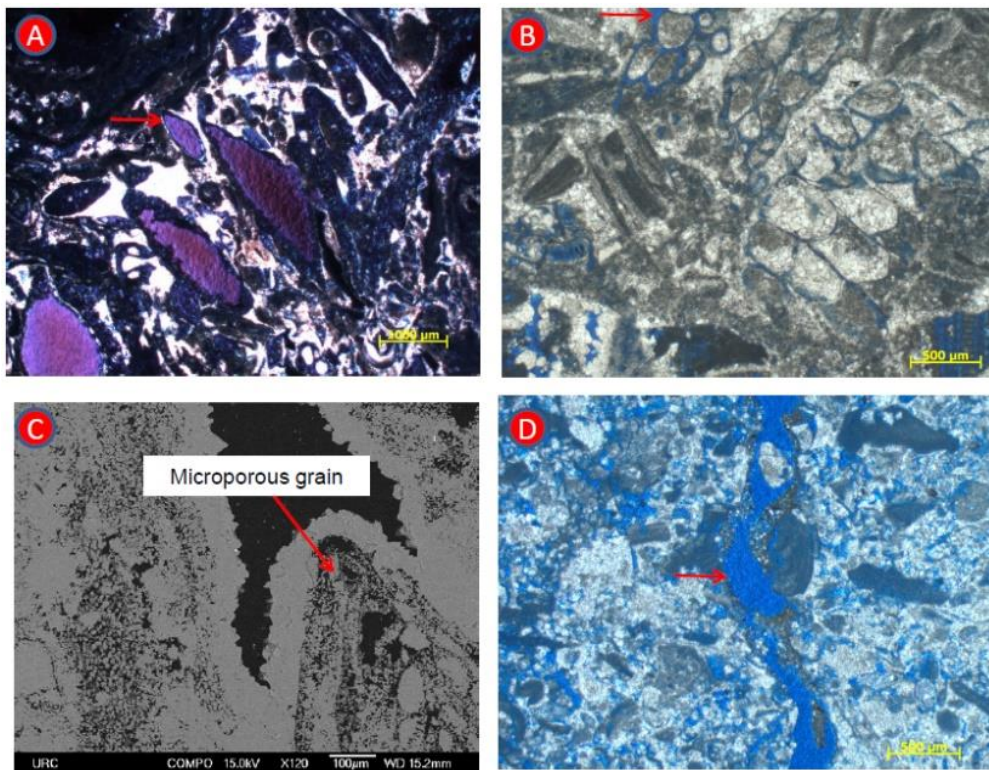


Hình 10. Hai pha hình thành của calcite meteoric cement, 118-CVX-3X, 1600.43m. (Trong đó: I isopachous, B: Blocky (ferroan))

- Quá trình hòa tan

Tại hai giếng khoan 118-CVX-1X và 119-CH-1X, ở giai đoạn muộn của quá trình biến đổi thứ sinh, quá trình hòa tan là yếu tố chính tạo ra lỗ rỗng (vug) và độ rỗng mouldic, trong đó quá trình hòa tan xảy ra muộn hơn quá trình hình thành meteoric cement (Horbury, 1992). Quá trình hòa tan meteoric cement tạo ra không gian chứa cho đá carbonate.

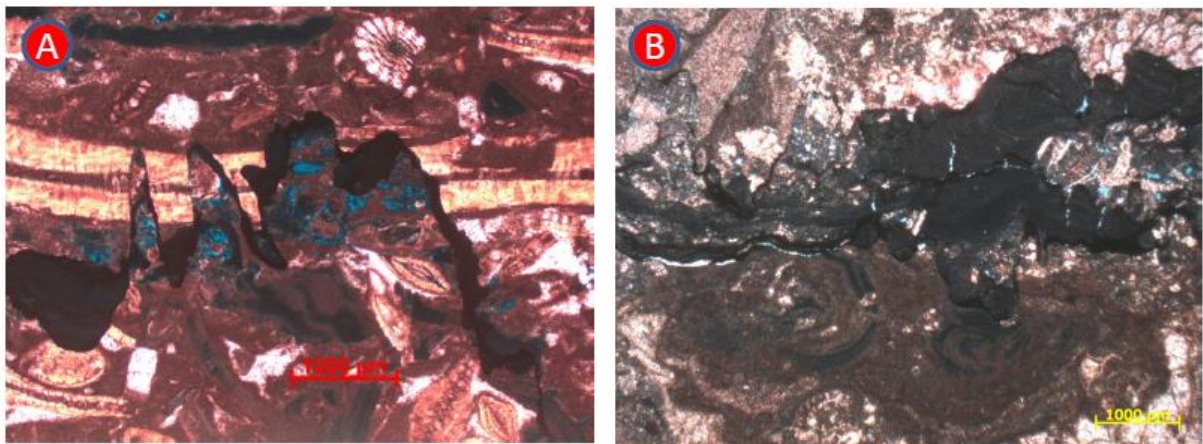
Quá trình hòa tan thường xảy ra nhất với các vụn sinh hóa như mảnh vụn san hô, sinh vật đáy trùng lỗ, tảo đỏ ...Hiện tượng này có thể thấy rõ trong các mẫu phân tích thạch học lát mỏng. Hình 11 cho thấy quá trình hòa tan các khoáng vật tạo ra độ rỗng cho đá chứa cacbonat.



a. Sự hòa tan trùng lỗ Amphistegina; b: sự hòa tan san hô tạo độ rỗng moldic; c: sự hòa tan một phần của trùng lỗ tạo cấu trúc vi độ rỗng; d: non-fabric selective dissolution dưới ranh giới của hệ tầng Serra 1. a) 118-CVX-2XST1, 1575.03XPL. b) 118-CVX-3X, 1538.57 PPL. c) 118-CVX-2XST1, 1545.SEM d) 118-CVX-3X, 1605.00 PPL.

Hình 11. Sự hòa tan trong đá cacbonat, giếng khoan 118-CVX-2XST1, CVX-3X.

Quá trình hòa tan giai đoạn muộn có thể quan sát được ở các mẫu có stylolites trong các giếng Cá Voi Xanh. Theo đó cơ chế hòa tan như sau: stylolites là đường dẫn để nước ngầm qua, xuyên vào các khối đá cacbonat sau khi trầm tích hình 12 Quá trình hòa tan dẫn đến dị thường độ thấm tại các khối đá cacbonat chặt xít, tuy nhiên khó có thể định lượng được nó làm tăng bao nhiêu phần trăm độ rỗng, độ thấm.



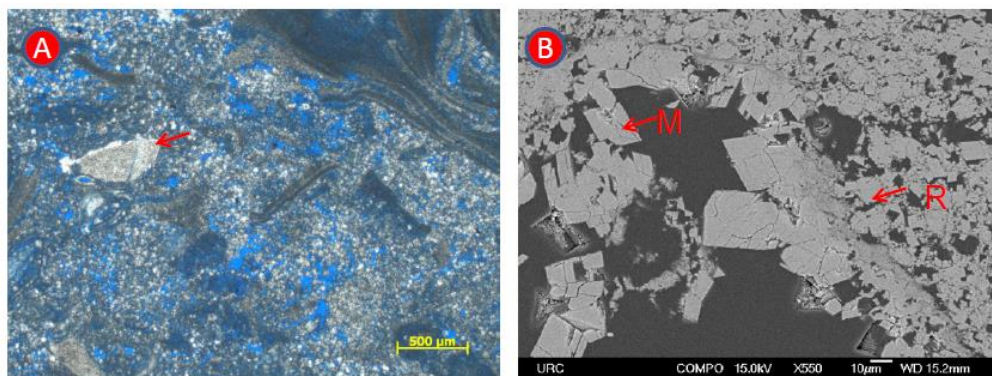
a: 118-CVX-2XST1, 1551.25m, b: 118-CVX-2XST1, 1575.08m

Hình 12. Quá trình hòa tan liên quan tới stylolites.

Các mẫu thạch học được nghiên cứu không có dấu hiệu trực tiếp chỉ rõ hiện tượng các-tơ, tuy nhiên sự có mặt của meteoric cement là minh chứng cho việc có thể có hiện tượng các-tơ xảy ra tại đây.

- Quá trình dolomit hóa

Quá trình dolomit hóa dường như xảy ra sau quá trình kết tủa xi măng meteoric và trước quá trình chôn vùi. Kết quả phân tích SEM, và CL chỉ ra hàm lượng thấp Fe và Mn, bên cạnh đó phân tích XRAY cho thấy đá cacbonat giàu canxi. Khi dolomit hóa, nó thay thế tảo đỏ, thành phần bùn trong cacbonat bùn và xi măng cacbonat liền kề có xu thế chịu ảnh hưởng ít nhất (Hình 13).



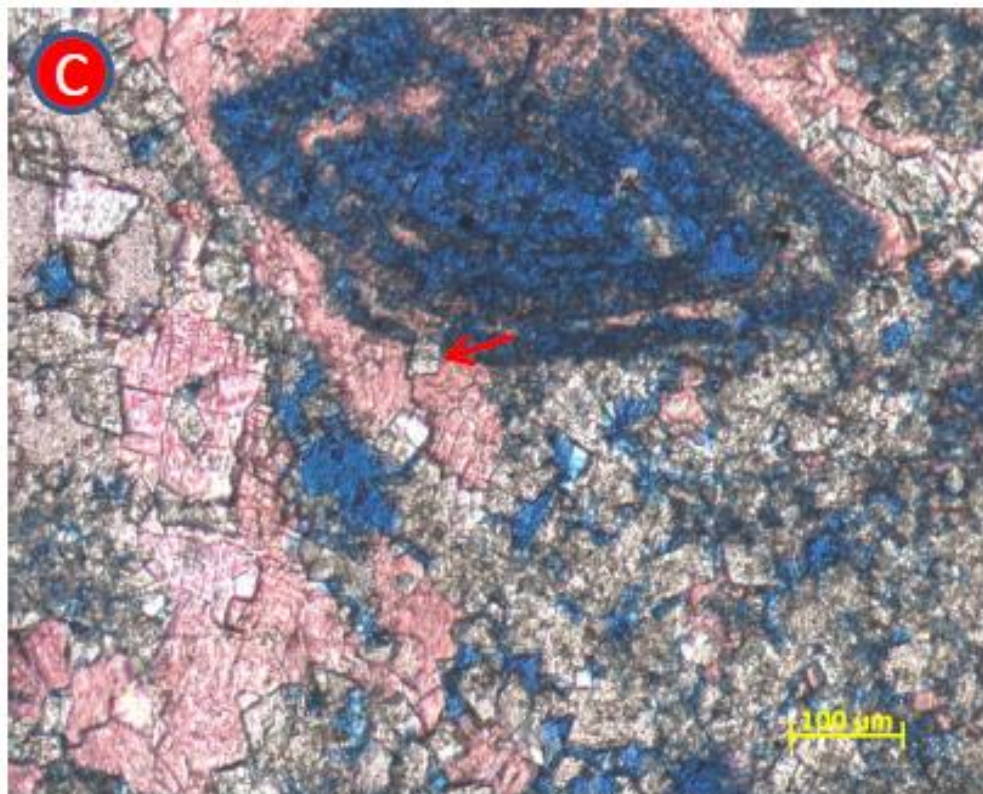
a: mẫu tảo đỏ wackstone, dolomit (đốm trắng) thay thế bùn và tảo đỏ, một crinoid bị xi măng hóa nhưng vẫn không bị dolomit hóa (mũi tên đỏ). Có thể thấy rất nhiều các lỗ rỗng giữa các tinh thể không bị lấp nhét bởi xi măng, cho thấy quá trình dolomit hóa sau quá trình xi-măng hóa, 118-CVX-3X, 1562.91b: Mẫu SEM của đá tảo đỏ wackstone, dolomit thay thế bùn (M) giữa hạt và hạt rảo đỏ (R), 118-CVX-2XST1, 1611.04

Hình 13. Quá trình dolomit hóa.

Độ rỗng giữa các tinh thể được hình thành khi dolomit hóa không bị lấp nhét bởi xi măng, điều này khẳng định dolomit hóa xảy ra sau quá trình kết tủa meteoric cement. Thêm vào đó, quan sát mối quan hệ giữa dolomit, xi măng meteoric (isopachous canxit và blocky canxit) có thể quan sát thấy trong hình 14, ranh giới tiếp xúc giữa meteoric cement và dolomit (mũi tên màu đỏ) chỉ ra dolomit xuyên cắt tinh thể xi măng. Chứng tỏ dolomit hóa xảy ra sau khi kết tủa xi măng (118-CVX-2XST1, 1611.04). Những tinh thể dolomit này giàu canxit, nghèo sắt và kết tinh dạng tinh thể là những dấu hiệu điển hình của dolomit biển sớm. Do vậy dolomit có thể được hình thành ở môi

trường biến sau khi cacbonat thêm lộ ra trong quá trình hoặc sau quá trình tái ngập lụt của thềm, rất có thể là khoảng 10.5 ma trước đây.

Như vậy, quá trình dolomit hóa xảy ra sau khi xi măng kết tủa và làm tăng đáng kể độ rỗng cũng như độ thấm của đá cacbonat bùn.



Hình 14. Mối quan hệ giữa dolomit và xi măng canxit.

5. Kết luận

Đá cacbonat ở các giếng khoan 123-CMT-1X & 124-TH-1X thuộc đá cacbonat dạng thềm, hình thành trong điều kiện biến nhiệt đới nằm khá xa bờ, ở vùng có năng lượng sóng thay đổi từ thấp đến khá cao. Có thời kỳ bề trầm tích Phú Khánh chịu tác động đáng kể của nguồn cung cấp vật liệu nguồn gốc lục địa.

Kết quả phân tích mẫu tại các giếng khoan khu vực nghiên cứu và lân cận cho thấy quá trình biến đổi thứ sinh ảnh hưởng đến chất lượng đá chứa cacbonat. Trong đó, quá trình biến đổi thứ sinh gồm ba quá trình chính là xi măng hóa, hòa tan và dolomit hóa

Biến đổi thứ sinh: tái kết tinh và dolomite hóa, hòa tan xảy ra yếu. Tuy nhiên do mẫu phân tích là mẫu vụn nên chưa phản ánh đúng bản chất đá chứa. Cần tiếp tục nghiên cứu khi có mẫu lõi trong khu vực bể Phú Khánh để có những đánh giá chính xác hơn.

Tài liệu tham khảo

- Lê Hải An , Trịnh Xuân Cường, Nguyễn Thị Minh Hồng, Phạm Thị Hồng, Nguyễn Thu Huyền, Phạm Văn Tuấn, Tống Duy Cương . *Nghiên cứu đặc điểm trầm tích và đánh giá chất lượng đá chứa cacbonat tuổi Miocene khu vực bể phú khánh.*2015
- Ahr W. M., 2008. *Geology of Carbonate Reservoirs: The Identification, Description and Characterization of Hydrocarbon Reservoirs in Carbonate Rocks.* Wiley Publisher, ISBN: 978-0-470-16491-4.
- Ahr W. M., 2008. *Geology of Carbonate Reservoirs: The Identification, Description and Characterization of Hydrocarbon Reservoirs in Carbonate Rocks.* Wiley Publisher, ISBN: 978-0-470-16491-4.
- Akbar M. et al., 2001. *A Snapshot of Carbonate Reservoir Evaluation.* Oilfield Review, Winter 2000/2001, pp. 20-41

- Gwang H. Lee và Joel S. Watkins: " *Seismic sequence Stratigraphy and Hydrocarbon Potential of the Phu Khanh basin, Offshore Central Vietnam, South China Sea*". AAPG Bull, vol. 2, No 9 (Sep 1998) P. 1711-1735.
- BHP, *Technical Evaluation of Blocks 120/121 offshore VietNam*, Lưu trữ Viện Dầu khí VN, 1993.
- Horbury A, (1992) - *Sedimentological study of well 118- CVX-1 X, Offshore Vietnam*. EXT Report in preparation
- Nicholson, H. and Oxtoby N.H., (1991) - *The origin of calcite and dolomite cements in well 119-CH-1 X, Offshore Vietnam - A fluid inclusion and stable isotope study*. RCS Report, RAB/34/91.
- BP Exploration Operating (1995), *Well evaluation report of wells 118-CVX-1X, 119-CH-1X*, Lưu trữ Viện Dầu Khí VN.
- Nguyễn Hiệp, Nguyễn Văn Đắc và nnk, " *Địa chất và tài nguyên dầu khí Việt Nam*". Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2007
- Vũ Ngọc Diệp, *Đặc điểm và mô hình trầm tích Cacbonat tuổi Miocen phần nam bể Sông Hồng*, Luận án tiến sĩ, Lưu trữ Đại học Mở Địa Chất, 2012
- Folk L Louis, (1959) *Practical petrographic classification of limestone* AAPG Bulletin 43. 1-38
- Duham J Robert, (1962) *Classification of carbonate rocks according to deposition texture*. Classification of carbonate rocks, edited by William E Ham AAPG Memoir No1 page 108-121

ABSTRACT

Characteristics of the diagenesis process of Carbonate rocks, Phu Khanh basin

Nguyen Thi Minh Hong*

Faculty of Petroleum and Energy, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

In Vietnam, the exploration and exploitation of petroleum in onshore basins have so far focused on three main geological formations: Oligocene, Miocene, and pre-Kainozoic basement rocks. Carbonate rocks are also a significant petroleum potential in the Nam Con Son Basin, Tu Chinh – Vung May Basin, Song Hong Basin, and Phu Khanh Basin. Carbonate reservoirs have become a subject of great interest and research evaluation for many companies. In the Phu Khanh Basin, carbonate rocks are considered one of the highly promising subjects worth attention. However, due to limitations in seismic, geological, and well-logging data, as well as core samples, there has not been meticulous and detailed research on the characteristics, quality, and permeability properties of carbonate rocks in the Phu Khanh Basin. This paper is to discuss in more detail processes including: compression, fracturing, cementation, calcitization, dolomitization, pyritization, quartzization, dissolution, and recrystallization to elucidate reservoir properties (porosity and permeability). The analysis of these carbonate's diagenesis processes is based on thin section petrographic analysis, SEM analysis within the research area.

Keywords: Cacbonate, Diagenesis, Dolomitization.

* Corresponding author
E-mail: nguyenthiminhhong@humg.edu.vn

Nghiên cứu hạ tầng và hệ thống thiết bị của các mỏ dầu khí ở Việt Nam nhằm phục vụ cho kết nối các mỏ cận biên

Nguyễn Văn Thịnh*, Nguyễn Thanh Tuấn, Nguyễn Thị Hải Yến, Lê Văn Nam

Khoa Dầu khí và Năng lượng, Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG), Việt Nam

Tóm tắt

Thềm lục địa Việt Nam có các bể trầm tích đã được xác minh trữ lượng dầu khí như: bể Sông Hồng, Phú Khánh, Nam Côn Sơn, Cửu Long và Mã Lay-Thổ Chu. Ngoài những mỏ đã đưa vào phát triển khai thác như mỏ Sư Tử Vàng, Sư Tử Đen, Tê Giác Trắng, Hải Thạch - Mộc Tinh, Lan Tây/Lan Đỏ... tại các bể trong thềm lục địa Việt Nam vẫn còn nhiều cấu tạo tiềm năng chưa được phát triển. Theo đánh giá sơ bộ, các cấu tạo này có trữ lượng tại chỗ và thu hồi tương đối thấp do đó, để khai thác những cấu tạo này cần phải xây dựng chiến lược, chính sách và phương án phát triển phù hợp với từng cấu tạo nhằm mang lại hiệu quả kinh tế. Thực tế cho thấy, hiện tại cơ sở hạ tầng của các mỏ dầu khí đang khai thác ở các bể trầm tích như bể Cửu Long, bể Nam Côn Sơn tương đối tốt. Phần lớn các mỏ này hiện đã qua giai đoạn khai thác đỉnh cao, tuy nhiên nhiều hệ thống thiết bị khai thác, xử lý, lưu trữ và vận chuyển đã được xây dựng để khai thác của các mỏ này vẫn còn hoạt động tốt. Vì vậy việc nghiên cứu khả năng tận dụng các hệ thống thiết bị, cơ sở hạ tầng của các mỏ hiện hữu này để phục vụ cho việc khai thác các cấu tạo tiềm năng được xem là một trong những vấn đề cần thiết, có tính khả thi và hiệu quả. Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu về hạ tầng và hệ thống thiết bị hiện hữu của một số mỏ ở Việt Nam. Kết quả nghiên cứu sẽ là tiền đề đưa các cấu tạo tiềm năng, các mỏ cận biên trong tương lai vào khai thác, góp phần nâng cao hiệu quả vận hành và tính kinh tế của các mỏ này.

Keywords: Mỏ cận biên, Thu gom vận chuyển, Kết nối mỏ.

1. Thực trạng hạ tầng thiết bị kỹ thuật của các mỏ dầu khí hiện nay ở Việt Nam

Nền công nghiệp khai thác dầu khí Việt Nam bắt đầu từ những năm 80, trải qua hơn 30 năm xây dựng và phát triển, chúng ta đã có một hệ thống cơ sở hạ tầng khai thác dầu khí tương đối đa dạng và hiện đại từ trong đất liền tới ngoài khơi. Tuy nhiên các trung tâm khai thác dầu khí lớn của cả nước lại chỉ tập trung ở khu vực phía Nam, tại miền Bắc hiện chỉ có duy nhất xí nghiệp khai thác khí tại Tiền Hải - Thái Bình, miền Trung vẫn chưa có cơ sở khai thác dầu khí được triển khai xây dựng. Thực tế cho thấy, hoạt động khai thác dầu khí của Việt Nam chủ yếu diễn ra tại khu vực thềm lục địa phía Nam, tập trung ở các bể trầm tích lớn như: bể Cửu Long, bể Nam Côn Sơn. Ở các bể còn lại thì hoạt động dầu khí mới đang ở giai đoạn tìm kiếm thăm dò và có một số cấu tạo đang được lên phương án để chuẩn bị đưa vào phát triển.

1.1. Bể Nam Côn Sơn

Bể Nam Côn Sơn (NCS) có diện tích xấp xỉ khoảng 160.000 km², nằm dọc thềm lục địa Đông Nam Việt Nam có ranh giới phía Bắc là đới nâng Côn Sơn, phía Tây và Nam là đới nâng Khorat - Natuna, còn phía Đông là bể Tư Chính - Vũng Mây và phía Đông Bắc là bể Phú Khánh. Độ sâu nước biển trong phạm vi của bể thay đổi rất lớn, từ vài chục mét ở phía Tây đến trên 1000m ở phía Đông với tiềm năng đã phát hiện chủ yếu là các mỏ dầu và khí, condensate cùng với các mỏ đã đưa vào khai thác bao gồm: Chim Sáo/Dừa, Rồng Đồi/Rồng Đồi Tây, Lan Tây/Lan Đỏ, Hải Thạch - Mộc Tinh,...

** Hạ tầng hệ thống thiết bị tại mỏ Rồng Đồi/Rồng Đồi Tây*

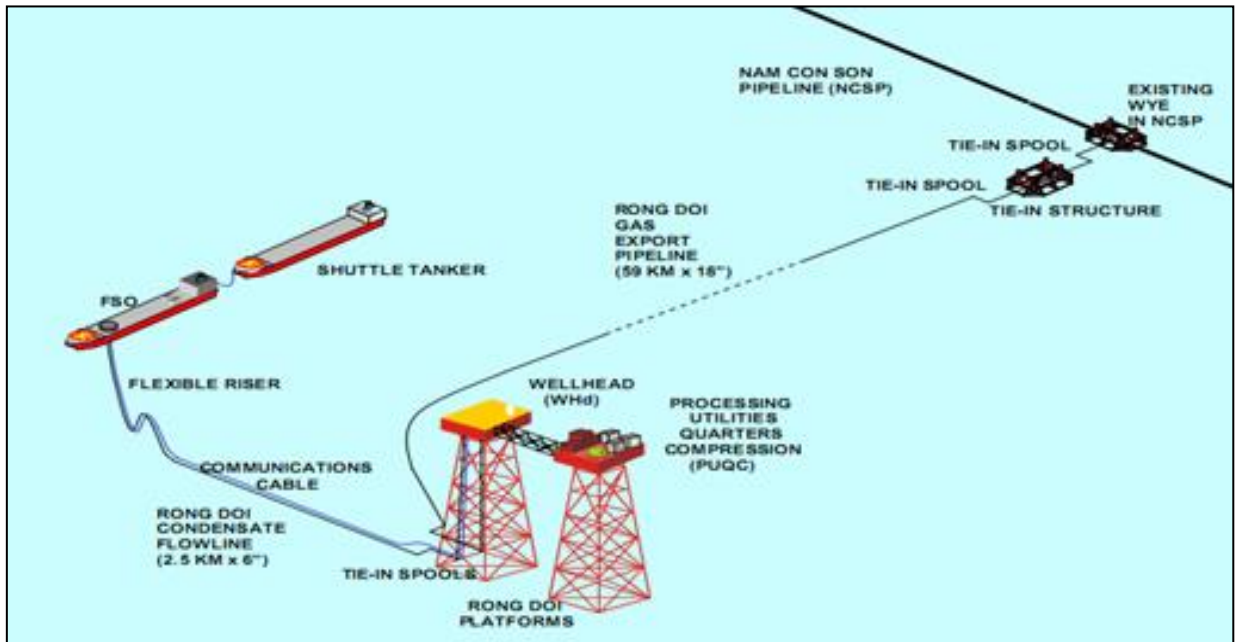
Hiện nay, mỏ Rồng Đồi/Rồng Đồi Tây (RĐ/RĐT) đang khai thác ở lô 11-2, thiết bị khai thác ngoài khơi giàn Rồng Đồi bao gồm giàn đầu giếng đồng bộ khoan (WHd) kết nối với giàn xử

* Tác giả liên hệ

E-mail: nguyenvanhtinh@humg.edu.vn

lý, thiết bị phụ trợ, nén và nhà ở (PUQC) qua một cầu dẫn dài 80m, một đường ống xuất condensate tới tàu chứa FSO và một đường ống xuất khí tới đường ống Nam Côn Sơn 1 (NCS-1) (Hình 1).

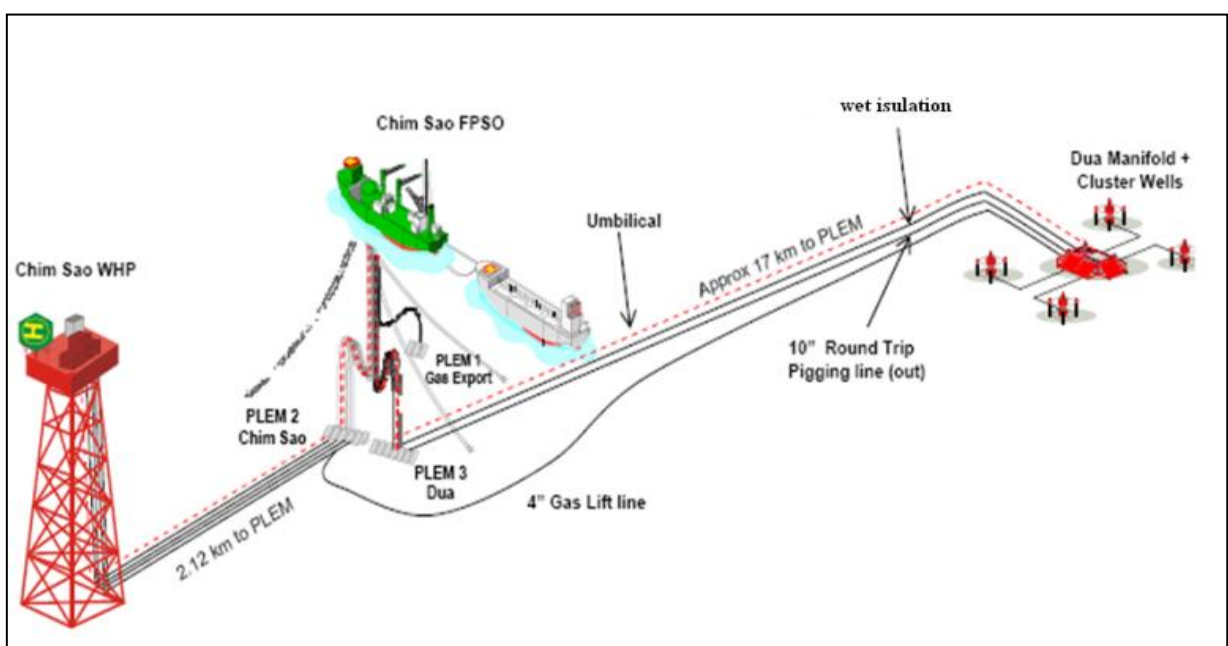
Khí khai thác từ giàn WHd được vận chuyển tới giàn PUQC để xử lý và sau đó condensate lẫn khí khô sẽ được vận chuyển ngược lại tới Riser của giàn WHd. Condensate từ riser giàn WHd sẽ được vận chuyển tới tàu chứa dầu FSO để cất chứa và xuất bán trực tiếp tại mỏ; khí khô sẽ được xuất tới đường ống NCS-1. Thiết bị giàn RD/RĐT có chức năng chính như là 1 điểm kết đầu nổi xuất khí cho khu vực phía Tây bể Nam Côn Sơn.



Hình 1. Sơ đồ hệ thống thiết bị vận chuyển sản phẩm tại mỏ RD/RĐT.

* Hạ tầng hệ thống thiết bị tại mỏ Chim Sáo

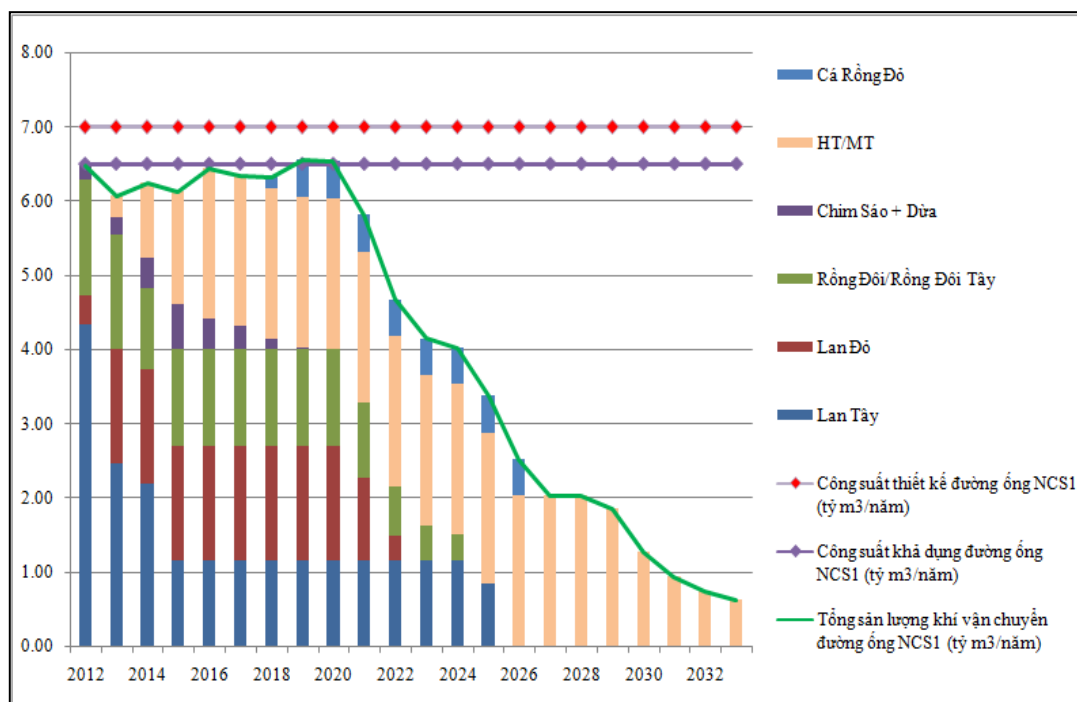
Hiện nay, mỏ đang khai thác ở Lô 12W là mỏ Chim Sáo và mỏ Dừa, thiết bị hiện tại gồm 1 giàn dầu giếng Chim Sáo WHP; thiết bị xử lý chính cho cụm mỏ là tàu FPSO Lewek Emas. Sản phẩm khai thác từ giàn dầu giếng Chim Sáo và hệ thống khai thác ngầm mỏ Dừa sẽ được đưa về xử lý tại tàu FPSO Lewek Emas, sau đó được cất chứa và xuất bán trực tiếp tại khu vực mỏ (Hình 2).



Hình 2. Sơ đồ hệ thống thiết bị vận chuyển sản phẩm tại mỏ Chim Sáo.

** Hệ thống thu gom khí bể Nam Côn Sơn*

Đối với bể Nam Côn Sơn, do sản lượng khai thác cũng như trữ lượng thu hồi của các mỏ đều tương đối nhỏ nên khả năng phát triển độc lập là không khả thi và không mang lại hiệu quả kinh tế. Phương án đề xuất phát triển mỏ là phát triển đồng thời các cấu tạo kết nối, tận dụng cơ sở hạ tầng thiết bị xử lý hiện hữu ở các khu vực/mỏ lân cận, đặc biệt là mỏ RĐ/RĐT để xử lý và xuất bán nhằm tối ưu hoá chi phí đầu tư và chi phí vận hành. Hơn nữa, theo đánh giá công suất vận chuyển của đường ống Nam Côn Sơn 1 dựa theo số liệu khai thác của các mỏ khí hiện hữu và các nguồn khí tiềm năng trong bể Nam Côn Sơn cho thấy, đường ống NCS-1 chỉ có thể vận chuyển được các nguồn khí tiềm năng khi sản lượng khai thác khí của các mỏ hiện hữu suy giảm (Hình 3).



Hình 3. Đánh giá công suất vận chuyển đường ống Nam Côn Sơn 1.

