

CÔNG NGHỆ TRÁM XI MĂNG ỚNG LỬNG CÁCH XA ĐÁY GIẾNG MỎ BIR SEBA, ALGERIA

ĐINH TRỌNG HUY, NGUYỄN QUỐC HƯNG, NGUYỄN QUANG HƯNG, NGÔ LÊ HƯNG, PHẠM NGỌC QUANG, PHAN TIẾN DŨNG, THỊNH VĂN THÀNH, PHÍ PHI CƯỜNG, ĐINH VĂN THÙY, LÝ NGỌC LONG

TÓM TẮT:

Mỏ Bir Seba (BRS) của Công ty điều hành chung Groupement Bir Seba (GBRS) tại Algeria là một trong những dự án nước ngoài trọng điểm của Tổng công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí (PVEP). Dự án đã được triển khai từ năm 2003, hoàn thành giai đoạn phát triển Pha I vào cuối năm 2015, đưa vào khai thác với 16 giếng. Hiện nay, giai đoạn phát triển Pha II khoan bổ sung thêm 39 giếng (đã thi công được 12 giếng) nhằm đưa sản lượng khai thác lên đến 40.000 thùng dầu/ ngày.

Đối với các dự án do PVEP điều hành/ tham gia điều hành, việc giảm thiểu chi phí, tối ưu hóa thiết kế, tận dụng thiết bị sẵn có luôn được đặt lên hàng đầu. Trong quá trình thi công khoan phát triển Pha I (2011-2015), Pha II (từ 2020 – đến hiện tại) rất nhiều các giải pháp đã được áp dụng bao gồm: tối ưu cấu trúc giếng khoan, tối ưu bộ khoan cụ, áp dụng công nghệ khoan mù cho mất dung dịch tại địa tầng carbonate...

Đối với các giếng khoan thân nhỏ, giếng được thi công khoan công đoạn 6" vào vỉa sản phẩm sau đó chống ống lửng 4 1/2" xuống đỉnh vỉa khai thác Hamra Quarzite (top Hamra) và trám xi măng bằng cách sử dụng các nút chặn để đảm bảo an toàn cho vỉa sản phẩm/tầng khai thác. Tuy nhiên việc đặt nút chặn để trám xi măng đã phát sinh nhiều bất cập như vỉa khai thác bị nhiễm bẩn, cần khoan/ ống mềm (coiled tubing) bị kẹt khi triển khai đặt nút chặn...

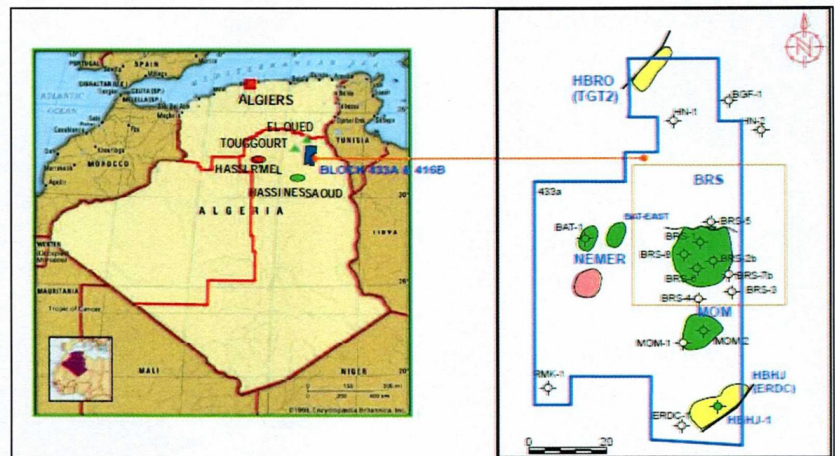
Bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu và áp dụng công nghệ trám xi măng ống lửng cách xa đáy giếng sử dụng thiết bị Packer ngoài ống chống (ECP) để xử lý các hạn chế trên, đặc biệt là vấn đề nhiễm bẩn vỉa, đồng thời rút ngắn thời gian thi công, giảm chi phí giếng khoan.

Từ khóa: Dầu khí; Mỏ BRS; Công nghệ; Phức tạp.

