



ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ “GIỎ XI MĂNG” NGĂN CÁCH NƯỚC NHẪM CẢI THIỆN HIỆU QUẢ KHAI THÁC DẦU TẠI ĐỐI TƯỢNG MÓNG NÚT NẸ MỎ NAM RỒNG - ĐÔI MỎI

Hồ Nam Chung¹, Phí Mạnh Tùng¹, Đặng Xuân Thủy¹, Đinh Đức Huy²

¹Liên doanh Việt - Nga “Vietsovpetro”

²Viện Dầu khí Việt Nam

Email: tungpm.pt@vietsov.com.vn

<https://doi.org/10.47800/PVJ.2021.01-01>

Tóm tắt

Các mỏ dầu lớn ở bể Cửu Long chủ yếu đang trong giai đoạn sụt giảm sản lượng với hệ số suy giảm lớn và độ ngập nước tăng nhanh. Các nghiên cứu cải thiện thu hồi (IOR) đang là hướng nghiên cứu chính tập trung nhằm cải thiện hiệu quả và tối ưu khai thác cho đối tượng móng nứt nẻ (đóng góp 1/3 sản lượng dầu đang khai thác trong nước).

Bài báo giới thiệu công nghệ ngăn cách nước bằng “giỏ xi măng” đã triển khai thành công tại mỏ Nam Rồng - Đôi Mỏi và có thể áp dụng cho các giếng khác có điều kiện địa chất/động thái tương tự nhằm cải thiện hiệu quả khai thác.

Từ khóa: Móng nứt nẻ, cải thiện thu hồi dầu, ngăn cách nước, giỏ xi măng, mỏ Nam Rồng - Đôi Mỏi.

1. Giới thiệu

Mỏ Nam Rồng - Đôi Mỏi thuộc Lô 09-1 và 09-3 do Công ty Liên doanh Điều hành Việt - Nga - Nhật (VRJ) phát hiện năm 2004 bởi giếng DM-1X và cho dòng dầu thương mại từ đối tượng đá móng nứt nẻ vào 12/2009 (Hình 1). Dự báo cơ cấu trữ lượng từ đối tượng móng chiếm khoảng 97% (~25,5 triệu tấn dầu) trên tổng trữ lượng phát triển (2P) của mỏ. Móng có hình thái là khối nhô cao với khoảng cách điểm cao nhất tới chiều sâu ranh giới dầu nước ban đầu đạt ~1.200 m, thân dầu được hỗ trợ năng lượng tích cực từ nguồn nước đáy với thể tích đánh giá lớn gấp 7 - 10 lần thân dầu.

2. Đặc điểm địa chất và động thái ngập nước

Tính đến năm 2020, có 21 giếng được khoan tại khu vực mỏ Nam Rồng - Đôi Mỏi, trong đó 18 giếng đang hoạt động, bao gồm 1 giếng bơm ép. Các giếng khai thác đã có hiện tượng nước xâm nhập, có một số giếng nước chiếm tới 80% tổng lượng chất lỏng khai thác, chứng tỏ ranh giới dầu nước đã dịch chuyển đến giếng khai thác. Quỹ đạo của phần lớn các giếng là giếng xiên, góc nghiêng nhỏ hơn 50°, khoảng

dịch đáy thay đổi từ 500 - 1.500 m, được hoàn thiện chủ yếu dạng thân trần khi đưa vào khai thác.

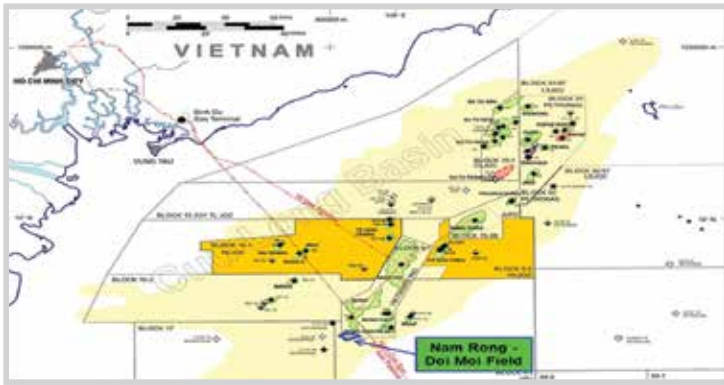
Kết quả nghiên cứu mẫu lõi đã chứng minh (Hình 3) [1, 2] trong phần trên của lát cắt móng kết tinh ở mỏ Nam Rồng - Đôi Mỏi cũng như ở các khu vực khác của mỏ Rồng có mặt hai phức hệ đá xen lẫn nhau: đá magma và đá biến chất. Mức độ nứt nẻ của phức hệ magma rất khác nhau, từ yếu đến mạnh, kể cả có khu vực hình thành kiến trúc dạng dăm kết như tại giếng khoan R-25: 4.212 - 4.221 mMD và R-422. Ở đây chủ yếu là các nứt nẻ nghiêng 30 - 70° so với trục giếng khoan, đôi khi á song song (các khe nứt nẻ á song song có độ dài tới 1 m).

