

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG KHÍ GASLIFT CAO ÁP TẠO HỆ BỌT - ACID XỬ LÝ VÙNG CẬN ĐÁY GIẾNG TẠI MỎ BẠCH HỔ

Lê Đức Vinh¹, Nguyễn Tuấn Minh², Nguyễn Văn Trung²

¹Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội

²Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro"

Email: leducvinh@humg.edu.vn

Tóm tắt

Việc tính toán, lựa chọn phương pháp xử lý vùng cận đáy giếng hợp lý sẽ tiết kiệm chi phí, nâng cao khả năng thu hồi dầu cho các giếng khai thác. Đối với giếng có nhiệt độ cao, mức độ ngập nước lớn khi xử lý bằng acid, có thể dẫn đến hiện tượng tăng, thậm chí ngập nước toàn phần, do đó phải áp dụng công nghệ xử lý acid có chọn lọc. Đối với tầng móng mỏ Bạch Hổ, nhiệt độ vừa cao (110 - 150°C), áp suất vừa thấp, phương pháp được sử dụng có hiệu quả nhất là xử lý bằng bọt - acid bằng cách hòa trộn khí gaslift.

Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu sử dụng khí gaslift cao áp có sẵn trên giàn, hòa trộn và bơm đồng thời với hỗn hợp acid vào trong giếng để xử lý vùng cận đáy giếng. Kết quả cho thấy giải pháp này dễ áp dụng, giúp tiết giảm chi phí, nâng cao hiệu quả của công tác xử lý vùng cận đáy giếng trong các giếng có áp suất vừa thấp, nhiệt độ vừa cao, có độ ngập nước từ 10 - 30%.

Từ khóa: Xử lý vùng cận đáy giếng, xử lý acid, bọt - acid, gaslift, mỏ Bạch Hổ.

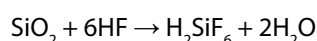
1. Giới thiệu

Vùng cận đáy của các giếng dầu khí bị nhiễm bẩn bởi các nguyên nhân xảy ra trong quá trình khoan, khai thác, sửa giếng và lắng đọng muối... Có rất nhiều phương pháp xử lý vùng cận đáy giếng đã và đang được áp dụng như: vỡ vữa thủy lực, trái nổ, acid... [1, 2]. Việc tính toán, lựa chọn phương pháp xử lý vùng cận đáy giếng hợp lý sẽ tiết kiệm chi phí, nâng cao khả năng thu hồi dầu cho các giếng khai thác.

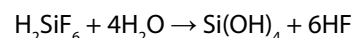
Công tác xử lý vùng cận đáy giếng (đặc biệt là xử lý bằng hệ acid sét) thời gian gần đây đạt kết quả không như mong đợi do điều kiện giếng đã thay đổi so với giai đoạn đầu khai thác [3].

Áp suất vừa thấp nên sau khi xử lý, thời gian đưa sản phẩm phản ứng lên bề mặt sẽ kéo dài, đối với hệ acid sét nếu sản phẩm phản ứng không được đưa lên bề mặt thì các kết tủa thứ cấp (Si(OH)_4 , Fe(OH)_3) sẽ được hình thành gây bít nhét, làm giảm độ thấm trong vùng cận đáy giếng.

Trong quá trình xử lý vữa cát kết bằng HF, phản ứng hòa tan vật liệu silicate xảy ra khi nồng độ HF còn đủ cao:



Khi nồng độ HF còn lại thấp, cân bằng phản ứng chuyển dịch theo chiều ngược lại tạo acid HF:



Si(OH)_4 kết tủa dưới dạng thể keo liên khối $\text{Si(OH)}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ gây bít nhét, làm giảm độ thấm của vữa sản phẩm.

Sắt là thành phần quan trọng trong một số khoáng vật vữa như: khoáng dolomite giàu sắt - ankerite ((CaFeMg). $(\text{CO}_3)_2$), siderite (FeCO_3), pyrite (FeS_2), sét clorit ((Mg, Al, Fe)₁₂ [(Si₃Al)₈O₂₀].(OH)₁₆). Hợp chất sắt chứa trong lắng cận hoặc sản phẩm ăn mòn có mặt trong ống khai thác, ống chống gồm: FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , FeO(OH) . Hợp chất sắt cũng có thể có sẵn trong thành phần hóa phẩm pha chế dung dịch acid. Khi ở trong dung dịch acid mạnh các hợp chất sắt bị chuyển về dạng muối II hoặc muối III của sắt.