1. MỞ ĐẦU

Mỏ Bir Seba (BRS) thuộc lô hợp đồng Dầu khí 433a&416b nằm trong vùng Touggourt Algeria, trong sa mạc Sahara, cách thủ đô Alger khoảng 550km về phía Đông – Nam và cách mỏ dầu Hassi Mesaoud khoảng 100km về phía Đông Bắc.

Lô 433a&416b với sự tham gia của ba bên: PVEP (40%), Sonatrach (25%) và PTTEP (35%) bắt đầu giai đoạn phát triển khai thác từ năm 2008 và có thời hạn trong 25 năm. Mỏ BRS được phát triển làm hai Pha: Pha I bắt đầu khai thác từ 12/8/2015 với lưu lượng khai thác đỉnh là 20,000 thùng dầu/ngày với tổng số giếng đưa vào khai thác là 16 giếng. Toàn bộ các giếng được khai thác trong Pha I ở chế độ giảm áp tự nhiên. Pha II hiện đang được triển khai và dự định bắt đầu khai thác từ 2026 và nâng lưu lượng khai thác đỉnh lên 40,000 thùng dầu/ngày với việc khoan bổ sung 39 giếng (bao gồm giếng khai thác dầu, giếng bơm ép nước và giếng khai thác nước).



Hình 1: Bản đồ mỏ Bir Seba trong hợp đồng dầu khí lô 433a&416b

Trong quá trình triển khai công tác thi công khoan có rất nhiều các phức tạp, sự cố dẫn đến kéo dài thời gian thi công, tăng chi phí, PVEP đã phối hợp cùng Nhà điều hành xác định nguyên nhân các phức tạp, cải tiến các thiết bị thi công khoan, áp dụng công nghệ mới và đưa ra các giải pháp giúp cải thiện thời gian

khoan, tối ưu chi phí, tiêu biểu như trong bảng 1.

Các giếng phát triển tại mỏ BRS khai thác chính tại tầng Hamra (chiều sâu từ 3800m - 4000m) và công đoạn 6" được thiết kế để khoan vào vỉa sản phẩm sau đó ống lửng 4-1/2" thả xuống đỉnh vỉa khai thác Hamra Quarzite (top Hamra) và trám xi măng

Bảng 1: Một số các giải pháp kỹ thuật tiêu biểu tại mỏ BRS – Algeria

Phức Tạp	Mô tả	Nguyên nhân	Giải pháp
Ống chống 24" bị treo không thả được đến đáy công đoạn	Thả ống 24"(kèm định tâm) bị vướng tại chiều sâu (50-100m) không thả được đến đáy	- Thành giếng khoan gỗ ghề - Các tập sét bề mặt trương nở gây bó hẹp thành giếng khoan	- Loại bỏ các định tâm được thả kèm ống 24" - Thiết kế và sử dụng bộ khoan cụ trơn với 02 định tâm doa đạo làm sạch trước khi thả ống.
Mất dung dịch tại tầng Eocene và Senonian carbonat (250-340m)	Mất dung dịch toàn bộ khi khoan các tầng Eocene và Senonian carbonate, dẫn đến sập thành giếng, kẹt cần và mất giếng	Đặc tính hang hốc của đá carbonat và tính chất bờ rời của tầng cát phía trên	Thiết kế lại cấu trúc giếng khoan, bổ sung thêm cấp ống chống
Mất dung dịch tại địa tầng Turnorian /Neocomine (~800-900m)	Mất dung dịch một phần hoặc toàn bộ khi khoan qua các tầng Turnorian /Neocomine	Đặc tính hang hốc và độ liên kết kém của địa tầng Limestones	- Sử dụng vật liệu chống mất dung dịch (LCM) - Đặt cầu xi măng qua tầng mất dung dịch - Khoan mù (không tuần hoàn) qua tầng mất dung dịch
Đất đá cứng và độ bào mòn cao tại tầng Hamra Quartzite	- Tốc độ khoan chậm (1-2m/giờ) - Chèoong khoan mòn nhanh	- Địa tầng Hamra Quartzite có độ cứng và độ ăn mòn cao	- Sử dụng chèoong kim cương thấm nhiễm (Impregnated bit) - Sử dụng động cơ đáy có tốc độ quay lớn (high speed mud motor/turbine)

để đảm bảo an toàn cho vỉa sản phẩm/tầng khai thác, quá trình thi công được thực hiện như hình 2.