Động thái ngập nước tại các giếng khá điển hình cho đối tượng móng bị ảnh hưởng mạnh bởi hệ thống nứt nẻ. Thông thường, với độ linh động tốt hơn và sự dịch chuyển mạnh của dòng nước từ đáy giếng - nếu không kiểm soát tốt, lại được hỗ trợ của hệ thống nứt nẻ - nước sẽ chiếm ưu thế trong dòng chất lưu đi lên, đồng thời cản trở dòng dầu từ phần phía trên của giếng khoan đi vào giếng khai thác. Qua đó, chỉ số cho dòng sản phẩm của giếng suy giảm, đồng thời gây áp lực xử lý chất lưu cho hệ thống thiết bị bề mặt.

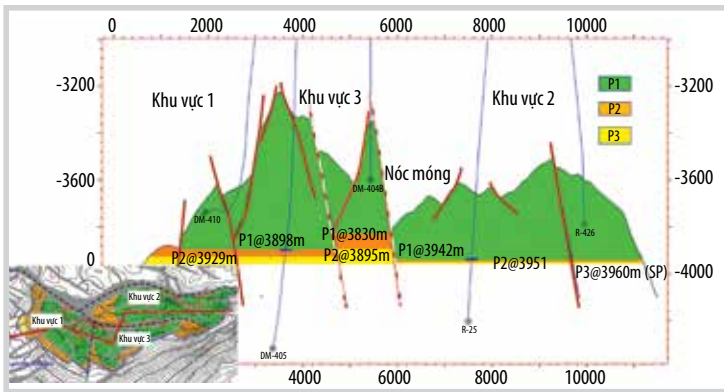


Ngày nhận bài: 31/10/2020. Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 31/10 - 12/11/2020.

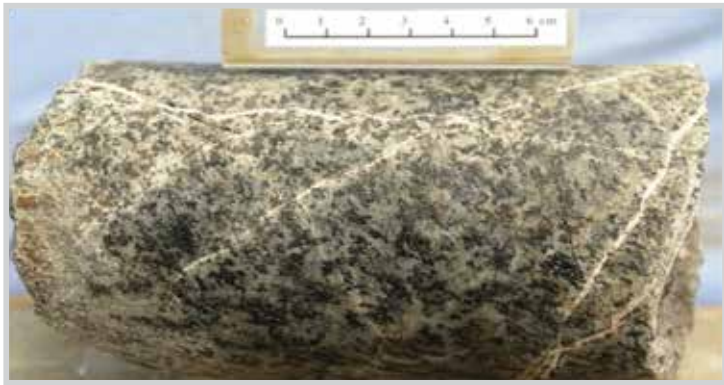
Ngày bài báo được duyệt đăng: 28/12/2020.



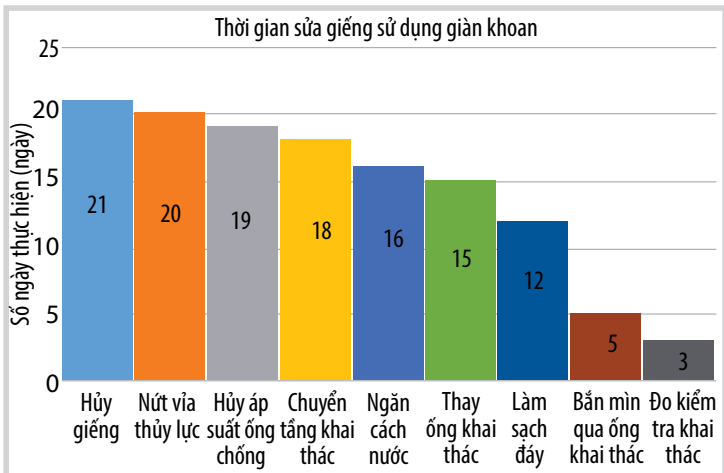
Hình 1. Vị trí địa lý khu vực mỏ Nam Rong - Đồi Mồi