1.2. Bể Cửu Long

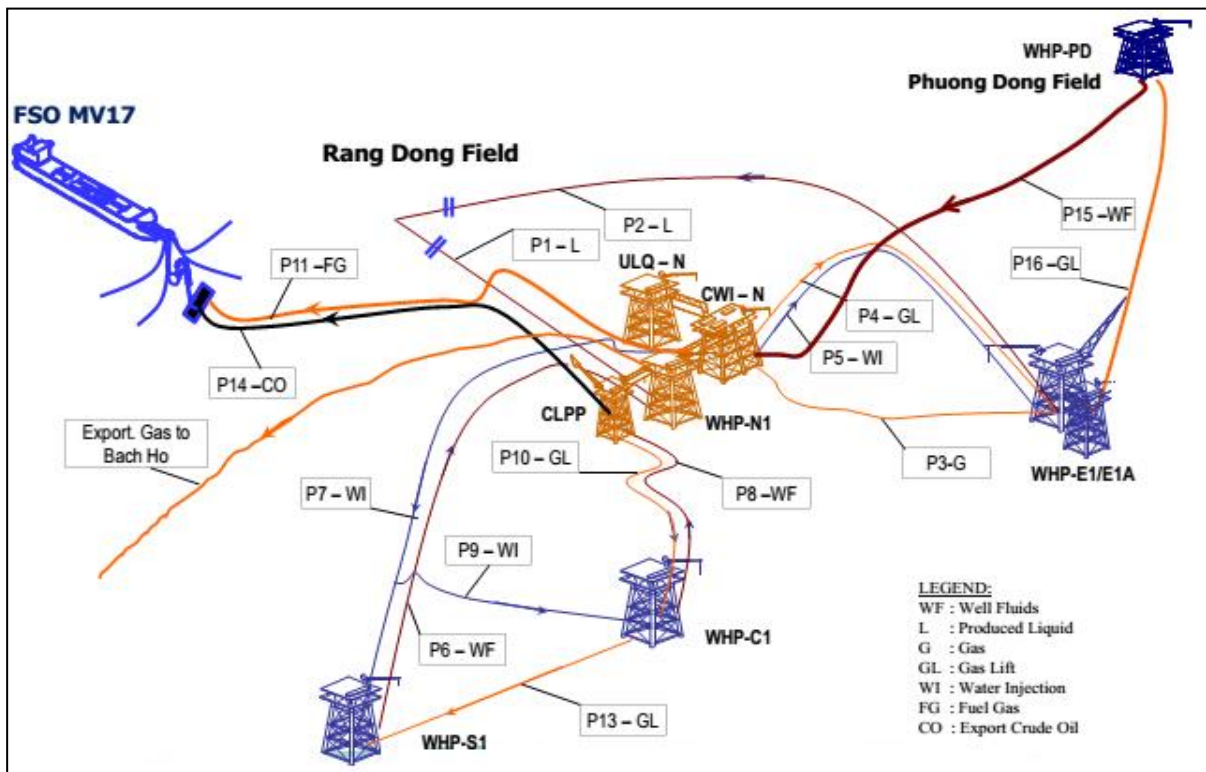
Bể Cửu Long nằm ở vị trí có tọa độ địa lý trong khoảng 9°00' - 11°00' vĩ độ Bắc và 106°30' - 109°00' kinh độ Đông, có diện tích khoảng 36.000 km², nằm chủ yếu trên thềm lục địa phía nam Việt Nam và một phần đất liền thuộc khu vực cửa sông Cửu Long (Vũ Minh Đức, 2015). Bể Cửu Long bao gồm các tiềm năng đã phát hiện chủ yếu là các mỏ dầu và khí, condensate cùng với các mỏ đã được vào khai thác bao gồm: Bạch Hổ/Rồng, Sư Tử Vàng/Sư Tử Đen, Sư Tử Nâu, Sư Tử Trắng, Tê Giác Trắng, Thăng Long/Đông Đô, Hải Sư Trắng/Hải Sư Đen....

** Hạ tầng hệ thống thiết bị hiện hữu lô 15.1*

Hiện nay, các mỏ đang khai thác ở Lô 15.1 gồm mỏ Sư Tử Đen, Sư Tử Vàng, Sư Tử Trắng và Sư Tử Nâu. Thiết bị hiện tại gồm 6 giàn đầu giếng SD-SW, SD-NE, SV-NE, SV-SW, STT, STN-Nam (SN-S) và STN-Bắc (SN-N); 2 cụm thiết bị xử lý chính cho toàn mỏ là tàu FPSO Thái Bình Việt Nam (FPSO-TBVN) và giàn công nghệ trung tâm STV-CPP. Sản phẩm khai thác từ các giàn đầu giếng và giàn STV-CPP được đưa về xử lý tại STV-CPP và tàu FPSO-TBVN, sau đó được cất chứa tại tàu FPSO và xuất bán.

** Hạ tầng hệ thống thiết bị hiện hữu lô 15.2*

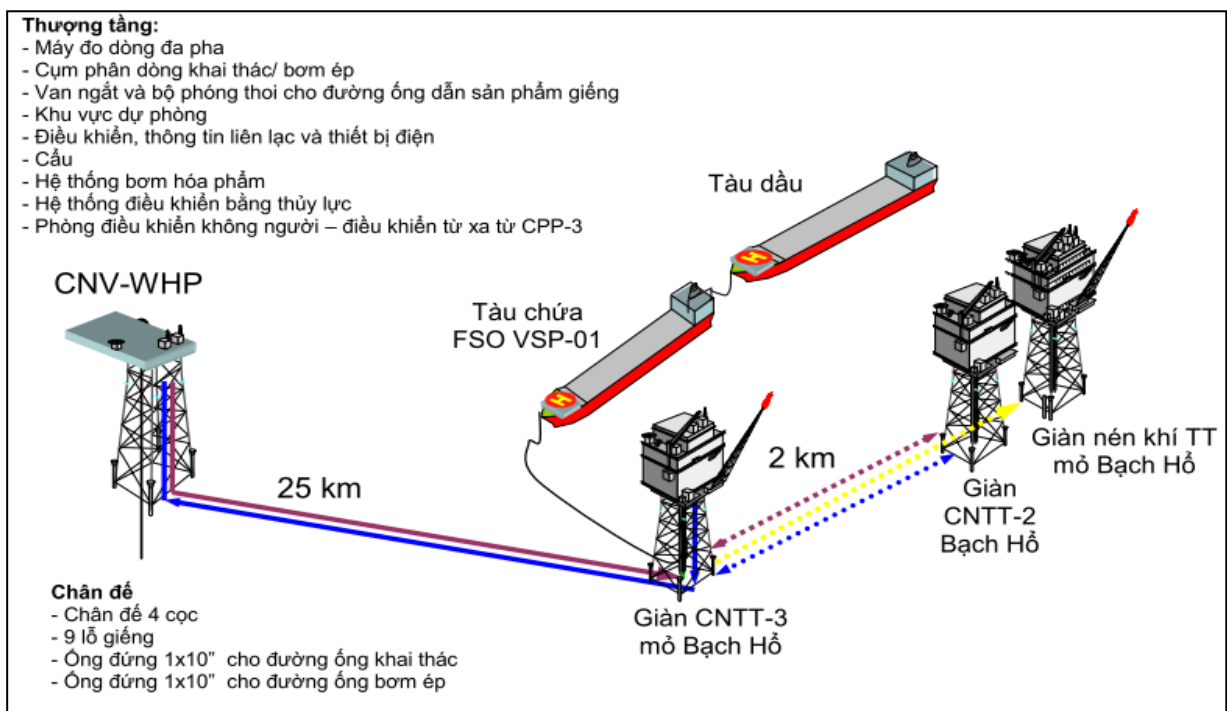
Hiện nay, lô 15.2 đang khai thác tại hai mỏ là Rạng Đông và Phương Đông. Hệ thống thiết bị khai thác của lô 15.2 gồm các giàn đầu giếng N1, E1/E1A, S1, C1, PD, cụm giàn xử lý trung tâm CPC và 01 tàu chứa FSO MV-17 (Hình 4). Sản phẩm khai thác từ các giàn đầu giếng được đưa về xử lý tại cụm xử lý CPC, sau đó được cất chứa tại tàu FSO MV-17 và xuất bán.



Hình 4. Sơ đồ hệ thống thiết bị cụm mỏ thuộc Lô 15.2 – JVPC

* Mỏ Cá Ngừ Vàng (CNV)

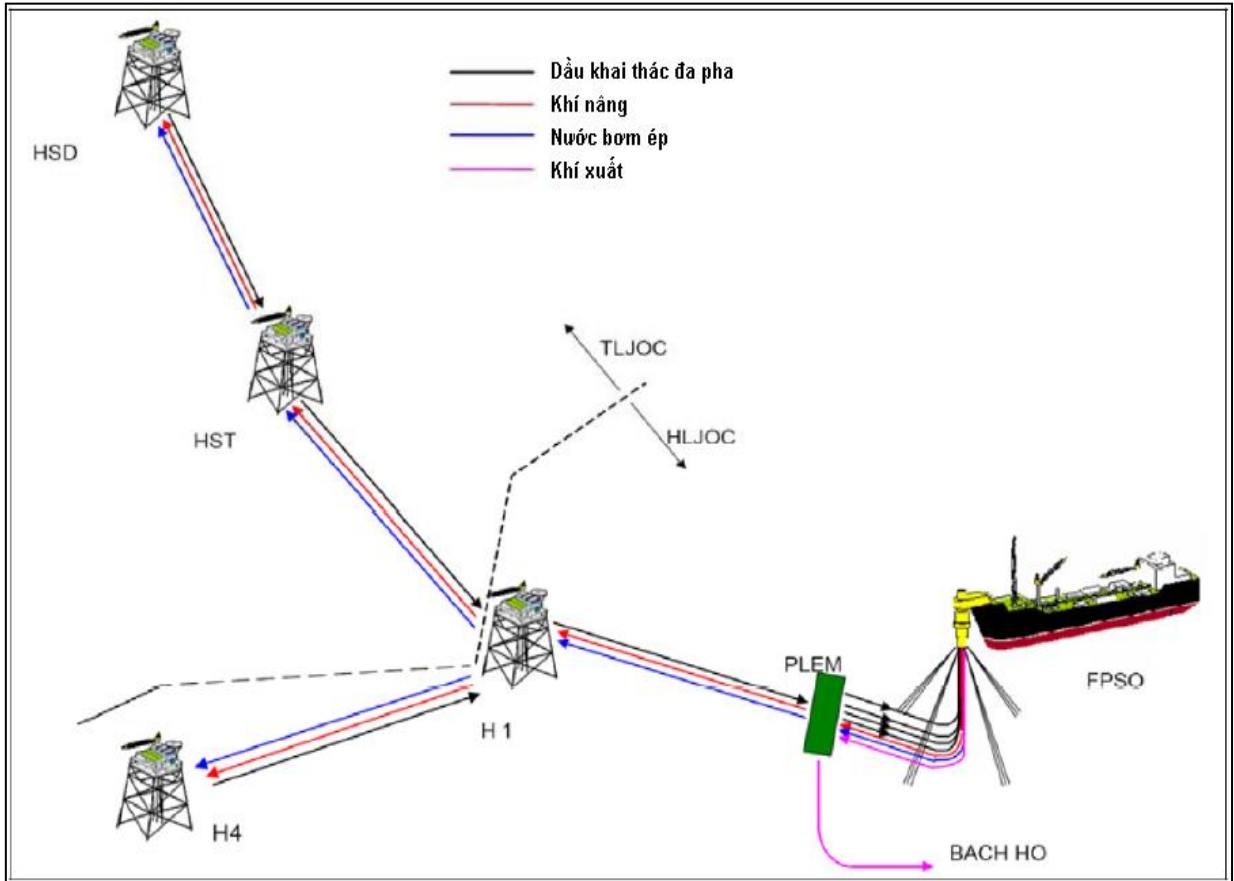
Mỏ Cá Ngừ Vàng (CNV) trong Lô 09.2 thuộc phần trung tâm vùng trũng Đông Nam của bể Cửu Long. Hệ thống khai thác mỏ CNV bao gồm 01 giàn dầu giếng và hệ thống các đường ống kết nối từ mỏ tới hệ thống khai thác mỏ Bạch Hổ. Dòng sản phẩm khai thác từ các giếng mỏ CNV được vận chuyển qua đường ống dẫn sản phẩm nhiều pha bằng năng lượng tự nhiên tại giàn WHP-CNV đến giàn CPP-3 để tách khí và xử lý dầu. Sản phẩm sau khi xử lý trên giàn CPP-3 được bơm chuyển đến tàu chứa nổi (FSO) VSP-01. Lượng khí đã tách từ sản phẩm CNV gộp lẫn vào với khí khai thác từ mỏ Bạch Hổ, vận chuyển tới giàn nén khí trung tâm CCP để xử lý tiếp và chuyển về trạm xử lý khí Dinh Cố (Hình 5).



Hình 5. Sơ đồ vận chuyển sản phẩm tại mỏ CNV

*** Mỏ Hải Sư Đen và Hải Sư Trắng (HSD&HST)**

Mỏ Hải Sư Đen (HSD) và mỏ Hải Sư Trắng (HST) cách nhau khoảng 9 km trong diện tích lô 15-2/01. Thiết bị khai thác trên mỏ HST/HSD được thiết kế gồm 02 giàn đầu giếng và hệ thống đường ống nội mỏ. Các giàn đầu giếng HST và HSD được thiết kế không người ở. Toàn bộ sản phẩm từ giàn đầu giếng tại mỏ Hải Sư Đen được đưa về giàn Hải Sư Trắng thông qua đường ống ngầm. Tại giàn Hải Sư Trắng, dầu và khí được vận chuyển tới giàn WHP-H1. Tại giàn WHP-H1, dòng sản phẩm từ mỏ HST và HSD được hòa chung với dòng sản phẩm từ giàn TGT-H1 cũng như H4 & H5 và được vận chuyển đến tàu FPSO Armada để xử lý, tàng trữ và xuất bán. Khí một phần sử dụng cho nhu cầu nội mỏ, phần còn lại được xuất về trạm nén mỏ Bạch Hổ. Từ tàu FPSO, khí nâng sử dụng cho giếng khai thác và nước bơm ép được xử lý và cung cấp đến 2 giàn HST và HSD qua TGT-H1 và hệ thống đường ống (Hình 6).

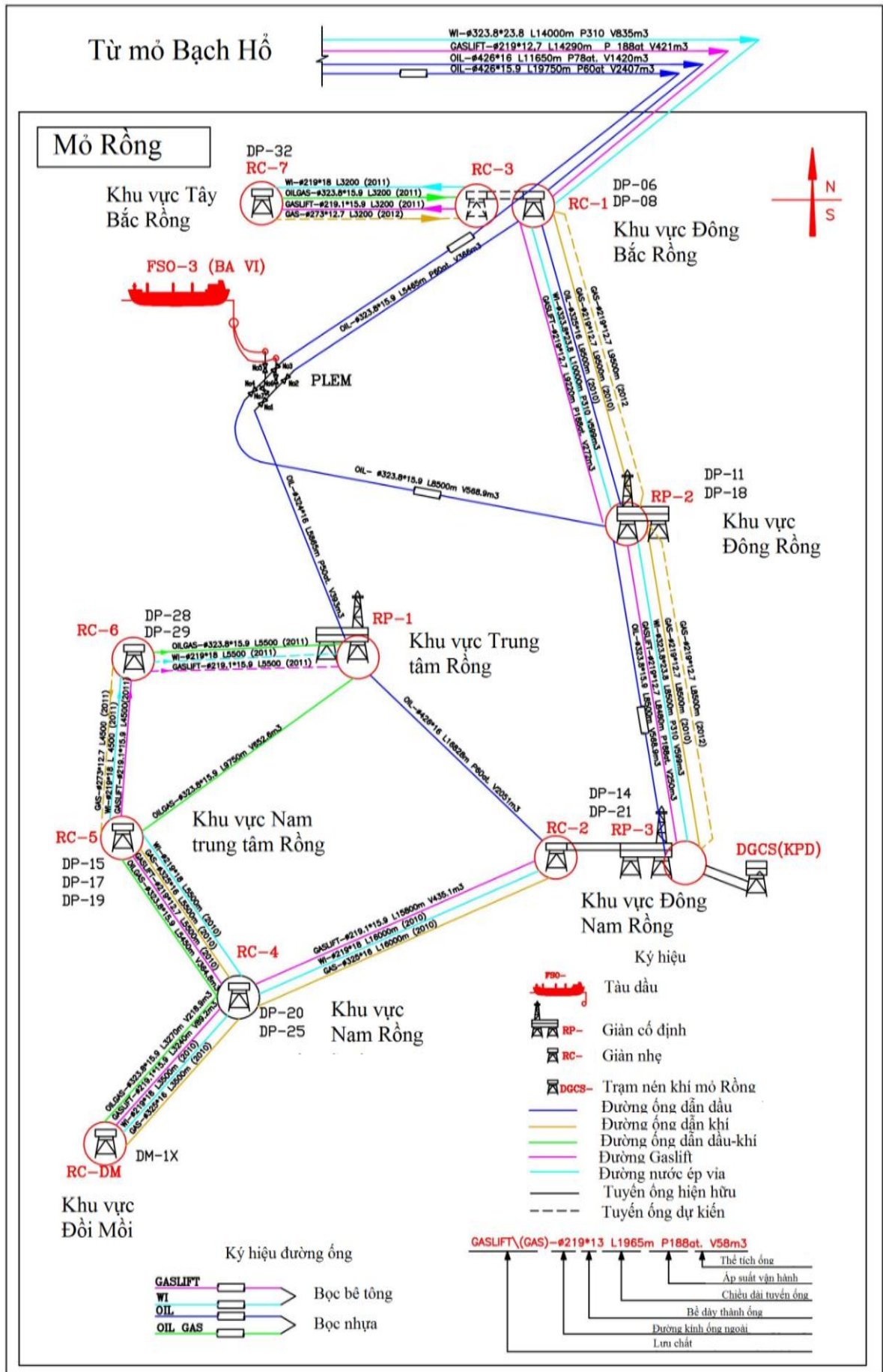


Hình 6. Sơ đồ cơ sở hạ tầng mỏ HST/HSD kết nối tới TGT-H1

*** Mỏ Nam Rồng-Đồi Mồi (NR-DM)**

Mỏ Nam Rồng và mỏ Đồi Mồi (NR-DM) sát ranh giới các lô 09-1. Cụm mỏ Nam Rồng – Đồi Mồi gồm 02 giàn đầu giếng RC-4 và RC-DM được kết nối với giàn RC-5 trong hệ thống khai thác của mỏ Rồng thuộc nhà điều hành VSP và dòng sản phẩm được chuyển đến giàn RP-1 để xử lý sơ bộ và sau đó chuyển đến tàu FSO-3 để tách nước, chứa và xuất bán.

Sản phẩm khai thác dưới dạng hỗn hợp dầu khí, từ RC-DM và RC-4 được tách sơ bộ sau đó vận chuyển đến thiết bị tách trên giàn RP-1 theo đường ống bọc vật liệu bảo ôn tới RP-1 để xử lý tách nước, khí. Sau đó từ RP-1, dầu đã được loại bỏ khí, nước được vận chuyển đến FSO-3. Khí khai thác được vận chuyển về giàn bơm ép khí DCP theo tuyến ống thu gom khí thấp áp dẫn tới RP-3. Khí nâng (gaslift) và nước bơm ép được cung cấp bởi hệ thống đường ống riêng biệt từ RP-3 để cung cấp cho các giếng ở mỏ NR-DM. Sơ đồ hệ thống thiết bị khai thác của mỏ NR-DM được biểu hiện ở Hình 7. Sản phẩm giếng từ RC-DM, RC-04 được thu gom và chuyển tới xử lý tại giàn RP-1 sau đó bơm qua FSO-3 bằng hệ thống đường ống ngầm bọc cách nhiệt đặt dưới đáy biển.



Hình 7. Sơ đồ phát triển khai thác Nam Rồng – Đồi Mồi kết nối mỏ Rồng

1.3. Bể Sông Hồng

Bể Sông Hồng có hình dạng là một dải dài kéo từ Vịnh Bắc Bộ tới vùng biển Bắc Trung Bộ, nằm dọc theo ven biển các tỉnh từ Quảng Ninh tới Quảng Ngãi và bao gồm cả Miền Vĩng Hà Nội. Nền công nghiệp dầu khí khu vực miền Bắc mặc dù xuất hiện sớm nhất cả nước, nhưng quy mô và phạm vi hoạt động không rộng, chủ yếu tập trung trên bờ ở khu vực Thái Bình. Cơ sở hạ tầng dầu khí hiện hữu tại các tỉnh dọc theo chiều dài của Bể Sông Hồng được liệt kê như sau:

- *Vùng Tây Bắc Bể Sông Hồng*: có nhà máy xử lý khí tại Tiền Hải - Thái Bình xử lý khí khai thác từ mỏ Tiền Hải, D14 và Đồng Quan D nằm trên đất liền; trong tương lai sẽ phát triển các mỏ khí Thái Bình và mỏ dầu Hàm Rồng thuộc Lô 102&106

- *Vùng phía Nam Bể Sông Hồng*: tại Quảng Ngãi hiện có nhà máy lọc hóa dầu Dung Quất; trong tương lai tại khu vực này sẽ phát triển dự án điện khí Cá Voi Xanh với trung tâm xử lý khí trên bờ kết hợp với một nhà máy phát điện liền kề. Mỏ Cá Voi Xanh nằm gần khu vực mỏ Báo Vàng và có nguồn khí khá tương đồng với khí của mỏ Báo Vàng, do đó có thể xem xét phát triển kết nối mỏ Báo Vàng với cơ sở hạ tầng của mỏ Cá Voi Xanh.

Đối với bể Sông Hồng, có rất nhiều khu vực triển vọng đang trong giai đoạn tìm kiếm, thăm dò và có một số mỏ đang được lên kế hoạch phát triển. Do cơ sở hạ tầng khai thác dầu khí hiện hữu tại khu vực Bể Sông Hồng không nhiều nên việc phát triển độc lập các cấu tạo trong khu vực nên được ưu tiên xem xét.

1.4. Hệ thống thiết bị khai thác hiện tại của các mỏ dầu khí ở VN

Hệ thống thiết bị khai thác của các mỏ dầu khí ở Việt Nam đa phần đều theo mô hình truyền thống: sử dụng giàn đầu giếng cố định không người (unmanned fixed wellhead platform) để khai thác, xử lý sơ bộ và thu gom dầu khí; sản phẩm sau đó được đẩy theo đường ống nội mỏ về khu xử lý trung tâm CPP (Fixed Central Processing Platform) hoặc tàu FPSO (Floating Production Storage Offloading) tiếp tục xử lý đạt yêu cầu dầu khí thành phẩm để lưu trữ và xuất bán.

* *Giàn đầu giếng cố định không người (WHP)*: Giàn đầu giếng cố định không người - Unmanned Wellhead Platform (WHP) được sử dụng phổ biến trên các mỏ có mực nước biển nông như bể Cửu Long, bể Nam Côn Sơn. Giàn được thiết kế để vận hành không cần sự can thiệp của con người trong điều kiện bình thường. Quá trình vận hành được giám sát từ giàn xử lý trung tâm CPP/ FPSO thông qua hệ thống truyền tín hiệu bằng cáp ngầm hoặc sóng microwave.

Giàn đầu giếng cố định không người được thiết kế tối giản về diện tích, kết cấu cũng như thiết bị trên giàn. Hệ thống thiết bị trên giàn cơ bản bao gồm hệ thống thiết bị đầu giếng, sân bay, cần cầu tải trọng nhẹ cùng hệ thống xử lý sơ bộ như: Hệ thống điều khiển đầu giếng (wellhead control panel); hệ thống thu gom dầu khí từ các đầu giếng (manifold). Có thể bao gồm cả hệ thống thu gom, phân phối gaslift và bơm ép nước; hệ thống bình test separator; hệ thống gia nhiệt cho dầu; Hệ thống phóng/nhận thoi (pig); hệ thống bơm tăng áp để bơm chất lưu về nơi xử lý; hệ thống bơm ép hóa phẩm; hệ thống điện và điều khiển; các thiết bị an toàn, phòng chống cháy nổ khác...

* *Giàn công nghệ xử lý trung tâm (CPP)*: Giàn công nghệ xử lý trung tâm được thiết kế để thu gom, xử lý dầu khí từ các đầu giếng của giàn và từ các giàn vệ tinh lân cận. Hệ thống xử lý trên giàn được thiết kế để xử lý dầu khí đạt các yêu cầu lưu trữ và xuất bán. Thông thường, để cất giữ dầu thành phẩm, giàn được kết nối với tàu chứa dầu FSO (Floating Storage Offloading) - được neo đậu tại vị trí gần với giàn.

* *Kho nối chứa, xuất, xử lý dầu khí (FPSO)*: Trong trường hợp sử dụng FPSO, dầu từ các giàn vệ tinh sẽ được chuyển qua đường ống nội mỏ về FPSO để xử lý và cất chứa ngay tại tàu. Hệ thống xử lý của tàu FPSO thường được đặt trên topside của tàu. Phần Topside của FPSO bao gồm hệ thống xử lý, khu nhà ở, sân bay... giống với giàn công nghệ trung tâm. Dầu sau khi xử lý được cất chứa ngay tại thân tàu (hull side). Tại hull side có hệ thống gia nhiệt cho dầu để giữ dầu thành phẩm luôn đạt chất lượng, tránh hiện tượng đông đặc dầu.

2. Phương án lựa chọn thiết bị kết nối

Trên cơ sở đánh giá hiện trạng các thiết bị khai thác hiện tại của các mỏ dầu khí tại Việt Nam, việc lựa chọn phương án thiết bị trong công tác phát triển các mỏ cận biên cần phải đầu tư

nghiên cứu chi tiết hơn với mục tiêu đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, đơn giản trong vận hành, giảm thiểu chi phí đầu tư đem lại hiệu quả kinh tế cho dự án. Xem xét phát triển các cấu tạo tiềm năng dựa trên nguyên tắc kết nối về hệ thống thiết bị, trung tâm xử lý hiện hữu hoặc cũng có thể phát triển độc lập đối với các khu vực nằm tách biệt với hệ thống thiết bị và trung tâm xử lý hiện hữu.

2.1. Phương án kết nối về hệ thống thiết bị, trung tâm xử lý hiện hữu

Đối với trường hợp kết nối, cần phải tiến hành đánh giá công suất xử lý dư, tình trạng hiện tại của hệ thống thiết bị, khả năng hoán cải cũng như xem xét thời điểm kết thúc hợp đồng của các Lô hợp đồng dầu khí có trung tâm xử lý mà các cấu tạo tiềm năng dự kiến kết nối vào. Về cơ bản, quy hoạch phát triển các cấu tạo tiềm năng này được dựa trên các tiêu chí cơ bản như sau:

- Ưu tiên phát triển các cấu tạo thuộc lô đang khai thác mà hệ thống thiết bị xử lý sẵn có và đủ công suất dư cũng như khả thi trong việc kết nối;
- Khoảng cách từ cấu tạo đến hệ thống thiết bị, trung tâm xử lý hiện hữu mà cấu tạo dự kiến kết nối vào. Thông thường, khoảng cách này giới hạn trong phạm vi 30 km.

2.2. Phương án phát triển các khu vực độc lập

Đối với các khu vực độc lập, do không bị phụ thuộc vào công suất cũng như thiết kế của các hệ thống thiết bị, trung tâm xử lý hiện hữu, vì vậy ngoài các tiêu chí giống ở phần phát triển kết nối đã được trình bày ở trên thì còn một số điểm cần lưu ý như sau:

- Cần thúc đẩy nhanh kế hoạch thăm dò thăm lượng của các cấu tạo này để đưa vào phát triển sớm. Đối với các khu vực dự kiến phát triển độc lập, đề xuất thực hiện các nghiên cứu đánh giá cho phần khí thu hồi nhằm tiết kiệm chi phí đường ống kết nối và tránh sự phụ thuộc việc xử lý khí tại các trung tâm xử lý hoặc hệ thống đường ống hiện hữu;
- Thời điểm đưa các cấu tạo vào phát triển cần đánh giá tình trạng suy giảm sản lượng của các cấu tạo để từ đó có kế hoạch đưa các cấu tạo vào khai thác ở các thời điểm hợp lý nhằm duy trì sản lượng đỉnh của toàn Lô.

3. Kết luận

Việc đưa các cấu tạo tiềm năng, các mỏ nhỏ, mỏ cận biên vào khai thác đòi hỏi phải có giải pháp tối ưu cho vấn đề thu gom và xử lý sản phẩm. Từ thực tế về hiện trạng hạ tầng của hệ thống thiết bị trên các giàn khai thác của một số mỏ ở Việt Nam cho thấy đang có sự dư thừa về công suất xử lý, do các mỏ này hiện đã trải qua giai đoạn khai thác đỉnh cao. Chính vì vậy, giải pháp tận dụng lợi thế sẵn có về hệ thống thiết bị và hạ tầng kỹ thuật của các mỏ này để phục vụ cho việc phát triển khai thác các mỏ nhỏ, mỏ cận biên là rất cần thiết. Trên cơ sở đó cần phát triển và đưa vào khai thác các cấu tạo tiềm năng theo hướng ưu tiên tối đa công suất dư thừa của hệ thống thiết bị sẵn có, kết nối các mỏ với nhau để có thể dùng chung hệ thống thiết bị gọn nhẹ, giảm chi phí nhằm tận thu tối đa tài nguyên dầu khí tại các khu vực bể Cửu Long, Nam Côn Sơn và một số khu vực khác ở thềm lục địa Việt Nam. Cho đến nay, các cấu tạo chưa được đưa vào phát triển đều là các mỏ nhỏ, mỏ cận biên. Việc quy hoạch phát triển các cấu tạo này cần được xem xét dựa trên các tiêu chí cơ bản như: Ưu tiên phát triển các cấu tạo thuộc Lô đang khai thác mà hệ thống thiết bị xử lý sẵn có và đủ công suất dư cũng như khả thi trong việc kết nối; Giới hạn khoảng cách trong phạm vi 30 km từ cấu tạo đến hệ thống thiết bị, trung tâm xử lý hiện hữu mà cấu tạo dự kiến kết nối vào. Giải pháp kết nối các mỏ nhỏ, mỏ cận biên trên cơ sở tận dụng điều kiện cho phép về kỹ thuật và công nghệ cũng như cơ sở hạ tầng, thiết bị sẵn có của các mỏ trong khu vực lân cận hiện hữu là phù hợp, đảm bảo hiệu quả kinh tế và tính khả thi cho các dự án mới.

Tài liệu tham khảo

- Vũ Minh Đức, (2015). Nghiên cứu quy hoạch phát triển tổng thể các mỏ dầu khí bể Cửu Long trên cơ sở tối ưu hóa hệ thống công nghệ và thiết bị khai thác hiện hữu. *Tổng Công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí (PVEP)*.
- Kue, Y. N and Orodu, O.D, (2006). Economic Analysis of Innovative Approaches to Marginal Field Development, *30th Annual SPE International Technical Conference and Exhibition in Abuja, Nigeria*, pp 01-11.
- Lubiantara, B, (2005). Marginal Field Incentive. p.2.

- Lubiantara, B, (2005). The Analysis of the Marginal Field Incentive - Indonesia Case. 1-2.
- Partowidagdo, W, (1996). Incentives for Marginal Field Development in Indonesia. *25th Annual Convention Proceedings (Volume 3)*.
- Svalheim, S; Chiang Mai, (2004). Marginal Field Development - a Norwegian Perspective. *The 3rd PPM Seminar*, p.20.
- Sagex Petroleum AS, (2005). Field Developments and Technical Solutions Marginal Fields - Norwegian Experiences. *Petroleum Policy and Management Project - The 3rd Workshop Indonesia Kutei Basin Case Study*, p.2.
- Warlick, D, (2007). A new era for marginal oil production. *Oil & Gas Financial Journal*.
- Vijay Gupta and Ignacio E. Grossmann, (2016). Development Planning of Offshore Oilfield Infrastructure. *Alternative Energy Sources and Technologies*, Springer, pp.33-87.
- Behrenbruch, P, (1993). Offshore Oilfield Development Planning. *Journal of Petroleum Technology*, 45(08), pp 735 - 743. <https://doi.org/10.2118/22957-PA>.

ABSTRACT

Research on the infrastructure and equipment systems of oilfields in Vietnam for connecting to marginal fields

Nguyen Van Thinh*, Nguyen Thanh Tuan, Nguyen Thi Hai Yen, Le Van Nam

Faculty of Petroleum and Energy, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

Some sedimentary basins in Vietnam such as Song Hong, Phu Khanh, Nam Con Son, Cuu Long and Ma Lay-Tho Chu are discovered and proved reserves of oil and gas. There are still many potential reservoirs which are not developed producing at the basins of Vietnam Continental Shelf Offshore beside oilfields having been operating in production such as Su Tu Vang, Su Tu Den, Te Giac Trang, Hai Thach - Moc Tinh, Lan Tay/Lan Do. According to preliminary assessment, these geological structures have reserves in situ and recovered reserve which are considered not good enough, so it is necessary to propose the policies and development strategies suitable for each structure in order to get a good economic efficiency for developing these reservoirs. Currently, the infrastructure of oilfields being exploited at Cuu Long, Nam Con Son basins is still quite good quality. On the other hand, most of reservoirs in this earea are now depleted. They have reached their peaks and started to undergo decreasing productivity. However, many of the production, processing, storage and transport equipment systems used for production of these fields are still in good working condition. Therefore, research the ability on taking advantage of equipment systems and infrastructure of these fields to serve exploitation of these potential reservoirs is considered as one of the necessary and important task. This paper presents results of research on the infrastructure and equipment systems existing at some oilfields in Vietnam. Results of the research will provide realistic knowledge to propose practical solutions to the production of new potential reservoirs and thus, improve the operation and economic efficiency of these oilfields.

Keywords: Mariginal oil field, Gathering and transportation, Oilfield connections.

* Corresponding author
E-mail: nguyenvanthinh@humg.edu.vn

Nghiên cứu lựa chọn hàm lượng chất bít nhét đối với dung dịch polymer sét khi khoan trong tầng đá móng mỏ Bạch Hổ

Nguyễn Thị Hải¹, Trương Văn Từ^{2,*}, Nguyễn Tiến Hùng², Lê Văn Nam²

¹ Viện Tiên Tiến Khoa Học và Công Nghệ, Trường Đại học Văn Lang, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

² Trường Đại học Mở - Địa chất, Hà Nội, Việt Nam

Tóm tắt

Một trong các phức tạp thường gặp khi thi công xây dựng giếng khoan trong tầng Móng nứt nẻ tại mỏ Bạch Hổ là mất dung dịch khoan. Các phức tạp dạng này không những gây tiêu hao một lượng lớn dung dịch khoan, mà còn gây ra các phức tạp, sự cố khác có liên quan như: mất ổn định thành giếng, kẹt dụng cụ khoan, thay đổi tính chất thấm chứa tự nhiên của vỉa,... làm gia tăng thời gian thi công, chi phí sản xuất và hiệu quả khai thác sau này. Hiện nay, liên doanh dầu khí Việt - Nga Vietsovetro thường sử dụng 02 phương pháp để xử lý tình trạng mất dung dịch khi khoan trong đá móng mỏ Bạch Hổ: phương pháp khoan không tuần hoàn; sử dụng dung dịch polymer sét kết hợp với các chất bít nhét. Phương pháp khoan không tuần hoàn mang lại nhiều hậu quả cho quá trình khai thác sau này do một lượng lớn dung dịch (nước biển) xâm nhập vào vỉa sản phẩm trong quá trình khoan, làm thay đổi tính chất thấm chứa tự nhiên của vỉa. Phương pháp sử dụng dung dịch polymer sét kết hợp với các chất bít nhét thân thiện hơn với vỉa sản phẩm do hạn chế được lượng dung dịch xâm nhập, nhưng đang gặp phải những vấn đề trong việc lựa chọn chủng loại và hàm lượng tối ưu của các chất bít nhét. Vì vậy, việc nghiên cứu lựa chọn các vật liệu bít nhét cũng như hàm lượng của chúng để hạn chế tình trạng mất dung dịch khi khoan qua tầng Móng tại mỏ Bạch Hổ do Liên doanh dầu khí Việt - Nga Vietsovetro quản lý là quan trọng và cần thiết. Nhóm tác giả sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết và phương pháp thí nghiệm trong phòng để thử nghiệm đối với các vật liệu bít nhét như vỏ trấu, sơ dừa, và calcium carbonate - CaCO_3 , tiếp đó tiến hành xác định hàm lượng hợp lý của chúng khi bổ sung vào dung dịch gốc. Kết quả nghiên cứu cho thấy, hệ dung dịch mới sau khi bổ sung các vật liệu bít nhét với hàm lượng mà nhóm tác giả đã nghiên cứu có khả năng hạn chế tình trạng mất dung dịch rất tốt. Điều này được thể hiện qua khả năng bít nhét các vết nứt và khả năng chống thấm trong điều kiện chênh áp được thiết lập tương tự như trong điều kiện mỏ.

Từ khóa: Mất dung dịch khoan, Tầng Móng nứt nẻ, bít nhét, vỏ trấu, sơ dừa và calcium carbonate- CaCO_3 .