Để thực hiện được yêu cầu trên, quy trình thực hiện như sau:

- Tạo một nút chặn (plug) ngăn cách đỉnh địa tầng Hamra Quartzite với địa tầng bên trên để tránh vỉa khai thác bị nhiễm bẩn khi trám xi măng;

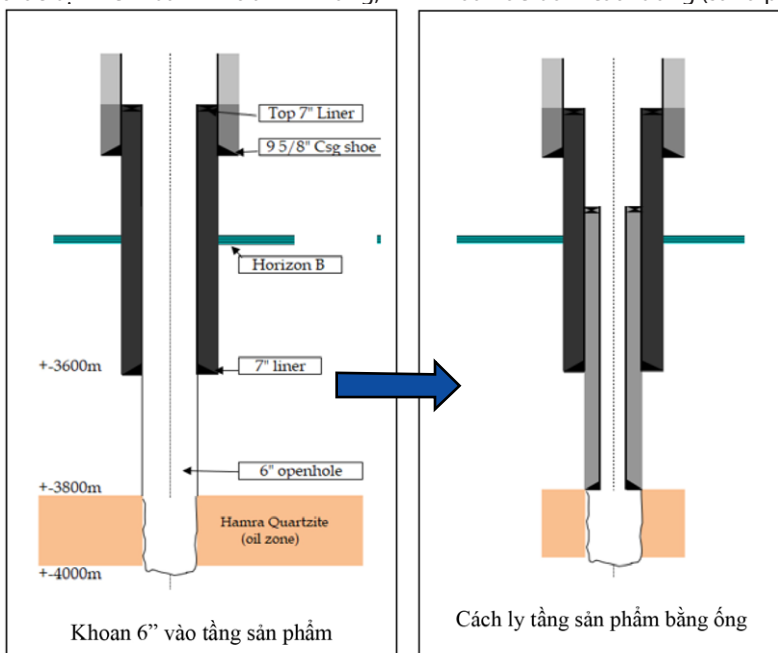
- Thả ống lừng 4-1/2" xuống tới đỉnh tầng Hamra Quartzite;

- Trám xi măng ống lừng 4-1/2";
- Khoan chân đế ống lừng, khoan và làm sạch nút chặn để đưa giếng vào khai thác.

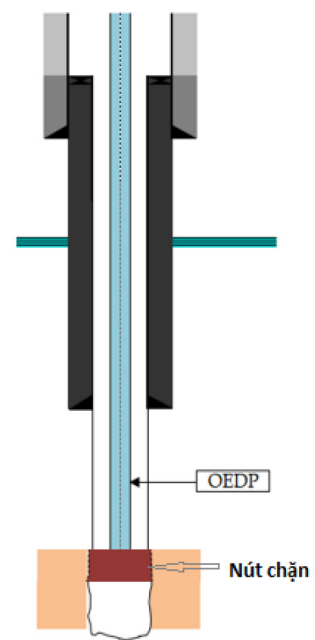
Các nút chặn ở đây có thể thực hiện bằng việc dùng ống mềm/cần khoan để bơm cát xuống (sand plug),

hoặc dùng cần khoan 2 7/8" để bơm nút chặn xi măng có thể hòa tan bằng axit (magne plug). Ngoài ra, có thể bơm nút xi măng thông thường và khoan phá sau khi trám xi măng ống chống lừng.

Tuy nhiên, việc tạo nút chặn theo các phương pháp này vẫn có khả



Hình 2. Cách ly vỉa trước khi đưa giếng vào khai thác



Hình 3. Đặt nút chặn trám xi măng

năng gây nhiễm bẩn vỉa và gặp nhiều rủi ro về thi công vì có thể bị kẹt cần khoan/ ống mềm mà tại công đoạn khoan này, các thiết bị cứu kẹt rất hạn chế về chủng loại, kích thước cũng như công suất làm việc, dẫn đến khả năng mất giếng cao (trong quá trình triển khai, có một số giếng khi sử dụng nút chặn đã gặp sự cố như kẹt cần khoan tại giếng BRS-8, kẹt ống mềm tại BRS-16... mất nhiều thời gian xử lý).