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc, phân bố dầu mỏ Nam Rong - Đồi Mồi



Hình 3. Mẫu lõi đá móng khu vực mỏ Nam Rong - Đồi Mồi bị lấp nhét bởi khoáng vật thứ sinh



Hình 4. Thời gian sửa giếng trung bình sử dụng giàn khoan giai đoạn 2015 - 2020

Trong quá trình kiểm soát nước tại mỏ, dữ liệu phân tích cho thấy sự xuất hiện của nước sớm nhất trong tất cả các giếng. Các giếng nằm trên khối cấu trúc móng nhô cao, bị chi phối bởi hệ thống đứt gãy lớn với nhiều nứt nẻ dọc theo thân giếng khoan, nước xuất hiện trong quá trình khai thác khi chênh lệch áp suất giữa đáy giếng và vỉa lớn hơn từ 50 - 80 atm. Do vậy, kinh nghiệm trong giai đoạn đầu khai thác, cần tránh giảm áp lớn trong thời gian ngắn để hạn chế sự xâm nhập của nước do ảnh hưởng đới của nứt nẻ tới sự chuyển động dòng chất lỏng cùng độ linh động của nước [3]. Tuy nhiên, ở giai đoạn hiện tại, độ ngập nước trung bình mỏ đạt trên 60%, cần có các giải pháp ngăn cách đới nước và hạn chế sự dịch chuyển của dòng nước từ đáy, đồng thời chuyển hướng dịch chuyển của dòng nước tới giếng nhằm cải thiện hiệu quả quét dầu tại các đới nứt nẻ trước đó chưa quét tới.

Nhằm xử lý và hạn chế ảnh hưởng của các vùng nước không còn cho dòng dầu, Vietsovpetro đã nghiên cứu, ứng dụng và triển khai áp dụng các giải pháp. Trong đó có giải pháp ngăn cách nước trong thân giếng sử dụng giàn khoan với thời gian dừng giếng trung bình 16 ngày (Hình 4).

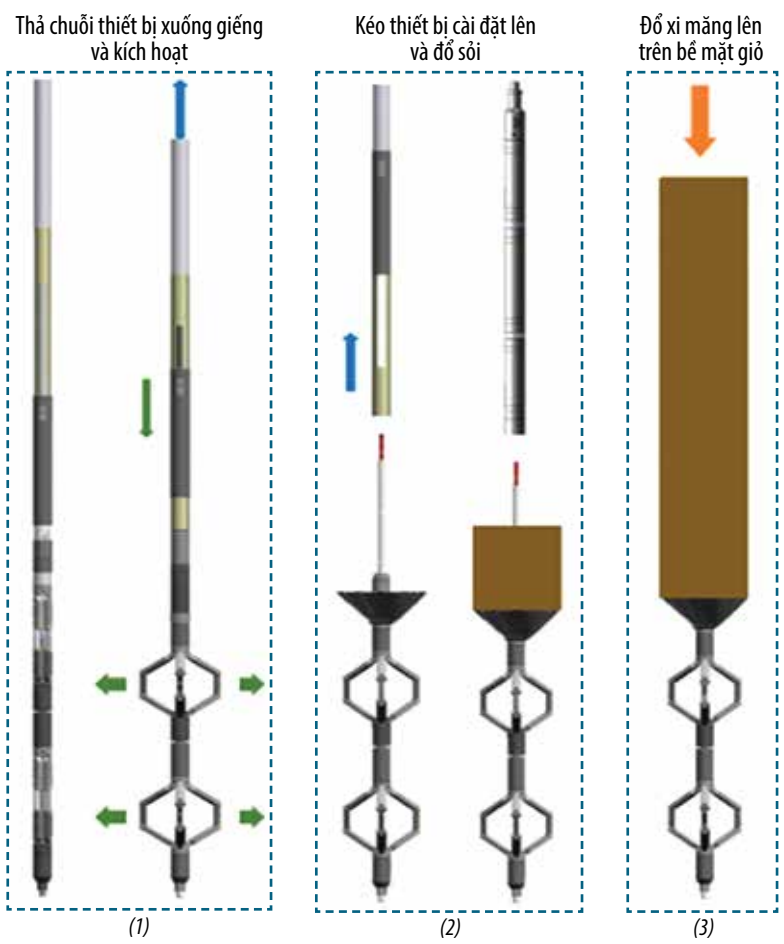
Phương pháp ngăn cách nước sử dụng giàn khoan đang áp dụng tại Vietsovpetro có chi phí cao (lên đến hàng triệu USD/giếng, gồm chi phí thuê giàn, thay ống khai thác (OKT), thiết bị lòng giếng, các dịch vụ kèm theo...), rủi ro không kéo được ống khai thác, phải đập giếng và có thể dẫn đến tình trạng nhiễm bẩn vỉa [4]. Vì vậy, việc nghiên cứu và ứng dụng các giải pháp mới với chi phí thấp, không làm nhiễm bẩn vỉa sản phẩm là cấp thiết. Qua kết quả nghiên cứu và đánh giá, Vietsovpetro đã chọn giải pháp đặt cầu xi măng bằng công nghệ “giỏ xi măng” (cement basket) là giải pháp kỹ thuật tối ưu có chi phí thấp nhất.