Trong quá trình tương tác của hỗn hợp acid với vữa chứa, độ pH của dung dịch tăng lên. Khi pH tăng cao hơn 2, muối sắt (III) kết tủa dưới dạng gel hydroxide sắt (III) - Fe(OH)_3 gây bít nhét không gian rỗng. Muối sắt (II) cũng sẽ kết tủa dưới dạng trên khi pH vượt quá trung tính (> 7). Trong trường hợp dung dịch acid đưa thêm chất oxy hóa (như oxy) vào vữa thì các muối sắt (II) sẽ chuyển về sắt (III) làm tăng khả năng bít nhét.

Nhiệt độ cao là yếu tố chính, dẫn tới giảm chiều sâu xâm nhập của dung dịch acid vào vữa vùng cận đáy giếng.

Nhiệt độ thúc đẩy tốc độ phản ứng hóa học, tăng tốc độ khuếch tán dẫn tới thúc đẩy phản ứng giữa acid với đá vôi. Khi nhiệt độ vôi cao, đặc biệt ở nhiệt độ > 93°C, tốc độ phản ứng của dung dịch acid với đá vôi sẽ tăng cao. Vì phản ứng với tốc độ cao, nên trong quá trình được bơm ép vào vỉa, acid đã tiêu hao đi rất nhanh do tác dụng mạnh với đá vôi mà nó đi qua. Hậu quả của hiện tượng này là phần dung dịch đi tiếp vào sâu bên trong vỉa có nồng độ acid thấp, vỉa chứa nhiều sản phẩm phản ứng.

Theo kết quả tổng hợp [4], các giếng sau khi xử lý vùng cận đáy giếng ở Liên doanh Việt - Nga "Vietsovetropet" thường có độ ngập nước tăng cao như: 410/BK3, 40/MSP4, 10002/BK10...

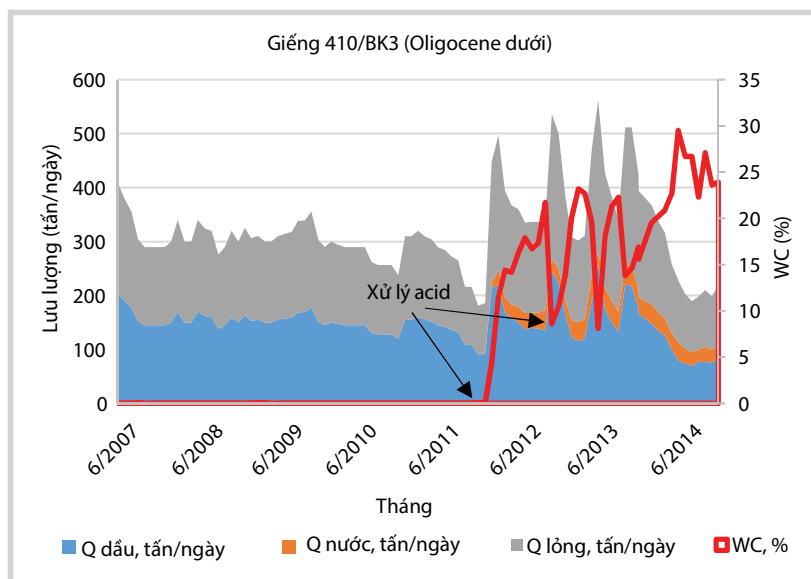
Nguyên nhân của hiện tượng này là do dưới tác dụng của nhiệt độ cao, acid đi vào vùng có độ thấm lớn và phản ứng hòa tan vật liệu bít nhét. Khu vực có độ thấm lớn thường có độ bão hòa dầu thấp, chủ yếu là chứa nước nên dưới tác dụng của acid, sẽ cho dòng sản phẩm toàn nước, dẫn đến độ ngập nước tăng cao sau khi xử lý acid, đặc biệt ở các giếng thuộc đối tượng cát kết (Miocene, Oligocene). Do vậy công nghệ xử lý acid bình thường chỉ có thể áp dụng cho các giếng có độ ngập nước dưới 10%, trong khi đó rất nhiều giếng có độ ngập nước từ 10 - 30%.

