

ÁP DỤNG CÔNG NGHỆ BƠM ÉP THẤM “PARASQUEEZE” ĐỂ NGĂN NGỪA LẮNG ĐỌNG PARAFFIN-ASPHALTENE TRONG GIẾNG KHAI THÁC DẦU

**ThS. Bùi Việt Đức¹, KS. L.I.Philimonov¹, TS. Dương Danh Lam², TS. Nguyễn Quốc Dũng²
 KS. Phan Đức Tuấn², KS. Teanjuob Mahantassanapong³, KS. Nguyễn Sơn Tuấn³
 TS. Đặng Cửa⁴, TS. Nguyễn Thúc Kháng⁴, TS. Ngô Văn Tự⁴**

¹Công ty TNHH MTV Công nghệ Khoan - Khai thác và Môi trường - DPEC

²Liên doanh Việt - Nga “Vietsovetro”

³Nalco Pacific Pte. Ltd.

⁴Chi hội Khoan - Khai thác Tp. Vũng Tàu

Email: info@dpec.com.vn

Tóm tắt

Việc nghiên cứu và áp dụng công nghệ ép thấm (squeeze) hóa phẩm ức chế vào vỉa (Parasqueeze) giúp ngăn ngừa sự hình thành lắng đọng nhựa paraffin-asphaltene trong cột ống khai thác được tiến hành sau khi làm sạch bằng các phương pháp thông thường (bơm hơi nóng, dầu nóng...). Các loại hóa phẩm ức chế được sử dụng nhằm cải thiện đặc tính lưu biến của dầu và hỗn hợp khí - dầu nhờ giảm nhiệt độ đông đặc; độ nhớt và ứng suất tới hạn để tăng khả năng chảy của dầu thô, tạo điều kiện thuận lợi cho việc vận chuyển dầu khai thác đến hệ thống thu gom, xử lý trên bề mặt và/hoặc tàu chứa dầu, ngăn ngừa lắng đọng dạng chất sáp trên bề mặt trong của cột ống khai thác. Bài báo giới thiệu kết quả áp dụng thử nghiệm công nghệ Parasqueeze tại 2 giếng khai thác bằng gaslift của Liên doanh Việt - Nga “Vietsovetro” với hệ số thành công đạt 100%.

Từ khóa: Nhựa paraffin-asphaltene, công nghệ ép thấm, hóa phẩm ức chế, sản lượng khai thác, nhiệt độ đông đặc, độ nhớt, ứng suất tới hạn.

1. Mở đầu

Đặc điểm cơ bản của dầu và hỗn hợp dầu - khí khai thác ở các mỏ thuộc Liên doanh Việt - Nga “Vietsovetro” là có hàm lượng paraffin cao (19 - 27%), nhiệt độ đông đặc cao (29 - 36°C). Sự có mặt của paraffin gây khó khăn trong quá trình khai thác, thu gom, xử lý và vận chuyển dầu bằng đường ống ngầm. Nhiệt độ dầu và nhiệt độ môi trường chênh lệch lớn, gây ra hiện tượng kết tinh paraffin và lắng đọng bên trong đường ống, làm giảm thiết diện đường ống vận chuyển, gia tăng tổn thất áp suất vận chuyển và hình thành lớp cấu trúc paraffin bên trong đường ống, gây tắc nghẽn và phải dừng vận hành [1].

Liên doanh Việt - Nga “Vietsovetro” đã áp dụng một số giải pháp công nghệ mới nhằm cải thiện tính chất của dòng dầu khai thác trong toàn bộ hệ thống thu gom xử lý và vận chuyển dầu. Trong đó có giải pháp đó là sử dụng hóa chất phá paraffin hay còn gọi là hóa chất làm giảm nhiệt độ đông đặc (Pour point depressant - PPD) của dầu thô; giúp giảm độ nhớt và ứng suất động, từ đó làm tăng khả năng chảy của hỗn hợp dầu - khí khai thác. Giải pháp này còn có tác dụng ngăn ngừa quá trình tạo thành lớp nhựa paraffin-asphaltene trên thành cột ống khai thác, các thiết bị và hệ thống thu gom trên bề mặt.