1. Thực trạng mất dung dịch trong công tác khoan tại tầng đá Móng mỏ Bạch Hổ

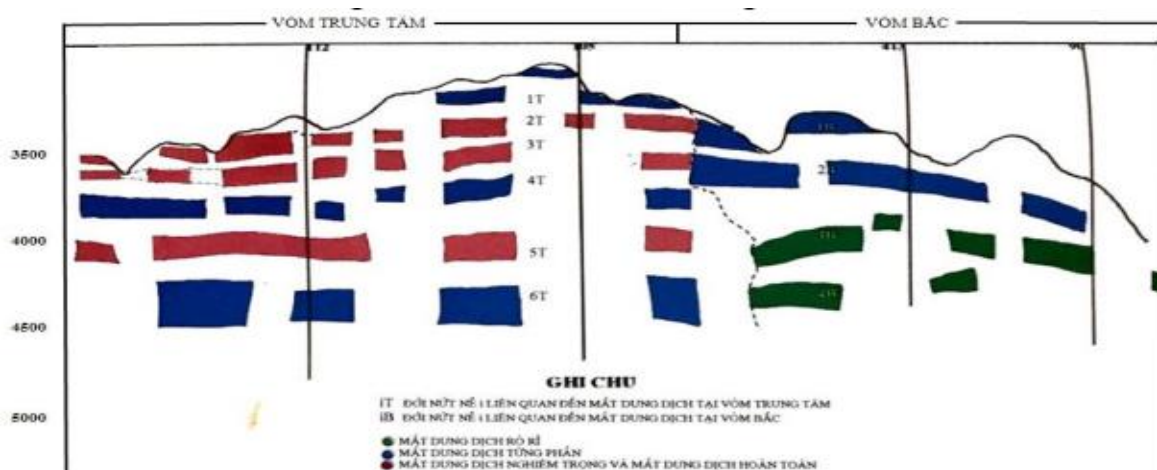
Mất dung dịch khoan khi thi công trong tầng móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ luôn được ghi nhận ở mức độ phức tạp nhất, gây ra nhiều hậu quả không chỉ cho quá trình khoan mà còn cho quá trình khai thác sau này do đây là tầng chứa dầu lớn nhất của mỏ. Mất dung dịch xảy ra do áp lực dung dịch lớn hơn áp suất thành tạo và khi khoan qua những đới nứt nẻ, những nơi đất đá kém bền vững, dung dịch sẽ bị đẩy vào trong các khe nứt, hoặc hang hốc gây tổn thất dung dịch khoan. Tầng móng mỏ Bạch Hổ nằm ở độ sâu 3000 - 5000m, áp suất thường có giá trị 300 - 400 atm., nhiệt độ dao động 120 - 150°C. Dưới tác động của các yếu tố này (đặc biệt ở nhiệt độ cao) dung dịch thường bị loãng ra (do các polymer bị phân hủy cấu trúc) nên dễ bị đi vào vỉa và gây mất dung dịch với cường độ lớn (Рязанов Я.А., 2005; Конесев Г.В., Мавлютов М.Р., Спивак А.И., Мулюков Р.А., 1993). Thành phần thạch học đá móng không đồng nhất, xen kẽ những đới đá rắn chắc là những đới đá dễ bị dập vỡ, tạo ra các đới nứt nẻ nằm xen kẽ giữa các khối đá rắn chắc, đặc xít, tạo khả năng thấm rất tốt và tính thấm của đá móng chính là do độ rỗng của những khe nứt quyết định.

* Tác giả liên hệ

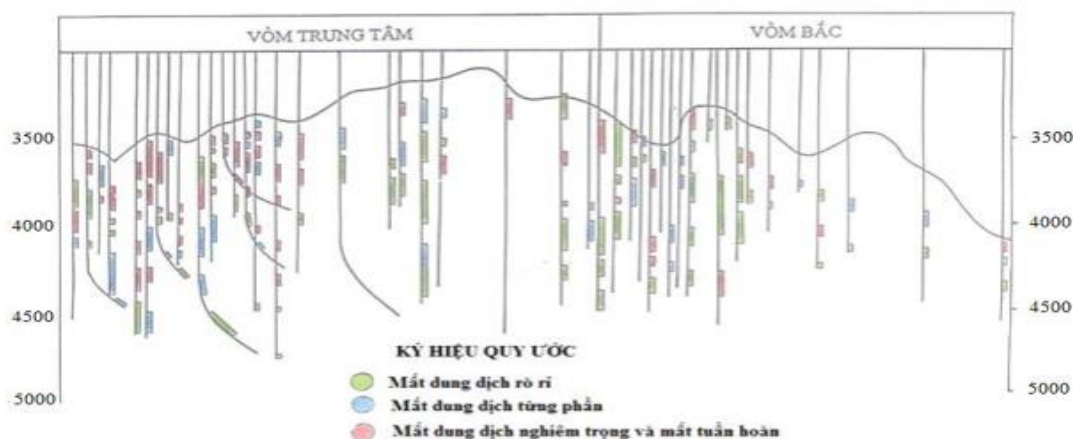
E - mail: truongvantu@humg.edu.vn

Chính hệ thống khe nứt, hang hốc dày đặc, và sự liên thông giữa các lỗ hổng, khe nứt này đã dẫn đến sự cố mất dung dịch rất trầm trọng tại đây.

Đá Móng với đặc thù nứt nẻ và hang hốc với áp suất vỉa hiện nay bằng 0,8 đến 0,9 áp suất thủy tĩnh và nhiệt độ đáy rất cao vào khoảng 150°C. Khi mở vỉa tại đây, mất dung dịch xảy ra trên diện rộng với mức độ khác nhau, từ từng phần, cho đến mất toàn bộ. Trên cơ sở phân tích những kết quả nghiên cứu trước đây, nhóm tác giả nhận thấy, mức độ mất dung dịch trong tầng Móng nứt nẻ biến đổi theo khu vực (Hình 1), theo độ sâu (Hình 2), tuân theo một số quy luật nhất định và có mối quan hệ với các yếu tố địa chất như: thành phần thạch học, sự phá hủy kiến tạo,... Mức độ mất dung dịch tại vòm Trung Tâm lớn hơn nhiều so với mức độ mất dung dịch tại vòm Bắc. Trong đó, vùng không mất dung dịch chủ yếu ở vòm Bắc (Báo cáo sơ đồ công nghệ hiệu chỉnh khai thác và xây dựng mỏ Bạch Hổ, 2013; Nguyễn Lâm Anh và nnk, 2018).



Hình 1. Mặt cắt dọc phân bố các đới nứt nẻ có liên quan đến mất dung dịch tại đá Móng mỏ Bạch Hổ.



Hình 2. Sơ đồ phân bố các mức độ mất dung dịch theo chiều sâu giếng khoan trong Móng mỏ Bạch Hổ dọc theo hướng Nam-Bắc.

Tình trạng mất dung dịch tại đây biến đổi rất đa dạng và phức tạp, theo diện, theo chiều sâu, bao gồm các mức độ: không mất, mất rò rỉ, mất từng phần, mất nghiêm trọng và mất hoàn toàn (Hình 2 và Bảng 1). Các đới bị mất dung dịch với cường độ khác nhau và xen kẽ nhau. Trong đó, mức độ mất dung dịch nghiêm trọng và mất hoàn toàn chiếm ưu thế hơn so với các mức độ mất dung dịch khác (Hình 1, 2 và Bảng 1).

Bảng 1. Thực trạng mất dung dịch khoan tại đá móng mỏ Bạch Hổ.

STT	Phân loại mức độ mất dung dịch	Mức độ mất dung dịch (m ³ /h)
1	Mất rò rỉ	Dưới 1,6 m ³ /h
2	Mất cục bộ	1,6 - 16 m ³ /h
3	Mất nghiêm trọng	Trên 16 m ³ /h
4	Mất hoàn toàn	Mất tuần hoàn Mất toàn phần

Hiện tượng mất dung dịch khoan tại mỏ Bạch Hổ xảy ra từ tầng Mioxen trên và Mioxen giữa khi chúng được khoan đồng thời với trọng lượng riêng dung dịch là 1,30 g/cm³ hoặc cao hơn. Tại vùng chuyển tiếp trong khoảng chiều sâu 1-2m từ Oligocien đến nóc tầng Móng, tần suất và cường độ mất dung dịch lớn hơn, hiện tượng mất dung dịch bắt đầu xảy ra khi giá trị trọng lượng riêng dung dịch đạt 1,10 đến 1,20 g/cm³ (Nguyễn Lâm Anh và nnk, 2018). Trong tầng đá móng, cường độ mất dung dịch có thể chia thành các cấp độ khác nhau: rò rỉ, cục bộ, nghiêm trọng (Nguyễn Lâm Anh và nnk, 2018), lớn nhất xảy ra ở những giếng được khoan ở phần đuôi của mỏ (BK-1, 2, 3, 4, 5, MSP-9). Số liệu thống kê về tình trạng mất dung dịch thực tế tại một số giếng khoan được thống kê trong Bảng 2.

Bảng 2. Số liệu thống kê thực tế về mức độ mất dung dịch khoan trong Móng nứt nẻ ở các giếng khác nhau.

STT	Tên giếng	Chiều sâu, m	Cường độ mất dung dịch, m ³ /h	Tính chất lưu biến của dung dịch	Hàm lượng vò trấu, kg/m ³		Ghi chú
					Dung dịch khoan	Nút chống mất dung dịch	
1	9002BT-BK9	-	2-14	MW=1,06 FV=35; FL=5; Gels=15/25; PH=9	9-15	50	
2	449BT-BK-7	-	1-10		10-15	50	
3	706BT-BK-7	-	8	MW=1,08 FV=45; FL<8; Gels=11/25; PH=9	20	50-70	Mục dung dịch đáy giếng 600-800m
4	428BT-BK-2	-	6-8		10	50	
5	924BT-BK-9	-	1,7	MW=1,07 FV=40; FL=5; Gels=11/25; PH=9	-	-	
6	900BT-BK-9	-	Mất tuần hoàn	Nước biển	-	-	
7	429BT-BK-4	3700 - 4380	3 lần mất tuần hoàn	Nước biển	10	50	
8	447BT-BK-4	>=3882	3 lần mất tuần hoàn	Nước biển	10	50	

Sau hơn 30 năm khai thác, áp suất vỉa suy giảm (chỉ bằng 0,80-0,90 áp suất thủy tĩnh), tình trạng mất dung dịch khi khoan trong tầng Móng càng xảy ra nghiêm trọng hơn. Vì thế, để chống mất dung dịch người ta sử dụng 02 phương pháp: khoan không tuần hoàn bằng nước biển; bơm các chất bít nhét (Lost circulation material), các chất này được loại bỏ bằng axit hoà tan sau khi khoan. Đối với phương pháp thứ nhất, do sử dụng một lượng lớn nước biển để khoan không tuần hoàn, lượng nước này sẽ xâm nhập trực tiếp vào vỉa gây ảnh hưởng đến tính chất thấm chứa tự nhiên của vỉa làm giảm năng suất khai thác sau này. Do đó, giải pháp này đến nay rất ít hoặc gần như không được sử dụng. Đối với phương pháp thứ hai, liên doanh dầu khí Việt - Nga (Vietsovpetro) sử dụng dung dịch polymer sét đặc với hàm lượng sét 100-150 kg/m³ kết hợp với chất bít nhét là vò trấu với hàm lượng 15-50 kg/m³. Tuy nhiên, phương pháp này còn tồn tại một số hạn chế, có thể kể đến: do hàm lượng vò trấu được sử dụng chưa phù hợp làm tăng nguy cơ bó kẹt bộ dụng cụ khoan; khả năng hạn chế mất dung dịch chưa được cao, thể tích dung dịch thất thoát có thể lên đến 30 ngàn mét khối, lượng chất bít nhét lên đến 10 ngàn mét khối trong một năm (Trần Xuân Đào, 2008; Nguyễn Văn Khương, 2015). Vì vậy cần tìm ra hàm lượng chất bít nhét

phù hợp để vẫn đảm bảo được yêu cầu về khả năng bít nhét, hạn chế mất dung dịch làm giảm nguy cơ bó kẹt bộ dụng cụ khoan và tăng khả năng hạn chế mất dung dịch.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nhóm tác giả thực hiện lựa chọn, thử nghiệm các vật liệu bít nhét cũng như đơn pha chế dung dịch khoan tại phòng thí nghiệm dung dịch khoan thuộc Viện NIPI, Liên doanh dầu khí Việt – Nga. Chúng tôi sử dụng dụng cụ thí nghiệm LCM (Lost circulation material) để lựa chọn các vật liệu chống mất dung dịch, cũng như đơn pha chế phù hợp.

Với 03 chất bít nhét sẵn có (vỏ trấu, xơ dừa, Calcium carbonate) nhóm tác giả tiến hành thí nghiệm để lựa chọn hàm lượng của chúng với 02 tiêu chí: khả năng bít nhét trong điều kiện áp suất và nhiệt độ của vỉa; khả năng tan trong axit để đảm bảo việc làm sạch khu vực cận đáy giếng sau khi đã tiến hành khoan. Các thí nghiệm này được tiến hành với sự hỗ trợ của dụng cụ thí nghiệm chống mất dung dịch Lost circulation material test device - LCM) (Hình 4).



Hình 4. Dụng cụ thí nghiệm vật liệu chống mất dung dịch (Lost circulation material test device - LCM).

Dung dịch gốc được sử dụng trong thí nghiệm này là sét với các thành phần chủ yếu là sét và CMC-HV với độ nhớt trong khoảng 100-120s (PД VSP-000-PK-650, 2017; VSP-000-PK-637, 2016). Sét kết hợp với vỏ trấu và CaCO_3 sẽ tăng cường khả năng bít nhét vào các đới mất dung dịch do có các cỡ hạt và hình dạng (vảy, hạt) khác nhau. Polymer sinh học CMC-HV có tính bền nhiệt để giảm thiểu hàm lượng sét. Vỏ trấu, xơ dừa, Calcium carbonate (Hình 5) có đặc tính mềm dẻo, dễ di chuyển vào các khe nứt có độ lớn khác nhau, dễ phân huỷ bởi vi sinh, dễ tan trong axit, thuận tiện cho công tác làm sạch khu vực đáy giếng sau khi hoàn thiện.

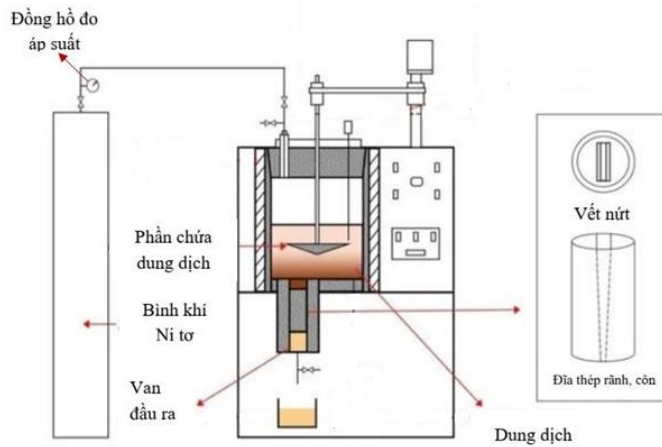


Hình 5. Vật liệu bít nhét xơ dừa, vỏ trấu, và Calcium carbonate.

Việc lựa chọn đơn pha chế hệ dung dịch để hạn chế hiện tượng mất dung dịch khi khoan tầng đá Móng sẽ phụ thuộc vào tính chất của thành tạo địa chất, nguyên nhân gây mất dung dịch khoan và giải pháp khắc phục được chọn là tạm thời hay lâu dài. Ngoài ra, phải tính đến các thông số như áp suất vỉa, loại vỉa, thông số dung dịch khoan, các quy định về môi trường tại địa phương và sự có mặt của vật liệu chống mất dung dịch.

Quy trình thí nghiệm được thực hiện theo hướng dẫn sử dụng đối với thiết bị Lost circulation material test device - LCM và phương pháp thử vật liệu chống mất dung dịch khoan do mô hình các vết nứt và bi thép (Отчёт о научно-исследовательской работе тема IV.1, 2017). Nhóm tác giả thực hiện thí nghiệm với 02 mô hình: mô hình các vết nứt khác nhau với chiều rộng

từ 1 mm đến 4 mm (Hình 7) để kiểm tra khả năng bít nhét của dung dịch; các mô hình rỗng được tạo ra bởi các viên bi thép trong ống bọc (hình 8) có đường kính 4,39 mm với độ thấm tối đa $K=200$ Darcy và 14,3 mm với độ thấm tối đa $K=2000$ Darcy để kiểm tra khả năng bít nhét và khả năng chống thấm.



Hình 6. Sơ đồ thiết bị thí nghiệm vật liệu chống mất dung dịch.

Để đánh giá khả năng bít kín vết nứt của vật liệu chống mất dung dịch LCM (Hình 4), sơ đồ thiết bị kiểm tra độ kín vết nứt và khả năng bít nhét và chống thấm của vật liệu được mô phỏng (Hình 7, Hình 8) với các đĩa thép không gỉ có rãnh, côn và các viên bi thép (Hình 6) mô phỏng các vết nứt tự nhiên/độ rỗng gây ra đã được sử dụng. Đầu tiên, vết nứt được đặt trước van dầu ra thoát nước. Sau đó, dung dịch chứa vật liệu chống mất dung dịch LCM đưa vào phần chứa dung dịch tạo áp lực để dung dịch qua vết nứt các đĩa với áp suất tăng dần. Chênh áp tác dụng ban đầu được đặt là 0,69 Mpa tại đồng hồ áp suất được tạo bởi bình chứa Nitơ và được giữ ổn định trong 10 phút. Nếu vật liệu chống mất dung dịch LCM bít kín vết nứt không hiệu quả và áp suất giảm trong vòng 5% độ thải nước được thoát ra. Khi xảy ra thoát nước liên tục, người ta khẳng định rằng vật liệu chống mất dung dịch LCM đã đạt đến khả năng chịu áp suất tối đa và thử nghiệm đã dừng lại đối với các trường hợp không tạo được bít nhét. Các hợp độ thải nước không thoát ra tương ứng với hiệu quả giảm thiểu sự mất dung dịch. Chênh áp liên tục tăng cao nhất được áp dụng khi làm thí nghiệm là 6,9 Mpa khi đó hình thành bít kín khe nứt (tối đa được áp dụng cho thiết bị là 8,0 Mpa) và mất dung dịch được kiểm soát.



Hình 7. Mô hình hóa các vết nứt với chiều rộng vết nứt từ 1 đến 5 mm.



Hình 8. Bi thép có đường kính 4,39 mm và 14,3 mm.

Đối với bước thí nghiệm với mô hình các vết nứt, nhóm tác giả tiến hành thay đổi hàm lượng các chất bít nhét vỏ trấu từ 5-40 g/l, xơ dừa từ 5-10 g/l (Bảng 3). Đối với bước thí nghiệm với mô hình các độ rỗng nhóm tác giả thay đổi hàm lượng và chủng loại CaCO₃ như được trình bày trong bảng 4. Các thí nghiệm được thực hiện với điều kiện nhiệt độ phòng, chênh áp được thay đổi từ 0,69 đến 6,9 Mpa.

3. Kết quả và thảo luận

Sau khi tiến hành thí nghiệm với mô hình các vết nứt, nhóm tác giả ghi nhận, thống kê, phân tích, tổng hợp và trình bày kết quả đạt được trong bảng 3.

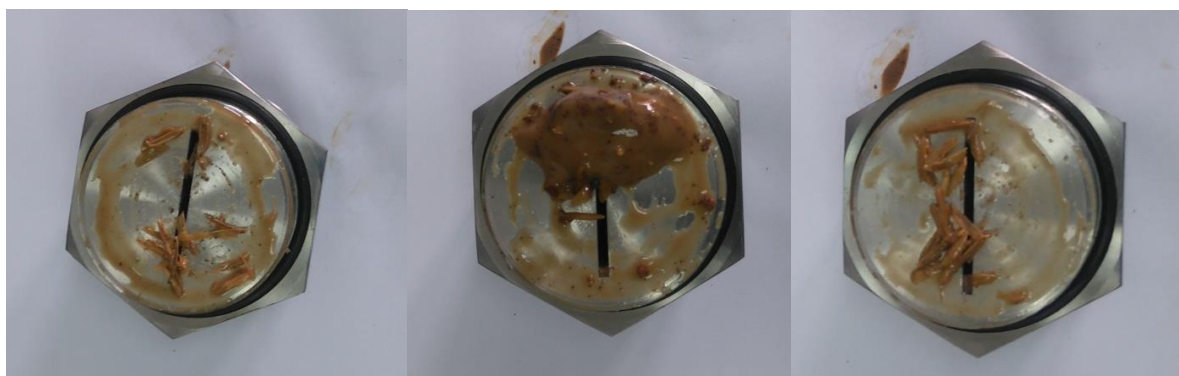
Bảng 3. Kết quả thí nghiệm với mô hình các vết nứt khi thay đổi hàm lượng các chất bít nhét.

Mô hình	Mẫu	Hàm lượng các chất bít nhét	Kết quả
Vết nứt 1 mm	1.1	Dung dịch nền : 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 5 g/l	Không hình thành được bít nhét khe nứt
	1.2	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 10 g/l	Không hình thành được bít nhét khe nứt
	1.3	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 20 g/l	Không hình thành được bít nhét khe nứt
	1.4	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 40 g/l	Không hình thành được bít nhét khe nứt
	1.5	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 5 g/l Hàm lượng xơ dừa: 5 g/l	- 0,69 MPa: Hình thành bít nhét - Khi chênh áp tăng lên 6,9 MPa: Bít nhét toàn bộ khe nứt
	1.6	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 5 g/l Hàm lượng xơ dừa: 5 g/l	- 0,69 MPa: Hình thành bít nhét - Khi chênh áp tăng lên 6,9 MPa: Bít nhét toàn bộ khe nứt
Vết nứt 2 mm	2.1	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 5 g/l	Không hình thành được bít nhét khe nứt
	2.2	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 10 g/l	Không hình thành được bít nhét khe nứt
	2.3	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 20 g/l	Không hình thành được bít nhét khe nứt
	2.4	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 40 g/l	Không hình thành được bít nhét khe nứt
	2.5	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 5 g/l Hàm lượng xơ dừa: 5 g	- 0,69 MPa: Hình thành bít nhét - 1 MPa: Bít nhét bị phá hủy
	2.6	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 10 g/l Hàm lượng xơ dừa: 5 g/l	- 0,69 MPa: Hình thành bít nhét - Khi chênh áp tăng lên 6,9 MPa: Bít nhét toàn bộ khe nứt
Vết nứt 3 mm	3.1	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 10 g/l	Không hình thành được bít nhét khe nứt
	3.2	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 20 g/l	Không hình thành được bít nhét khe nứt
	3.3	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 40 g/l	Không hình thành được bít nhét khe nứt
	3.4	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 10 g/l Hàm lượng xơ dừa: 5 g/l	- 0,69 MPa: Hình thành bít nhét - Khi chênh áp tăng lên 6,9 MPa: Bít nhét toàn bộ khe nứt
	3.5	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 10 g/l Hàm lượng xơ dừa: 10 g/l	Không hình thành được bít nhét khe nứt
	3.6	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 10 g/l Hàm lượng xơ dừa: 5 g/l	- 0,69 MPa: Hình thành bít nhét - Khi chênh áp tăng lên 6,9 MPa: Bít nhét toàn bộ khe nứt

	3.7	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 5 g/l Hàm lượng xơ dừa: 10 g/l	Không hình thành được bít nhét khe nứt
	3.8	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 10 g/l Hàm lượng xơ dừa: 5 g/l	- 0,69 MPa: Hình thành bít nhét - Khi chênh áp tăng lên 6,9 MPa: Bít nhét toàn bộ khe nứt
	3.9	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 10 g/l Hàm lượng xơ dừa: 5 g/l	- 0,69 MPa: Hình thành bít nhét - Khi chênh áp tăng lên 6,9 MPa: Bít nhét toàn bộ khe nứt
Vết nứt 4 mm	4.1	Dung dịch nền: 500 ml Hàm lượng vỏ trấu: 10 g/l Hàm lượng xơ dừa: 5 g/l	- 1,5 MPa: Hình thành bít nhét - 4,0 MPa: Bít nhét bị phá hủy

Kết quả thí nghiệm với mô hình các vết nứt cho thấy:

- Đối với 03 mô hình các vết nứt có kích thước 1, 2, 3 mm, với mẫu dung dịch chỉ chứa vỏ trấu với hàm lượng từ 5-40 g/l, không hình thành các bít nhét tại các khe nứt (Hình 9);
- Đối với 04 mô hình các vết nứt có kích thước 1, 2, 3, 4 mm, khi thêm xơ dừa với hàm lượng từ 5-10 g/l và giữ hàm lượng vỏ trấu ở mức 5 g/l, các bít nhét bắt đầu được hình thành. Tuy nhiên, khi tăng hàm lượng xơ dừa lên 10 g/l thì các bít nhét không được hình thành (Hình 9);
- Đối với 03 mô hình các vết nứt có kích thước 1, 2, 3 mm, khi điều chỉnh hàm lượng vỏ trấu là 10 g/l và hàm lượng xơ dừa là 5 g/l thì bắt đầu hình thành bít nhét các khe nứt trong điều kiện chênh áp 0.69 MPa và bít nhét toàn bộ khe nứt trong điều kiện chênh áp 6.9 MPa (Hình 10);
- Đối với mô hình các vết nứt có kích thước 4 mm, với hàm lượng vỏ trấu 10 g/l, xơ dừa 5 g/l bắt đầu hình thành các bít nhét trong điều kiện chênh áp 1.5 Mpa, nhưng các bít nhét này lại bị phá hủy trong điều kiện chênh áp 4.0 MPa (Hình 9).



Hình 9. Các bít nhét không được hình thành.



Hình 10. Các bít nhét được hình thành.

Kết quả thí nghiệm bên trên cho thấy, đối với các khe nứt có kích thước nhỏ từ 1 đến 3 mm các bít nhét không bị phá vỡ ở điều kiện chênh áp cao, độ thấm lớn, tuy nhiên, khi các khe nứt có độ rộng là 4 mm thì các bít nhét này bị phá vỡ trong điều kiện chênh áp cao (>4,0 MPa) và độ thấm lớn.

Vì vậy, nhóm nghiên cứu tiến hành thí nghiệm bổ sung với việc thêm hàm lượng CaCO_3 loại C, M, F để tăng khả năng chống thấm của lớp bít nhét, nhờ đó gia tăng khả năng chống mất dung

dịch của dung dịch gốc. Khi bổ sung các loại CaCO_3 vào dung dịch bên trên, do CaCO_3 có các cỡ hạt (từ 10 đến 1000 μm) và hình dạng (hạt, vảy) khác nhau làm tăng khả năng bít nhét, chống thấm các khe nứt của dung dịch gốc. Kết quả thí nghiệm kiểm tra khả năng chống thấm của dung dịch sau khi bổ sung các loại CaCO_3 được trình bày trong Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm kiểm tra khả năng chống thấm của dung dịch sau khi bổ sung các loại CaCO_3

Đường kính bi	Mẫu	Đơn pha chế	Kết quả
D = 4,39 mm	A.1	Dung dịch nền: 1000 ml Hàm lượng vỏ trấu: 10 g/l	Không hình thành được bít nhét
	A.2	Dung dịch nền: 1000 ml Hàm lượng vỏ trấu: 20 g/l	Không hình thành được bít nhét
	A.3	Dung dịch nền: 1000 ml Hàm lượng vỏ trấu: 40 g/l	Không hình thành được bít nhét
	A.4	Dung dịch nền: 1000 ml Hàm lượng xơ dừa: 10 g CaCO_3 F: 40 g	Không hình thành được bít nhét
	A.5	Dung dịch nền: 1000 ml Hàm lượng xơ dừa: 10 g CaCO_3 M: 50 g	Không hình thành được bít nhét
	A.6	Dung dịch nền: 1000 ml Hàm lượng vỏ trấu: 5 g Hàm lượng xơ dừa: 10 g CaCO_3 M: 60 g	-0,69MPa: Hình thành bít nhét - 4 MPa: Bít nhét bị phá hủy
	A.7	Dung dịch nền: 1000 ml Hàm lượng xơ dừa: 20 g CaCO_3 M: 30 g CaCO_3 C: 30 g	-0,69MPa: Hình thành bít nhét -3,0MPa: Bít nhét bị phá hủy
	A.8	Dung dịch nền: 1000 ml Hàm lượng xơ dừa: 20 g CaCO_3 M: 60 g CaCO_3 C: 30 g	-0,69MPa: Hình thành bít nhét -6,9MPa: Bít nhét toàn bộ khoảng rỗng
	A.9	Dung dịch nền: 1000 ml Hàm lượng xơ dừa: 20 g CaCO_3 M: 60 g CaCO_3 C: 30 g	-0,69MPa: Hình thành bít nhét -6,9MPa: Bít nhét toàn bộ khoảng rỗng
D = 14,3 mm	B.1	Dung dịch nền: 1000 ml Hàm lượng xơ dừa: 20 g CaCO_3 C: 60 g	Không hình thành được bít nhét
	B.2	Dung dịch nền: 1000 ml Hàm lượng vỏ trấu: 20 g Hàm lượng xơ dừa: 20 g CaCO_3 C: 60 g	Không hình thành được bít nhét
	B.3	Dung dịch nền: 1000 ml Hàm lượng vỏ trấu: 30 g CaCO_3 C: 60 g	Không hình thành được bít nhét khe nứt
	B.4	Dung dịch nền: 1000 ml Hàm lượng vỏ trấu: 20 g Hàm lượng xơ dừa: 40 g CaCO_3 C: 80 g	- 1MPa: Hình thành bít nhét - 2 MPa: Bít nhét bị phá hủy
	B.5	Dung dịch nền: 1000 ml Hàm lượng vỏ trấu: 10 g Hàm lượng xơ dừa: 20 g CaCO_3 C: 60 g	- 1MPa: Hình thành bít nhét - 2MPa: Bít nhét bị phá hủy

Kết quả thí nghiệm với mô hình rỗng được tạo ra bởi các viên bi thép cho thấy:

- Đối với mô hình rỗng được tạo ra từ các viên bi thép có đường kính $D = 4,39$ mm, đối với các mẫu dung dịch chỉ chứa xơ dừa và vỏ trấu không hình thành được các bít nhét và mức độ chống thấm thấp;
- Khi thêm các loại CaCO_3 với các hàm lượng khác nhau chỉ nhận thấy hình thành các bít nhét và gia tăng khả năng chống thấm (Hình 11) khi bổ sung xơ dừa và CaCO_3 với hàm lượng chính xác là: CaCO_3 loại M 60 g/l, CaCO_3 loại C 40 g/l, xơ dừa 20 g/l;
- Đối với mô hình rỗng được tạo ra từ các viên bi thép có đường kính $D = 14,3$ mm, tương đương với độ thấm tạo ra là 500 Darcy, thì các bít không được tạo ra, khả năng chống thấm rất thấp cho dù đã tiến hành thay đổi với nhiều hàm lượng khác nhau của các chất bít nhét.



Hình 11. Mô hình hóa bằng các viên bi thép có đường kính 4,39 mm trong ống bọc ngoài sử dụng vật liệu bít nhét như hàm lượng xơ dừa và calcium carbonate.

Như vậy, với kết quả của 02 thí nghiệm trên, nhóm tác giả nhận thấy đối với các môi trường rỗng với các vết nứt có chiều rộng 1 mm đến 4 mm, độ thấm từ 35 – 140 Darcy, để tăng khả năng chống thấm và bít nhét của dung dịch thì chỉ cần bổ sung vỏ trấu và xơ dừa với hàm lượng là: 10 g/l vỏ trấu và 5 g/l xơ dừa. Đối với các môi trường rỗng có độ thấm từ 200-500 Darcy, để gia tăng khả năng chống thấm của dung dịch, cần bổ sung thêm xơ dừa với hàm lượng 20 g/l và các loại CaCO_3 với hàm lượng: CaCO_3 loại M 60 g/l, CaCO_3 loại C 40 g/l.

4. Kết luận và kiến nghị

Dựa trên những phân tích và kết quả thí nghiệm bên trên, nhóm tác giả đưa ra một số kết luận và kiến nghị như sau:

- Để hạn chế tình trạng mất dung dịch khi khoan trong đá Móng mỏ Bạch Hổ, cần có những phương pháp phân loại khu vực mất dung dịch theo kích thước các vết nứt và độ thấm trung bình của các đới nứt nẻ. Từ đó, đưa ra các giải pháp chống mất dung dịch phù hợp nhằm giảm thiểu lượng dung dịch bị mất nhưng vẫn đảm bảo tính chất thấm chứa tự nhiên của vỉa;
- Đối với các đới nứt nẻ có độ rộng của các vết nứt từ 1 đến 4 mm, độ thấm từ 35 đến 140 Darcy, nhóm tác giả đề xuất sử dụng giải pháp dung dịch polymer sét có chứa các chất bít nhét với hàm lượng và chủng loại như sau: 10 g/l vỏ trấu và 5 g/l xơ dừa;
- Đối với các đới nứt nẻ có độ thấm từ 200-500 Darcy, sử dụng giải pháp dung dịch polymer sét có chứa các chất bít nhét với hàm lượng và chủng loại như sau: 60 g/l CaCO_3 loại M, 40 g/l CaCO_3 loại C, 20 g/l xơ dừa;
- Đối với các đới nứt nẻ có độ thấm trên 500 Darcy, giải pháp sử dụng dung dịch polymer sét chứa các chất bít nhét là không khả thi và không hiệu quả. Nhóm tác giả đề xuất nghiên cứu sử dụng các phương pháp khoan hiện đại khác với tiêu chí không làm ảnh hưởng đến tính chất thấm chứa tự nhiên của vỉa;
- Cần tiến hành thêm các thí nghiệm tương tự với môi trường giả lập tương tự với điều kiện nhiệt độ của vỉa.

Tài liệu tham khảo

- Báo cáo sơ đồ công nghệ hiệu chỉnh khai thác và xây dựng mỏ Bạch Hổ, 2013. Tập I, III, Liên doanh dầu khí Việt – Nga.
- Nguyễn Lâm Anh, Trần Xuân Đào và nnk, 2018. *Thăm dò và khai thác dầu khí trong đá móng mỏ Bạch Hổ - Quyển 2 Công nghệ khoan và Công nghệ khai thác*, NXB Đại học quốc gia TP Hồ Chí Minh, 347 pp.
- Trần Xuân Đào, Nguyễn Thành Trường, Nguyễn Quốc Phong, Vũ Văn Hưng, 2008. *Báo cáo tổng kết công tác khoan trong đá móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ - Vietsopetro*, Vũng Tàu.
- Nguyễn Văn Khương, 2015. *Nghiên cứu hoàn thiện công nghệ khoan các giếng trong Móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ bằng mũi khoan nhỏ hơn 7 inch*, Luận án tiến sĩ.
- Конесев Г.В., Мавлютов М.Р., Спивак А.И., Мулюков Р.А., 1993. *Смазочное действие сред в буровой технологии*. Недра, Москва, -272 с.
- Рязанов Я.А., 2005. *Энциклопедия по буровым растворам*. Оренбург: «Летопись», -664 с.
- РД VSP-000-РК-650, 2017. *Технические требования к качеству и основные методики проведения лабораторных испытаний химических реагентов и материалов для бурения, капитального ремонта и кислотной ОПЗ скважин в СП Вьетсовпетро*.
- VSP-000-РК-637, 2016. *Регламент буровых растворов при проводке скважин на месторождениях СП Вьетсовпетро*.
- Отчёт о научно-исследовательской работе тема IV.1, 2017. *Совершенствование существующих и внедрение новых технологий строительства и КРС*, Вунгтау, VSP.