Vi vậy, sau khi nghiên cứu, tham khảo các nhà thầu, PVEP và nhà điều hành đã quyết định áp dụng "Công nghệ trám xi măng ống lửng cách xa đáy giếng bằng sử dụng thiết bị ECP" là phương án chính cho các giếng phát triển vì sẽ giảm thiểu nhiễm bẩn vỉa sản phẩm và rút ngắn thời gian thi công.

2. TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ TRÁM XI MĂNG ỐNG CHỐNG LỬNG CÁCH XA ĐÁY GIẾNG BẰNG SỬ DỤNG THIẾT BỊ ECP

2.1. Tóm tắt chung

Công nghệ trám xi măng ống chống lửng cách xa đáy giếng sử dụng thiết bị ECP (External Casing Packer) kết hợp với thiết bị trám phân tầng (Cementing Diverter Valve) sẽ được lắp ngay phía trên chân đế ống lửng 4 1/2", sau khi thả ống lửng xuống chiều sâu thiết kế sẽ tiến hành kích hoạt ECP để bộ phận cao su nở ra áp vào thành hệ tạo lớp ngăn dung dịch/xi măng đi xuống phía dưới, sau đó kích hoạt thiết bị trám phân tầng để tạo cửa sổ liên thông giữa bên trong và ngoài ống chống để dung dịch và xi măng có thể đi ra ngoài ống chống và đi lên bề mặt trong quá trình trám xi măng. Sau khi kết thúc quá trình bơm xi măng thì thiết bị trám phân tầng sẽ được đóng lại để đảm bảo độ kín của ống chống. Tuy nhiên, trong trường hợp giếng bị mất dung dịch (loss) và xâm nhập chất lưu (kick) ở tầng Hamra và không thể xử lý được bằng các phương án khác thì vẫn cần cân nhắc sử dụng nút nhân tạo như một giải pháp cuối cùng.

2.2. Mô tả công nghệ trám xi măng ống chống lửng cách xa đáy giếng

2.2.1. Các thiết bị chính

Thiết bị chính của giải pháp được các nhà thầu dịch vụ kỹ thuật dầu khí (Schlumberger, Weatherford, Baker Oil tools) cung cấp, bao gồm các thiết bị chính sau:

ECP (External casing packer – Packer ngoài ống chống)

ECP là một trong những thiết bị chính có chức năng như nút chặn để trám xi măng và ngăn cách vỉa và có thành phần làm kín (inflatable packing element) khoảng không vành xuyên giữa ống chống và thành giếng (well bore).

Thành phần làm kín này được kích hoạt bằng phương pháp tăng áp suất trong ống chống, các pin bảo vệ hai đầu sẽ bị đứt, và các thanh thép ở hai đầu sẽ co lại, làm thành phần làm kín (màu đen) được mở rộng ra, làm kín khoảng không vành xuyên giữa ống chống và thành giếng.

ECP sẽ làm kín khoảng không vành xuyên, đảm bảo cách ly hoàn toàn chất lưu, khí giữa vỉa khai thác và phần trên. ECP có thể mở rộng với đường kính gấp 03 lần đường kính ban đầu.

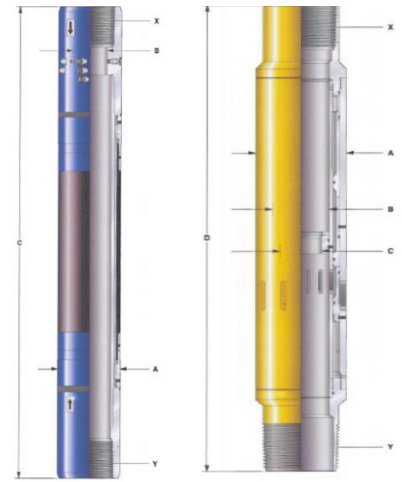
ECP thường dài từ 6m đến 12.1m, có lớp bảo vệ bên ngoài để tránh hỏng thành phần làm kín khi chuyển động hoặc xoay. ECP cũng có đầy đủ các kích thước, trọng lượng, vật liệu, đầu nối... đáp ứng được yêu cầu của thực tế thi công.

ECP được dùng phổ biến trong quá trình trám xi măng/ dùng là thiết bị ngăn cách vỉa trong hoàn thiện giếng ở điều kiện trám hoặc không trám xi măng (ngăn cách các vỉa, bảo vệ đá xi măng, hỗ trợ trám xi măng các giếng khoan sâu khi bảo vệ tầng khai thác phía dưới, bảo vệ các vỉa yếu...)