Giải pháp trên được các công ty dầu khí trên thế giới và Vietsovetro sử dụng cho hệ thống từ trong lòng cột ống khai thác và hệ thống thu gom trên bề mặt. Đối với các giếng có lưu lượng không lớn, nhiệt độ ở vùng cận đáy giếng thấp thì khả năng lắng đọng paraffin cao. Việc xử lý vùng cận đáy giếng bằng các phương pháp truyền thống (như xử lý acid, vỡ vỉa thủy lực, tạo xung động...) không đạt hiệu quả cao. Do đó, Vietsovetro đã phối hợp với Công ty TNHH Công nghệ Khoan - Khai thác và Môi trường - DPEC, Nalco Pacific Pte. Ltd., Chi hội Khoan - Khai thác Tp. Vũng Tàu đã nghiên cứu và đưa vào áp dụng thử nghiệm công nghệ Parasqueeze để ngăn ngừa lắng đọng paraffin-asphaltene ở vùng cận đáy giếng và trong giếng khai thác dầu. Đây cũng là lần đầu tiên công nghệ Parasqueeze sử dụng hóa chất làm giảm nhiệt độ đông đặc trong vùng cận đáy giếng thay vì chỉ ở trong cột ống khai thác hay hệ thống thu gom dầu khí trên bề mặt.

2. Đặc điểm của công nghệ Parasqueeze

2.1. Mục đích và phạm vi áp dụng công nghệ Parasqueeze

Với công nghệ Parasqueeze, các hóa chất được bơm trực tiếp vào vỉa dầu đang khai thác giúp cải thiện độ nhớt, tính chất lưu biến của dầu và hỗn hợp dầu - khí, ngăn ngừa sự tích tụ các lớp nhựa paraffin-asphaltene

bám dính trong đá chứa và trên thành cột ống khai thác. Nhờ đó, có thể kéo dài và đảm bảo cột ống khai thác sạch hơn vì bề mặt trong cột ống khai thác không bị tích tụ nhựa paraffin-asphaltene trong khoảng thời gian tương đối dài. Các chất ức chế paraffin có thể bơm theo từng đợt trong quá trình áp dụng công nghệ Parasqueeze. Hiệu quả của công nghệ này cho một đợt xử lý có thể kéo dài từ 3 - 6 tháng.

Khi được bơm vào vỉa, sự có mặt của các hóa chất trong đá chứa còn phản ứng với thành phần sáp paraffin trong dầu giúp ngăn ngừa tạo thành các chất sáp có số lượng lớn mạch dài trong dầu thô, từ đó làm tăng khả năng chảy của hỗn hợp dầu - khí, tạo điều kiện thuận lợi cho công việc khai thác, thu gom, vận chuyển và tàng trữ dầu thô.

2.2. Các hóa chất sử dụng trong công nghệ Parasqueeze

2.2.1. Hóa chất làm giảm nhiệt độ đông đặc (PPD)

Hóa chất làm giảm nhiệt độ đông đặc được lựa chọn trên cơ sở thử nghiệm tại phòng thí nghiệm để phù hợp với loại dầu và paraffin của từng mỏ/tầng giếng. Hóa chất này có khả năng cải thiện tính chất lưu biến của dầu và hỗn hợp dầu - khí (làm giảm nhiệt độ đông đặc, độ nhớt và ứng suất động, làm tăng khả năng vận động của dầu thô), ngăn ngừa sự tạo thành lớp nhựa paraffin-asphaltene trên bề mặt cột ống khai thác.

Khi được bơm ép vào vỉa, hóa chất làm giảm nhiệt độ đông đặc lưu lại trong lòng đá và từ từ chảy ngược trở lại cùng với dòng dầu - khí khai thác qua cột ống khai thác và làm giảm nhiệt độ đông đặc của dầu thô, ngăn ngừa sự hình thành các lớp nhựa paraffin-asphaltene trên bề mặt cột ống khai thác.

2.2.2. Chất kích hoạt (Activator)

Chất kích hoạt (hay còn gọi là phụ gia hoạt tính) được sử dụng đồng thời trong tổ hợp các hóa chất của công nghệ Parasqueeze. Chất kích hoạt khi được bơm vào vỉa sẽ phản ứng với hóa chất làm giảm nhiệt độ đông đặc tạo ra các thể vật chất dạng gai nhọn, sau đó hấp thụ trên bề mặt của đá chứa. Sau một thời gian nhất định, hỗn hợp chất ức chế PPD sẽ kết lắng trong đá chứa và chảy ngược

trở lại cùng với dầu thô từ vỉa vào giếng. Chất ức chế này sẽ phản ứng với thành phần sáp paraffin có trong dầu thô ngăn ngừa sự thành tạo sáp mạch dài, do đó có thể làm giảm nhiệt độ đông đặc của dầu thô trong quá trình khai thác.

2.2.3. Dung môi hỗ trợ (Mutual solvent)

Dung môi hỗ trợ được đề xuất sử dụng nhằm góp phần tẩy rửa và làm sạch các lắng đọng paraffin trong cột ống khai thác còn dư thừa sau khi đã tiến hành làm sạch bằng phương pháp nhiệt. Dung môi hỗ trợ chỉ thích hợp đối với giếng có độ ngập nước lớn ở sản phẩm khai thác và không thích hợp với giếng có độ ngập nước sản phẩm khai thác < 5%.