ABSTRACT

Selection of tampon ratio in polymer drilling mud when drilling into basement formation of Bach Ho field

Nguyen Thi Hai¹, Truong Van Tu^{2,*}, Nguyen Tien Hung², Le Van Nam²

¹ Science and Technology Advanced Institute, Van Lang University, Ho Chi Minh City, Vietnam

² Hanoi University of Mining and Geology, e-mail:truongvantu@humg.edu.vn

Lost circulation is one of challenges that usually occurs in drilling process through the basement formation of Bach Ho field. It does not only cause a huge amount of drilling mud injected into reservoir rocks but also other problems such as lost stability of well, drilling tool jam and damage natural properties of formation...therefore it causes time and money consumption as well as the efficiency of future production. Today, Vietsov Petro usually applies two methods to solve this problem: non circulation drilling process and using polymer drilling mud with lost circulation material (tampon). The application of the former method usually leaves consequences for future production because there is a huge amount of drilling fluid injected into formation and damage original characteristic of reservoir rocks and fluids. In contrast, the application polymer drilling mud including tampon material is much more friendly with original natural reservoir rocks and fluids due to less damage to the formation. However, the selection of tampon as lost circulation material and its mixing ratio in drilling mud must be investigated carefully for optimal solution to reduce lost circulation when drilling through basement formation of Bach Ho field. This paper studies about which material should be used as tampon material mixed in polymer drilling mud. The study focuses on using different tampon materials such as husk, coconut fiber and calcium carbonate (CaCO₃). A number of experiments were attempted in laboratory to identify the most optimal ratio of each material that need to be used in drilling mud for minimizing circulation lost. As the result, the new drilling mud system using tampon and its ratio from this study show a good result in reducing drilling mud lost by filling wellbore fractures and increase wellbore stability in the condition of insitu pressure difference.

Keywords: Lost circulation, Fractured basement, Tampon, Husk, Coconut fiber and Calcium carbonate.

* Corresponding author

E - mail: truongvantu@humg.edu.vn

Ứng dụng kỹ thuật bảo trì tiên đoán để nâng cao hiệu quả hoạt động của các thiết bị quay tại Nhà máy Đạm Cà Mau

Nguyễn Đức Trung¹, Nguyễn Văn Thịnh^{2,*}

¹ Công ty Cổ phần phân bón Dầu khí Cà Mau (PVCFC), Việt Nam

² Khoa Dầu khí và Năng lượng, Trường Đại học Mở-Địa chất (HUMG), Việt Nam

Tóm tắt

Bảo trì tiên đoán (PdM) là một phương pháp bảo dưỡng tiên tiến được sử dụng để ngăn ngừa lỗi thiết bị thông qua phân tích dữ liệu. Kỹ thuật này nhằm mục đích giảm thời gian ngừng hoạt động ngoài kế hoạch, kéo dài tuổi thọ thiết bị và tối ưu hóa các phụ tùng thay thế để sửa chữa. Việc áp dụng kỹ thuật bảo trì PdM giúp đảm bảo độ tin cậy cho thiết bị máy móc hoạt động trong dây chuyền công nghiệp. Từ đó, giúp doanh nghiệp giảm được tổn thất do ngừng sản xuất, giảm chi phí thay thế, chi phí tài chính phục vụ cho việc duy trì hoạt động, chi phí sửa chữa.... Tại Nhà máy Đạm Cà Mau, các thiết bị quay chiếm số lượng lớn trong dây chuyền sản xuất của Nhà máy. Trước đây việc bảo trì các thiết bị quay chủ yếu áp dụng chiến lược bảo dưỡng theo loại hình phòng ngừa. Từ khi áp dụng loại hình bảo trì, bảo dưỡng PdM cho thấy rõ ưu điểm trong việc tiết kiệm chi phí đồng thời nâng cao độ tin cậy và an toàn vận hành cho Nhà máy. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu về việc áp dụng kỹ thuật PdM để nâng cao chất lượng công tác bảo trì, bảo dưỡng thiết bị quay tại Nhà máy Đạm Cà Mau. Kết quả nghiên cứu góp phần nâng cao độ tin cậy và tuổi thọ của thiết bị quay; giảm chi phí bảo trì, hạn chế sự cố bất thường, giảm tồn kho vật tư dự phòng, kéo dài tuổi thọ thiết bị, nâng cao hiệu quả hoạt động của Nhà máy. Kết quả nghiên cứu có thể triển khai mở rộng áp dụng rộng rãi cho các thiết bị khác trong dây chuyền sản xuất của Nhà máy Đạm Cà Mau.

Keywords: Nhà máy Đạm Cà Mau, Bảo trì tiên đoán, Thiết bị quay.

1. Giới thiệu chung

Trong những năm qua, bảo trì đã trở thành một trong những yếu tố quan trọng mà một tổ chức, một doanh nghiệp hay một nhà máy phải hoàn thành. Nó có thể được định nghĩa là bất kỳ hoạt động nào như kiểm tra, đo lường, thay thế, điều chỉnh và sửa chữa nhằm duy trì hoặc khôi phục các thông số hoạt động để máy móc, thiết bị, cơ sở hạ tầng... luôn trong tình trạng hoạt động tốt. Nói cách khác, bảo trì là tập hợp các hoạt động, các phương tiện, các biện pháp kỹ thuật để thực hiện công tác bảo trì nhằm phòng ngừa các hư hỏng có thể xảy ra và để duy trì tình trạng hoạt động của máy móc, thiết bị hoặc phục hồi, sửa chữa lại trạng thái ban đầu của tài sản ở tình trạng nhất định hoặc bảo đảm một dịch vụ xác định. Bảo trì không những chỉ thực hiện cho từng cụm thiết bị hoặc hệ thống dây chuyền trong nhà máy, xí nghiệp mà phải được thực hiện thường xuyên từng ngày, giờ, thời kỳ, giai đoạn và suốt quá trình sản xuất. Việc này phải đưa vào kế hoạch bảo trì song song với kế hoạch sản xuất. Mục tiêu của bảo trì là giữ cho máy móc, thiết bị luôn hoạt động ổn định theo lịch trình mà bộ phận sản xuất đã lên kế hoạch, ngăn ngừa các kết quả không mong đợi xảy ra với thiết bị. Thiết bị phải sẵn sàng hoạt động để tạo ra các sản phẩm đạt chất lượng.

Sự kết nối giữa các thiết bị có liên quan chặt chẽ với nhau, do đó chỉ cần một sai sót hư hỏng nhỏ cũng đủ ngừng trệ toàn bộ dây chuyền hay một hệ thống sản xuất lớn. Tổn thất một giờ ngừng sản xuất do máy móc thiết bị hư hỏng đối với ngành dầu khí có thể gây thiệt hại rất lớn. Chính vì vậy, việc giảm được những sự cố trên đồng nghĩa với những lợi ích lớn lao mà khả năng sẵn sàng của thiết bị mang lại.

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenvanhtinh@humg.edu.vn

Trong công nghiệp sản xuất, bảo trì thiết bị đóng vai trò rất quan trọng, giúp cho các nhà máy xí nghiệp vận hành hiệu quả, giảm chi phí phát sinh do sự cố máy móc, cụ thể:

- Tăng tuổi thọ của tài sản: Một trong những lý do phổ biến nhất mà các doanh nghiệp quan tâm với các hoạt động bảo trì là để tối đa hóa tuổi thọ của tài sản, làm cho tài sản hoạt động tối đa hóa năng suất và cắt giảm chi phí bằng cách tránh phải sửa chữa và thay thế tốn kém. Bảo trì thiết bị thường xuyên giúp phòng ngừa để tránh cho máy móc bị hỏng, nâng cao tuổi thọ làm việc của máy móc. Các vấn đề phát sinh hoặc các lỗi trong quá trình vận hành được phát hiện sớm và khắc phục. Từ đó, ngăn chặn các lỗi nghiêm trọng làm ảnh hưởng đến cả dây chuyền hoạt động.

- Tối ưu hóa hiệu suất tài sản: Một tài sản được duy trì tốt sẽ hoạt động ở công suất tối đa, ảnh hưởng tích cực đến lợi nhuận của doanh nghiệp thông qua tính hiệu quả và sự ổn định, đồng thời làm ra sản phẩm đạt chất lượng hơn.

- Tránh thời gian ngừng hoạt động không theo kế hoạch: Sự cố bất ngờ có thể gây ra vấn đề nghiêm trọng cho bất kỳ doanh nghiệp nào. Tổn thất tài chính, khách hàng không hài lòng và hoạt động bị gián đoạn có thể biến thành những vấn đề lớn hơn mà hậu quả là không thể tránh khỏi và tốn kém để giải quyết. Bảo trì tốt có thể giúp doanh nghiệp tránh được sự cố ngừng hoạt động bất ngờ, đảm bảo hoạt động diễn ra suôn sẻ và không có bất kỳ trục trặc nào.

- Giảm thiểu chi phí: Hầu hết các máy móc công nghiệp được sử dụng cho hoạt động kinh doanh đều tiêu tốn một khoản tài sản nhỏ khi mới bắt đầu. Vì vậy, việc duy trì cẩn thận những tài sản này để tận dụng tối đa chúng là điều hợp lý. Việc không thực hiện các biện pháp bảo trì tốt sẽ dẫn đến hỏng hóc máy móc, khiến doanh nghiệp tốn nhiều tiền hơn thông qua việc sửa chữa và thay thế có thể tránh được, cũng như giảm năng suất.



Hình 1. Các mục tiêu chính của bảo trì.

Hiện nay, các chương trình bảo trì thường được áp dụng trên thế giới bao gồm bảo trì theo tình trạng thiết bị, bảo trì tiên đoán (PdM: Predictive Maintenance), bảo trì theo thời gian (TBM: Time Based Maintenance) và bảo trì sau sự cố (RTF: Run To Failure). Ở Việt Nam, hầu hết các nhà máy đều tập trung vào bảo trì theo thời gian, do đã quen với phương pháp bảo dưỡng này từ lâu. Hiệu quả mang lại của các chương trình TBM không cao, khi mà các hư hỏng, sự cố chưa được chẩn đoán và ngăn ngừa một cách kịp thời. Bởi vì, theo nghiên cứu của tác giả M. Abid và cộng sự (Abid et al., 2014), số lượng thiết bị xảy ra sự cố ngẫu nhiên trong nhà máy chiếm đến 89%, trong khi sự cố xảy ra do xuống cấp dần theo thời gian (liên quan đến tuổi thọ thiết bị) chỉ chiếm 11%.

Do đó, đầu tư và xây dựng chương trình bảo trì tiên đoán là một công tác rất quan trọng trong việc theo dõi tình trạng thiết bị, phát hiện hư hỏng ở giai đoạn sớm, ngăn ngừa sự cố và tăng hiệu quả nhà máy.

Bảo trì tiên đoán (PdM: Predictive Maintenance) là một kỹ thuật sử dụng các công cụ và kỹ thuật giám sát tình trạng để giám sát thiết bị trong suốt quá trình vận hành (Keith Mobley, 2002; David et al., 1998; Lughofer and Sayed-Mouchaweh, 2019). Thông tin dữ liệu được ghi lại phục vụ cho việc cảnh báo, phân tích để tiên đoán, phát hiện những lỗi tiềm tàng của thiết bị ở giai đoạn

sớm. Điều này giúp cho nhà máy chủ động lên kế hoạch bảo trì, sửa chữa, thay thế trước khi hỏng hóc xảy ra (Girdhar and Associates, 2004). Có thể thấy rằng bảo trì tiên đoán chính là quy trình giám sát tình trạng thực tế của thiết bị để tiên đoán khi nào sẽ xảy ra hỏng hóc và tiến hành bảo trì máy trước khi sự cố xảy ra (Paresh Girdhar and Scheffer, 2004). Kỹ thuật này giúp phát hiện hỏng hóc của máy móc, thiết bị dựa trên một bộ cảm biến. Bộ cảm biến này có khả năng ghi lại các loại dữ liệu khác nhau như: nhiệt độ, độ dẫn điện, độ rung..., thông qua các hoạt động vật lý của máy móc, thiết bị từ đó phân tích dữ liệu để tiên đoán trước lỗi bất thường có thể xảy ra đối với máy móc, thiết bị. Điều này giúp chúng ta nhanh chóng lên lịch điều chỉnh, bảo trì máy móc, thiết bị trước thời điểm chúng thật sự hỏng hóc.

Bằng việc bảo trì một cách chủ động, có kế hoạch, đúng thời điểm và tiên đoán được trước thời gian máy đạt giới hạn tuổi thọ giúp giảm nguy hiểm trong lao động, hạn chế tối đa các sự cố nguy hiểm phát sinh bất ngờ. Người lao động từ đó cũng cảm thấy an tâm và tập trung hơn vào hoàn thành công việc được giao.

2. Sự cần thiết của phương pháp bảo trì tiên đoán trong Nhà máy Đạm Cà Mau

Mục tiêu của Nhà máy Đạm Cà Mau là luôn vận hành an toàn và ổn định, đạt công suất kỳ vọng, sản phẩm chất lượng, tiêu thụ tối đa nhằm mang lại lợi nhuận lớn nhất cho công ty. Do đó, việc áp dụng và xây dựng các chương trình bảo trì một cách đúng đắn, chính xác, tối ưu hóa chi phí bảo trì là một trong những mục tiêu hàng đầu được đặt ra.

Từ khi đưa vào vận hành Nhà máy Đạm Cà Mau chủ yếu áp dụng chiến lược bảo trì phòng ngừa (PM-Preventive Maintenance) cho các thiết bị quay theo khuyến cáo của Nhà sản xuất và kinh nghiệm của các Nhà máy khác. Mặc dù phương thức này cũng giúp cho trạng thái hoạt động ổn định và tuổi thọ của thiết bị được cải thiện đáng kể. Tuy nhiên, tình trạng máy móc, thiết bị vẫn thường xuyên xảy ra hư hỏng ngay sau bảo trì hay hư hỏng một cách ngẫu nhiên trong khi đang hoạt động làm dây chuyền sản xuất bị dừng đột ngột không theo kế hoạch gây thiệt hại rất lớn cho nhà máy. Mặt khác, việc bảo dưỡng thiết bị theo định kỳ gây tốn kém rất lớn về chi phí mua sắm vật tư cũng như khối lượng công việc rất lớn cho các đơn vị bảo dưỡng của Nhà máy. Tuy nhiên, tần suất bảo dưỡng nhiều sẽ tiềm ẩn nhiều rủi ro cho độ tin cậy thiết bị, hệ thống do sai sót trong quá trình tháo lắp thiết bị. Vì vậy nhu cầu thiết yếu của Nhà máy Đạm Cà Mau là phải có một chiến lược bảo dưỡng tối ưu đáp ứng đầy đủ các tiêu chí của một Nhà máy công nghiệp hiện đại trên thế giới: chi phí bảo dưỡng sửa chữa tối ưu, độ tin cậy thiết bị cao đáp ứng yêu cầu vận hành an toàn, ổn định liên tục của Nhà máy. Do đó giải pháp PdM đưa ra nhằm mang lại hiệu quả lớn về tiết kiệm, tiết giảm chi phí bảo dưỡng sửa chữa cũng như nâng cao độ tin cậy của thiết bị quay, giúp Nhà máy xử lý được nhiều vấn đề về rung rung động, tăng tuổi thọ cho thiết bị...

Trong giai đoạn từ năm 2015, Nhà máy Đạm Cà Mau đã mạnh dạn áp dụng song song chương trình PdM cho thiết bị quay khi nhận thấy những ưu điểm về mặt tiết kiệm chi phí đồng thời nâng cao độ tin cậy và an toàn vận hành cho Nhà máy. Việc áp dụng chiến lược bảo trì tiên tiến nằm trong chương trình bảo trì dựa trên độ tin cậy nhằm giúp đội ngũ bảo trì có thể phát hiện những dấu hiệu hư hỏng của thiết bị ở giai đoạn sớm. Từ đó, giúp bộ phận bảo trì chủ động lên kế hoạch bảo trì, sửa chữa, chủ động phụ tùng thay thế, tối ưu hóa chi phí, thời gian, nhân lực bảo trì và an toàn cho con người là thật sự cần thiết. Trong những năm tiếp theo Nhà máy Đạm Cà Mau đã áp dụng mạnh mẽ chương trình bảo trì tiên đoán kết hợp với các phương thức bảo trì khác đã giúp cho các máy móc, thiết bị của nhà máy hoạt động ổn định hơn rất nhiều, góp phần nâng cao độ tin cậy cho Nhà máy. Nhà máy Đạm Cà Mau áp dụng phương pháp này dựa trên ứng dụng các máy móc, công nghệ hỗ trợ chuẩn đoán hiện đại của các hãng hàng đầu như System 1 của GE, AMS CSI 2130 (Peak Vue) của Emerson, Microlog (Envelope) của SKF, thiết bị siêu âm, thiết bị MCEmax của PdMA... song song với việc đào tạo đội ngũ nhân sự chuẩn đoán có chuyên môn sâu đạt trình độ cao.

Song song với việc bảo trì phòng ngừa (PM), phương thức bảo dưỡng theo tình trạng PdM đã được đưa vào ứng dụng cho các thiết bị quay và đã mang lại nhiều kết quả tích cực. Từ năm 2017 đến nay chương trình PdMA (Predictive Maintenance Analysis) cũng được áp dụng để chuẩn đoán, đánh giá toàn diện các lỗi của động cơ điện và được trang bị thiết bị MCEmax. Phương pháp này áp dụng cho những thiết bị:

- Các thiết bị đặc biệt quan trọng (Vital equipment) và Các thiết bị quan trọng thứ cấp (Critical equipment): Đánh giá, phân tích dữ liệu định kỳ để dự đoán tình trạng thiết bị từ đó có kế hoạch và nội dung bảo dưỡng phù hợp.

- Các thiết bị thông thường (Secondary equipment): Đo đạc, đánh giá tình trạng thiết bị, khi mức độ không thể vận hành được thì mới bảo dưỡng sửa chữa.

3. Giải pháp nâng cao hiệu quả làm việc của thiết bị quay tại Nhà máy Đạm Cà Mau

3.1. Các giải pháp được áp dụng

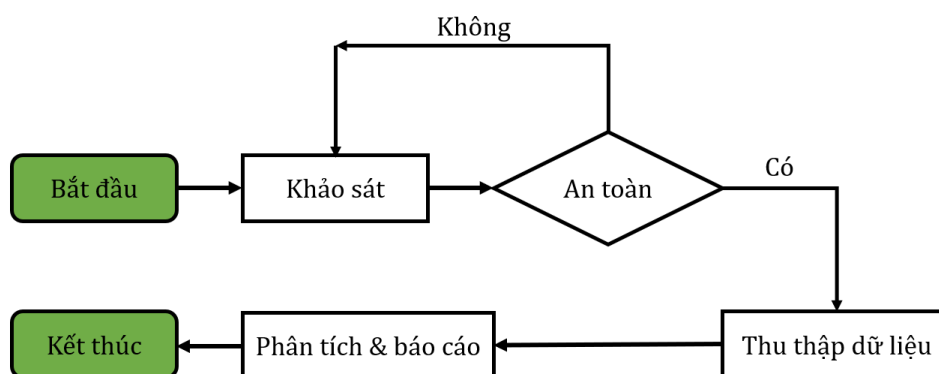
* Ứng dụng công nghệ phân tích rung động

Phân tích rung động là công nghệ giám sát tình trạng được áp dụng phổ biến đối với thiết bị quay như động cơ, quạt, bơm, hộp số... phát hiện ra các hư hỏng tiềm tàng xảy ra bên trong và xác định các thành phần hư hỏng và các nguyên nhân gốc của hư hỏng.

Quy trình thu thập dữ liệu được thực hiện như lưu đồ trong Hình 2. Việc khảo sát thiết bị và kiểm tra an toàn tại khu vực thu thập dữ liệu nếu an toàn thì tiến hành thu thập dữ liệu, tải dữ liệu lên phần mềm trên máy tính để phân tích, đánh giá tình trạng và xuất dữ liệu báo cáo.

* Ứng dụng công nghệ phân tích Siêu âm

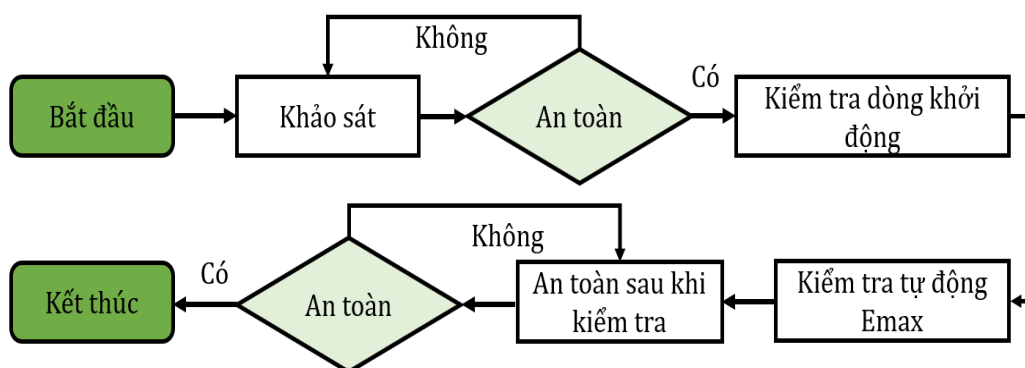
Áp dụng công nghệ siêu âm - Ultrasound trong phân tích, chuẩn đoán và đánh giá tình trạng của thiết bị quay sẽ giúp chúng ta phát hiện những dấu hiệu hư hỏng của bạc đạn, mỡ bôi trơn, bánh răng ở giai đoạn sớm. Quy trình thu thập dữ liệu được thực hiện như lưu đồ trong Hình 2. Việc khảo sát thiết bị và kiểm tra an toàn tại khu vực thu thập dữ liệu nếu an toàn thì tiến hành thu thập dữ liệu, tải dữ liệu lên phần mềm trên máy tính để phân tích, đánh giá tình trạng và xuất dữ liệu báo cáo.



Hình 2. Lưu đồ thực hiện phân tích rung động và siêu âm.

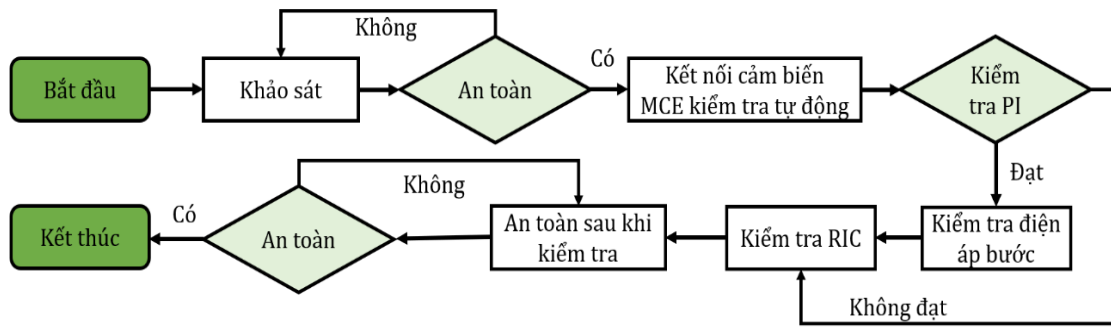
* Ứng dụng công nghệ Kiểm tra động cơ điện

Quy trình thu thập dữ liệu, bao gồm thu thập dữ liệu online (Hình 3) và offline (Hình 4) của động cơ.



Hình 3. Lưu đồ kiểm tra Online.

Khảo sát và kiểm tra an toàn vị trí thu thập dữ liệu nếu an toàn tiến hành thu thập dữ liệu (kiểm tra dòng khởi động, tự động Emax), cơ sở dữ liệu và kết quả kiểm tra đã đầy đủ cho việc phân tích thì kết thúc và báo cáo.



Hình 4. Lưu đồ kiểm tra Offline.

Khảo sát và kiểm tra an toàn vị trí thu thập dữ liệu nếu an toàn tiến hành kết nối thu thập dữ liệu (kiểm tra PI, ...), cơ sở dữ liệu và kết quả kiểm tra đã đầy đủ cho việc phân tích thì kết thúc và báo cáo.

3.2. Hiệu quả của giải pháp

Việc áp dụng thành công bảo trì tiên đoán là một nền tảng quan trọng để Nhà máy tiếp tục triển khai cho các chương trình tiên tiến như RCM (Reliability Centered Maintenance), TPM (Total Productive Maintenance).

Áp dụng các kỹ thuật chuẩn đoán giúp phát hiện ra các nguyên nhân hư hỏng và giải pháp xử lý tiêu biểu như:

- Đo tần số tự nhiên phát hiện cộng hưởng gây rung động cao tồn tại lâu nay của một số cụm bơm dầu bôi trơn quan trọng trong quá trình load tải, kết quả sau khi xử lý cộng hưởng cụm thiết bị chạy lại với độ rung rất thấp.

- Cụm máy nén bồn amonia thường xuyên rung cao gây hư hỏng ổ bi và trục vít chi phí sửa chữa cao (bao gồm vật tư và thuê dịch vụ sửa chữa), PdM dùng kỹ thuật đo pha rung động để xác định nguyên nhân gốc do mất cân bằng motor làm ảnh hưởng đến máy nén. Sau khi xử lý thì đến nay thiết bị hoạt động rất ổn định với độ rung thấp.

Chuẩn đoán sớm các hư hỏng, cảnh báo dừng thiết bị trước, tránh bị dừng đột ngột (unplanned shutdown) cho các thiết bị đặc biệt quan trọng như các cụm máy nén, các bơm và quạt chính.

Giảm thiểu tần suất phải dừng máy bảo trì sửa chữa do các sự cố không mong muốn.

Tối đa hoá thời gian hoạt động và cải thiện độ tin cậy, sự an toàn của các thiết bị quan trọng như các cụm máy nén, quạt, bơm quan trọng.

Từ khi áp dụng bảo trì tiên đoán cho thiết bị quay, Nhà máy tiết kiệm chi phí rất lớn cho việc mua sắm vật tư dự trữ tồn kho và bảo dưỡng sửa chữa cho thiết bị so với trước đây chỉ thực hiện bảo trì phòng ngừa.

4. Kết luận

Bảo trì tiên đoán là một trong những phương pháp bảo trì được áp dụng rộng rãi bởi những ưu điểm vượt trội, là một kỹ thuật sử dụng các công cụ và kỹ thuật giám sát tình trạng để giám sát thiết bị định kỳ hoặc liên tục trong suốt quá trình vận hành. Thông tin dữ liệu được ghi lại phục vụ cho việc cảnh báo, phân tích để tiên đoán, phát hiện những lỗi tiềm tàng của thiết bị ở giai đoạn sớm. Điều này giúp cho nhà máy chủ động lên kế hoạch bảo trì, sửa chữa, thay thế trước khi hỏng hóc xảy ra tăng hiệu quả nhà máy. Các công cụ phát hiện bất thường mạnh mẽ có thể tránh được những sự cố tiềm ẩn và chủ động giải quyết vấn đề. Qua đó nâng cao hiệu quả sản xuất, tiết kiệm chi phí bảo trì bảo dưỡng, giúp doanh nghiệp nâng cao năng lực cạnh tranh và phát triển bền vững. Có nhiều phương pháp bảo trì tiên đoán được áp dụng như: Phân tích rung động; Phân tích siêu âm; Kiểm tra động cơ điện....

Tại Nhà máy Đạm Cà Mau đã áp dụng thành công bảo trì tiên đoán trong công tác bảo dưỡng sửa chữa. Từ đó tạo nền tảng phát triển mạnh mẽ trong tương lai.

Việc áp dụng thành công kỹ thuật PdM cho các thiết bị quay tại Nhà máy Đạm cà Mau đã giúp tiết kiệm chi phí bảo dưỡng thiết bị, đồng thời nâng cao độ tin cậy và an toàn vận hành cho

Nhà máy. Điều này đã khẳng định tính hiệu quả của việc áp dụng phương pháp PdM trong công tác bảo trì, bảo dưỡng thiết bị.

Tài liệu tham khảo

- Phan Văn Khôi (2001), Cơ sở đánh giá độ tin cậy, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật Hà Nội.
Nguyễn Hữu Lộc (2005), Thiết kế phân tích hệ thống cơ khí theo độ tin cậy, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
Lughofer. E and Sayed-Mouchaweh, M., (2019). Predictive Maintenance in Dynamic Systems. Springer Nature Switzerland AG, Switzerland.
Girdhar and Associates., (2004). Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance. Elsevier Science, USA.
Abid. M., Ayub. S., Wali. H., Najam Tariq. M., (2014). Reliability Centered Maintenance Plan for the Utility Section of a Fertilizer Industry: A Case Study. International Journal of Science and Advanced Technology, Volume 4 No 3, pp 9-16.
Paresh Girdhar and Scheffer. C., (2004). Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance. Elsevier Science, Oxford
David. J. E., Gary. D. H., Harris F.C., (1998). Predictive maintenance techniques and their relevance to construction plant. Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 4 Iss 1 pp. 25 – 37.
Keith Mobley. R., (2002). An introduction to predictive maintenance. Second Edition, Elsevier Science, USA.

ABSTRACT

The use of predictive maintenance technique to improve the operational efficiency of rotating equipment at Ca Mau Fertilizer Plant

Nguyen Duc Trung¹, Nguyen Van Thinh^{2,*}

¹ PetroVietnam Ca Mau Fertilizer Joint Stock Company (PVCFC), Việt Nam

²Faculty of Petroleum and Energy, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

Predictive maintenance (PdM) is an advanced maintenance method used to prevent equipment failures through data analytics. This technique of PdM aims to reduce unplanned downtime, prolong optimal equipments life, and optimise spare parts for repairs. Applying PdM maintenance techniques helps ensure reliability for machinery and equipment operating in industrial lines. From there, it helps to reduce businesses losses due to stop unplanned production process. On the other hand it helps to reduce costs for maintaining operations, repairing and replacing during operating time.... At Ca Mau Fertilizer Plant, rotating equipments are accounted for a large number of the plant's production lines. In the past, maintenance of rotating equipment mainly applied a preventive maintenance strategy. Since applying PdM maintenance techniques, it has clearly shown its advantages in saving costs while improving reliability and operational safety for the Plant. This article presents results of the research on applying PdM technique to improve the quality of maintenance for rotating equipments at Ca Mau Fertilizer Plant. Results of the research will contribute to improve the reliability and longevity of rotating equipment, thereby improving production efficiency, helping to reduce maintenance costs and limit unusual incidents, reducing inventory of spare materials and being able to help prolong equipment life. That leads to ameliorate the operational efficiency of the Plant. Results of research can be considered to apply to other equipment working in the production line of Ca Mau Fertilizer Plant.

Keywords: Ca Mau Fertilizer Plant, Predictive maintenance, Rotating equipment.

* Corresponding author
E-mail: nguyenvanhtinh@humg.edu.vn

Nghiên cứu ảnh hưởng của tải trọng sóng bề mặt chất lỏng tác dụng lên thành bể cầu chứa khí hóa lỏng chịu tải trọng động đất

Ngô Xuân Hùng^{1,*}, Nguyễn Thế Vinh², Tăng Văn Lâm³, Bulgakov Boris Igorevich⁴

¹ Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở - Địa chất, Việt Nam

² Khoa Dầu khí và năng lượng, Trường Đại học Mở - Địa chất, Việt Nam

³ Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở - Địa chất, Việt Nam

⁴ Bộ môn Công nghệ Bê tông và Chất kết dính, Trường Đại học xây dựng quốc gia Mát-cơ-va, Liên bang Nga

Tóm tắt

Khí hoá lỏng (LPG) thường được chứa trong các bể chứa hình cầu bằng thép có dung tích khác nhau, dung tích bể chứa có thể lên đến 6000m³. Các vùng địa chất ven biển của Việt Nam nằm trong vùng có nguy cơ xảy ra động đất, dưới tác dụng của động đất, các chất lỏng bên trong bể dao động gây ra áp lực sóng tác động trực tiếp lên thành bể và mang tính chất không đối xứng. Hiện nay, các bể chứa là loại kết cấu vỏ mỏng và dễ bị mất ổn định tổng thể hoặc mất ổn định do các tải trọng không đối xứng. Nghiên cứu này trình bày cơ sở lý thuyết và phương pháp xác định tải trọng sóng bề mặt tác dụng lên thành bể chứa khí hóa lỏng khi có động đất xảy ra. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra mức độ ảnh hưởng đáng kể của sóng bề mặt tác dụng lên thành bể mà chúng chứa chất lỏng. Bên cạnh đó, khi tính toán với các bể chứa có bán kính khác nhau đều thu được giá trị tải trọng sóng bề mặt lớn nhất lên thành bể khi $h_0 = h/a = 1,2$.

Từ khóa: Bể cầu, khí hoá lỏng, tải trọng động đất, tải trọng sóng, áp lực thủy động.

1. Mở đầu

Tại Việt Nam, với sự phát triển mạnh mẽ của ngành công nghiệp dầu khí, đặc biệt là việc xây dựng các khu chế xuất, khu công nghiệp, nhà máy lọc dầu,... cùng với đó là sự ra đời của các công trình bể cầu phục vụ chứa khí hoá lỏng. Điển hình tại cảng Đình Vũ Hải Phòng, tại nhà máy lọc dầu Dung Quất, nhà máy lọc dầu Nghi Sơn,...

LPG được chứa trong các kho xăng dầu lớn với nhiều bể chứa có dung tích khác nhau. Thông thường các loại bình chứa khí lỏng tối đa khoảng 80-90% thể tích bể, thể tích còn lại dành cho phần hơi có thể giãn nở khi nhiệt độ tăng. Nếu một trong số các bể chứa này bị hư hỏng, lượng xăng dầu trong đó tràn ra ngoài sẽ đe dọa cháy nổ các bể lân cận và sẽ ảnh hưởng đến sản xuất, tài sản và tính mạng của một vùng dân cư rộng lớn. Vì vậy, trong quá trình thiết kế và xây dựng bể chứa cần thiết phải xem xét, kể đến tất cả trường hợp tải trọng có thể xảy ra và đưa ra các biện pháp xử lý thích hợp nhằm nâng cao độ bền, độ an toàn cho bể chứa (Viện khoa học công nghệ xây dựng, 2023).

Việt Nam nằm trong vùng có nguy cơ xảy ra động đất. Dưới tác dụng của động đất, chất lỏng bên trong bể dao động gây ra áp lực sóng tác động trực tiếp lên thành bể và mang tính chất không đối xứng. Mặt khác bể chứa là loại kết cấu vỏ mỏng và dễ bị mất ổn định tổng thể hoặc mất ổn định cục bộ. Trong tính toán ổn định và bền của bể chứa chỉ xét đến các tải trọng mang tính chất đối xứng mà ít xét các dạng tải trọng không đối xứng như tải trọng động đất - dạng tải trọng này rất dễ gây mất ổn định cho bể (Eurocode 8: EN 1998-4, 2006).