3. Thử nghiệm công nghệ “giỏ xi măng” thực hiện ngăn cách nước trong giếng thân trần tại mỏ Nam Rong - Đồi Mồi

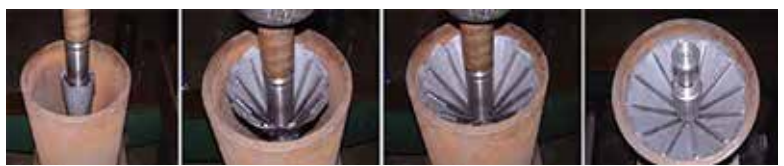
3.1. Giải pháp công nghệ “giỏ xi măng”

Nguyên lý hoạt động của giải pháp: cả chuỗi thiết bị sẽ được thả vào lòng giếng thông qua cáp tời loại dẫn điện (Mono-conductor). Khi thiết bị đạt tới độ sâu mong muốn, tín hiệu sẽ được

hiển thị thông qua bảng điện tử trên bề mặt. Thiết bị cài đặt bắt đầu kích hoạt xoay motor để tạo ra moment lực kéo lên trục của giỏ treo xi măng. Trong khi kéo trục lên, cả chuỗi thân thiết bị cài đặt và giỏ xi măng vẫn đứng im, khi lực kéo đạt cực đỉnh thì cũng là lúc chân còng bám và lá thép của giỏ treo xi măng căng ra cực đại. Chân còng sẽ neo vào thân giếng và lá thép sẽ tỏa tròn ra bao phủ quanh thân giếng. Lực kéo ở motor tiếp tục duy trì lực và kéo đứt khớp nối giữa trục giỏ cầu xi măng và thiết bị cài đặt. Kết thúc quá trình treo giỏ cầu xi măng, thiết bị cài đặt sẽ được kéo lên để sẵn sàng thả thiết bị đổ xi măng lên trên bề mặt giỏ cầu (Hình 5).



Hình 5. Nguyên lý hoạt động của giải pháp "giỏ xi măng"



Hình 6. Cơ chế mở lá thép của "giỏ xi măng"



Hình 7. Các bộ phận chính của "giỏ xi măng"

Sau khi kéo thiết bị cài đặt "giỏ xi măng" lên tới bề mặt, thiết bị đổ xi măng (dumb bailer) đã sẵn sàng. Khi thả thiết bị đổ xi măng xuống giếng tới độ sâu cách "giỏ xi măng" khoảng 2 m, thiết bị đổ xi măng dừng lại. Sau khi nhận tín hiệu từ bảng điện tử trên bề mặt, van sẽ bắt đầu mở để xi măng chảy ra, đồng thời sử dụng áp suất giếng để piston hoạt động đẩy xi măng triệt để ra khỏi thiết bị.

Do độ loãng của xi măng khá cao, trước khi đổ xi măng, sỏi cuội nhỏ (kích thước 6 - 8 mm) được đổ một lớp để ngăn ngừa xi măng chảy qua các lá thép (Hình 6) hoặc phần hở giữa lá thép và thành giếng.

"Giỏ xi măng" gồm có các bộ phận chính (Hình 7): trục chính (a), vỏ (b), lá thép vòng (c) và bệ đỡ (d) hình thành hệ thống có khả năng mở rộng tạo bệ đỡ để thiết lập cấu xi măng ngăn cách nước. Giỏ được thiết kế để có thể lắp đặt trong hệ thống ống chống hoặc thành giếng thân trần đối với các giếng có kích thước nhỏ. Hệ thống càng kép khiến cho giỏ có khả năng neo chặt vào thành giếng, tạo ra bệ đỡ vững chắc để chứa xi măng.