2.2.4. Dung môi làm sạch (Cleaning solvent)

Dung môi làm sạch có điểm chớp cháy cao (> 62°C), có tác dụng làm phân rã và hòa tan các chất sáp ở thành giếng trước khi tiến hành công nghệ Parasqueeze. Trong trường hợp dòng sản phẩm khai thác có độ ngập nước cao, dung môi này được đề xuất hòa trộn với 10 - 15% thể tích dung môi hỗ trợ (Mutual solvent) để sử dụng.

Bảng 1 là đặc tính của tầng sản phẩm phù hợp để áp dụng công nghệ Parasqueeze.

3. Kết quả áp dụng thử nghiệm công nghệ Parasqueeze tại 2 giếng khai thác của Vietsovpetro

Trên cơ sở phân tích và xem xét tính ưu việt của giải pháp, nguyên lý tác dụng của hóa phẩm sử dụng, dựa trên tính chất của tầng đá chứa (lưu lượng dầu khai thác, độ ngập nước của sản phẩm khai thác, độ thấm và độ rỗng của đất đá), Vietsovpetro đã áp dụng công nghệ Parasqueeze cho 2 giếng khai thác R81 (mỏ Rồng) và BH2011 (mỏ Bạch Hổ).

3.1. Đối với giếng BH2011

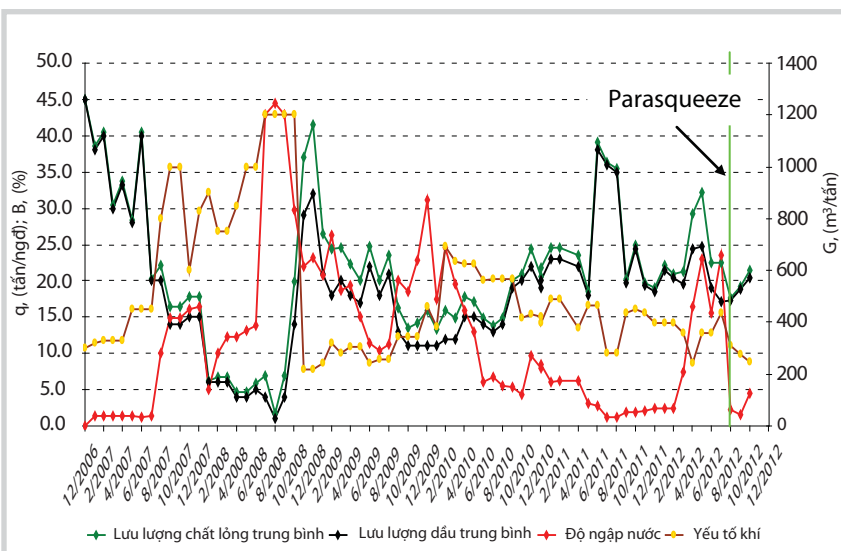
Trước khi áp dụng thử nghiệm công nghệ Parasqueeze, giếng BH2011 khai thác bằng phương pháp gaslift thuộc đối tượng Oligocene dưới mỏ Bạch Hổ. Các thông số làm việc của giếng: $P_m = 11\text{atm}$; $T_m = 30^\circ\text{C}$; $P_{nc} = 60\text{atm}$; độ ngập nước $B = 21\%$; $Q_d = 18$ tấn/ngày đêm; $Q_{\text{gaslift}} = 14.780\text{m}^3/\text{ngày đêm}$ (ngày 15/7/2012). Công nghệ Parasqueeze được