Trên thế giới có nhiều nghiên cứu liên quan đến bể cầu chứa khí hóa lỏng (Spherical Liquid Storage Tanks). (Zhi-Rong Yang et al., 2011), (Matthias Wieschollek et al., 2011) đã phân tích mô hình bể cầu có dung tích lớn chịu tác dụng của tải trọng động đất bằng phần mềm Ansys sử dụng

* Tác giả liên hệ

E - mail: ngoxuanhung@humg.edu.vn

phương pháp phần tử hữu hạn. Trong các nghiên cứu này, nước trong bể được mô hình là tải trọng tĩnh, chưa xét đến thành phần tải trọng sóng bề mặt tác dụng lên thành bể.

Tại Việt Nam, Một số nghiên cứu đã đề cập đến công trình bể chứa chịu tải trọng động đất. (Dương Thanh Quỳnh, 2005) đã nghiên cứu bài toán tương tác giữa công trình và chất lỏng trong kết cấu bể trụ thành mỏng chịu tác động của tải trọng động đất, (Nguyễn Đăng Bích & Nguyễn Hoàng Tùng, 2015) đã nghiên cứu ổn định của bể trụ tròn có tính đến hiệu ứng chất lỏng chứa trong bể. Tuy nhiên, trong các nghiên cứu này tác dụng động của sóng bề mặt sinh ra khi có động đất vẫn chưa được làm rõ.

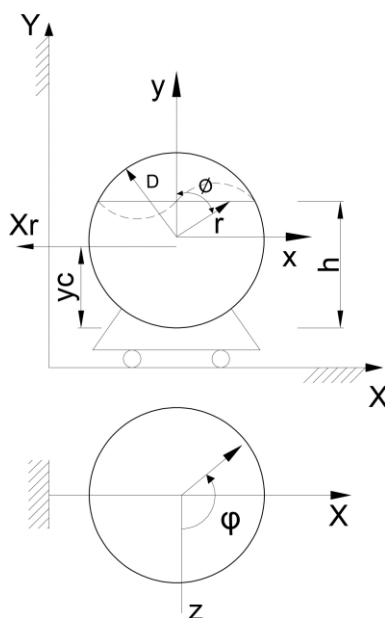
Trong thực tế tính toán và thiết kế bể cầu chứa khí hóa lỏng ở các đơn vị tư vấn và nội dung giảng dạy tại các trường Đại học chưa đề cập đến ảnh hưởng của tải trọng động đất hoặc có xét đến nhưng chưa kể đến ảnh hưởng động của sóng bề mặt sinh ra do bể dao động dưới tác động của tải trọng động đất (Phan Ý Thuận, 2014).

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả nêu lên phương pháp giải tích nhằm xác định tải trọng sóng bề mặt tác dụng lên thành bể cầu chứa khí hóa lỏng sinh ra do sự dao động của bể chứa dưới tác nhân của tải trọng động đất.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

Từ yêu cầu thực tế, từ những năm 80 của thế kỷ XX, nhiều tác giả đã nghiên cứu phương pháp để xác định tải trọng động đất tác động lên bể chứa dưới tác dụng của động đất. Phần lớn các phương pháp này dựa trên cơ sở giải tích. Các phương pháp về cơ bản đã xác định được tải trọng sóng bề mặt chất lỏng tác dụng lên thành bể do sự dao động của bể chứa gây ra bởi động đất nhưng chỉ có thể áp dụng cho bể có hình dạng đơn giản: bể hình vuông, hình trụ tròn, hình cầu, hình trụ elip... Đối với các bể có hình dạng phức tạp, các phương pháp này gặp nhiều khó khăn. Dưới đây sẽ tìm hiểu phương pháp giải tích xác định tải trọng động đất lên bể chứa trong trường hợp bể cầu chứa khí hoá lỏng (Nikolaenko, 1967):

Xét bể cầu chứa khí hoá lỏng có các thông số sau: a - bán kính bể (m); h - chiều cao chất lỏng trong bể (Hình 1).



Hình 1. Sơ đồ tải trọng sóng bề mặt tác dụng lên thành bể cầu.

Khi bể chuyển vị với phương trình $\dot{x} = v(t)$, chất lỏng trong bể chứa chuyển vị theo và tạo thành sóng với thế năng vận tốc như sau:

$$\Phi(r, \theta, \phi, t) = v(t) \cdot r \cdot \sin\theta \cdot \sin\phi + \sin\phi \sum_{k=1}^{\infty} \frac{r^k}{n\alpha^{k-1}} \cdot P_{v_k}^{(1)}(\cos\theta) \dot{f}_k(t) \quad (1)$$

Trong đó: r, θ, φ - tọa độ cầu (Hình 1); $P_{v_k}^{(1)}(\cos \theta)$ - phương trình tổng hợp Lagrange bậc 1; v_k - nghiệm của phương trình $\frac{d}{d\theta}[P_v^1(\cos \theta)]_{\theta=\theta_0} = 0$.

Hàm $f_k(t)$ được xác định từ quan hệ:

$$\ddot{f}_k(t) + 2\tilde{v}_k \dot{f}_k(t) + \tilde{\omega}_k^2 f_k(t) = v(t) \quad (2)$$

Trong đó: $\tilde{\omega}_k$ - tần số dao động riêng thứ k của bề mặt chất lỏng; \tilde{v}_k - tham số đặc trưng cho sự tắt dần của dao động sóng dạng k.

Trong thực tế ta chỉ cần xét dạng dao động thứ 1 là đủ, vì các kết quả thực nghiệm chỉ ra rằng các dạng sóng còn lại chỉ chiếm 2% toàn bộ áp lực thủy động (hay lực thủy động tổng hợp, hoặc biên độ sóng tổng hợp trên bề mặt). Việc áp dụng thuyết hiện tượng kết hợp với kết quả thực nghiệm cho phép thu được kết quả tin cậy cho sóng cơ bản dạng thứ 1. Đối với mục tiêu thực tế, độ chính xác của phương pháp này hoàn toàn thỏa mãn.

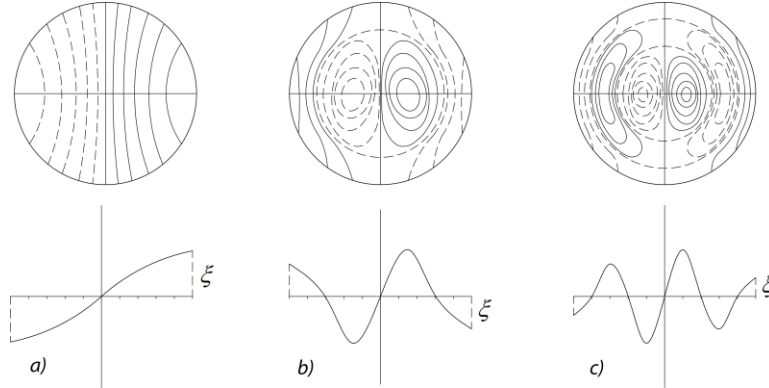
Trong trường hợp bề cầu có thể tìm được $\tilde{\omega}_1$ từ quan hệ sau:

Đối với bán cầu trên: $h_0 = \frac{h}{a} \geq 1$

$$\tilde{\omega}_1 = \left[\sqrt{1,84^2 - (1,97 - h_0)^2} - 0,34 \right] \sqrt{\frac{g}{\alpha_0}} \quad (3)$$

Đối với bán cầu dưới: $h_0 = \frac{h}{a} < 1$

$$\tilde{\omega}_1 = \left[\sqrt{1,84^2 - (1,46 - h_0)^2} - 0,56 \right] \sqrt{\frac{g}{\alpha_0}} \quad (4)$$



Hình 2. Các dạng dao động của chất lỏng trong bể cầu (Nikolaenko, 1967)

a) dạng dao động riêng thứ 1; b) dạng dao động riêng thứ 2; c) dạng dao động riêng thứ 3

Tham số \tilde{v}_1 đặc trưng cho sự tắt dần của dao động sóng dạng 1 được xác định:

$$\tilde{v}_1 = \frac{\tilde{\delta}_1 \tilde{\omega}_1}{2\pi} \quad (5)$$

Trong đó $\tilde{\delta}_1$ - hệ số giảm chấn của dạng dao động sóng thứ 1 và được xác định:

$$\tilde{\delta}_1 = \frac{1,84\pi}{\sqrt{R_1} h_0} \text{ với } h_0 = \frac{h}{a} \geq 1 \quad (6)$$

$$\tilde{\delta}_1 = \frac{1,84\pi}{\sqrt{R_1}} \frac{1 + 0,46(2 - h_0)}{1,46(2 - h_0)} \text{ với } h_0 = \frac{h}{a} < 1 \quad (7)$$

Khi biết thể năng vận tốc chuyển động của chất lỏng ta tính được áp lực thủy động của chất lỏng lên thành bồn chứa; tính được lực thủy động tổng hợp (hợp lực) và Profil sóng (dạng sóng) trên mặt chất lỏng:

$$P(t) = -A \left[\bar{a}v(t) + \sum_{k=1}^{\infty} c_k(y) \dot{f}_k(t) \right] \quad (8)$$

$$X_g(t) = -B \left[\bar{a}v(t) + \sum_{k=1}^{\infty} B_k \dot{f}_k(t) \right] \quad (9)$$

$$\xi(r, \varphi, t) = -A_1 \sum_{k=1}^{\infty} \bar{a}_k [f_k(t) + \dot{v}(t)] \quad (10)$$

Trong đó: ρ - trọng lượng riêng của chất lỏng; k - dạng dao động thứ k của chất lỏng, $k=1$;
 $A = \rho\alpha$; $\bar{a} = \frac{1}{2}$; $c_k(y) = d_k \frac{ch\left(\frac{k\pi(y+h)}{a}\right)}{ch\frac{k\pi h}{a}}$; $A_1 = \frac{a}{g}$; $B = 2\rho a^2 h$; $B_k = \frac{4}{\pi^3 h_0 k^3} th\pi k h_0$; $\bar{a}_k = d_k \cos \frac{\pi k}{a} x$;
 $\tilde{\omega}_k^2 = \frac{g\pi k}{a} th \frac{\pi k}{a} h_0$; $d_k = \frac{4}{\pi^2 k^2}$.

Sau khi có được thể sóng vận tốc $\Phi(r, \theta, \phi, t)$ theo (1), có thể xác định được áp lực sóng chất lỏng tác dụng lên thành bể theo (Hình 3) biểu thức:

$$p(\theta, y, t_1) = \rho a k_c \sin \theta \cdot \xi_p(y) \sqrt{1 - e^{-2\tilde{v}_1 t_1}} \quad (11)$$

Trong đó: k_c - hệ số phụ thuộc vào cấp động đất được lấy theo Bảng 1; t_1 - thời gian xảy ra động đất, $t_1 = 25 \div 30s$.

Bảng 1. Hệ số phụ thuộc vào cấp động đất (Nikolaenko, 1967).

Cấp động đất	7	8	9
k_c	0,025	0,05	0,1

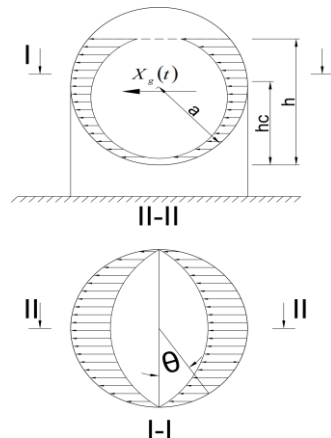
Hệ số $\xi_p(y)$ được tính theo công thức:

$$\xi_p(y) = 2 \sqrt{\frac{a}{\pi}} \sqrt{J_1} \quad (11)$$

Trong đó: J_1 - nghiệm của hàm Basel bậc 1.

Hoặc $\xi_p(y)$ được tra bảng 7.1 trong tài liệu tham khảo (Nikolaenko, 1967) phụ thuộc vào hệ số:

$$E_1(y) = 0,5 \left[1 - \frac{ch(\pi h_0 \frac{h}{h_0})}{ch\pi h_0} \right] \quad (12)$$



Hình 3. Phân bố áp lực sóng dưới tác dụng của động đất lên thành bể cầu (Nikolaenko, 1967).

Ta có các hệ số ứng với dạng dao động thứ 1 của bể cầu được cho trong Bảng 2.

Bảng 2. Giá trị các hệ số sóng dạng thứ 1 với bồn dạng cầu (Nikolaenko, 1967).

h_0	$\bar{c}_2 = \left(\omega_1^2 \frac{\alpha}{g}\right)$	$\bar{c}_1 = \left(\frac{BB_1}{\rho\alpha^3}\right)$	h_0	$\bar{c}_2 = \left(\omega_1^2 \frac{\alpha}{g}\right)$	$\bar{c}_1 = \left(\frac{BB_1}{\rho\alpha^3}\right)$
0	1,0	0	1,2	1,788	1,273
0,2	1,072	0,109	1,4	2,124	1,145
0,4	1,158	0,372	1,6	2,688	0,834
0,6	1,262	0,698	1,8	3,976	0,382
0,8	1,392	1,0	1,9	6,242	0,17
1	1,541	1,195	2,0	-	0

Trên Hình 3 thể hiện biểu đồ áp lực thủy động của chất lỏng trên mặt phẳng cắt qua tâm hình cầu: mặt cắt đứng II-II và mặt cắt ngang I-I. Vì ta không thể xác định chính xác được biểu đồ áp lực thủy động của chất lỏng nên đại lượng vẫn là ẩn số. Trong tính toán thực tế, đại lượng này có thể lấy, hoặc bằng tọa độ tâm khối lượng của chất lỏng trong bể.

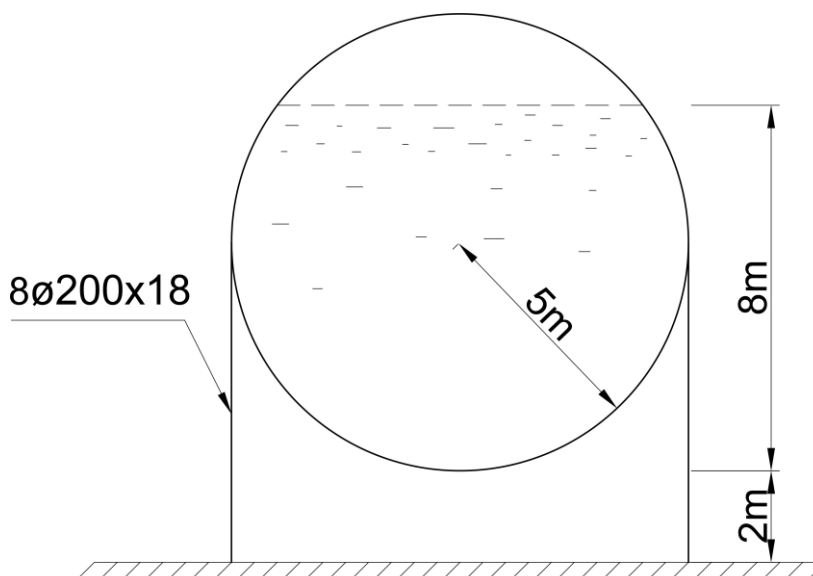
3. Nội dung và kết quả đạt được

3.1. Số liệu bài toán

Trong phần này sẽ áp dụng lý thuyết đã nêu ở các phần trên để tính toán cụ thể bể cầu bằng thép có trụ đỡ bằng cột thép chịu tải trọng động đất. Các thông số của bể như sau:

- Đường kính bể r: 10,0 m;
- Chiều cao chất lỏng trong bể h_p : 8,0 m;
- Chiều dày thành bể δ : 3,0 cm;
- Chất lỏng chứa trong bể: Khí hoá lỏng LPG;
- + Mật độ của chất lỏng: 800 kG/m³;
- + Nhiệt độ của chất lỏng: 25°C;
- Cấp động đất: Cấp 8;
- Áp suất chất lỏng: 1,25 Mpa;
- Địa điểm xây dựng: Hải Phòng;

Thành bể sử dụng thép Loại thép tấm A517 Gr70, có giới hạn bền thiết kế $S_m = 1764$ (N/mm²) = 17,64 kN/cm².



Hình 4. Sơ đồ bài toán.

3.2. Xác định tải trọng sóng bề mặt tác dụng vào thành bể

Từ các công thức giải tích ra xác định được tần số và hệ số cản nhớt của dạng dao động thứ 1:

$$h_0 = \frac{h}{a} = \frac{8}{5} = 1,6$$

Tần số dao động riêng thứ 1:

$$\tilde{\omega}_1 = \sqrt{\tilde{c}_2 \frac{g}{a}} = \sqrt{2,688 \cdot \frac{9,8}{5}} = 2,29 \text{ rad/s}$$

Hệ số cản :

$$\tilde{\nu}_1 = \frac{0,92\sqrt{2,29 \cdot 0,5}}{500} \cdot \frac{1+0,46(2-1,6)}{1,46(2-1,6)} = 0,004 \text{ rad/s}$$

$$E_1 = 0,5 \left(1 - \frac{0,834}{2,09 \cdot 1,6} \right) = 0,375$$

Suy ra: $\xi_p = 1,5$

Ta tính được hợp lực của áp lực thủy động:

$$X_g(t) = 335 \cdot 0,1 \cdot 1,5 \sqrt{1 - e^{-2 \cdot 0,004 \cdot 30}} = 23,2 \text{ (T)}$$

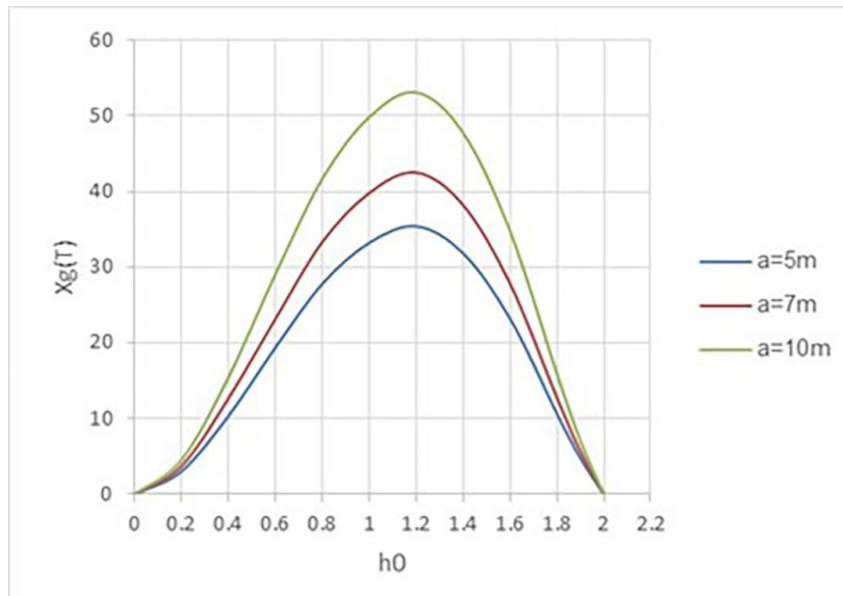
Với $h_c = \frac{2}{3}h = 5,3 \text{ m}$ - toạ độ trọng tâm của khối chất lỏng.

Thay đổi các giá trị chiều cao mực chất lỏng trong bể ta thu được bảng giá trị áp lực thủy động phụ thuộc vào chiều cao chất lỏng trong bể (Bảng 3).

Bảng 3. Giá trị áp lực thủy động phụ thuộc vào chiều cao mực chất lỏng.

h_0	$X_g(t)$ (T)	h_0	$X_g(t)$ (T)
0	0	1,2	35,412
0,2	3,032	1,4	31,851
0,4	10,348	1,6	23,200
0,6	19,417	1,8	10,626
0,8	27,818	1,9	4,729
1	33,242	2,0	0,000

Từ đây ta có đồ thị áp lực thủy động phụ thuộc vào chiều cao mực chất lỏng (thông qua giá trị $h_0 = \frac{h}{a}$) (Hình 5).



Hình 5. Đồ thị quan hệ giữa lực thủy động và chiều cao mực chất lỏng.

Bằng tính toán tương tự đối với bể có bán kính $a=7\text{m}$ và $a=10\text{m}$. Ta thu được kết quả giá trị hợp lực của áp lực thủy động phụ thuộc vào tỷ số h_0 như Hình 5.

4. Thảo luận

Nghiên cứu này đã trình bày phương pháp xác định tải trọng sóng bề mặt chất lỏng tác dụng lên thành bể do sự dao động của bể chứa gây ra bởi động đất.

Tại cùng tỷ số h_0 , áp lực sóng bề mặt tác dụng lên thành bể có xu hướng tăng lên khi đường kính bể tăng từ 5-10m, điều này được giải thích do bể có bán kính càng lớn thì diện tích mặt thoáng chất lỏng trong bể càng lớn, dẫn đến biên độ dao động của mặt nước khi có tải trọng động đất càng cao.

Với bể có đường kính $h=5\text{m}$, áp lực sóng bề mặt tăng lên khi tăng tỷ số $h_0 = \frac{h}{a}$, đạt giá trị lớn nhất khi $h_0 = 1,2$, tức chiều cao mực nước trong bể là $h=6\text{m}$. Khi tiếp tục tăng mực nước trong bể (tăng tỷ số $h_0 = \frac{h}{a}$), áp lực sóng bề mặt có xu hướng giảm dần.

Việc xác định tải trọng sóng do động đất lên thành bể bằng phương pháp giải tích là phức tạp. Khi tính bằng giải tích chỉ có thể sử dụng với bể chứa có hình dạng đơn giản, đối với trường hợp có hình dạng phức tạp không thể xác định được.

5. Kết luận

- Bể có bán kính càng lớn thì tải trọng sóng bề mặt sinh ra do bể dao động khi có động đất càng lớn

- Áp lực thủy động lớn nhất của chất lỏng tác dụng lên thành bể không phải khi bể chứa 90% mực chất lỏng thiết kế. Áp lực lớn nhất khi $h_0 = \frac{h}{a} = 1,2$.

- Nghiên cứu kiến nghị đối với công trình trên không nên lưu giữ chất lỏng tại mực chất lỏng $h_0 = \frac{h}{a} = 1,2$ trong thời gian dài. Ứng với mỗi công trình cụ thể, cần xác định mực chất lỏng nguy hiểm để có phương án vận hành, đảm bảo tính an toàn của bể khi có động đất xảy ra.

Tài liệu tham khảo

- Viện khoa học công nghệ xây dựng. TCVN 2737:2023. Tải trọng và tác động. Bộ khoa học và Công nghệ, 89 trang.
- Eurocode 8: EN 1998-4 (2006). Design of structures for earthquake resistance Part 4: Silos, tanks and pipelines. European Committee for Standardization, 81 pages.
- Zhi-Rong Yang, Bi-Nan Shou, Liang Sun, Jian-Jun Wang, (2011). Earthquake Response Analysis of Spherical Tanks with Seismic Isolation. Procedia Engineering, Volume 14, 2011, Pages 1879-1886.
- Matthias Wieschollek, Maik Kopp, Benno Hoffmeister, Markus Feldmann, (2011). Seismic design of spherical liquid storage tanks. III ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering, 18 pages.
- Dương Thanh Quỳnh (2005). *Ổn định của bể chứa trụ chịu tải trọng động đất*. Luận văn Thạc sỹ kỹ thuật, Trường Đại học Xây dựng, 96 trang.
- Nguyễn Đăng Bích, Nguyễn Hoàng Tùng, (2015). Đáp ứng động lực của bể trụ tròn có tính đến hiệu ứng của chất lỏng chứa trong bể. Tuyển tập công trình Hội nghị Khoa học Toàn quốc Cơ học Vật rắn biến dạng lần thứ 12, trang 122-129.
- Phan Ý Thuận (2014), Bài giảng thiết kế bể chứa phù hợp với công nghệ mới. Trường đại học xây dựng Hà Nội, 159 trang.
- Nikolaenko N. A (1967). Probabilistic methods for dynamic calculation of mechanical engineering structures. Mechanical engineering Moscow, 367 page.

ABSTRACT

The effects of liquid surface wave loads acting on the wall of a liquefied gas tank subjected to earthquake loads

Ngo Xuan Hung^{1,*}, Nguyen The Vinh², Tang Van Lam³, Bulgakov Boris Igorevich⁴

¹ Faculty of civil engineering, Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam

² Faculty of Political Studies, Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam

³ Faculty of civil engineering, Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam

⁴ Department "Technology of Binders and Concretes", National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russian

Liquefied petroleum gas (LPG) is often stored in spherical steel tanks with different capacities, the tank capacity can be up to 6000m³. Vietnam's coastal geological regions are located in areas with high risk of earthquakes. Under the influence of an earthquake, the fluid inside the tank vibrates, causing wave pressure to act directly on the tank wall and it is asymmetrical. Currently, storage tanks are thin shell structures and are susceptible to overall instability or instability due to asymmetric loads. This study presents the theoretical basis and method for determining the surface wave load acting on the liquefied gas tank wall when an earthquake occurs. Research results have shown the significant influence of surface waves acting on the walls of tanks that contain liquid. Besides, when calculating with tanks that have different radius values in this study, the maximum surface wave load value on the tank wall was obtained when $h_0=h/a=1.2$.

Keywords: Spherical tank, liquefied gas, earthquake load, wave load, hydrodynamic pressure.

* Corresponding author

E - mail: ngoxuanhung@humg.edu.vn

Đánh giá khả năng ứng dụng hệ thống đầu giếng ngầm thi công bằng giàn khoan tự nâng cho các mỏ dầu & khí khai thác tận thu, mỏ cận biên tại vùng nước nông ngoài khơi Việt Nam

Nguyễn Trọng Tài ^{1,*}, Triệu Hùng Trường ², Nguyễn Trần Tuấn ²,
Trương Văn Từ²

¹ Công ty Zarubezhneft EP Vietnam B.V., TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

² Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Hà Nội, Việt Nam

Tóm tắt

Theo đánh giá tiềm năng dầu khí tại các bồn trũng trên thềm lục địa Việt Nam, nhìn chung các nhận định cho rằng không còn nhiều những cấu tạo dầu & khí lớn trên thềm lục địa có thể phát triển theo phương án phát triển mỏ thông thường để đạt hiệu quả kinh tế cao. Do vậy, công tác nghiên cứu ứng dụng các phương án kỹ thuật mới áp dụng cho công tác phát triển mỏ nhằm bổ sung và duy trì sản lượng dầu & khí là nhiệm vụ cấp thiết nhất trong giai đoạn hiện nay. Trong điều kiện hiện nay, đánh giá tổng thể về tính hiệu quả của dự án phát triển mỏ dầu khí dựa trên các yếu tố bao gồm điều kiện tự nhiên, điều kiện địa chất, trữ lượng dầu khí thu hồi và sự biến động của giá dầu trên thế giới thì hai (02) phương án kinh tế & kỹ thuật có tính khả thi cao nhất để bổ sung và duy trì sản lượng dầu & khí bao gồm: phương án phát triển các mỏ cận biên trong điều kiện nước nông; và tiến hành công tác thăm dò/khai thác mở rộng các cấu tạo mới tại các dự án đang khai thác bằng cách tăng số lượng giếng khoan đan dày để kết nối vào giàn khai thác/giàn xử lý trung tâm (CPP) hiện hữu. Bài viết đánh giá tiềm năng và đề xuất giải pháp sử dụng hệ thống đầu giếng & cây thông khai thác ngầm thi công bằng giàn khoan tự nâng để phát triển các mỏ cận biên và các mỏ đang khai thác trong đó các cấu tạo mới nằm cách xa giàn CPP trong điều kiện nước nông nhằm giảm chi phí thi công cũng như tăng hiệu quả của toàn bộ dự án.

Từ khóa: đầu giếng ngầm, vùng nước nông, cây thông khai thác, OPEX, CAPEX.

1. Giới thiệu chung

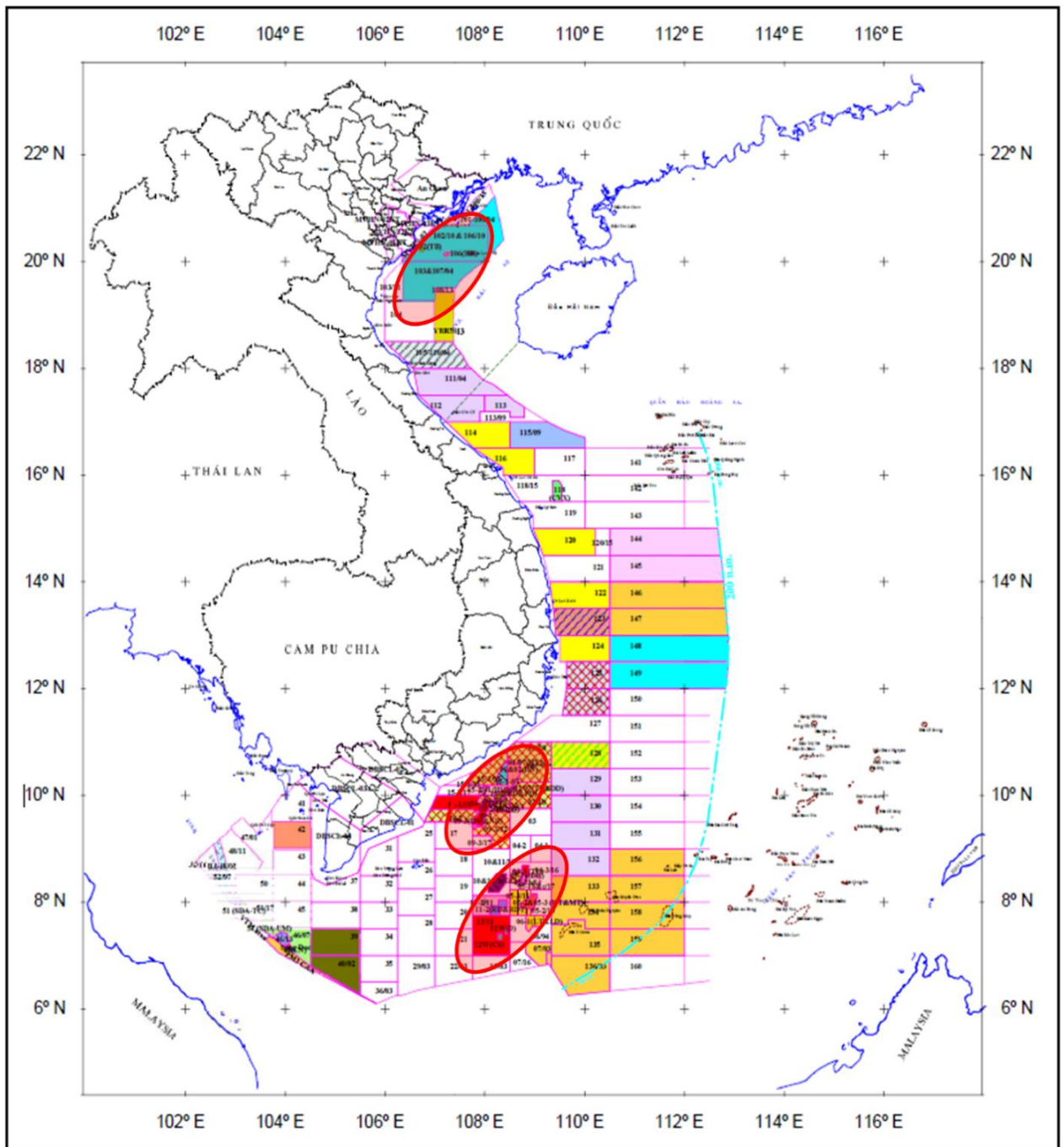
Khái niệm “vùng nước nông” trong thăm dò, khai thác dầu khí được định nghĩa dựa trên tính chất công việc của từng lĩnh vực khác nhau, do vậy trong phạm vi bài viết này, vùng nước nông được xác định bởi khả năng thực hiện các hoạt động khoan & hoàn thiện của giàn khoan tự nâng (jack up rig) với giá trị an toàn của chân giàn đạt 1,5 m. Thông thường độ sâu nước biển tối đa tại vùng mỏ khoảng 110 m – 115 m. Sở dĩ giá trị độ sâu này nhỏ hơn thông số làm việc thực tế của các giàn tự nâng bởi vì khả năng làm việc phụ thuộc vào giá trị độ lún của chân giàn trong quá trình thi công, trong đó giá trị độ lún chân giàn trên các bể dầu khí trên thềm lục địa Việt Nam có thể dao động trong khoảng 3.0m – 23.0m tùy thuộc vào tính chất đất đá đáy biển của từng khu vực.

Với việc khái niệm như trên có thể thấy các mỏ dầu & khí đang khai thác và những mỏ dầu & khí có tiềm năng phát triển trong tương lai ở vùng nước nông chủ yếu phân bố tại các bồn trũng Cửu Long, bồn trũng Nam Côn Sơn, bồn trũng Mã Lai Thổ Chu và bồn trũng Sông Hồng. Sự phân bố các vùng mỏ được thể hiện như Hình 1.

Tại các bồn trũng này, các mỏ dầu & khí có trữ lượng lớn được phát triển và khai thác trong thời gian dài bằng phương án kỹ thuật thông thường với cấu trúc hệ thống thiết bị gồm giàn khai thác & xử lý trung tâm (CPP) và các giàn khai thác cố định không trang bị hệ thống xử lý được kết nối với CPP bằng hệ thống đường ống ngầm. Các giếng khoan khai thác được khoan định hướng/khoan ngang từ giàn khai thác cố định đến các cấu tạo ở vị trí có khoảng cách bề mặt tối đa trong khoảng 4,5 km.

* Tác giả liên hệ

E-mail: tai.n.trong@gmail.com



Hình 1. Bản đồ phân lô dầu khí Việt Nam.

Theo đánh giá, tiềm năng dầu khí tại các bồn trũng trên thềm lục địa Việt Nam đến thời điểm hiện tại không còn nhiều những cấu tạo dầu & khí lớn phát triển theo phương án kỹ thuật thông thường đạt được hiệu quả kinh tế cao do trữ lượng tại chỗ/trữ lượng thu hồi không lớn, chi phí phát triển bao gồm chi phí khoan, xây dựng kết cấu hạ tầng cao dẫn đến giá trị hiện tại ròng (NPV) của dự án không đạt như kỳ vọng. Do vậy, phương án gia tăng sản lượng dầu & khí cũng cần thay đổi trong đó cần tập trung vào các yếu tố sau:

- Tiến hành thăm dò/khai thác mở rộng các cấu tạo mới tại các dự án đang khai thác bằng cách tăng số lượng giếng khoan đan dày và xây dựng hệ thống đường ống ngầm kết nối vào CPP.
- Xây dựng phương án phát triển các mỏ cận biên trong đó ứng dụng các biện pháp kỹ thuật mới, phù hợp với điều kiện tự nhiên và điều kiện địa chất của vùng mỏ để giảm chi phí xây dựng cơ sở hạ tầng (CAPEX).

Một trong những giải pháp giảm chi phí khoan và xây dựng kết cấu hạ tầng là sử dụng hệ thống đầu giếng & cây thông khai thác ngầm thi công bằng giàn tự nâng (jack up rig) đã được áp dụng tại nhiều dự án trên thế giới, tuy nhiên phương án này chưa được thực hiện tại Việt Nam.

2. Những hạn chế của phương án phát triển thông thường

2.1. Thăm dò /phát triển mở rộng các cấu tạo mới tại các dự án đang khai thác

Đối với các dự án đang khai thác có sản lượng đang trên đà suy giảm, các phương án kỹ thuật được xem xét nhằm bổ sung sản lượng khai thác bao gồm:

- Khoan bổ sung các giếng khoan xiên đan dày từ giàn cố định (CPP) đối với trường hợp các cấu tạo nằm trong bán kính có thể thi công khoan theo phương ngang (thông thường giá trị này trong khoảng 4-500m).