PAC Valve (Pressure Actuated Valve – Van trám phân tầng)

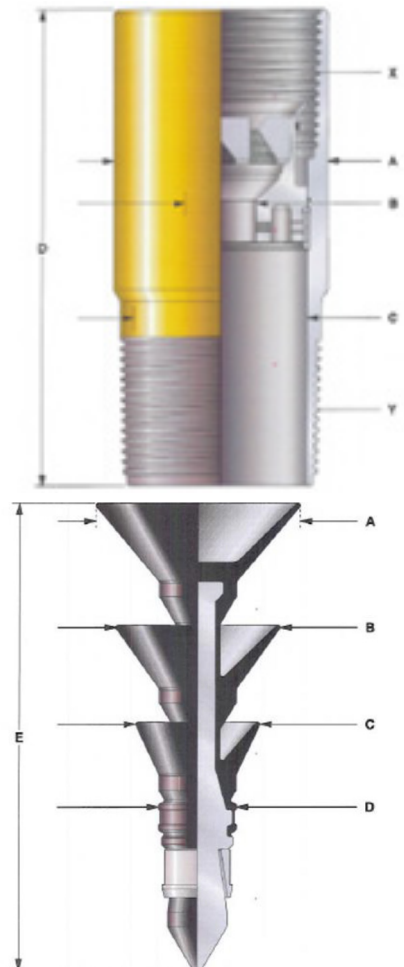
PAC là thiết bị trám xi măng, được lắp phía trên thiết bị ECP và khi kích hoạt sẽ tạo liên thông giữa bên trong ống chống/ ống chống lửng với khoảng không vành xuyên để triển khai quá trình trám xi măng.

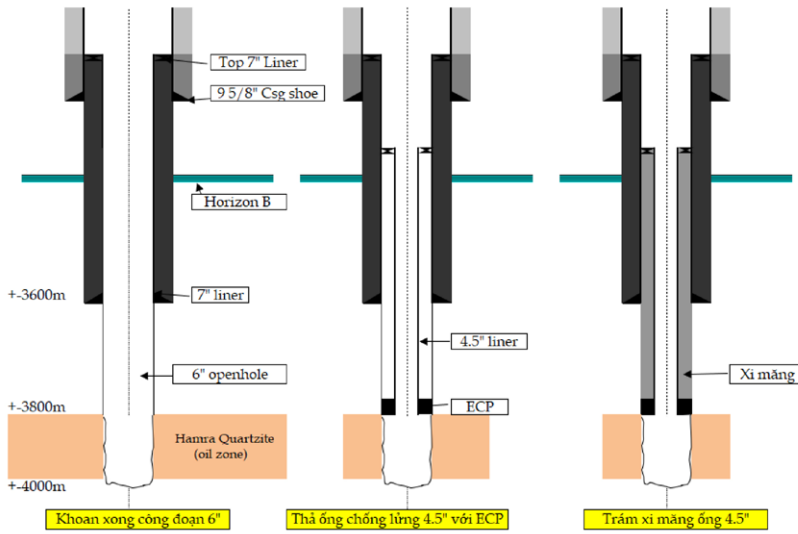
PAC được kích hoạt bởi áp suất bên trong chuỗi ống chống (áp suất mở, đóng van có thể được điều chỉnh phù hợp theo yêu cầu thực tế), và là thành phần thiết kế kết hợp với ECP khi trám xi măng ở mọi quỹ đạo giếng khoan.



Landing collar (Thiết bị giữ áp suất các thiết bị lòng giếng)

Landing collar được thiết kế nằm dưới ECP, PAC. Khi thả bi (ball) xuống dưới Landing collar, bi sẽ được giữ lại ở ball seat, giúp tạo ngăn cách chuỗi ống chống với đáy giếng và kích hoạt liner hanger, ECP nhờ tăng áp suất. Sau khi đạt được mục đích, ball và ballseat sẽ được giải phóng bởi áp suất và hoàn trả khoảng không vành





Hình 4: Quá trình trám xi măng sử dụng thiết bị ECP

xuyên cho chuỗi ống chống.

Pump down plug (Nút đẩy xi măng)

Có hai nút đẩy xi măng (opening plug và closing plug).