Bảng 1. Đặc tính của tầng sản phẩm áp dụng công nghệ Parasqueeze

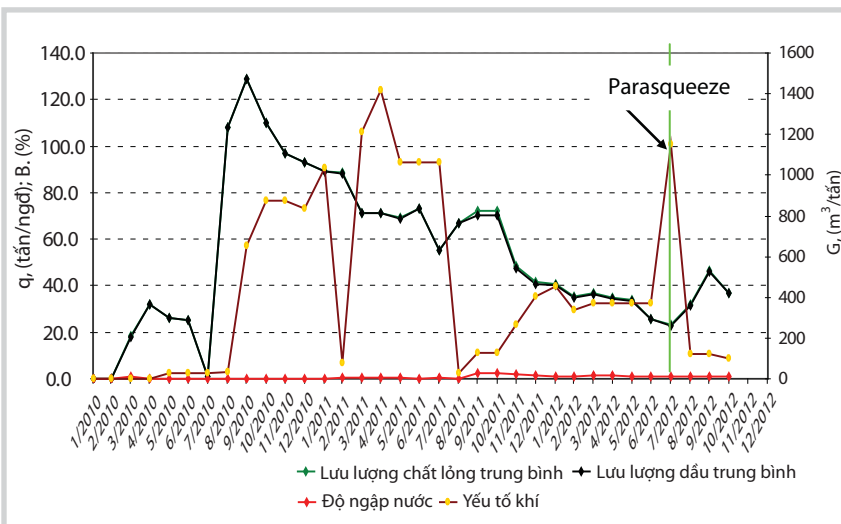
Các thông số	Đơn vị đo	Giá trị	Ghi chú
Lưu lượng dầu khai thác	thùng dầu/ngày	500 - 1.500	
Độ ngập nước	%	< 20	Càng nhỏ càng tốt
Độ thấm thấu	mD	30 - 60	Không nhỏ hơn 2mD
Độ rỗng	%	22 - 25	Không nhỏ hơn 6%

Bảng 2. Các bước tiến hành công nghệ Parasqueezee tại giếng BH2011

Thời gian	Các bước tiến hành	Áp suất miệng giếng (P _m), atm	Áp suất ngoài cột ống khai thác (P _{nc}), atm
27/7/2012 (10 giờ 45 - 15 giờ 55)	Làm sạch sơ bộ lắng đọng dạng sáp bằng hơi nóng theo công nghệ của Vietsovpetro	-	-
27/7/2012 (Từ 16 giờ)	Gọi dòng lại giếng, V _{gaslift} = 15.000m ³ /ngày đêm	-	-
29/7/2012 (7 giờ 45 - 7 giờ 55)	Đóng giếng	13	54
29/7/2012 (8 giờ - 9 giờ 20)	Bơm 18m ³ dung môi vào cột ống khai thác (16,2m ³ dầu diesel + 1,8m ³ dung môi hỗ trợ)	13 - 0	54 - 62
29/7/2012 (9 giờ 20 - 15 giờ 30)	Đóng giếng	0 - 35	62
29/7/2012 Từ 15 giờ 30	Đưa giếng vào làm việc V _{gaslift} = 15.000m ³ /ngày đêm	35 - 13	57 - 94
31/7/2012 (6 giờ 50 - 9 giờ)	Dùng bơm khí gaslift, đóng van ngoài cần	13 - 80	57 - 94
31/7/2012 (9 giờ - 9 giờ 12)	Bơm 1m ³ chất kích hoạt phụ gia hoạt tính vào cột ống khai thác	80 - 70	94
31/7/2012 (9 giờ 12 - 9 giờ 26)	Bơm 2m ³ dầu diesel vào cột ống khai thác	70 - 45	95
31/7/2012 (9 giờ 26 - 9 giờ 38)	Bơm 2m ³ dung dịch ức chế (1 m ³ chất làm giảm nhiệt độ đông đặc + 1 m ³ diesel) vào cột ống khai thác	45 - 15	96
31/7/2012 (9 giờ 38 - 12 giờ)	Bơm 59m ³ dầu diesel vào cột ống khai thác	15 - 0	96 - 106
31/7/2012 (Từ 12 giờ)	Đóng giếng 24 giờ	0	106
1/8/2012 (12 giờ)	Gọi dòng giếng V _{gaslift} = 15.000m ³ /ngày đêm	-	-



Hình 1. Động thái làm việc của giếng BH2011 trước và sau khi áp dụng công nghệ “Parasqueezee”



Hình 2. Động thái làm việc của giếng R81 trước và sau khi áp dụng công nghệ “Parasqueezee”

chuẩn bị và áp dụng tại giếng BH2011 từ ngày 29 - 31/7/2012 (Bảng 2).

Hình 1 thể hiện động thái làm việc của giếng trước và sau khi áp dụng thử nghiệm công nghệ Parasqueezee. Kết quả cho thấy sau khi xử lý, độ ngập nước sản phẩm khai thác giảm từ 21% xuống còn 1%; khoảng thời gian hiệu quả giữa các lần làm sạch cột ống khai thác tăng từ 8 - 14 ngày lên 25 ngày. Áp suất đo được tại đầu ra ở miệng giếng tăng lên từ 11atm lên 12 - 15atm, chứng tỏ lưu lượng khai thác giếng tăng lên đáng kể. Tổng lượng dầu khai thác gia tăng nhờ áp dụng công nghệ Parasqueezee là 238 tấn (tính đến ngày 1/11/2012).