- Do hoạt động kiến tạo, các đối tượng khai thác của một cấu tạo trong vùng mỏ nằm ở các vị trí cách xa nhau do vậy cần khoan thăm dò / thăm lượng các cấu tạo có tiềm năng nằm ngoài phạm vi bán kính có thể thi công giếng khoan xiên. Lắp đặt giàn đầu giếng nhẹ (chỉ có hệ thống đầu giếng & Xmas Tree và kết nối về giàn CPP bằng hệ thống đường ống ngầm).

Phương án kỹ thuật này được áp dụng ở hầu hết các dự án khai thác dầu & khí tại Việt Nam. Tuy nhiên, nó cũng tồn tại những hạn chế về cả yếu tố kỹ thuật lẫn tính hiệu quả của dự án, trong đó có thể kể ra:

- Một số giàn khai thác đã đủ số lượng giếng trên template nên để khoan một giếng mới, một trong các giếng đang khai thác sẽ phải được hủy và khoan sidetrack sang cấu tạo mới; điều này sẽ làm giảm lợi nhuận vì sản lượng khai thác bị giảm cùng với chi phí cho công tác thi công khoan.

- Các giếng khoan đan dày phát triển thường có góc lệch lớn, hình dạng giếng khoan phức tạp dẫn đến thời gian thi công kéo dài, mức độ rủi ro cao cho các sự cố như: kẹt bộ khoan cụ / ống chống dẫn đến phải hủy giếng khoan và khoan giếng mới, tăng chi phí của dự án

- Sau một thời gian khai thác, các vỉa chứa dầu & khí bị suy giảm áp suất dẫn đến giá trị áp suất vỉa giảm. Hiện tượng này dẫn đến những rủi ro phun trào, mất dung dịch ảnh hưởng lớn đến quá trình thiết kế, thi công khoan.

- Chi phí cố định để xây dựng giàn đầu giếng mới (CAPEX) cho các giếng phát triển cấu tạo mới lớn dẫn đến NPV của dự án giảm (sẽ được xác định cụ thể trong phần sau).

Thời gian cho các công tác chuẩn bị sản xuất, lắp đặt giàn cố định dài dẫn đến thời gian first gas/oil kéo dài.

2.2. Phát triển các mỏ cận biên trong điều kiện nước nông

Đối với các mỏ cận biên, các yếu tố ảnh hưởng đến tính hiệu quả của dự án bao gồm trữ lượng thu hồi, điều kiện địa chất, điều kiện tự nhiên tại vùng mỏ và chi phí khoan & xây dựng cơ sở hạ tầng. Các vùng mỏ có điều kiện khác nhau sẽ có phương án phát triển khác nhau dẫn đến chi phí phát triển khác nhau, vì vậy khi trữ lượng thu hồi được xác định thì yếu tố chi phí CAPEX và OPEX là yếu tố quyết định. Trong đó, phương án phát triển thông thường sẽ áp dụng với những hạn chế như sau:

- Mỏ cận biên có phương án phát triển độc lập: Trong điều kiện các đối tượng khai thác của một cấu tạo trong vùng mỏ ở các vị trí cách xa nhau nằm ngoài phạm vi bán kính có thể thi công giếng khoan xiên thì phương án xây dựng các giàn khai thác CPP và giàn nhẹ được xem xét. Tuy nhiên chi phí của dự án quá lớn sẽ dẫn đến khai thác không có hiệu quả.

- Mỏ cận biên được phát triển dựa trên cơ sở hạ tầng vùng mỏ liền kề: Trong điều kiện này các đối tượng chính sẽ được lựa chọn để xây dựng giàn nhẹ và dầu & khí sẽ được dẫn đến CPP mỏ liền kề bằng hệ thống đường ống ngầm. Tuy nhiên, đối với các mỏ có trữ lượng thu hồi không lớn thì chi phí xây dựng giàn nhẹ làm giảm hiệu quả của dự án.

3. Phương án sử dụng hệ thống đầu giếng ngầm cho các mỏ dầu & khí vùng nước nông

* Điều kiện địa chất

Cho đến giai đoạn hiện nay, công nghệ mới nhất áp dụng cho các thiết bị làm kín trong quá trình kết nối hệ thống treo ở đáy biển lên đến thiết bị trên bề mặt chưa đáp ứng được yêu cầu đối với điều kiện nhiệt độ cao, áp suất cao (HTHP) do vậy hệ thống đầu giếng ngầm cho các mỏ nước nông chỉ áp dụng cho các cấu tạo có điều kiện: Áp suất đáy giếng $P < 10,000\text{psi}$, nhiệt độ đáy giếng $T \leq 150^\circ\text{C}$

* Điều kiện tự nhiên

Như đã đề cập ở trên, các mỏ dầu & khí ở vùng nước nông được phát triển dựa trên phương án sử dụng giàn khoan tự nâng (jack up rig) với các điều kiện như sau:

- Độ sâu nước biển khoảng 110m (giá trị này có thể thay đổi dựa trên thông số kỹ thuật của giàn khoan và độ lún chân giàn tại vị trí giếng khoan)

- Vị trí giếng khoan trong vùng bán kính 10km (giá trị này phụ thuộc vào chi phí ước tính của hệ thống ống ngầm từ vị trí giếng khoan đến CPP)

** Cấu trúc của giếng khoan thăm dò/phát triển*

Tùy thuộc vào điều kiện địa chất, điều kiện áp suất & nhiệt độ mà cấu trúc giếng khoan được thiết kế phù hợp. Tuy nhiên, các giếng khoan thăm dò / phát triển tại các bồn trũng có điều kiện nước nông thường có cấu trúc phổ biến nhất bao gồm:

30" x 20" x 13 3/8" x 9 5/8" x 7" ống chống lừng

Ngoài ra, cấu trúc của giếng khoan cũng có thể bỏ qua hoặc thêm các cấp ống chống. Trên nguyên tắc thiết kế hệ thống đầu giếng ngầm cho vùng nước nông, cấu trúc giếng khoan sẽ chỉ làm thay đổi cấu trúc & qui mô của hệ thống mà không ảnh hưởng đến tính khả dụng. Do đó, trong phạm vi bài viết này sẽ đề cập đến cấu trúc đơn giản nhất với các cấp ống chống:

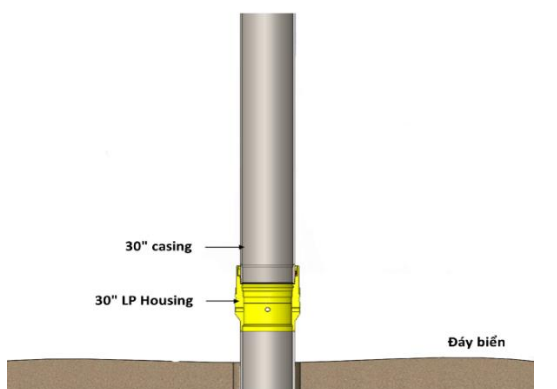
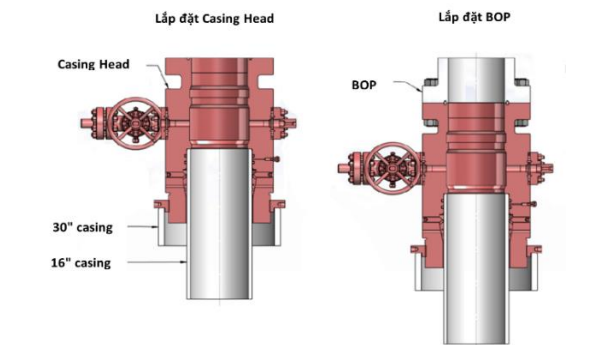
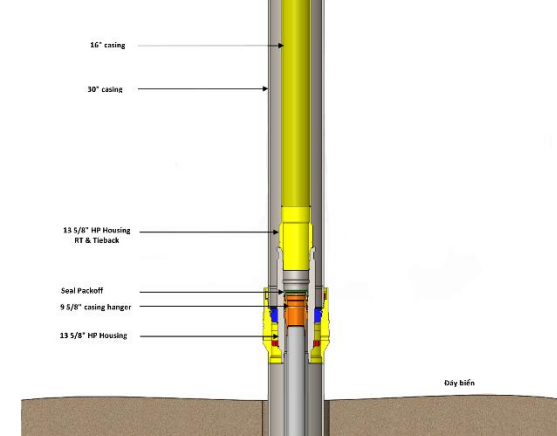
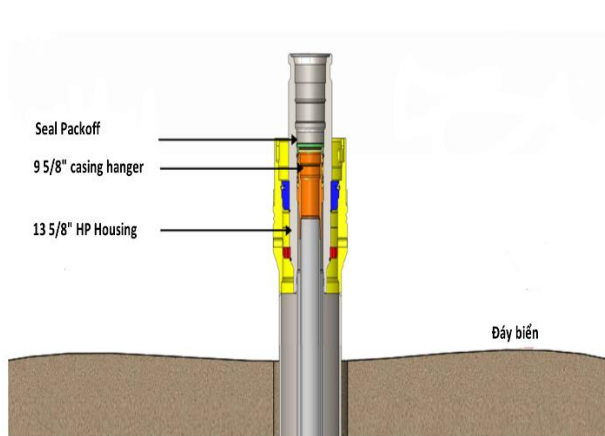
30" x 16" x 9 5/8" x 7" ống chống lừng

Sử dụng hệ thống treo thiết bị tại đáy biển (MLS) cho giếng khoan thăm dò

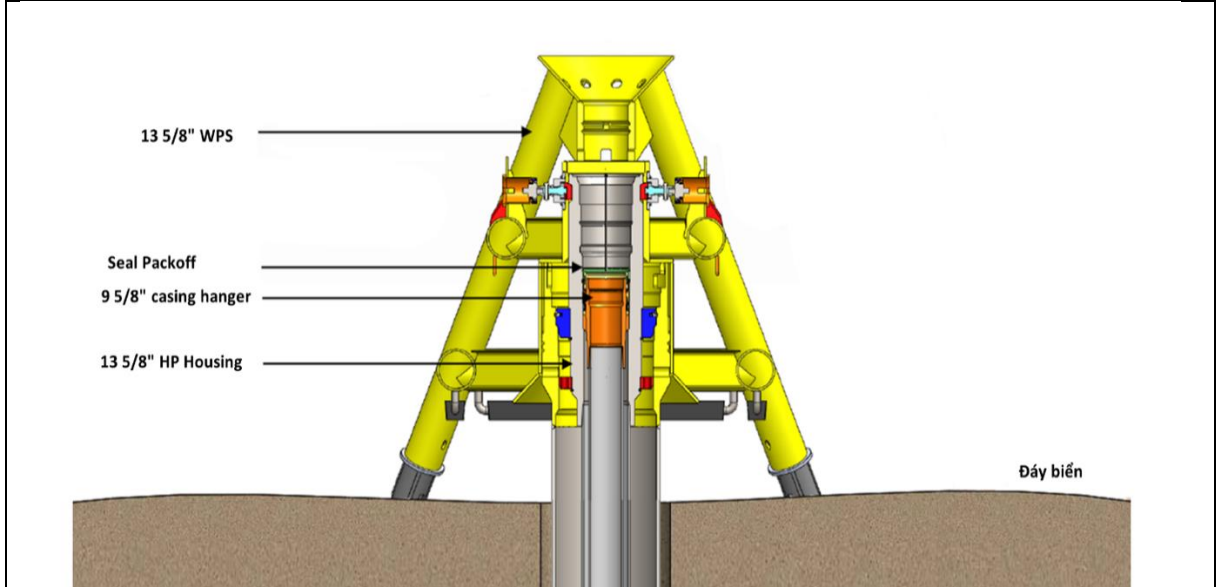
Trong giai đoạn thăm dò các cấu tạo mới trong vùng mỏ, để tiết kiệm chi phí khoan và phát triển, cần xem xét kế hoạch chuyển giếng khoan thăm dò thành giếng phát triển với phương án sử dụng hệ thống treo thiết bị tại đáy biển MLS (mudline suspension system) sau khi hoàn thành thi công giai đoạn thăm dò.

Thiết kế và thi công hệ thống treo thiết bị tại đáy biển được áp dụng có thể mô tả sơ bộ bao gồm các bước theo Bảng 1:

Bảng 1. Khái quát các bước công việc thi công hệ thống treo.

<p>1. Khoan 36" chống ống 30"</p>	<p>2. Kết hợp sử dụng đầu giếng & BOP trên bề mặt</p>
 <p>30" casing 30" LP Housing Đáy biển</p>	 <p>Lắp đặt Casing Head Lắp đặt BOP Casing Head 30" casing 16" casing BOP</p>
<p>3. Thi công các công đoạn 9 5/8" & 7"</p>	<p>4. Thu hồi hệ thống thiết bị bề mặt</p>
 <p>16" casing 30" casing 13 5/8" HP Housing RT & Tieback Seal Packoff 9 5/8" casing hanger 13 5/8" HP Housing Đáy biển</p>	 <p>Seal Packoff 9 5/8" casing hanger 13 5/8" HP Housing Đáy biển</p>

5. Lắp đặt hệ thống bảo vệ MLS



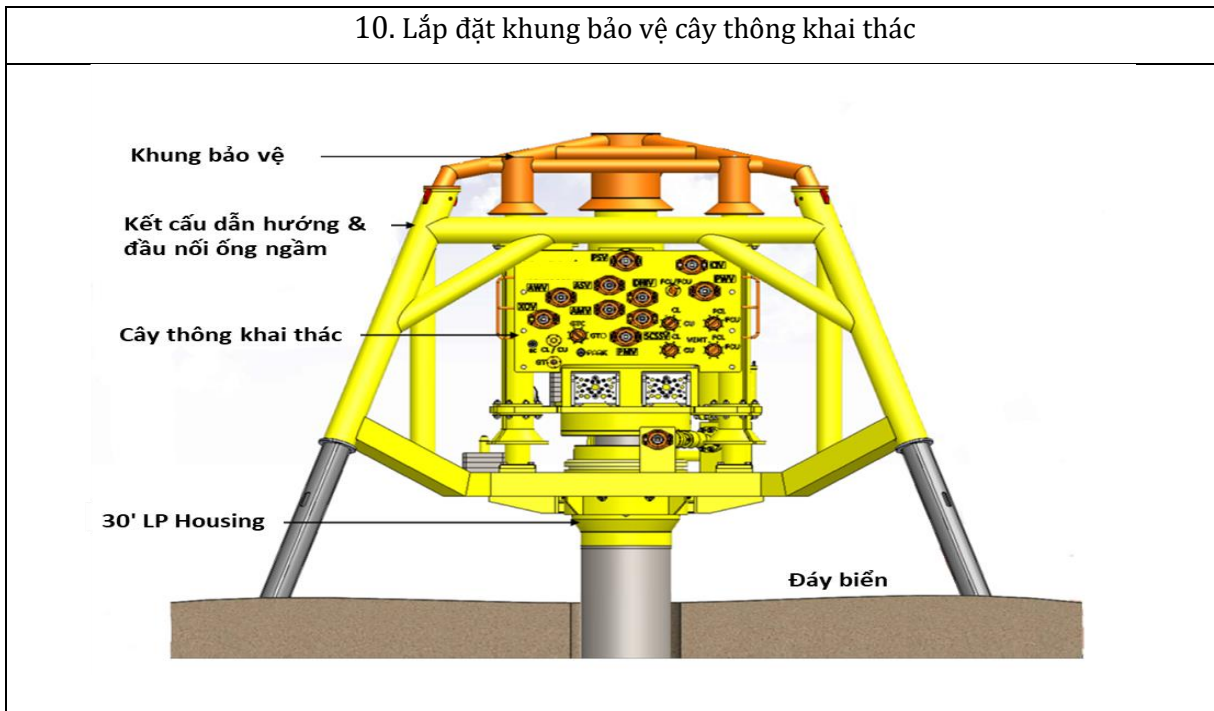
** Sử dụng hệ thống đầu giếng & cây thông khai thác ngầm*

Đối với giếng được treo trong giai đoạn thăm dò, công tác kết nối và lắp đặt đầu giếng ngầm & cây thông khai thác được thiết kế với 6 bước tiếp theo như Bảng 2:

Bảng 2. Các bước công việc lắp đặt đầu giếng ngầm và cây thông khai thác.

<p>6. Thu hồi hệ thống bảo vệ</p>	<p>7. Lắp đặt kết cấu dẫn hướng</p>
<p>8. Thi công hoàn thiện giếng</p>	<p>9. Lắp đặt cây thông khai thác</p>

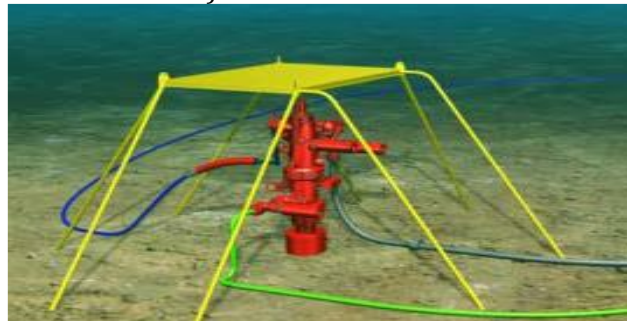
10. Lắp đặt khung bảo vệ cây thông khai thác



Đối với các giếng phát triển, công tác thi công khoan được thực hiện với hệ thống đầu giếng ngầm bao gồm hệ thống LP Housing, HP Housing và hanger đến bước số 6 sau đó lắp đặt cây thông khai thác như qui trình trên.

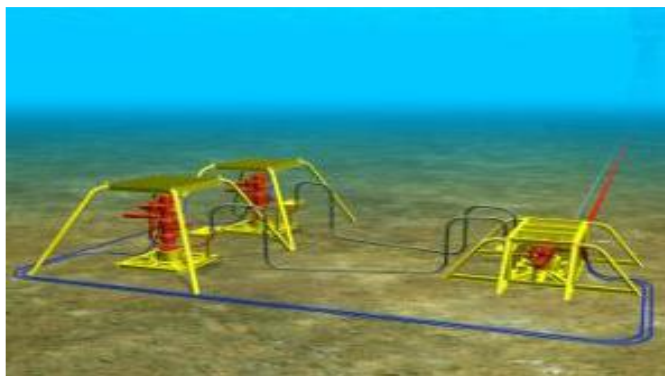
** Cấu trúc của vùng mỏ sử dụng hệ thống đầu giếng & cây thông khai thác ngầm*

Về cơ bản, cấu trúc của vùng mỏ sử dụng hệ thống đầu giếng & cây thông khai thác ngầm trong điều kiện nước nông tương tự với vùng nước sâu. Các giếng khoan được bố trí trên cơ sở đánh giá trữ lượng và vị trí của các cấu tạo dầu & khí. Có 3 dạng cấu tạo chính được tiết kế và thi công bao gồm (Hình 2, hình 3 và hình 4):



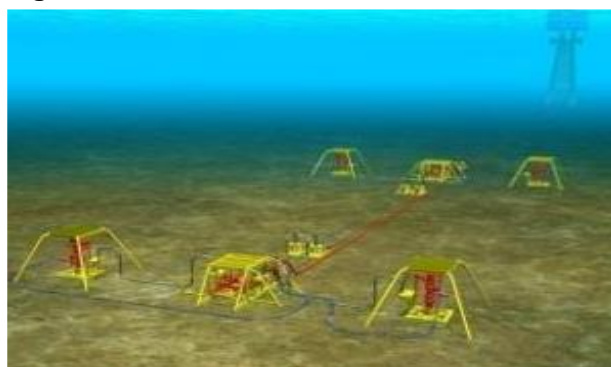
Hình 2. Cấu trúc giếng khai thác đơn.

Cấu trúc giếng khai thác đơn như hình 2 thường áp dụng trong trường hợp các cấu tạo dầu khí có trữ lượng nhỏ, sử dụng một hệ thống đường ống ngầm kết nối về giàn khai thác trung tâm hoặc giàn nhẹ.



Hình 3. Cấu trúc cụm giếng khai thác.

Trong trường hợp cấu tạo dầu & khí lớn hoặc các cấu tạo nằm ở vị trí tương đối gần. Có thể thi công khoan bằng cách sử dụng subsea template hoặc vị trí độc lập khoan qua hệ thống cantilever của giàn tự nâng.



Hình 4. Cấu trúc chuỗi giếng khai thác.

Áp dụng cho cấu tạo dầu & khí lớn hoặc cụm cấu tạo. Các giếng khai thác được khoan nhiều vị trí khác nhau và được kết nối tới một cụm phân dòng sau đó kết nối về giàn khai thác trung tâm (CPP).

*** Đánh giá hiệu quả kỹ thuật & kinh tế**

Hệ thống đầu giếng ngầm áp dụng cho vùng nước nông đã được thiết kế và thi công bằng giàn tự nâng sử dụng tại một số vùng mỏ lớn trên thế giới như vịnh Mexico, NorthSea và Biển Đen. Trong đó các dự án này đều cho thấy hệ thống đáp ứng được yêu cầu về hiệu quả cả về kỹ thuật lẫn kinh tế.

Đối với các dự án dầu & khí tại Việt Nam trong tình hình hiện nay, áp dụng phương án sử dụng hệ thống đầu giếng ngầm để thăm dò/phát triển nhằm bổ sung sản lượng khai thác cho các mỏ đang trong giai đoạn suy giảm hoặc phát triển các mỏ cận biên trong điều kiện nước nông, hiệu quả kỹ thuật và kinh tế được xác định như sau:

a. Hiệu quả kỹ thuật

- Rút ngắn thời gian cho dòng dầu / khí đầu tiên: Ngay sau khi FDP (Field Development Plan) được phê duyệt bởi các cơ quan chức năng, dự án sẽ bước vào giai đoạn chuẩn bị hồ sơ mời thầu - ký hợp đồng - sản xuất - bàn giao & lắp đặt thiết bị.

Với dự án áp dụng phương án phát triển thông thường, thời gian chuẩn bị và lắp đặt giàn khai thác trong khoảng 24-30 tháng, thời gian khoan và hoàn thiện trong 3 tháng, như vậy tổng thời gian khi dự án được phê duyệt đến dòng dầu khí đầu tiên khoảng 27-33 tháng. Cũng có thể áp dụng phương án khoan bằng cách sử dụng đế định vị giếng khoan dưới đáy biển trước khi lắp đặt giàn đầu giếng nhẹ để rút ngắn thời gian thi công, tuy nhiên phương án này phải kéo dài do thời gian chờ lắp đặt giàn đầu giếng sau đó kéo giàn khoan tự nâng quay lại kết nối và hoàn thiện giếng. Ngoài ra phương án này rủi ro cao trong công tác định vị giàn khai thác vào đế định vị giếng khoan.

Trong khi đó áp dụng phương án sử dụng hệ thống đầu giếng ngầm cho vùng nước nông có thể cho dòng dầu / khí đầu tiên khoảng 14-16 tháng sau khi dự án được phê duyệt. Như vậy về cơ bản, áp dụng phương án này sẽ rút ngắn thời gian cho dòng dầu /khí đầu tiên khoảng 12-17 tháng tùy vào qui mô của dự án.

- Cấu trúc của vùng mỏ

Đối với các mỏ bao gồm nhiều cấu tạo nằm cách xa nhau trong phạm vi 8-10km có trữ lượng không lớn thì cấu trúc của vùng mỏ sử dụng hệ thống giếng đơn hoặc cụm giếng khai thác sử dụng điều khiển thủy lực trực tiếp là phương án vận hành đơn giản nhất. Trong đó, đối với các cấu trúc mỏ dạng cụm giếng khai thác có thể sử dụng giàn jack up và di chuyển cantilever để khoan/hoàn thiện không cần phải di chuyển và định vị giàn nhiều lần.

Ngoài những ưu điểm trên, áp dụng phương án đầu giếng ngầm nước nông cho phép tận dụng khai thác những cấu tạo riêng biệt nằm trong vùng mỏ khai thác nhưng quỹ đạo giếng khoan không thể tiếp cận từ giàn khai thác. Điều này giúp nâng cao sản lượng khai thác cũng như tính hiệu quả của toàn bộ dự án.

- Giảm rủi ro trong quá trình thi công khoan

Thiết kế các giếng khoan tại các vị trí sử dụng hệ thống đầu giếng ngầm cho vùng nước nông có cấu trúc giếng khoan và quỹ đạo đơn giản, hạn chế đi qua các vùng có điều kiện địa chất phức tạp. Do vậy quá trình thi công khoan các giếng khoan sử dụng giàn tự nâng sẽ giảm thiểu các rủi ro như kẹt bộ khoan cụ & ống chống và rút ngắn thời gian thi công.

b. Hiệu quả kinh tế

** Giảm chi phí thi công khoan*

Đối với phương án phát triển thông thường, do các giàn cố định nhẹ có hệ thống đầu giếng được lắp đặt trên bề mặt nên mặt sàn sẽ được thiết kế với độ cao trên mặt nước biển có thể hoạt động trong điều kiện bão. Do vậy, yêu cầu độ dài chân của giàn khoan tự nâng để thi công cao, từ đó yêu cầu thông số kỹ thuật giàn cao hơn dẫn đến giá thuê theo ngày (USD/day) sẽ cao hơn. Trong khi đó, sử dụng hệ thống đầu giếng ngầm sẽ sử dụng giàn có thông số kỹ thuật thấp hơn cho nên giá thuê theo ngày giảm.

Theo kết quả khảo sát thị trường giàn tự nâng hiện nay, giá thuê của giàn có độ dài chân giàn 477ft thấp hơn 517ft (và lớn hơn) khoảng 10% - 20%

Ngoài ra, khi áp dụng phương án sử dụng đầu giếng ngầm, thiết kế cấu trúc giếng khoan đơn giản hơn cho nên thời gian thi công rút ngắn, thông thường khoảng 5% nên chi phí thi công khoan cũng giảm tương ứng.

** Giảm chi phí CAPEX*

Tùy thuộc vào qui mô của từng dự án sẽ cho chi phí CAPEX khác nhau. Tuy nhiên, đối với các dự án thăm dò /phát triển mở rộng các cấu tạo mới tại các dự án đang khai thác và phát triển các mỏ cận biên, các chi phí sau sẽ giảm:

- Hệ thống đầu giếng/cây thông khai thác ngầm & hệ thống đường ống kết nối đến CPP: chi phí bao gồm thiết bị vận hành và cả thuê tàu rải ống sẽ thấp hơn chi phí thiết kế, xây dựng và lắp đặt giàn khai thác cố định dạng nhẹ.

- Không trang bị hệ thống đầu giếng / cây thông khai thác trên bề mặt

- Chi phí cho các dịch vụ hỗ trợ bao gồm tàu dịch vụ, căn cứ hậu cần, vận chuyển, xuất nhập khẩu

** Giảm chi phí OPEX*

Chi phí OPEX của dự án về cơ bản bao gồm các hạng mục như thuê tàu bảo vệ, duy tu, bảo dưỡng hệ thống thiết bị và giàn khai thác, khảo sát định kỳ. Do vậy phương án sử dụng hệ thống đầu giếng ngầm có thể giảm chi phí cho các hạng mục sau:

- Không sử dụng chi phí bảo dưỡng thiết bị bề mặt hằng năm như giàn khai thác cố định

- Chi phí logistic bao gồm tàu dịch vụ, nhân sự cho công tác bảo dưỡng, sửa chữa các hạng mục thiết bị trong suốt đời mỏ thấp hơn giàn khai thác cố định

Tuy nhiên, chi phí sửa giếng và can thiệp giếng sẽ cao hơn do phải huy động giàn tự nâng để thực hiện mỗi một nhiệm vụ sửa giếng riêng lẻ.

Dù vậy, so sánh tổng thể thì phương án sử dụng hệ thống đầu giếng ngầm có OPEX thấp hơn hệ thống giàn khai thác cố định dạng nhẹ. So sánh chi phí OPEX và cả dự án được thể hiện như Bảng 1

** Hiệu quả kinh tế của dự án*

Đối với các dự án dầu & khí trên thế giới cũng như ở Việt Nam, hiệu quả kinh tế được đánh giá dựa trên giá trị NPV của toàn bộ dự án.

Ngoài ra, căn cứ vào kết quả đánh giá tiềm năng dầu khí trên thêm lục địa Việt Nam, phương án sử dụng hệ thống đầu giếng ngầm để phát triển mỏ dầu khí trong tương lai thường áp dụng với các mỏ có quy mô không lớn do vậy giá trị NPV có vai trò quan trọng trong việc quyết định triển khai dự án.

Trong phạm vi của bài báo, tác giả đánh giá hiệu quả kinh tế dựa trên chi phí dự tính cho một dự án khí tại Việt Nam với các hạng mục chính được mô tả chi tiết trong Bảng 3.

Bảng 3. Khái quát chi phí cho một dự án khí tại Việt Nam.

Mô tả chi phí	Chi phí dùng giàn khai thác cố định dạng nhẹ (M USD)	Chi phí dùng đầu giếng / cây thông khai thác ngầm (M USD)
Chi phí khoan & hoàn thiện giếng	124.5	118.0
Chi phí thiết kế & xây dựng giàn cố định (01 giàn)	51.5	0
Chi phí hệ thống đầu giếng/cây thông khai thác	1.5	2.8
Chi phí ống ngầm & hệ thống điều khiển và tàu rải ống	90.5	95.0
Tổng chi phí CAPEX	288.0	260.3
Chi phí OPEX & Sửa giếng	415	181
Tổng chi phí dự án	703	441.3

Ghi chú:

Các chi phí nêu ở bảng 1 cho dự án ở trên được giả định trên cơ sở như sau:

- Chi phí ước tính cho mỗi hạng mục dựa trên giá trị trung bình của các dự án có hạng mục tương tự tại Việt Nam

- Chi phí được dự toán với dự án có qui mô như sau: 4 giếng khoan khai thác với thiết kế đời mở trong thời gian 15 năm; Khí khai thác được vận chuyển về giàn khai thác trung tâm (CPP) với khoảng cách 30km; Sản lượng khai thác giảm dần trong 15 năm với tổng sản lượng 6500 triệu m³; Giá khí dự tính 14USD/MMBTU

Giá trị dòng tiền thu về sau của nhà điều hành khi đã khấu trừ các chi phí cho các bên liên quan và nước chủ nhà và các loại thuế, phí có liên quan: 852M USD

- Giá thành dịch vụ dự tính dựa trên giá thị trường năm 2023.

- Đối với mỗi dự án cụ thể, chi phí dự tính sẽ được tính toán chi tiết với mức giá dịch vụ dự tính tại thời điểm thực hiện dự án

Giá trị NPV dự tính cho dự án được xác định như Bảng 4.

Bảng 4. Giá trị NPV dự tính cho 1 dự án khí tại Việt Nam.

Mô tả	Giàn khai thác cố định dạng nhẹ (M USD)	Đầu giếng/cây thông khai thác ngầm (M USD)
NPV	149.0	410.7

Căn cứ vào bảng dự tính NPV cho hai phương án ta thấy với cùng sản lượng khai thác thì phương án sử dụng hệ thống đầu giếng/cây thông khai thác ngầm có tổng chi phí thấp hơn do vậy giá trị NPV cao hơn so với phương án sử dụng giàn khai thác cố định dạng nhẹ.

4. Kết luận

Dựa trên các đánh giá trữ lượng dầu khí trên thềm lục địa Việt Nam cho đến thời điểm hiện nay, cũng như sự biến động của thị trường cung ứng các dịch vụ liên quan đến công tác thăm dò & phát triển mỏ dầu & khí. Với những hiệu quả về kỹ thuật & kinh tế đã được đánh giá sơ bộ đối với các phương án phát triển mỏ tại Việt Nam và kết quả chứng minh tính hiệu quả tại một số dự án trên thế giới thì phương án áp dụng hệ thống đầu giếng/cây thông khai thác ngầm trong phương án thăm dò/phát triển mỏ tại vùng nước nông là phương án khả thi đối với các mỏ có tính chất như sau:

- Mỏ đang khai thác và có kế hoạch bổ sung sản lượng bằng các giếng khoan thăm dò, thăm lượng mở rộng trong đó các cấu tạo cách xa giàn khai thác trung tâm.

- Mỏ cận biên có điều kiện tự nhiên phù hợp với phương án thi công sử dụng giàn khoan tự nâng.

Tuy nhiên, trong quá trình xây dựng phương án phát triển mỏ, nhà điều hành cần lưu ý một số vấn đề liên quan đến hoạt động của giếng khai thác bao gồm:

- Đánh giá tình trạng, vị trí các cấu tạo để lựa chọn phương án xác định cấu trúc vùng mỏ nhằm tối ưu hóa công tác vận hành cũng như chi phí CAPEX.

- Lựa chọn nhà cung cấp thiết bị, dịch vụ có đủ năng lực, kinh nghiệm thi công các dự án tương tự

- Đánh giá các phương án kỹ thuật và thiết bị sử dụng cho công tác can thiệp giếng và sửa giếng để giảm thiểu rủi ro cũng như giá thành của dự án.

Sử dụng các số liệu trong quá trình khai thác để cập nhật thời gian khai thác của từng cấu tạo riêng biệt từ đó có phương án mở giếng hợp lý.

Tài liệu tham khảo

Guillaume Duriez, Lyes Labou, Guillaume Turquet (2014). *Shallow Water Subsea Production Systems*. The 4th Tunisian Oil & Gas.

Jerry Streeter (2013). *Shallow water subsea systems improve NPV*. Offshore Engineer Magazine.

Westwood Global Energy Group. *Global Offshore Rig Dayrate Forecast Figures: 2H 2022-2H 2027*. RigLogix, Westwood Analysis.

ISH Markit (2022). The Vietnam General Oil & Gas map. Update October 2022/VN22E2GEN.

ABSTRACT

Evaluation of the applicability of subsea wellheads running by jack up rig for oil and gas exploitation projects in shallow water offshore Vietnam

Nguyen Trong Tai^{1,*}, Trieu Hung Truong², Nguyen Tran Tuan², Truong Van Tu²

¹ Zarubezhneft EP Vietnam

²Hanoi University of Mining and Geology

In the current overview of oil and gas production in Vietnam, it is evident that certain major oil and gas projects, responsible for large-scale operations and supplying the primary oil and gas production in the continental shelf of Vietnam, are entering a declining production phase. This not only affects national energy security in general but also the efficiency of each specific project. Consequently, the research and application of new technical solutions for supplement and maintain oil and gas production become the most critical tasks in the current phase. However, based on the assessment of the oil and gas potential in the basins on the continental shelf of Vietnam, not many major offshore oil & gas prospects can be developed using conventional methods to achieve high economic efficiency. Therefore, two development concepts with the highest feasibility, both economically and technically, are the development of marginal fields in shallow water conditions; and the execution of exploration/production activities in new prospects at existing production projects by drilling additional infill wells and connecting to the central processing platform (CPP). The article evaluates the potential and proposes a solution using subsea wellheads & christmas trees, operated by jack-up rigs, to develop marginal fields in shallow water conditions; and existing oil and gas fields with potential prospects located far from the CPP. This approach aims to reduce operational costs and enhance the overall efficiency of the project

Keywords: subsea wellheads, shallow water, christmas trees, OPEX, CAPEX.