Nút đẩy xi măng đầu (opening plug) làm nhiệm vụ bịt kín chuỗi ống chống tại landing collar để tăng áp, kích hoạt các thiết bị khác như ECP, PAC...

Nút đẩy xi măng cuối (closing plug) được thả xuống sau khi bơm xi măng để làm sạch thiết bị thả ống chống, giảm nhiễm bẩn xi măng, giúp xi măng được bơm hết vào khoảng vành xuyên và đóng PAC.

2.2.2. Quy trình thi công

Trước khi thi công triển khai các công việc huấn bị thiết bị thả ống chống: Đầu tuần hoàn (circulating

head), van an toàn FOSV, đường bơm xi măng (cement line), ống tuần hoàn cao áp (HP circulating hose), ống chống lừng 4-1/2" (liner) với các thông số kỹ thuật theo yêu cầu được lắp kèm các thiết bị định tâm (centralizer) và các thiết bị phụ trợ.

- Lắp ECP vào ống chống lừng 4-1/2", kiểm tra chiều sâu lắp đặt để đảm bảo ECP phía trên đỉnh vỉa sản phẩm (Hamra);
- Đầu treo ống chống lừng (liner hanger) sẽ được lắp đặt phía trên Horizontal B khoảng 100-150m;
- Thả ống chống lừng bằng cần khoan 3-1/2" và 5" trong dung dịch gốc dầu (lưu ý điều chỉnh tốc độ thả phù hợp; dừng tuần hoàn tại chân đế ống chống 7");
- Lắp đặt đầu trám xi măng, kiểm

tra cement line với áp suất;

- Tuần hoàn làm sạch giếng và kích hoạt đầu treo ống lừng;
- Sau khi đầu treo ống lừng được lắp đặt, thả nút đẩy xi măng đầu (opening plug) xuống landing collar;
- Tăng áp suất lên 1600psi để kích hoạt ECP và tăng tiếp lên 4000psi để mở PAC valve;
- Bơm trám xi măng: Bơm chất đệm, bơm 15.8ppg vữa một loại len đến đỉnh ống chống lừng 4-1/2";
- Thả nút đẩy xi măng cuối - closing plug và bơm dung dịch đẩy xi măng (dung dịch gốc dầu);
- Tăng áp suất lên +/-3500 psi so với áp suất tại tốc độ bơm 1bpm trước khi đẩy closing plug xuống. Kiểm tra ống lừng với áp suất 3500 psi/ 10mins. Giảm áp về 0 psi và kiểm tra để đảm bảo PAC đã kín và giữ được áp suất;
- Set liner top packer;
- Tháo thiết bị thả ống lừng, kéo lên. Bơm rửa sạch giếng với tốc độ bơm lớn, ghi nhận thể tích chất đệm và xi măng thu được;
- Tháo đầu trám xi măng, thu hồi thiết bị thả ống lừng;
- Thả bộ khoan cụ khoan phá các thiết bị trám xi măng (DV collar, nút chặn...) và làm sạch đến đáy giếng và triển khai các công việc tiếp theo để đưa giếng vào khai thác.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khả năng áp dụng

Công nghệ trám xi măng ống lừng cách xa đáy giếng sử dụng thiết bị ECP đã áp dụng thành công trên các

Bảng 2. Các giếng khoan áp dụng thành công giải pháp trám xi măng cách xa đáy giếng

STT	Tên giếng (mTVD/mMD)	Độ sâu đặt ECP (mMD)	Đỉnh Hamra
Giếng khoan phát triển pha I			
1	BRS-12	3806	3808
2	BRS-13	3770	3768 / 3818
3	BRS-21	3828	3800 / 3851
4	BRS-22	3843	3815 / 3855
5	BRS-15	3915	3795 / 3942
6	BRS-20	3828	3803 / 3856
7	BRS-18	3812	3844
8	BRS-23	3793	3828
Giếng khoan phát triển pha II			
1	BRS-203	3830	3811.7/3829
2	BRS-26	4083	3864.6/4082