Loại "giỏ xi măng" được sử dụng thử nghiệm tại Vietsovpetro là loại X3M210960RPPA có đường kính 2" và áp dụng cho thân giếng có đường kính từ 8" đến 9 5/8" (Bảng 1).

Thiết bị đổ xi măng được sử dụng để sỏi/proppant/xi măng lên trên giỏ tạo thành một nút bịt kín chịu áp lực với đường kính 1,77", dài 6 m và chứa được 6 lít (Bảng 2).

Các bước thực hiện đổ cầu xi măng bằng công nghệ "giỏ xi măng" gồm: thông và làm sạch thân giếng; đo liên kết độ sâu và kiểm tra khả năng kéo thả thiết bị đến vị trí cần đặt trong giếng; đo PLT/MPLT để xác định khoảng cho dầu - nước trong thân giếng; đo độ đồng đều của thân giếng bằng thiết bị X-Y Caliper để xác định khoảng đặt giỏ xi măng tối ưu; thả và kích hoạt giỏ xi măng; đổ sỏi/proppant để tăng khả năng che phủ và độ cứng của giỏ xi măng; đổ cầu xi măng; chờ xi măng đông 24 giờ; dò đáy để xác định chiều cao cầu xi măng đã hoàn thiện; gọt dòng lại;

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của "giò xi măng"

| Mã sản phẩm | Đường kính ngoài | Kích thước ống chống | | Tải trọng tối đa (lbs) |
|---------------|------------------|---------------------------------|------|------------------------|
| | | Max. | Min. | |
| X3M210700PPAA | 2,1" | 7" | 6" | 15.000 |
| X3M210960RPPA | 2,1" | 9 ⁵ / ₈ " | 8" | 15.000 |

Bảng 2. Thông số kỹ thuật của thiết bị đỡ xi măng

| Ống chứa xi măng | | | | Dung lượng, vật liệu và ứng dụng | | |
|------------------|-----------|-----------|---------------|----------------------------------|----------|---|
| Đường kính ngoài | Chiều dài | Vật liệu | Khối lượng | Dung lượng | Vật liệu | Ứng dụng |
| 3.500" | 8,5 m/4 m | AISI 4140 | 172 kg/61 kg | 17 lít/4 m | SS316 | Xi măng/acid/hóa chất/cát/sỏi hoặc proppant |
| 2.875" | 6 m/4 m | AISI 4140 | 48 kg/24 kg | 10 lít/4 m | SS316 | Xi măng/acid/hóa chất/cát/sỏi hoặc proppant |
| 2.375" | 6 m/4 m | AISI 4140 | 33 kg/16,5 kg | 9 lít/6 m | SS316 | Xi măng/acid/hóa chất/cát/proppant |
| 1.770" | 6 m/4 m | SS304 | 22 kg/11 kg | 6 lít/6 m | SS316 | Xi măng/acid/hóa chất/cát/proppant |

Bảng 3. Thông số kỹ thuật các giếng được lựa chọn thử nghiệm công nghệ ngăn cách nước bằng "giò xi măng"

| Tên giếng | Đối tượng | Q _{ống} (m ³ /ngày) | Q _{dầu} (tấn/ngày) | H ₂ O (%) | V _{gl} (m ³ /ngày) | Độ lệch (min) | Đường kính trong ống khai thác (min) | Đường kính thân giếng (mm) | Kiểu hoàn thiện |
|-----------|-----------|---|-----------------------------|----------------------|--|---------------|--------------------------------------|----------------------------|-----------------|
| 1 | Móng | 260 | 52 | 77 | 35.000 | 24,65 | 2,4" | 215,9 | Thân trần |
| 2 | Móng | 86 | 23 | 68 | 30.000 | 58,86 | 2,2" | 215,9 | Thân trần |
| 3 | Móng | 60 | 24 | 54 | 22.000 | 48,64 | 2,2" | 157,2 | Ống chống |

đo PLT/MPLT để kiểm tra và đánh giá dòng chảy qua cầu xi măng.