* Corresponding author

E-mail: tai.n.trong@gmail.com

Nghiên cứu áp dụng trí tuệ nhân tạo hỗ trợ ra quyết định tách phao neo và tàu FSO-Queen bể Nam Côn Sơn, ngoài khơi Việt Nam

Nguyễn Hải An^{1,*}, Nguyễn Đình Tuấn², Nguyễn Văn Thịnh³

¹Tổng Công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí (PVEP), Việt Nam

²Tổng Công ty Cổ phần Vận tải Dầu khí (PVTrans), Việt Nam

³Khoa Dầu khí và Năng lượng, Trường Đại học Mỏ-Địa chất (HUMG), Việt Nam

Tóm tắt

Tổ hợp tàu chứa dầu FSO-Queen và phao neo CALM đóng vai trò quan trọng trong quá trình khai thác, thu gom, xử lý và vận chuyển dầu khí ở mỏ Đại Hùng thuộc bể Nam Côn Sơn. Đến nay, tổ hợp này đã được vận hành an toàn và hiệu quả với trên 50 triệu thùng dầu thô trong điều kiện nước sâu, xa bờ. Tàu chứa dầu được kết nối với phao CALM bằng hai dây buộc tàu có sức chịu tải 200 tấn mỗi dây thông qua hệ thống neo tháo lắp nhanh (quick release mooring) với tổng trọng tải 400 tấn. Khi tải trọng của dây buộc tàu đạt ngưỡng quy định theo tiêu chuẩn tách tàu thì tàu chứa dầu phải được tách ra khỏi phao CALM tránh bị đứt các xích neo, thậm chí đứt đường ống mềm vận chuyển dầu. Mặc dù vậy, từ khi đưa vào sử dụng (1994) hệ thống xích neo phao bị đứt 6 lần làm ảnh hưởng lớn đến quá trình khai thác của cụm mỏ. Giải pháp lắp đặt các sensor ghi nhận các thông số kỹ thuật kết hợp với việc ứng dụng thuật toán AI sẽ giúp hỗ trợ thuyền trưởng đưa ra quyết định tách Phao CALM và tàu FSO một cách kịp thời, chính xác, giảm thiểu các sự cố trong quá trình vận hành thiết bị. Giải pháp này hoạt động tốt ngay cả khi các dữ kiện về thông số đo đạc trực tiếp từ môi trường xung quanh gặp khó khăn, thậm chí trong các điều kiện biến động, không có tham số thời tiết. Kết quả nghiên cứu có thể được xem xét để áp dụng cho các tàu FSO có điều kiện vận hành tương tự như ở bể Nam Côn Sơn.

Keywords: Tàu chứa dầu FSO, Phao neo CALM, Bể Nam Côn Sơn, Trí tuệ nhân tạo (AI).

1. Giới thiệu chung

Mỏ dầu khí Đại Hùng nằm tại Block 05-1a, bể Nam Côn Sơn, thềm lục địa Việt Nam, cách bờ biển Vũng Tàu khoảng 250 km (Nguyễn Hai An, 2018; Nguyễn Văn Thịnh *et al.*, 2018). Với độ sâu nước biển tại mỏ khoảng 110 mét (Bình Nguyen Thi Thanh *et al.*, 2007), hệ thống thiết bị khai thác hiện có tại mỏ Đại Hùng bao gồm: giàn khai thác nổi (FPU-DH-01), các giếng ngầm được kết nối với giàn bằng hệ thống đường ống ngầm nội mỏ, các cụm phao trung gian, phao neo tàu dầu (phao CALM) và tuyến đường ống ngầm xuất dầu từ giàn FPU-DH-01 đến tàu chứa dầu (FSO) và giàn không có người vận hành trực tiếp WHP-DH-02 với 07 giếng đang khai thác. Dầu và khí khai thác từ các giếng ngầm được đưa lên giàn FPU-DH-01 qua các đường ống mềm đường kính 75 mm. Dầu sau khi tách nước và khí sẽ được chuyển bằng hai đường ống mềm ngầm đường kính ngoài 06" (Export flowlines tới tàu chứa FSO-Queen (Nguyễn Văn Thịnh *et al.*, 2018). Tàu chứa (FSO) được neo vào phao CALM (Catenary Anchor Leg Mooring buoy) bằng dây cáp mềm (Mooring Hawsers).

Giàn khai thác bán chìm FPU-DH-01 được giữ thăng bằng bởi hệ thống Ballast và cố định bởi hệ thống 4 cụm tời neo và 8 xích, mỗi tời có 2 xích. Hệ thống xích neo chịu tải trọng lớn được thiết kế 8 điểm để thích hợp với việc 1 xích bị đứt mà không làm quá tải các xích còn lại và để hạn chế tàu bị trôi dạt. Các xích có đường kính 98 mm có chiều dài 1150 m bám chặt xuống đáy biển bằng các mỏ neo Stevshark 37 tấn. Thiết kế sức căng tối thiểu để làm đứt xích là 10.600 kN. Trong trường hợp giàn FPU-DH-01 di chuyển khỏi vị trí, các xích neo sẽ được cắt và đặt xuống dưới đáy biển.

Tàu chứa dầu (FSO Tanker) vừa là kho chứa dầu thô đã được khai thác vừa là một bến xuất dầu của mỏ Đại Hùng. Tàu chứa dầu được kết nối với phao CALM bằng hai dây buộc tàu có sức

* Tác giả liên hệ

Email: annh1@pvep.com.vn

chịu tải 200 tấn mỗi dây, phù hợp cho tàu chứa có tải trọng toàn phần lên đến 250.000 tấn với chiều cao tối đa sóng 5,5m và được trang bị hệ thống tách nhanh (quick release mooring) khi có yêu cầu. Khi tải trọng của dây buộc tàu đạt ngưỡng quy định theo tiêu chuẩn tách tàu thì tàu chứa dầu phải được tách ra khỏi phao CALM.

Phao CALM được dùng để neo tàu chứa FSO trong quá trình sản xuất dầu thô tại mỏ Đại Hùng và được neo cách giàn FPU-DH-01 2,0 km. Phao CALM là phao được hoán cải từ phao Hamilton-2 CALM buoy, có đường kính 17m, chiều cao 21m. Phao CALM được neo cố định tại vị trí thiết kế với 08 đường neo chia đều cho tám hướng. Các xích neo sau khi lắp đặt có sức căng là 290 KN và góc xích là 56+/-3 độ. Tất cả xích neo được cố định trên phần bệ (Skirt) của phao bởi cơ cấu hãm xích 76mm (Chain Stoppers). Các đường neo bao gồm: dây xích đường kính 76mm NVK4 RIG và 87mm ORQ với chiều dài tổng thể một đường là 750m. Neo sử dụng là loại neo có độ bám cao 20 tấn Stevpris.

Hệ thống ống ngầm chuyển dầu (Export Flowlines) bao gồm hai đường ống ngầm mềm xuất dầu (Export Flowlines) 06" được dẫn từ giàn DH01 qua phao trung gian (Mid Depth Buoy) và được nối với phao CALM bởi hệ thống ống cứng của phao qua khớp nối Frame Connector. Cấu tạo này cho phép phao CALM trong khi dao động do tác động của dòng hải lưu không làm hư hỏng đường ống ngầm mềm.

Hệ thống ống nối chuyển dầu (Import Floating Hose String) gồm các ống nối có đường kính giảm dần từ 20 inch xuống đến 6 inch. Đầu 20 inch được kết nối với phao CALM qua J-tube. Đầu 6 inch kết nối với đường ống nhập (import manifold) của tàu chứa dầu bằng Cam-lock điều khiển thủy lực. Trên hệ thống đường ống này được lắp đặt cụm thiết bị Marine Break-away Coupling có chức năng tách rời khi đường ống chịu tải trọng vượt mức cho phép. Khi bị tách rời hai đầu coupling sẽ tự đóng lại nhằm mục đích hạn chế lượng dầu tràn thấp nhất.

Hệ thống điều khiển tời neo được lắp đặt và vận hành từ năm 1974 bởi hãng AEG, sử dụng công nghệ điều khiển bằng Thyristor, SCR (Silicon-controlled rectifier) và các bo mạch điều khiển.

Quy trình vận hành hệ thống phao CALM - FSO Disconnect Criterial:

- Theo dõi để tách tàu FSO khỏi phao CALM dựa trên sức căng dây neo (mooring hawser) giữa tàu FSO và phao CALM;

- Tàu FSO sẽ được tách khỏi phao CALM với thứ tự ưu tiên (i) Tension load; (ii) Offset; (iii) Weather;

- Khi chỉ số chỉ sức căng dây buộc tàu (tension load) đạt 150 tấn hoặc /và vị trí Phao CALM lệch so với vị trí thiết kế (offset) 27 m hoặc /và thời tiết xấu đạt ngưỡng thì cần phải tiến hành tách phao CALM khỏi tàu FSO-Queen để đảm bảo an toàn cho hệ thống thiết bị.

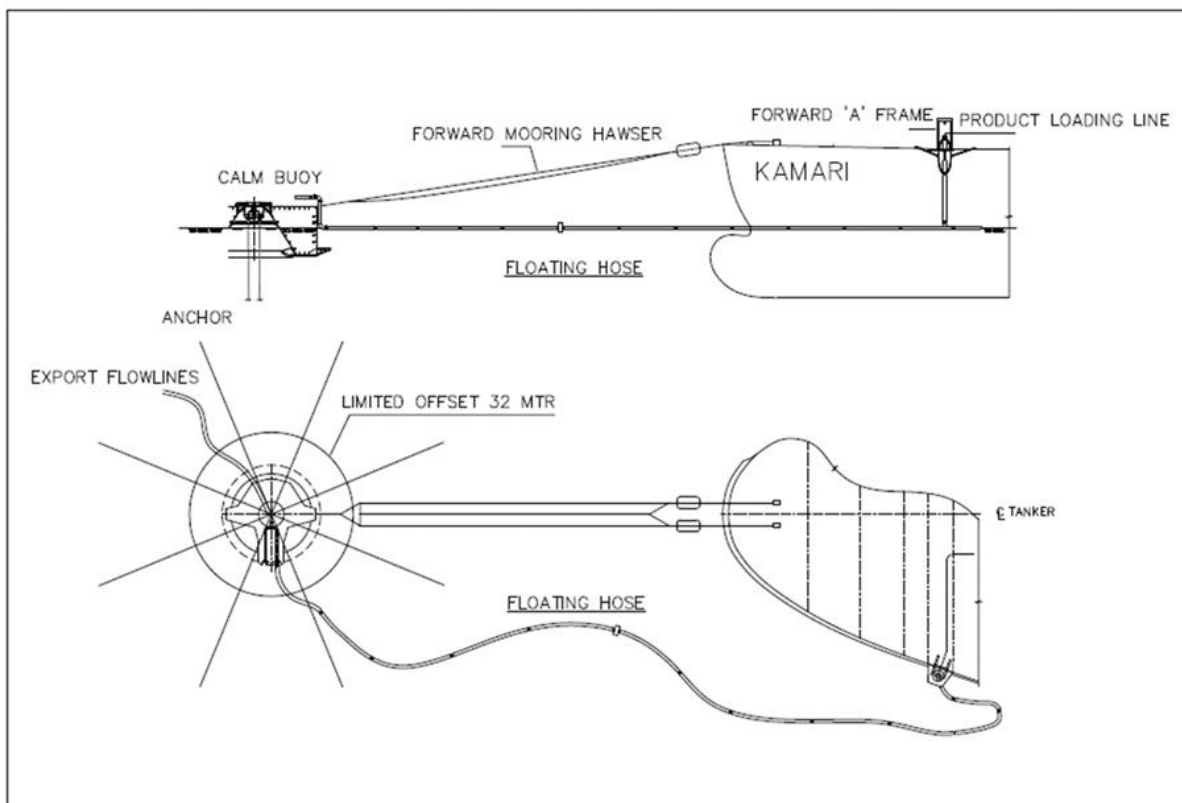
Các xích neo giữ phao CALM không có hệ thống đo tải trọng do đó không nhận biết trước được lực căng xích và chỉ số cảnh báo. Ngoài ra, yếu tố thời tiết thực tế ngoài mỏ chưa có hệ thống đo trực tiếp mà chủ yếu dựa vào kinh nghiệm vận hành của giàn trưởng

Mỏ Đại Hùng là mỏ nằm ở khu vực có thời tiết dị thường đặc biệt trong cửa sổ thời tiết mùa mưa bão cuối năm thường có gió mùa đông bắc (đặc biệt tháng 12 và tháng 01 hàng năm). Do điều kiện an toàn, không để sức căng của dây neo tàu FSO vào phao CALM vượt quá giới hạn cho phép 150 tấn. Khi vượt quá giới hạn này phải tách tàu FSO khỏi phao CALM, lúc này quá trình khai thác sẽ phải dừng lại. Thời gian gián đoạn sản xuất của hệ thống này thường là 8-10%, cao hơn hẳn so với các mỏ khác chỉ với 2-3%. Từ khi được đưa vào sử dụng (1994) cho đến nay, hệ thống xích neo phao CALM đã bị đứt trên 6 lần và cần phải thay thế xích mới. Đặc biệt, vào tháng 01/2011: xích neo No 01, No 02 & No 08 bị đứt và gây hư hỏng 02 đường ống mềm xuất dầu đã làm gián đoạn sản xuất với thời gian 6 tháng.

Do việc đứt xích phao CALM thường xảy ra, việc phát hiện bằng mắt thường trong một số trường hợp không kịp thời gây hư hỏng ống dẫn dầu nên việc tìm kiếm giải pháp thông minh và hiệu quả nhằm giúp người vận hành sớm phát hiện dấu hiệu khả năng đứt xích và tiến hành tách tàu FSO kịp thời, giảm thiểu đứt các xích tiếp theo cũng như đường ống export.

Công tác trong vận hành mỏ chưa áp dụng yếu tố công nghệ hiện đại (thu thập dữ liệu tự động, trí thông minh nhân tạo...) vào kiểm soát vận hành khai thác. Việc đánh giá và đưa ra quyết định tách tàu chủ yếu dựa vào kinh nghiệm của giàn trưởng, chưa có những phân tích đánh giá số liệu lịch sử để đưa ra các quyết định tức thời. Do đó việc tìm giải pháp nâng cấp thay thế hệ thống

cũ là rất cần thiết, nhằm đảm bảo an toàn trong vận hành giàn, dễ dàng thao tác cho người sử dụng, dễ dàng sửa chữa lỗi và sẵn có spare part để thay thế nếu có sự cố xảy ra, đặc biệt là phục vụ quá trình tháo tách và kết nối giàn FPU-DH-01 khi giàn đi đại tu.



Hình 1. Hệ thống phao CALM.

2. Giải pháp cảnh báo sớm và hỗ trợ quyết định

Hệ thống cảnh báo được trang bị thêm hệ thống định vị vệ tinh, sử dụng như là một thiết bị cảnh báo hữu hiệu để phát hiện sớm sự dịch chuyển quá mức của phao CALM so với vị trí thiết kế ban đầu cũng như cảnh báo việc tàu chứa dầu tiến lại gần phao CALM quá mức cho phép. Khi báo động được kích hoạt giàn trưởng giàn FPU-DH-01 sẽ quyết định tình huống xử lý và cuối cùng là ngưng sản xuất, tách tàu để đảm bảo an toàn cho hệ thống phao CALM.

Yêu cầu kỹ thuật của hệ thống:

- Theo dõi online liên tục vị trí của phao CALM, truyền tín hiệu hiển thị trên hệ thống theo dõi gắn trên giàn FPU-DH-01 và tàu chứa dầu FSO-Queen;

- Cảnh báo bằng tín hiệu và âm thanh khi vị trí phao CALM dịch chuyển khỏi vùng giới hạn 27 m;

- Theo dõi và so sánh tham chiếu khoảng cách giữa tàu chứa và phao CALM giúp tàu có sự can thiệp kịp thời, tránh xảy ra sự cố tàu FSO va chạm với phao CALM;

- Cảnh báo bằng tín hiệu và âm thanh khi khoảng cách giữa tàu chứa và phao CALM giảm tới mức giới hạn 65m;

- Vận hành theo Quy trình “Disconnect Criterial” theo thứ tự ưu tiên: (1) Tension load; (2) Offset; (3) Weather;

- Linh động điều chỉnh giảm lực căng: theo quy trình là 150 tấn tùy nhiên tùy theo điều kiện thời tiết và kinh nghiệm vận hành của giàn trưởng mà sẽ xác định lực căng để ra quyết định tách tàu.

Nền tảng giải pháp: Phần mềm Cảnh báo sớm và hỗ trợ ra quyết định được phát triển dựa trên ứng dụng phương pháp Phân tích tiên đoán (Predictive Analytics) gồm các bước được tiến hành như trong Biểu đồ phân tích tiên đoán (Hình 2) và có thể khái quát thành các bước sau:

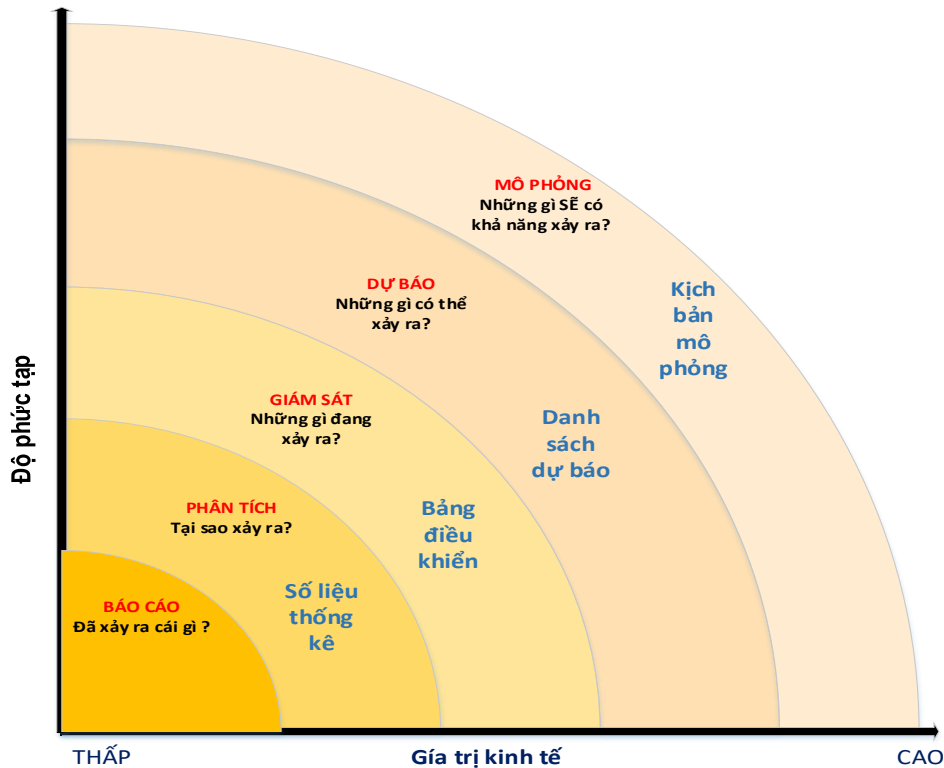
Bước 1: Xác định các vấn đề, đưa ra Báo cáo;

Bước 2: Thu thập, xử lý dữ liệu ghi nhận;

Bước 3: Đánh giá và xây dựng các mô hình: xây dựng bảng điều khiển và theo dõi, lập danh sách các tình huống dự báo;

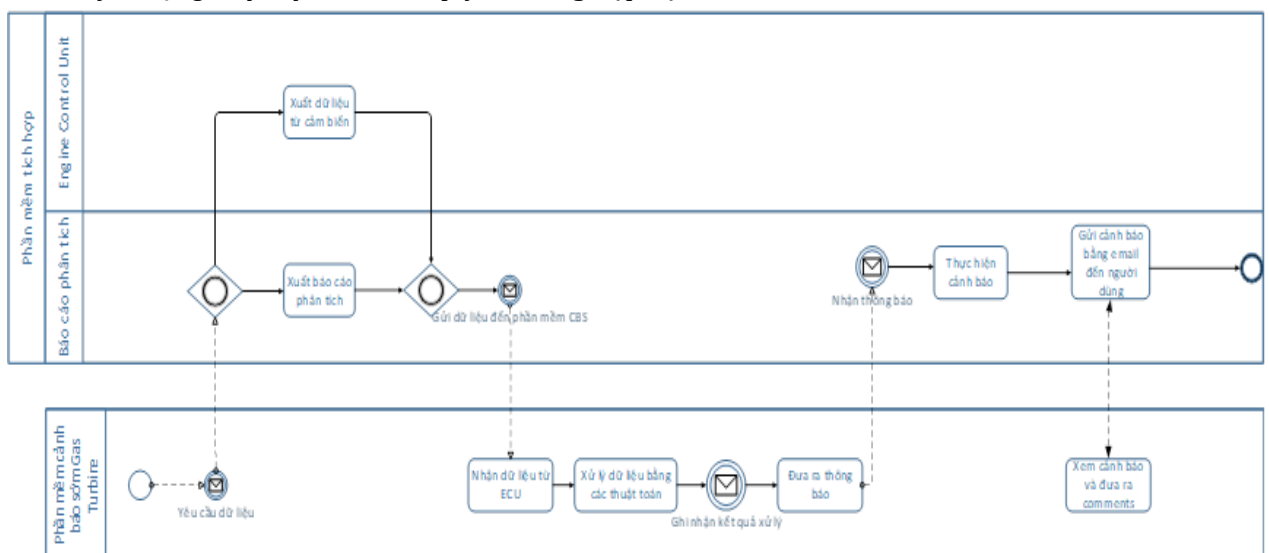
Bước 4: Sử dụng kiến thức: xây dựng kịch bản mô phỏng, ứng dụng kết quả mô phỏng.

Phương pháp Phân tích tiên đoán giúp làm giảm chi phí nghiên cứu cũng như giảm thiểu rủi ro có thể gặp phải bằng cách dựa trên dữ liệu lịch sử, kết hợp nhiều mối tương quan giữa các nhân tố, hỗ trợ cho việc đưa ra quyết định. Trong thời kỳ giá dầu giảm, việc ứng dụng phần mềm dựa trên phương pháp phân tích tiên đoán sẽ mang lại nhiều giá trị kinh tế cho công tác sản xuất trên giàn khoan. Việc nghiên cứu áp dụng thành công cho phần mềm cảnh báo sớm sẽ là bước đệm cho việc triển khai cho dự án dài hạn về việc cảnh báo nguy cơ rủi ro trong quá trình sản xuất cho các giàn FPU-DH-01 và WHP-DH-02.



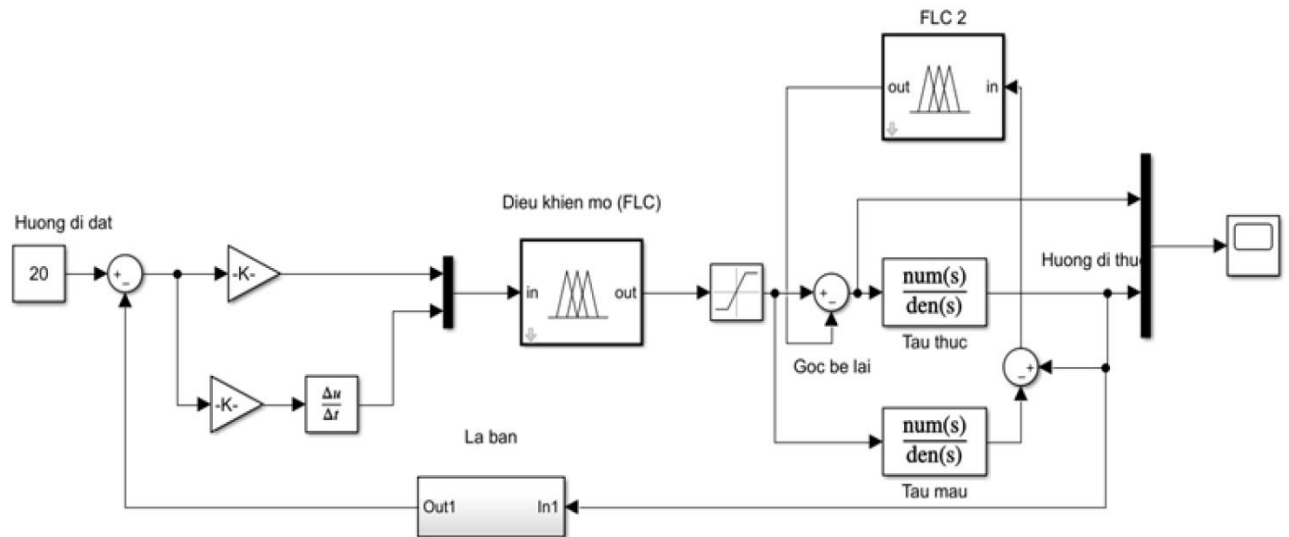
Hình 2. Biểu đồ phân tích tiên đoán.

Kỹ thuật giải pháp: Mô hình quy trình nghiệp vụ



Hình 3. Mô hình quy trình nghiệp vụ phần mềm Cảnh báo sớm cho thiết bị phao CALM.

Cấu trúc hệ thống cảnh báo sớm được đề xuất được mô tả như Hình 4.



Hình 4. Mô hình hệ thống xây dựng trên Simulink.

Số liệu đầu vào trong việc ra quyết định tách Phao Calm và tàu FSO:

+ Tension Load: lực căng giữa tàu FSO và Phao CALM qua hệ thống dây mềm neo tàu Mooring hawser.

Yêu cầu: Cập nhật thông số kỹ thuật hiển thị từ hệ thống đo (Load cell) trên mooring hawser và truyền tín hiệu về phòng xử lý trung tâm (CCR) trên tàu FSO mỗi 30 phút/lần.

+ Offset: Hệ thống định vị Phao Calm.

- Dịch vụ định vị vệ tinh cho hệ thống Phao Calm, khi Phao Calm bị lệch khỏi vị trí thiết kế 27 mét thì cần phải tách tàu.

- Yêu cầu: Kết nối trực tiếp hệ thống này vào Ứng dụng.

+ Weather data: số liệu thời tiết mở.

- Weather forecast: cung cấp bởi nhà thầu phụ Furgo: 2 lần/ngày; Thời gian dự báo cho 5 ngày kế tiếp.

- Real weather: Hạn chế về cơ sở hạ tầng trong thu thập dữ liệu trực tiếp thời tiết tại mở; Số liệu chủ yếu thực hiện dựa trên kinh nghiệm của giàn trường.

Bộ hỗ trợ cảnh báo 'mờ' (FLSD – Fuzzy Logic Support Decision).

Các thuật toán trên cơ sở điều khiển mờ (FLC) (Zadeh, 1965), trên cơ sở mạng nơron (Bùi Công Cường, Nguyễn Doãn Phước, 2001), các thuật toán trên cơ sở luật di truyền (GA), các thuật toán dựa trên cơ sở mô hình dự báo (MPC) là những thuật toán rất quen thuộc trong lý thuyết điều khiển hiện đại, thuộc lớp các thuật toán điều khiển thông minh. Khả năng và hiệu quả trong việc giải quyết các bài toán điều khiển phức tạp ở chúng chính là đặc tính thông minh của các thuật toán này. Ví dụ FLC có khả năng giải quyết các bài toán phức tạp, có tính phi tuyến hoặc thậm chí những bài toán có mô hình bất định (Zadeh, 1965). Chúng giải quyết bài toán thông qua mô tả bài toán (các tình huống) không phải bằng các công thức phức tạp mà bằng các biến ngữ trên cơ sở các mệnh đề dạng if...then đơn giản mang tính ước lượng.

Các hệ thống mờ đã được chứng minh là công cụ quan trọng giải quyết được nhiều bài toán với mô hình phức tạp, mà việc áp dụng các phương pháp kinh điển khác khó có cơ hội thành công. Đã có nhiều lĩnh vực khác nhau ứng dụng kỹ thuật mờ từ y học đến quản lý, từ kỹ thuật đến khoa học hành vi, từ điều khiển phương tiện đến ngôn ngữ tính toán, v.v.

Mục tiêu của giải pháp là cảnh báo để thuyền trưởng giữ cho khoảng cách giữa tàu FSO và phao CALM trong ngưỡng an toàn. Dựa trên tín hiệu đầu vào là sai lệch (e) giữa hướng trôi thực và ngưỡng đặt và vi phân sai lệch (de/dt) cho bộ cảnh báo mờ. Đầu ra của bộ Cảnh báo sớm sẽ đề xuất cho thuyền trưởng vị trí bánh lái lệnh tuyệt đối cùng tốc độ chuyển động.

Khả năng tính toán và xử lý song song các số liệu vào ra, khả năng tự học để hoàn thiện tính năng của chúng là một trong những điểm mạnh để giải quyết các bài toán đa biến phức tạp. Tư duy của thuật toán điều khiển trên cơ sở dự báo theo mô hình là tư duy kiểu nhìn xa trông rộng, kiểu tư duy mong muốn dự đoán trước được hành vi của đối tượng ở tương lai nhằm kiểm soát hành vi của tàu FSO một cách tốt hơn v.v.

Bảng 1. Luật hợp thành bộ cảnh báo mờ (Nguyễn Hữu Quyền et al., 20321).

de/dt \ e	AL	AT	AN	K	DN	DT	DL
AL	AL	AL	AL	AL	AT	AN	K
AT	AL	AL	AL	AT	AN	K	DN
K	AL	AT	AN	K	DN	DT	DL
DT	AN	K	DN	DT	DL	DL	DL
DL	K	DN	DT	DL	DL	DL	DL

Theo Bảng 1, ta thấy có 4 bộ cảnh báo mờ có tín hiệu vào là e, de/dt có biến ngôn ngữ được chọn như sau:

Trong đó AL: âm lớn; AT: âm trung bình; AN: âm nhỏ; K: không; DN: dương nhỏ; DT: dương trung bình; DL: dương lớn... về giá trị khi thực hiện cảnh báo, nếu sai số quá lớn thì hệ thống sẽ phát tín hiệu cảnh báo và coi đó là sai số lớn. Thông thường lựa chọn AL là -10 độ; DL là +10 độ;

Tương tự, đầu ra của bộ cảnh báo là β với giá trị để hệ thống đáp ứng nhanh thường chọn AL là -22,5 độ và DL là +22,5 độ. Việc chọn 7 biến ngôn ngữ giúp cho hệ thống làm việc có độ tác động nhanh hơn, nhưng cũng làm cho hệ thống trở nên phức tạp hơn và đòi hỏi phần cứng thực hiện thuật toán phải đáp ứng được.

Luật hợp thành được chọn theo bảng 1 trên đây, phương pháp giải mờ trọng tâm với thiết bị hợp thành là MAX-MIN.

Giao diện dashboard: Giao diện Bảng điều khiển giúp kiểm soát các thông số liên quan và hỗ trợ quyết định tách phao CALM. Thuật ngữ giao tiếp tiếng Anh, thân thiện, dễ sử dụng và có các tính năng mở cho giai đoạn tiếp theo.

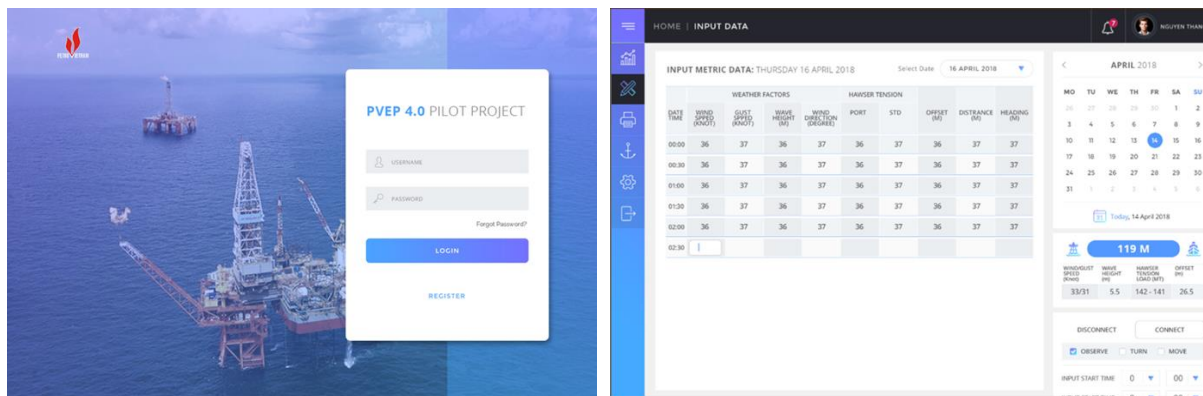
+ Khả năng mở rộng : Phần mềm có thể được phát triển thành ứng dụng sử dụng trên điện thoại di động, máy tính bảng.

+ Khả năng điều chỉnh: Có thể thay đổi tính năng và các hằng số theo quy định của yêu cầu thay đổi.

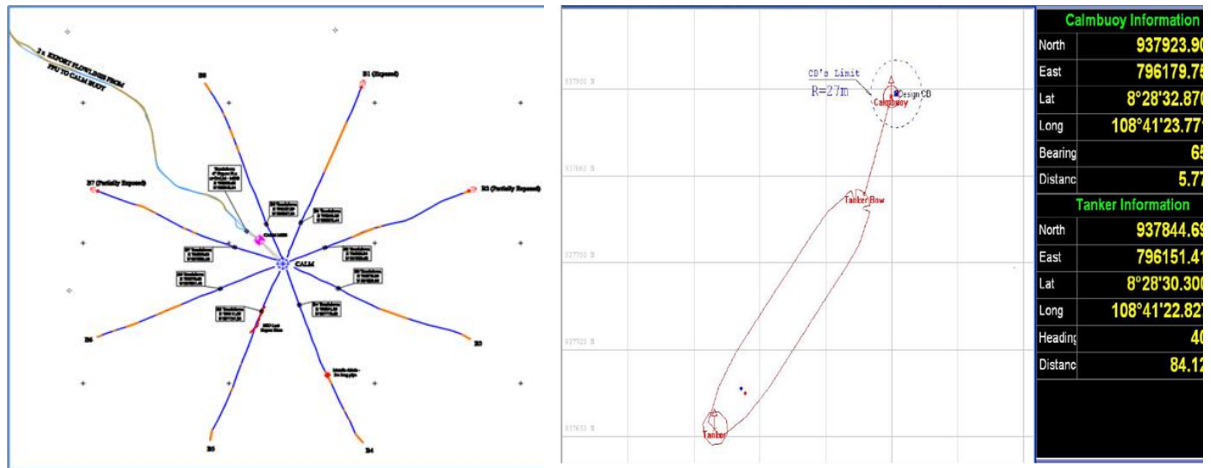
+ Độ tin cậy: Dữ liệu có thể được lưu trữ như lịch sử; có thể sao lưu (backup)

+ Khả năng chịu đựng: Dữ liệu sẽ được gửi tự động sau 10 phút trong trường hợp kết nối yếu; Hỗ trợ chế độ offline và tự động đồng bộ hóa dữ liệu ngay khi có kết nối Internet

*** Kết quả:**



Hình 5. Giao diện và các thông số đầu vào của chương trình.



Hình 6. Thông số trực tuyến của phao CALM và tàu FSO.

Giao diện trên nền tảng web đã được xây dựng như trên các hình 5 và 6 đáp ứng đầy đủ yêu cầu hiển thị thông số và dữ liệu về thời tiết trong khu vực cũng như vị trí tuyệt đối của phao CALM, tàu chứa. Hình 5 hiển thị các thông số đầu vào cho mô hình dự báo, trong đó các thông số thời tiết như hướng và tốc độ gió, chiều cao sóng được cập nhật theo thời gian thực sau mỗi giờ với số liệu được tiếp nhận từ các trạm đo thủy văn trong khu vực.