Bảng 3: So sánh thời gian trám xi măng giữa 2 phương pháp

Hạng mục thi công	Trám xi măng ống lửng 4 1/2" không sử dụng ECP (giờ)	Trám xi măng ống lửng 4 1/2" sử dụng ECP (giờ)
Thả bộ cần đặt nút chặn	12	0
Thời gian đặt nút chặn	6	0
Kéo bộ cần đặt nút chặn	12	0
Thả bộ khoan cụ làm sạch thành giếng trước khi thả ống lửng	33	28
Thả bộ khoan cụ khoan phá xi măng trước khi hoàn thiện giếng	40	30
Rửa acid, làm sạch vữa	40	0
Tổng thời gian (giờ)	143	58
Thời gian tiết kiệm	85 giờ (3,5 ngày)	

Bảng 4: So sánh chi phí trám xi măng giữa 2 phương pháp

Hạng mục thiết bị	Trám xi măng ống lửng 4 1/2" không sử dụng ECP (nghìn USD)	Trám xi măng ống lửng 4 1/2" sử dụng ECP (nghìn USD)
Chuẩn bị trước khi khoan	31.904	20.925
Thiết bị treo ống lửng và dịch vụ	156.494	169.213
Thuê giàn khoan và dịch vụ	362.318	237.658
Dung dịch khoan và dịch vụ	8.419	5.522
Hóa phẩm xi măng	90.607	33.826
Dịch vụ trám xi măng	68.607	33.826
Dịch vụ giám sát khoan	92.887	60.922
Tổng chi phí (USD)	811.236	561.892
Chi phí tiết kiệm (USD)	\$249.344	

giếng khoan khai thác dầu của cả pha I và pha II tại dự án BRS, Algeria. Trải qua thời gian dài áp dụng công nghệ, liên tục theo dõi chất lượng ngăn cách của ECP, xi măng trong quá trình khai thác, đóng, mở, can thiệp giếng ... PVEP và Nhà điều hành đã khẳng định được vai trò, hiệu quả của sáng kiến này đối với dự án. Công nghệ đã áp dụng thành công cho ít nhất 10 giếng khoan và sẽ tiếp tục được áp dụng cho các giếng khoan phát triển trong thời gian tới.

3.2. Hiệu quả kỹ thuật, kinh tế

Việc áp dụng công nghệ trám xi măng ống lửng cách xa đáy giếng sử dụng thiết bị ECP đã đưa lại hiệu quả đáng kể về mặt kỹ thuật cho dự án như: giảm thiểu vấn đề nhiễm bẩn vỉa khai thác, giảm thiểu rủi ro sự cố kẹt cần trong quá trình thi công...

Về hiệu quả kinh tế trong việc áp dụng công nghệ này

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được thực hiện và áp dụng dưới sự hỗ trợ của các cán bộ biệt phái của PVEP tại GBRS và Tổng công ty Thẩm dò Khai thác Dầu khí - PVEP. Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn.

Ngày nhận bài: 15/4/2023; Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 21/4/2023; Ngày chấp nhận đăng bài: 27/4/2023

Người phản biện: TS. Nguyễn Văn Dũng

Thông tin tác giả:

ĐINH TRỌNG HUY, NGUYỄN QUỐC HƯNG, NGUYỄN QUANG HƯNG, NGÔ LÊ HƯNG, PHẠM NGỌC QUANG, PHAN TIẾN DŨNG, THỊNH VĂN THÀNH, PHÍ PHI CƯỜNG, ĐINH VĂN THÙY, LÝ NGỌC LONG
Tổng công ty Thẩm dò Khai thác Dầu khí

đã tiết kiệm được tối thiểu 3,5 ngày thi công tương đương \$250.000 trên mỗi giếng khoan được thể hiện qua các bảng 3, bảng 4.

4. KẾT LUẬN

“Công nghệ trám xi măng ống lửng cách xa đáy giếng bằng sử dụng thiết bị ECP” đã được áp dụng thành công cho ít nhất 10 giếng tại dự án BRS, Algeria và có thể áp dụng cho cả các giếng khoan đường kính 8-1/2”, thả ống chống lửng 7” với ECP trong điều kiện địa chất tương tự. Việc áp dụng thành công công nghệ đã giúp dự án mang lại lợi ích cả về mặt kỹ thuật và kinh tế. Công nghệ này đã được PVEP công nhận là sáng kiến cấp Tổng công ty và đang được đề xuất là sáng kiến ở cấp Tập đoàn Dầu khí Việt Nam❖