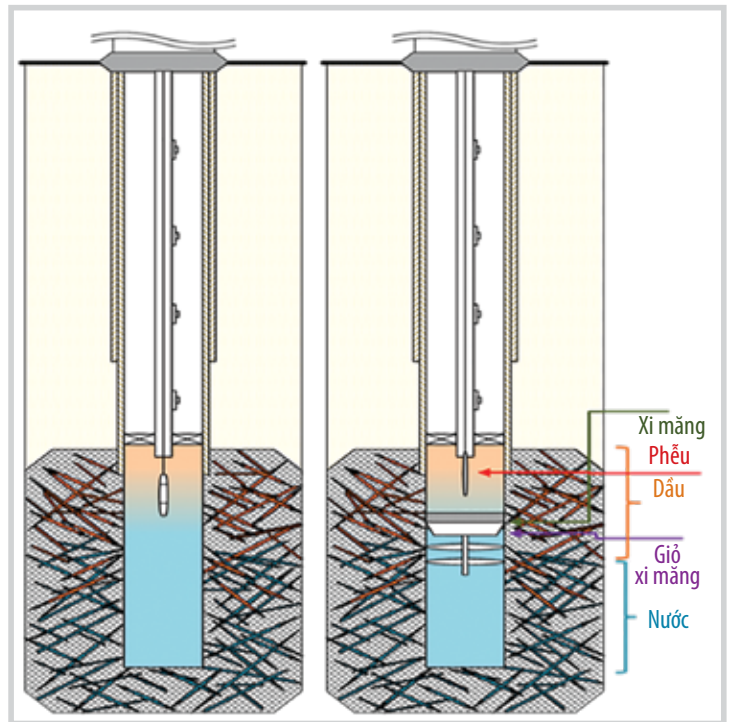
3.2. Đánh giá công nghệ ngăn cách nước bằng "giò xi măng"

Ưu điểm:

- Không sử dụng đến giàn khoan;
- Tất cả các thao tác được thực hiện bằng công nghệ cáp tời (Wireline/Slickline);
- Không phải kéo và thay thế bộ thiết bị lòng giếng;
- Áp dụng cho các giếng thân trần (cho đối tượng móng) và trong ống chống;
- Không phải đập giếng, hạn chế rủi ro nhiễm bẩn vỉa;
- Tiết kiệm chi phí và thời gian.

Nhược điểm:

- Chỉ áp dụng cho các giếng có độ nghiêng không quá lớn;
- Ống khai thác có điểm thu hẹp không nhỏ hơn 2,125" và phải thông đến vị trí cần đặt giò xi măng;
- Nước đi vòng qua cầu xi măng (do liên thông địa chất vỉa nước và vỉa dầu).



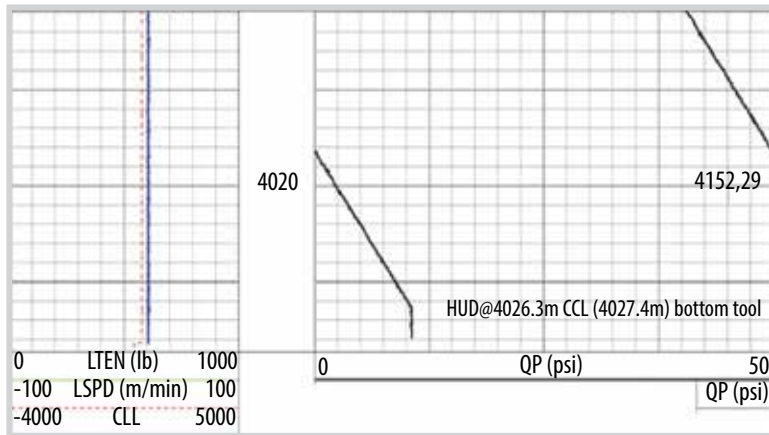
Hình 8. Sơ đồ và vị trí đặt "giò xi măng" tại giếng 1 mỏ Nam Rồng - Đồi Mồi

4. Tiêu chí lựa chọn giếng khoan và kết quả thử nghiệm

Dựa trên đặc tính kỹ thuật và các ưu nhược điểm đã phân tích, công nghệ ngăn cách nước bằng "giò xi măng" được cân nhắc áp dụng với các giếng có độ ngập nước > 50%, có độ nghiêng thấp < 60°, có đường kính ống khai thác > 2,125", đường kính thân giếng từ 6 - 9⁵/₈", khoảng vỉa cho dòng nước nằm dưới khoảng vỉa cho

dòng dầu. Đối với đối tượng móng nứt nẻ, được hoàn thiện giếng kiểu thân trần thì có thể áp dụng công nghệ khi thành giếng ổn định và đồng đều.