Những giếng có độ ngập nước cao muốn xử lý bằng acid thì phải áp dụng công nghệ xử lý acid có chọn lọc.

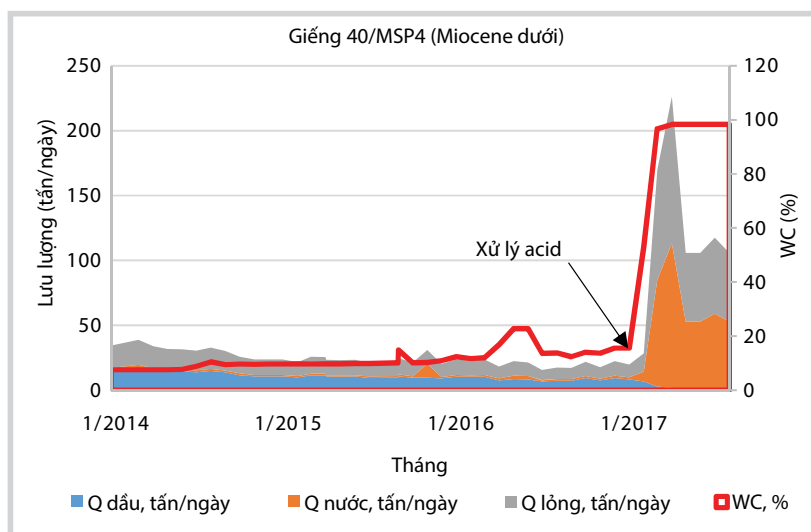
2. Kết quả nghiên cứu

Thông thường, bột - acid được tạo thành bằng cách nạp khí nitơ vào dung dịch acid muối (hoặc acid sét) và cho thêm các chất hoạt tính bề mặt. Chất hoạt tính bề mặt có tác dụng tạo nên những bột - acid ngậm khí rất nhỏ, tăng độ bền vững bề mặt của các bột - acid, dẫn tới làm giảm vận tốc hòa tan của acid với đất đá.

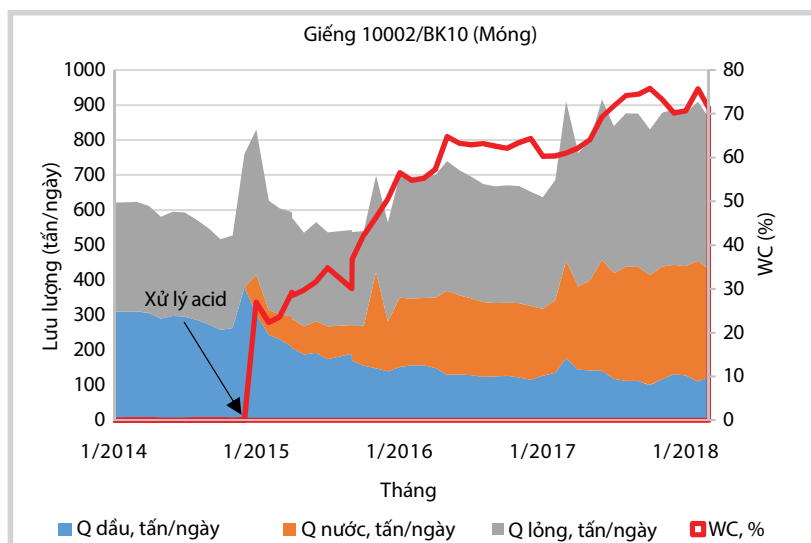
Dung dịch bột - acid thường được khuấy trộn nhằm đảm bảo chất lượng bột



Hình 1. Động thái khai thác của giếng 410 sau khi xử lý vùng cận đáy giếng



Hình 2. Động thái khai thác của giếng 40/MSP4 sau khi xử lý vùng cận đáy giếng



Hình 3. Động thái khai thác của giếng 10002 sau khi xử lý vùng cận đáy giếng

được duy trì ít nhất là 65% trong suốt quá trình xử lý, được xác định bằng công thức [6]:

Trong đó:

$$FQ = \frac{V_g}{V_g + V_l} \quad (1)$$

FQ: Chất lượng bọt;

V_g : Thể tích khí (m^3);

V_l : Thể tích chất lỏng (m^3).