3.2. Đối với giếng R81

Trước khi áp dụng công nghệ Parasqueezee, dầu từ giếng R81 được khai thác bằng phương pháp gaslift, thuộc đối tượng Oligocene dưới mỏ Rồng. Các thông số làm việc: P_m = 8 - 9,5atm; T_m = 25°C; P_{nc} = 53atm; độ ngập nước B = 1,2%; Q_d = 24 tấn/ngày đêm; Q_{gaslift} = 25.000m³/ngày đêm (ngày 1/8/2012). Vietsovpetro đã tiến hành áp dụng thử nghiệm công nghệ Parasqueezee ở giếng R81 từ ngày 15 - 19/8/2012 theo các bước tương tự ở giếng BH2011.

Kết quả theo dõi động thái làm việc của giếng R81 trước và sau khi áp dụng công nghệ Parasqueeze (Hình 2) cho thấy: Độ ngập nước sản phẩm khai thác giảm từ 1 - 2% xuống còn 0,5%; lưu lượng khai thác giếng khai thác tăng từ 24 - 27 tấn/ngày đêm lên 55 tấn/ngày đêm. Tổng lượng dầu khai thác gia tăng nhờ áp dụng công nghệ Parasqueeze là 1.082 tấn (tính đến ngày 1/11/2012).

4. Kết luận

Công nghệ Parasqueeze lần đầu tiên cho phép mở rộng giới hạn sử dụng chất PPD vào vùng cận đáy giếng thay vì chỉ sử dụng trong cột ống khai thác hay hệ thống thu gom dầu khí trên bề mặt. Công nghệ này cho phép ứng dụng ngay cả với các giếng khai thác khi các giải pháp gia tăng sản lượng truyền thống không đạt hiệu quả hoặc hiệu quả thấp.

Kết quả áp dụng thử nghiệm công nghệ Parasqueeze lần đầu tiên tại Vietsovpetro cho thấy hệ số thành công đạt 100%. Tổng lượng dầu khai thác gia tăng sau 1 lần

áp dụng công nghệ Parasqueeze cho 2 giếng BH 2011 và R81 là 1.320 tấn (trong đó, giếng BH2011 là 238 tấn và giếng R81 là 1.082 tấn). Sau khi xử lý, độ ngập nước sản phẩm khai thác của giếng BH2011 giảm từ 20% xuống còn 1%, độ ngập nước của giếng R81 giảm từ 1,2% xuống còn 0,5%.

Nhóm tác giả đề xuất tiếp tục nghiên cứu và triển khai thử nghiệm công nghệ Parasqueeze ở các giếng khai thác khác, đặc biệt là các giếng có khả năng lắng đọng paraffin cao ở vùng cận đáy giếng và trong cột ống khai thác.

Tài liệu tham khảo

1. Tống Cảnh Sơn, Lê Đình Hòa. *Kinh nghiệm vận chuyển dầu nhiều paraffin bằng đường ống ở các mỏ dầu khí ngoài khơi của Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro"*. Tạp chí Dầu khí. 2015; 2: trang 43 - 52.
2. DPEC. *Application of technology for preventing formation of asphaltic-resinous-paraffin deposits*. 2012.

Application of "Parasqueeze" technology to prevent formation of asphaltic-resinous-paraffin deposits in production wells

Bui Viet Duc¹, L.I.Philimonov¹, Duong Danh Lam²
 Nguyen Quoc Dung², Phan Duc Tuan², Teanjuob Mahantassanapong³
 Nguyen Son Tuan³, Dang Cua⁴, Nguyen Thuc Khang⁴, Ngo Van Tu⁴
¹DPEC
²Vietsovpetro
³Nalco Pacific Pte. Ltd.
⁴Vung Tau Branch of Drilling-Production Association

Summary

"Parasqueeze" technology is studied and applied to prevent formation of asphaltic-resinous-paraffin (ARP) deposits in well tubing by squeezing chemical inhibitors through the reservoir after dewaxing (by steam or pumping hot oil, etc). The chemical inhibitors are used to improve the rheological characteristics of oil and gas-oil mixtures by reducing the oil pour point temperature, viscosity and yield stress for better flow ability of crude oil. This is beneficial for transportation of produced oil to the production surface equipment, the collector system, oil treatment unit and/or storage tanker as well as for prevention of wax deposition on the production tubing walls. The paper presents the results of experimental Parasqueeze technology application in two gas lift wells of Vietsovpetro Joint Venture with the coefficient of success being 100%.

Key words: Asphaltic-Resinous-Paraffin (ARP), Parasqueeze, chemical inhibitors, well productivity, pour point temperature, viscosity, yield stress.