Giếng 1 nằm trên khối cấu trúc móng nhô cao, được khoan khá sớm tại khu vực, chiều sâu tổng đạt 4.420 mMD, với khoảng vỉa trong móng được xác định 585 m (3.835 - 4.420 mMD/3.644 - 4.201 mTVDss), hệ thống nứt nẻ chi phối mạnh ở phần phía trên của giếng. Động thái của giếng cho thấy sự xuất hiện của nước sớm nhất tại khu vực mỏ. Nước xuất hiện trong quá trình khai thác khi áp suất giảm từ 204 atm xuống 153 atm. Tốc độ dòng chảy tăng từ 134 tấn/ngày lên 150 tấn/ngày với mức độ ngập nước 32%. Kết quả PLT năm 2006 cho thấy khoảng cho dòng chính được xác định từ 3.926 - 3.941 mTVDss; năm 2010 cho thấy tồn tại nước dưới chiều sâu 3.931 mTVDss. Lưu lượng dầu đạt đỉnh năm 2010 với 130 tấn/ngày, hiện tại duy trì 52 tấn/ngày



Hình 9. Kết quả đo kiểm tra xác định mặt cấu xi măng đã đặt tại giếng 1 mỏ Nam Rồng - Đồi Mồi

với độ ngập nước ~80%. Theo kết quả PLT năm 2019, khoảng dòng dưới chiều sâu 3.931 mTVDss cho 100% nước.

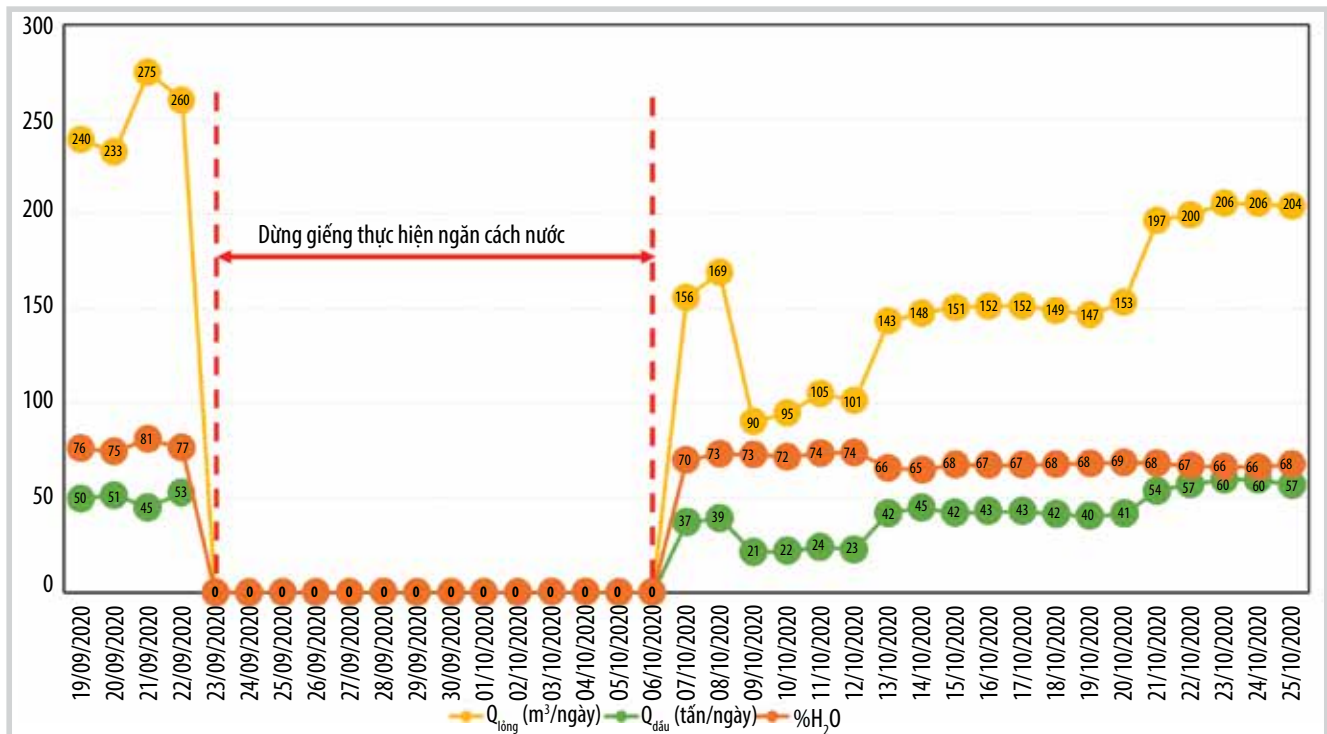
Tháng 10/2020, Vietsovpetro đã đặt thành công "giỏ xi măng" tại độ sâu 4.035 mMD giếng 1 mỏ Nam Rồng - Đồi Mồi (Hình 8).