Thông tin từ các cảm biến, đã lắp đặt tại các vị trí theo thiết kế, được chuyển về thiết bị trung tâm thu thập tại giàn DH-01 và từ đó được hiển thị trên màn hình theo sơ đồ mô phỏng. Từ các số liệu đầu vào, phần mềm được xây dựng trên cơ sở các thuật toán dự báo để tính toán, đánh giá phân tích và đưa ra các cảnh báo ngay khi phát hiện các mối nguy hiểm theo các tiêu chí đã thiết lập. Đặc biệt trong các cảnh báo là quyết định tách tàu FSO-QUEEN khỏi hệ thống tránh gây đứt cáp neo hoặc thậm chí làm hỏng đường ống mềm dẫn dầu sang tàu chứa.

3. Thảo luận, đánh giá

Trong bối cảnh hiện nay, khi ngành công nghiệp dầu khí ngày càng chú trọng đến việc tối ưu hóa quá trình vận chuyển và xử lý dầu thô từ các cụm mỏ nằm sâu dưới đáy biển, việc nghiên cứu và áp dụng các phương pháp tiên tiến là cực kỳ quan trọng. Trong khuôn khổ nghiên cứu này, chúng tôi tập trung vào tổ hợp thiết bị đặc biệt quan trọng trong chuỗi cung ứng dầu khí biển - tổ hợp tàu chứa dầu và phao neo, đặc biệt là trên giàn Đại Hùng, thuộc khu vực biển Nam Côn Sơn.

Với chiều sâu mực nước biển lên đến 110m, giữa các điều kiện nước sâu và xa bờ, hệ thống này đã chứng minh sự an toàn và hiệu quả qua thời gian, quản lý và vận hành bởi đội ngũ chuyên gia người Việt Nam. Với hơn 50 triệu thùng dầu thô được xử lý, tổ hợp này không chỉ là biểu tượng cho sự thành công trong quản lý nguồn lực dầu mà còn là một thách thức liên tục đối với các chuyên gia do các sự cố đột ngột xuất hiện, đặc biệt là trong việc tách tàu chứa dầu ra khỏi phao neo (CALM).

Mặc dù hệ thống neo CALM được kỳ vọng giữ chặt tàu và phao lại một cách an toàn, thực tế đã chỉ ra những vấn đề nghiêm trọng, đặc biệt là với sự cố đứt xích neo xảy ra đã đến 6 lần, gây ảnh hưởng không nhỏ đến quá trình khai thác và sản xuất. Vì vậy, để giải quyết vấn đề này một cách hiệu quả, nghiên cứu này đề xuất áp dụng trí tuệ nhân tạo và thuật toán tổng hợp thông tin từ các sensor để tối ưu hóa quy trình tách tàu chứa dầu và phao neo.

Cần thiết có phần mềm cảnh báo sớm những hư hỏng có khả năng xảy ra để kịp thời bảo dưỡng, sửa chữa, tránh tình trạng phải dừng hoạt động của cả hệ thống do hư hỏng đột xuất của thiết bị cũng như nâng cao tuổi thọ.

Giải pháp Cảnh báo sớm cho thiết bị phao CALM: đây là phần mềm nhằm giúp đội ngũ vận hành trên giàn DH-01 có thể đánh giá tình trạng vận hành của phao và cầu tàu FSO hiện có nhằm dự báo hư hỏng, có cơ sở kịp thời để lập kế hoạch bảo dưỡng cũng như sửa chữa, dự trù vật tư thay thế.

* Ưu điểm:

- Bảo mật: user/pass để đăng nhập

- Theo dõi các dữ liệu lịch sử hiện tại, dự báo thời tiết cùng với các cảnh báo về các ngưỡng tới hạn qua màu sắc hiển thị trên biểu đồ.
- Ghi lại nhật ký công việc xử lý liên quan đến quyết định tách phao CALM và/ hoặc các công tác trên giàn/ tàu trong ngày.
- Các dữ liệu sẽ được hiển thị trực tiếp và được theo dõi liên tục từ trung tâm trong đất liền đến ngoài giàn DH-01 và tàu FSO-Queen.
- Hệ thống sẽ phát ra các cảnh báo ngay khi phát hiện mối nguy từ các cảm biến và dữ liệu thời tiết truyền về.
- Nhập liệu được thiết kế để dữ liệu được cập nhật tự động từ trung tâm dự báo thời tiết và các cảm biến được đặt trực tiếp tại phao CALM.

*** Hạn chế:**

- Khoảng cách xa nên ảnh hưởng chất lượng đường truyền mạng từ ngoài khu vực mỏ ĐH về bờ, đặc biệt trong giai đoạn thời tiết xấu.
- Nhập liệu: Các số liệu đang được nhập thủ công: weather forecast, daily report, GPS.... giải pháp nhập liệu tự động sẽ được triển khai ở giai đoạn tiếp theo trên cơ sở nâng cấp thiết bị.

4. Kết luận

Hệ thống phao neo CALM đóng vai trò quan trọng trong việc giữ ổn định của tàu FSO nói chung và FSO-Queen ở bể Nam Côn Sơn nói riêng. Trong thực tế hoạt động đã xảy ra những vấn đề nghiêm trọng, đặc biệt là sự cố đứt xích neo gây ảnh hưởng không nhỏ đến quá trình khai thác dầu khí trên biển. Tại bể Nam Côn Sơn đã ghi nhận 6 lần sự cố đứt xích neo làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến quá trình vận hành của tàu FSO-Queen. Việc áp dụng các thuật toán trên cơ sở điều khiển mờ (FLC) kết hợp với các thuật toán trên cơ sở luật di truyền và các thuật toán dựa trên cơ sở mô hình dự báo (MPC) đã mang đến sự thành công trong việc cảnh báo sớm cho người điều khiển tàu FSO ra quyết định nhằm giữ khoảng cách an toàn giữa tàu FSO và phao CALM. Nghiên cứu này đã đề xuất giải pháp áp dụng trí tuệ nhân tạo và thuật toán tổng hợp thông tin từ các sensor để tối ưu hóa quy trình tách tàu FSO và phao neo. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc áp dụng thành công bộ công cụ cảnh báo sớm những hư hỏng có khả năng xảy ra để kịp thời bảo dưỡng, sửa chữa, tránh tình trạng phải dừng hoạt động của cả hệ thống do hư hỏng đột xuất cũng như nâng cao tuổi thọ thiết bị có ý nghĩa quan trọng. Việc áp dụng thành công giải pháp Cảnh báo sớm cho thiết bị phao CALM đã giúp đội ngũ vận hành trên giàn DH-01 có thể đánh giá tình trạng vận hành của phao và cầu tàu FSO hiện có nhằm dự báo hư hỏng, có cơ sở kịp thời để lập kế hoạch bảo dưỡng cũng như sửa chữa, dự trù vật tư thay thế.

Tài liệu tham khảo

Nguyen Hai An, (2018). Đánh giá tiềm năng áp dụng giải pháp cải thiện hệ số thu hồi dầu cho mỏ Đại Hùng. *Tạp chí Dầu khí số 8/2018*; p. 53 - 61.

Nguyễn Văn Thịnh, Nguyễn Hải An, Nguyễn Thanh Hải, (2018). Nghiên cứu giải pháp đảm bảo dòng chảy cho đường ống vận chuyển dầu từ giàn WHP-DDH2 tới giàn FPU-DDH1 mỏ Đại Hùng. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ-Địa chất Tập 59, kỳ 4*. pp 52-62.

Binh Nguyen Thi Thanh, Tokunaga Tomochika, Son Hoang Phuoc, Van Binh Mai, (2007). Present-day stress and pore pressure fields in the Cuu Long and Nam Con Son basins, offshore Vietnam. *Marine and Petroleum Geology*

Zadeh L.A, (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*. p 338 - 353.

Bùi Công Cường, Nguyễn Doãn Phước, (2001). Hệ mờ mạng Noron và ứng dụng. *NXB Khoa học và Kỹ thuật*, Hà Nội.

Nguyễn Hữu Quyền, Phan Đăng Đào, Nguyễn Thanh Vân, (2021). Xây dựng bộ điều khiển chuyển động tàu thủy bám quỹ đạo dựa trên thuật toán điều khiển Receding Horizon tối ưu LQR khi có hạn chế tín hiệu điều khiển. *Tạp chí KHCN Trường ĐH GTVT HCM*, số 05/2021, p.117 – 121.

ABSTRACT

Research on applying artificial intelligence (AI) to support decision making on disconnecting the FSO-Queen from CALM buoy at Nam Con Son basin, offshore Vietnam

Nguyen Hai An^{1,*}, Nguyen Dinh Tuan², Nguyen Van Thinh³

¹ PetroVietnam Exploration Production Corporation (PVEP), Vietnam

² PetroVietnam Transportation Corporation (PVTrans), Vietnam

³ Faculty of Petroleum and Energy, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

The complex oil tanker (FSO-QUEEN) and mooring buoy (CALM) facilities play a vital role in producing, gathering, processing, and storing oil and gas at Dai Hung field in the Nam Con Son basin. This complex has been operated safely and effectively with over 50 million barrels of crude oil in deep water and offshore conditions. The oil tanker is connected to the CALM buoy by two mooring lines with a load capacity of 200 tons each through a quick-release mooring system with a total tonnage of 400 tons. When the ship's mooring line load reaches the prescribed threshold according to ship separation standards, the oil tanker must be separated from the CALM buoy to avoid breaking the anchor chains or even breaking the oil transfer hose. However, since it was put into use (1994), the buoy anchor chain system has broken six times, significantly affecting the field oil production rate. The solution of installing sensors to record technical parameters combined with the application of AI algorithms will support the captain in making the decision to separate the CALM buoy and the FSO vessel in a timely and accurate manner, minimizing incidents during equipment operation. This solution works well even when direct parameter data measured from the surrounding environment are difficult, even in rough sea conditions, without weather parameters. The research results can be considered to apply to FSO vessels with operating conditions similar to those in the Nam Con Son basin.

Keywords: FSO, CALM buoy, Nam Con Son Basin, AI.

* Corresponding author
E-mail: annh1@pvep.com.vn

Giải pháp làm sạch đường ống vận chuyển dầu khí từ các giàn cố định (MSP) đến giàn công nghệ trung tâm tại mỏ Bạch Hổ trong giai đoạn suy giảm sản lượng

Hoàng Anh Dũng*, Vũ Cúc Phương

Trường Đại học Mở - Địa chất (HUMG), Hà Nội, Việt Nam

Tóm tắt

Hệ thống đường ống ngầm vận chuyển dầu khí tại mỏ Bạch Hổ đã có thời gian sử dụng gần 40 năm. Trước đây, trong quá trình vận chuyển dầu khí trong khu vực nội mỏ thì hỗn hợp sản phẩm khai thác từ giếng đưa lên đã được áp dụng đồng bộ nhiều giải pháp công nghệ và kỹ thuật như tách các thành phần dầu, khí và nước riêng thành từng pha, đồng thời sử dụng hóa chất, sử dụng phương pháp gia nhiệt,... tại các giàn MSP trước khi đưa xuống đường ống ngầm nhằm nâng cao hiệu quả vận chuyển dầu khí trong đường ống. Tuy nhiên, trong giai đoạn cuối của quá trình khai thác của mỏ Bạch Hổ, do sản lượng và áp suất suy giảm, độ ngập nước cao nên các giải pháp trên sẽ không đem lại hiệu quả kinh tế vì sản lượng dầu khí trên các giàn suy giảm không đủ lưu lượng chảy trong đường ống, cho nên để đảm bảo chế độ dòng chảy trong tuyến ống chúng ta phải bơm hỗn hợp dầu nước đi cùng đến giàn công nghệ trung tâm để xử lý. Do đó, tình trạng lắng đọng parafin và muối bên trong đường ống ngày càng nghiêm trọng. Để khắc phục hiện tượng này thì giải pháp định kỳ phóng thoi PIG được triển khai trên tất cả các giàn cố định MSP đang khai thác dầu khí đã mang lại hiệu quả kinh tế và phù hợp với điều kiện thực tiễn trong quá trình vận chuyển dầu khí bằng đường ống ngầm tại khu vực mỏ Bạch Hổ trong giai đoạn hiện nay.

Từ khóa: Đường ống ngầm, Phóng PIG, Lắng đọng paraffin, Lắng đọng muối.

1. Tổng quan về công tác thu gom vận chuyển dầu khí ở mỏ Bạch Hổ

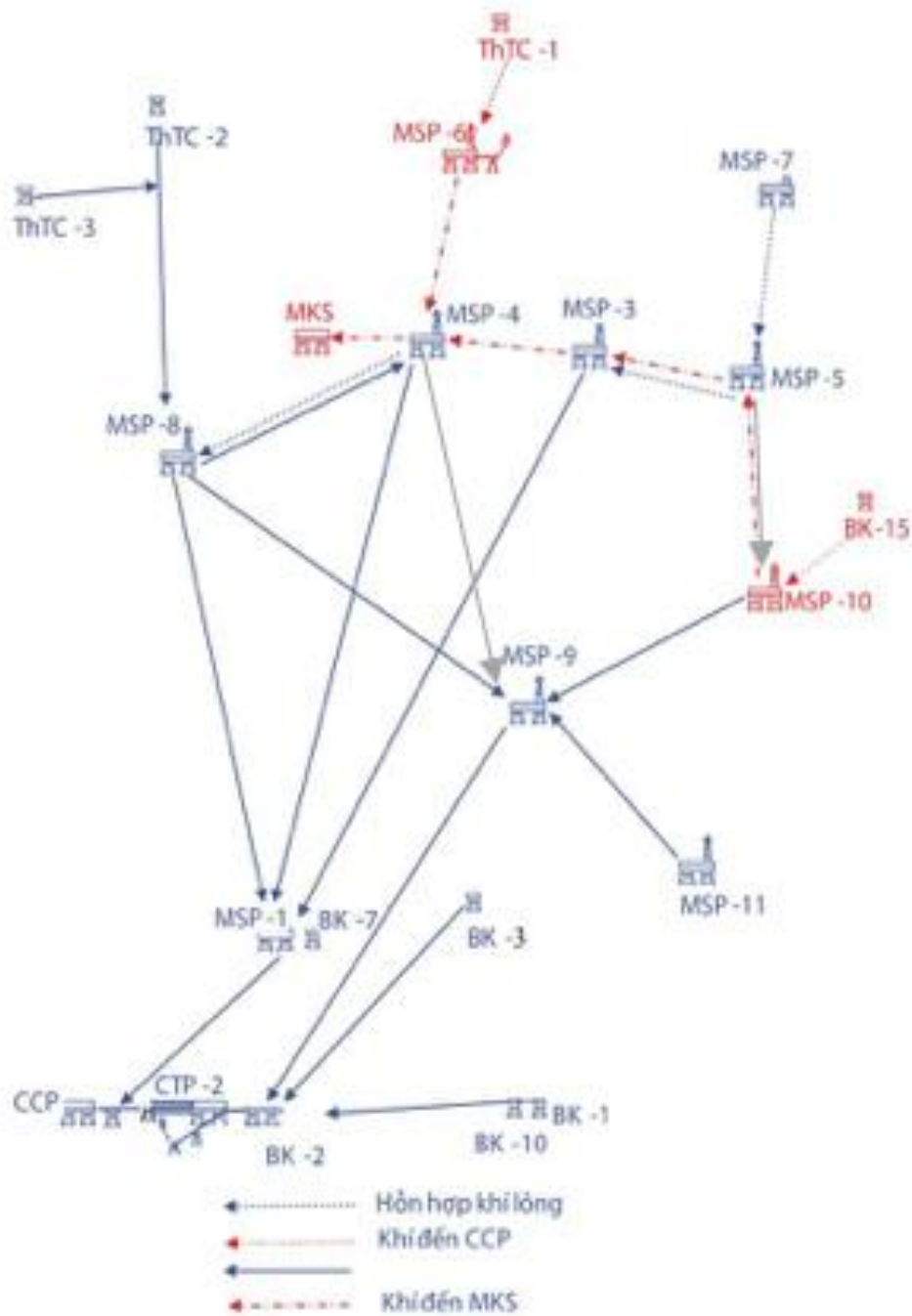
Quá trình thu gom sản phẩm khai thác ở mỏ Bạch Hổ được tiến hành như sau: Sản phẩm khai thác trên các giàn nhẹ BK-1, BK-2 và BK-3 được đưa về giàn công nghệ trung tâm số 2 (CTP-2) để tách khí và tách nước. Sau đó dầu đã được tách khí và nước được bơm đến kho nổi chứa xuất dầu số 1 (UBN-1) “Ba Vì”, một phần theo chu kỳ được chuyển đi UBN-4 “Vietsovpetro-01”.

Việc thu gom sản phẩm tại các giàn cố định (MSP) mỏ Bạch Hổ được thực hiện như sau: Trước đây dầu từ các giàn MSP phía Bắc (MSP-3,4,5,6,7,8) được bơm theo tuyến đường ống MSP-7→MSP-5→MSP-3→MSP-4→MSP-8 qua MSP-1, BK-2 và giàn ống đứng CTP-3 sang UBN-4 “Vietsovpetro-01”. Sau khi đưa tuyến đường ống bọc cách nhiệt từ MSP-4→MSP-9 vào làm việc, việc thu gom dầu trong nội mỏ có sự thay đổi. Hỗn hợp dầu bão hòa khí được vận chuyển từ MSP-6→MSP-4, sau khi tách khí cùng với sản phẩm của MSP-4 được bơm sang MSP-9 theo tuyến ống MSP-4→MSP-9. Cùng đến MSP-9 còn có sản phẩm đã tách khí của MSP-3,5,7 và MSP-10,11. Từ MSP-9 dòng sản phẩm sẽ đi theo tuyến ống MSP-9→CTP-2 sau đó được đưa đến UBN-1 “Ba Vì”. Sản phẩm của MSP-1 và BK-7 được tách khí trên MSP-1 sau đó được bơm trực tiếp đến UBN-1. Vào cuối tháng 4 năm 2006 sau khi xảy ra sự cố vỡ đường ống dẫn dầu từ MSP-3→MSP-4, việc thu gom dầu trong khu vực nội mỏ đã có sự thay đổi. Hỗn hợp dầu bão hòa khí từ MSP-6 được vận chuyển sang MSP-4 để tách khí cùng với sản phẩm trên MSP-4, sau đó được bơm sang MSP-9 theo tuyến đường ống MSP-4→MSP-9. Hỗn hợp dầu bão hòa khí từ MSP-7 được vận chuyển sang MSP-5 để tách khí. Sản phẩm của MSP-5,7 sau khi tách khí cùng với sản phẩm của MSP-3 được bơm qua MSP-9 theo tuyến đường ống MSP-5→MSP-10→MSP-9, sau đó cùng với sản phẩm đã tách khí của MSP-9,10,11,4 và MSP-6 được vận chuyển đến CTP-2. Sản phẩm của MSP-8 sau khi tách khí được bơm về MSP-1, cùng với sản phẩm của MSP-1 chuyển sang CTP-3 để xử lý sau đó bơm sang UBN-4 “Vietsovpetro-01” (Tổng Cảnh Sơn, Lê Đình Hoè, 2015).

Hệ thống đường ống ngầm vận chuyển dầu khí từ các giàn cố định MSP đến giàn công nghệ trung tâm số 2 (CTP-2) mỏ Bạch Hổ đã có thời gian sử dụng gần 40 năm. Trước đây, trong quá trình vận chuyển dầu khí trong khu vực nội mỏ thì hỗn hợp sản phẩm khai thác từ giếng đưa lên

* Tác giả liên hệ

E - mail: hoanganhdung@humg.edu.vn



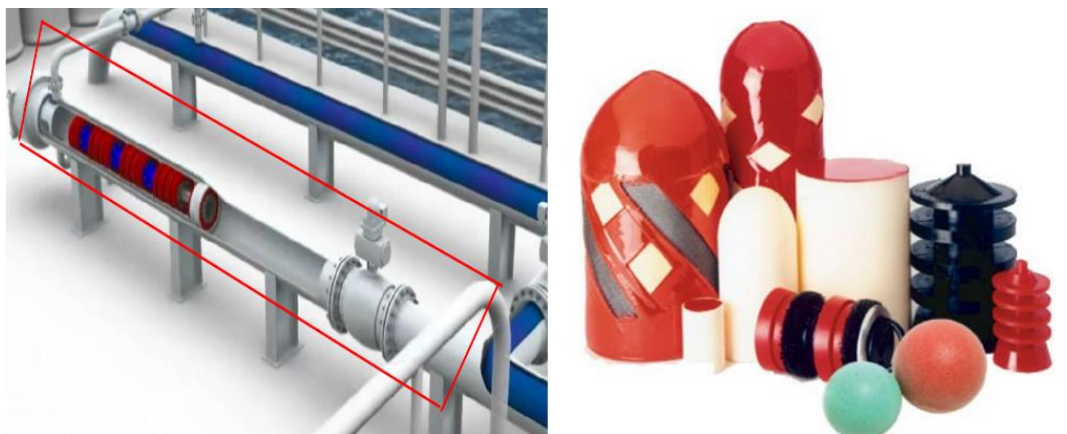
Hình1. Sơ đồ vận chuyển dầu khí tại mỏ Bạch Hổ.

đã được áp dụng đồng bộ nhiều giải pháp công nghệ và kỹ thuật như tách các thành phần dầu, khí và nước riêng thành từng pha, đồng thời có thể sử dụng hóa chất, sử dụng phương pháp gia nhiệt, ...vv... tại các giàn MSP trước khi đưa xuống đường ống ngầm nhằm nâng cao hiệu quả vận chuyển dầu khí trong đường ống (Hà Mạnh Hải, 2018).

Tuy nhiên, trong giai đoạn cuối của quá trình khai thác của mỏ Bạch Hổ, do sản lượng suy giảm, độ ngập nước cao, áp suất của dòng sản phẩm khai thác giảm nên các giải pháp trên sẽ không đem lại hiệu quả kinh tế vì sản lượng dầu khí trên các giàn suy giảm không đủ lưu lượng chảy trong đường ống, cho nên để đảm bảo chế độ dòng chảy trong tuyến ống chúng ta phải bơm hỗn hợp dầu nước đi cùng đến giàn công nghệ trung tâm để xử lý. Chính vì hỗn hợp sản phẩm dầu khí không được xử lý sơ bộ trên giàn dẫn đến tình trạng lắng đọng parafin và muối bên trong đường ống trong quá trình vận chuyển ngày càng nghiêm trọng. Để khắc phục hiện tượng này thì giải pháp thường xuyên phóng thoi PIG đã mang lại hiệu quả kinh tế và phù hợp với điều kiện thực tiễn trong quá trình vận chuyển dầu khí bằng đường ống ngầm tại khu vực mỏ Bạch Hổ trong giai đoạn hiện nay. Cho nên, trên tất cả các giàn cố định MSP đang khai thác dầu khí tại mỏ Bạch Hổ

đều được triển khai tổ hợp thiết bị phóng thoi PIG để làm sạch đường ống ngầm khi vận chuyển hỗn hợp dầu khí từ các giàn MSP đến giàn CTP-2.

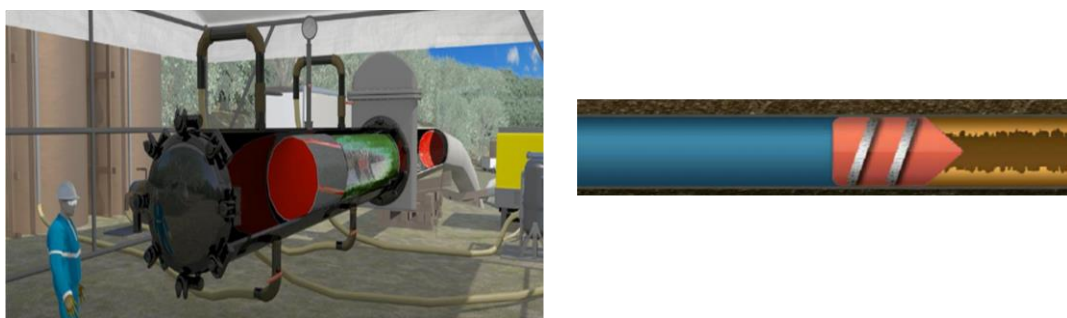
2. Phương pháp phóng PIG để làm sạch đường ống ngầm vận chuyển dầu khí trên đáy biển



Hình 2. Con thoi (PIG) và bộ phóng con thoi.

Phóng thoi (PIG) để làm sạch parafin và các cặn muối bám trong đường ống sau một thời gian khai thác nhất định là một giải pháp mang lại hiệu quả kinh tế trong quá trình khai thác và vận chuyển dầu khí bằng đường ống ngầm dưới đáy biển. Đặc biệt trong giai đoạn cuối của quá trình khai thác tại mỏ Bạch Hổ thì giải pháp phóng thoi (PIG) tỏ rõ tính ưu việt và phù hợp với điều kiện thực tế vì các giải pháp công nghệ như tách pha, sử dụng hóa chất, sử dụng phương pháp gia nhiệt, ...vv... đều không mang lại hiệu quả kinh tế. Để thực hiện phóng PIG ta cần có tổ hợp thiết bị hỗ trợ bao gồm: Bộ phóng, PIG, hệ thống các van và áp lực của bơm.

Bộ phóng chính là nơi PIG được đưa vào đường ống, cấu trúc và kích thước của PIG tương đương với kích thước đường ống vận chuyển dầu khí. Để thực hiện quá trình phóng thoi làm sạch đường ống thì PIG sẽ được đặt ở trong miệng của đường ống trên các giàn MSP hoặc các giàn nhẹ BK, sau đó các van trên bộ phóng sẽ được khóa lại, dòng sản phẩm sẽ được bơm vào hệ thống



Hình 3. Quy trình phóng PIG.

phóng PIG với áp suất lớn đẩy PIG đi vào dọc theo chiều dài của đường ống để làm sạch toàn bộ tuyến ống vận chuyển dầu khí (Tran Xuan Hoang, 2021).

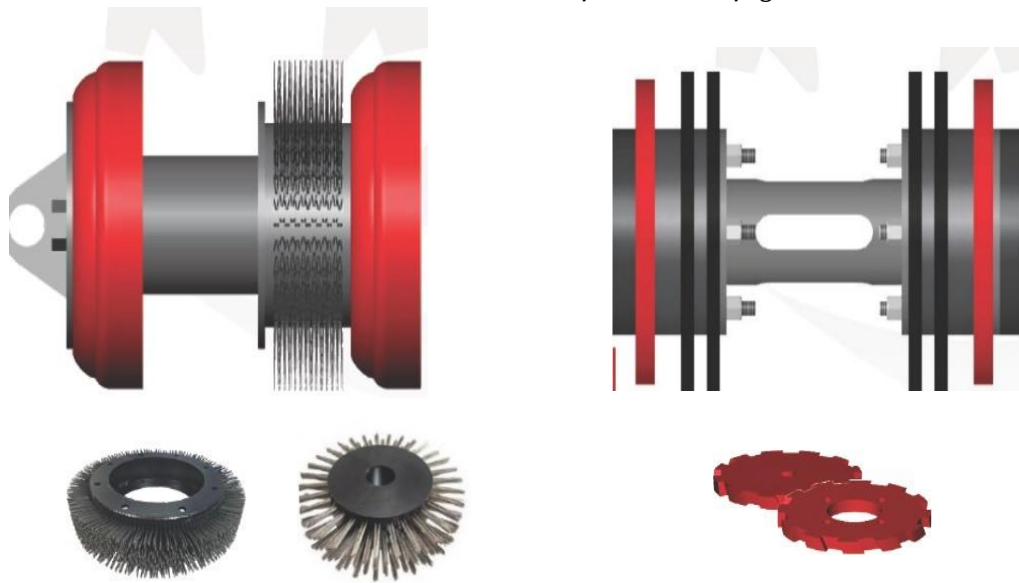
Hiện nay, có rất nhiều chủng loại PIG khác nhau được sử dụng để làm sạch đường ống bao gồm: PIG dạng hình viên đạn, PIG dạng đĩa, PIG dạng chổi thép (Le Viet Dung, 2022).



Hình 4. Cấu tạo của PIG dạng hình viên đạn.



Hình 5. Cấu tạo của PIG dạng đĩa.



Hình 6. Cấu tạo của PIG dạng chổi thép.



Hình 7. Kết quả sau khi phóng PIG.

Hiện tại đang là giai đoạn cuối của quá trình khai thác dầu khí tại mỏ Bạch Hổ, do sản lượng khai thác từ các giàn suy giảm nghiêm trọng, độ ngập nước cao, áp suất của dòng sản phẩm khai thác giảm. Trong khi đó việc áp dụng các giải pháp công nghệ và kỹ thuật truyền thống như tách pha, sử dụng hóa chất, sử dụng phương pháp gia nhiệt, ...vv... không mang lại hiệu quả kinh tế trong giai đoạn cuối của quá trình khai thác dầu khí tại mỏ. Bởi vì, do sản lượng dầu khí trên các

giàn suy giảm, nếu thực hiện việc tách pha triệt để kết hợp với việc sử dụng hóa chất hoặc gia nhiệt thì pha dầu sau khi tách sẽ không đủ lưu lượng chảy trong đường ống ngầm hiện có trong khu vực mỏ, để đảm bảo chế độ dòng chảy trong ống tại một số giàn cố định MSP hoặc giàn nhẹ BK buộc phải sử dụng giải pháp bơm hỗn hợp dầu nước đi cùng trong đường ống ngầm đến giàn công nghệ trung tâm để xử lý. Chính vì lý do này mà tình trạng lắng đọng parafin và muối bên trong đường ống ngày càng nghiêm trọng trong giai đoạn hiện nay. Để khắc phục hiện tượng này thì giải pháp định kỳ phóng thoi PIG được triển khai trên tất cả các giàn cố định MSP và các giàn nhẹ BK đang khai thác dầu khí đã mang lại hiệu quả kinh tế và phù hợp với điều kiện thực tiễn hiện nay tại mỏ Bạch Hổ.

Trước đây, việc phóng PIG đã được thực hiện nhưng cũng tùy thuộc vào điều kiện cụ thể của từng giàn và từng đường ống vận chuyển, do dòng dầu đã được tách riêng, được gia nhiệt và bơm thêm chất phụ gia hoặc hóa chất cho nên định kỳ từ 6 tháng đến 12 tháng mới tiến hành phóng PIG một lần để làm sạch đường ống. Tuy nhiên, trong giai đoạn cuối của quá trình khai thác tại mỏ Bạch Hổ hiện nay như đã trình bày ở trên thì chỉ có giải pháp phóng PIG mới đem lại hiệu quả kinh tế, do đó trên các giàn cố định MSP đều được lắp đặt các trạm phóng PIG với tần suất phóng thường xuyên hơn, định kỳ 2 tuần phóng PIG một lần nhằm làm sạch lắng đọng parafin và các muối bên trong đường ống ngầm vận chuyển dầu khí tại mỏ Bạch Hổ, đây là giải pháp phù hợp nhất nhằm duy trì khả năng vận chuyển dầu khí trong giai đoạn cuối của quá trình khai thác tại mỏ Bạch Hổ.

3. Kết luận

Trong giai đoạn cuối của quá trình khai thác dầu khí tại mỏ Bạch Hổ, do sản lượng khai thác từ các giàn suy giảm nghiêm trọng, độ ngập nước cao, áp suất của dòng sản phẩm khai thác giảm. Trong khi đó việc áp dụng các giải pháp công nghệ và kỹ thuật truyền thống như tách pha, sử dụng hóa chất, sử dụng phương pháp gia nhiệt, ...vv... đều không mang lại hiệu quả kinh tế trong giai đoạn hiện nay. Thực tế đã chứng minh, nếu thực hiện việc tách pha triệt để kết hợp với việc sử dụng hóa chất hoặc gia nhiệt thì pha dầu sau khi tách sẽ không đủ lưu lượng chảy trong đường ống ngầm hiện có trong khu vực mỏ, để đảm bảo chế độ dòng chảy trong ống tại một số giàn cố định MSP hoặc giàn nhẹ BK buộc phải sử dụng giải pháp bơm hỗn hợp dầu nước đi cùng trong đường ống ngầm đến giàn công nghệ trung tâm để xử lý. Chính vì lý do này mà tình trạng lắng đọng parafin và muối bên trong đường ống ngày càng nghiêm trọng, để khắc phục hiện tượng này thì giải pháp định kỳ phóng thoi PIG với tần suất phóng thường xuyên hơn đã được áp dụng và mang lại hiệu quả kinh tế, phù hợp với điều kiện thực tế trong quá trình khai thác và vận chuyển dầu khí trên các giàn cố định MSP và giàn nhẹ BK trong giai đoạn hiện nay. Giải pháp này đã được triển khai trên tất cả các giàn cố định MSP với việc lắp đặt các trạm phóng PIG và định kỳ 2 tuần phóng PIG một lần nhằm làm sạch lắng đọng parafin và các muối bên trong đường ống vận chuyển dầu khí đã mang lại hiệu quả kinh tế và kéo dài thời gian khai thác của mỏ Bạch Hổ trong giai đoạn hiện nay.

Tài liệu tham khảo

- Tống Cảnh Sơn, Lê Đình Hoà (2015). Kinh nghiệm vận chuyển dầu nhiều paraffin bằng đường ống ở các mỏ ngoài khơi của liên doanh Việt Nga- Vietsovpetro. *Tạp chí dầu khí số 2/2015*; p.43-52.
- Hà Mạnh Hải, (2018). Nghiên cứu đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả thu gom hỗn hợp dầu khí từ giàn cố định về giàn công nghệ trung tâm CTP3 tại mỏ Bạch Hổ. *Luận văn cao học, Trường Đại học Mỏ - Địa chất*; p48-50.
- Tran Xuan Hoang, (2021). Typical engineering documentation. Document No: Vsp-Nipi-Typ-Ge-Pl8-Pr-01. *Vietsovpetro*, 05/4/2021.
- Le Viet Dung, (2022). Technical requirements for pig used for pigging operation of pipeline. *Vietsovpetro Joint*, 2022.
- Nguyễn Trường Thành, (2023). Nghiên cứu, nâng cao hiệu quả vận chuyển dầu bằng đường ống từ giàn MSP4-MSP8 trong điều kiện suy giảm sản lượng khai thác. *Luận văn cao học, Trường Đại học Mỏ - Địa chất*; p55-59.

ABSTRACT

Research on solution to clean oil and gas transportation pipelines from MSP platforms to Central Processing Platform at White Tiger oil field in period of production decline

Hoang Anh Dung*, Vu Cuc Phuong

Hanoi University of Mining and Geology (HUMG), Viet Nam

The subsea pipeline systems transporting oil and gas at the White Tiger oil field has been in use for nearly 40 years and without insulation. Previously, in the oil and gas transportation process in the field, the mixture of products from the well was applied synchronously with many technological and technical solutions such as separating the individual components of oil, gas and water into each phase, and using chemicals, using heating methods, etc... at MSP platform before sending them to subsea pipelines to improve the efficiency of oil and gas transportation by pipeline. However, in the final stage of the production process at the White Tiger oil field, these solutions are no longer effective due to the decline of production rate and pressure, high level of flooding of the reservoir. That leads to the production output exploited from wells on the platforms has decreased. It is not enough liquid flow transporting in pipeline. Therefore, to ensure the flow regime in pipeline, the water has been injected in to the pipeline and transported with the crude oil to the central processing platform for treatment. This leads to situation of paraffin and salt deposition inside the pipeline increasingly serious. To overcome this phenomenon, the Pigging solution has been applied periodically to all of MSP platforms. This solution has brought high economic efficiency and currently it is considered suitable for oil and gas transportation by subsea pipeline at White Tiger oil field.

Keywords: Subsea pipeline, PIG launch, Paraffin deposition, Salt deposition.

* Corresponding author
E - mail: hoanganhdung@humg.edu.vn