Sau khi hoàn thành việc đổ xi măng và chờ 24 giờ để dung dịch xi măng đông cứng hoàn toàn, tiến hành đo liên kết độ sâu (CCL) và xác nhận độ sâu của cấu xi măng tại 4.027,4 m (Hình 9).

Sau khi mở giếng ngày 8/10/2020, Vietsovpetro tiến hành lấy mẫu, ghi nhận có sự thay đổi của lưu lượng khai thác tổng và hàm lượng nước giảm đáng kể (giảm 10 - 15%). Theo dự báo, sản lượng dầu sẽ tăng thêm 20% khi chế độ làm việc của giếng ổn định, dự kiến sau 3 tuần. Kết quả thể hiện trên Hình 10.

5. Kết luận và kiến nghị

Công nghệ ngăn cách nước bằng "giỏ xi măng" đã thử nghiệm thành công tại mỏ Nam Rồng - Đồi Mồi và có thể áp dụng cho các giếng khác có động thái tương tự nhằm cải thiện hiệu quả khai thác. Ưu điểm lớn



Hình 10. Thông số làm việc của giếng trước và sau khi thử nghiệm công nghệ ngăn cách nước bằng "giỏ xi măng"

nhất của giải pháp là thực hiện ngăn cách mà không sử dụng giàn khoan để kéo thả, thay thế thiết bị lòng giếng và không phải đập giếng. Do đó, tiết kiệm chi phí đầu tư, gia tăng hiệu quả kinh tế của giải pháp và tiết kiệm thời gian dừng giếng. Bài học kinh nghiệm là: thực hiện đổ cầu xi măng chiều dài hơn nhằm tăng tỷ lệ thành công ngăn cách nước trong móng, tăng khoảng làm việc của “giỏ xi măng” và thiết kế nhiều trấu hơn để phù hợp với đặc thù thân giếng móng kém đồng nhất và không ổn định.

Tài liệu tham khảo

[1] Nguyễn Văn Đức, Phạm Xuân Sơn và ntk, “FFDP Nam Rồng - Đổi Mới”, 2013.

[2] Phạm Xuân Sơn, Nguyễn Trung Hiếu và ntk, “FFDP Nam Rồng - Đổi Mới”, 2020.

[3] Trần Lê Đông, Hoàng Văn Quý và Trương Công Tài, “Thân dầu trong đá móng nứt nẻ - hang hốc mỏ Bạch Hổ, Đông Nam Rồng và giải pháp bơm ép nước nhằm nâng cao hệ số thu hồi dầu”, *Tuyển tập Báo cáo Hội nghị Khoa học Công nghệ “30 năm Dầu khí Việt Nam - Cơ hội mới thách thức mới”*, Quyển I, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2005.

[4] Phạm Xuân Sơn, Trần Lê Phương và ntk, “Sơ đồ công nghệ hiệu chỉnh khai thác và xây dựng mỏ Bạch Hổ, Lô 09-1 năm 2018”, 2017.

APPLICATION OF “CEMENT BASKET” TECHNOLOGY FOR REPAIR-ISOLATION WORK TO IMPROVE OIL RECOVERY EFFICIENCY AT FRACTURED BASEMENT RESERVOIR IN NAM RONG - DOI MOI FIELD

Ho Nam Chung¹, Phi Manh Tung¹, Dang Xuan Thuy¹, Dinh Duc Huy²

¹Vietsovpetro

²Vietnam Petroleum Institute

Email: tungpm.pt@vietsov.com.vn

Summary

Most major oil fields in Cuu Long basin are currently in the declining production phase with high declining rates and rapidly increasing water cut. IOR is, therefore, the main research topic for well productivity index and production optimisation of fractured basement reservoirs (which have been contributing 1/3 of the total oil production in Vietnam).

The paper presents the water isolation by “cement basket” technology which has been successfully deployed in Nam Rong - Doi Moi field and can be applicable to other wells having similar geological conditions/production performance characterisation to improve production efficiency.

Key words: Fractured basement, IOR, water isolation, cement basket, Nam Rong - Doi Moi field.