Ưu điểm của dung dịch bọt - acid là rất nhẹ (tỷ trọng của bọt - acid khoảng 0,3 - 0,8), có khả năng bơm ép sâu vào trong vỉa và sau khi xử lý, gọi dòng sản phẩm giếng dễ dàng.

Các ưu điểm vượt trội của dung dịch bọt - acid:

- Dung dịch bọt - acid làm chậm tốc độ hòa tan giữa dung dịch với đất đá do giảm bề mặt tiếp xúc giữa acid và đất đá nhờ các bọt khí, dẫn đến tăng chiều sâu tác động của dung dịch acid trong vỉa.

- Khi cho thêm chất hoạt tính bề mặt vào acid ngâm khí, dung dịch bọt - acid tạo thành ổn định và đảm bảo ngăn ngừa được sự tích tụ các bọt khí (hoặc không khí) khi chúng chuyển động với acid dọc theo cột ống khai thác và ở trong vỉa, giảm sức căng bề mặt trên ranh giới ngăn cách dầu - dung dịch acid trung hòa.

- Tỷ trọng của dung dịch bọt - acid nhỏ (0,3 - 0,8), các tính chất cấu trúc cơ học và độ nhớt của nó lớn cho phép làm tăng đáng kể khả năng tác động của acid lên toàn bộ bề dày của vỉa sản phẩm được mở.

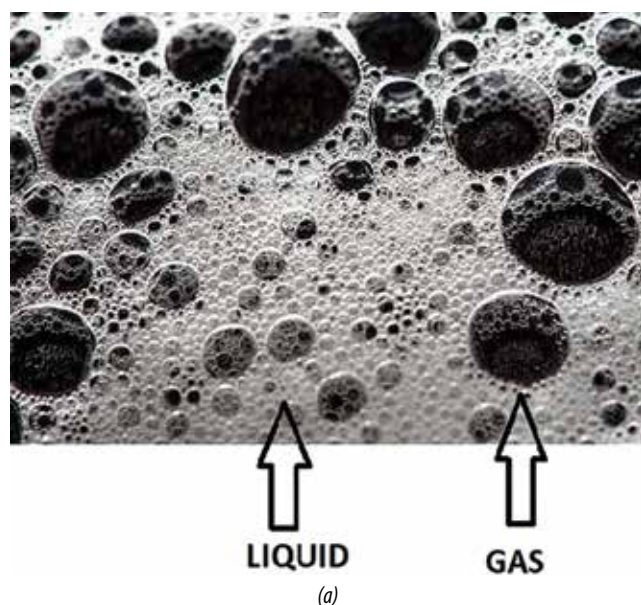
- Trong quá trình gọi dòng, áp suất ở trong vùng cận đáy giếng giảm và các bọt khí nở ra tạo nên dòng chảy dầu khí mạnh có tác dụng rửa sạch các sản phẩm phản ứng trong các lỗ rỗng, khe nứt của đất đá sau khi xử lý.

- Trong điều kiện nhiệt độ vỉa cao, các bọt - acid kéo dài thời gian hòa tan của dung dịch acid với đất đá.

Tuy nhiên, để thực hiện được công nghệ bơm bọt - acid cần rất nhiều phụ gia đặc biệt và thiết bị chuyên dụng: chất tạo bọt, chất hoạt tính bề mặt, khí nitơ, máy bơm khí nitơ áp suất cao, thiết bị tạo bọt..., dẫn đến giá thành xử lý bằng bọt - acid sẽ tăng lên, quy trình vận hành công nghệ xử lý khá phức tạp, đòi hỏi tính chính xác cao, nên công nghệ bọt - acid này không được áp dụng rộng rãi trong công tác xử lý acid, đặc biệt là cho các giếng khai thác ngoài khơi.

Do phương pháp xử lý bằng bọt - acid còn hạn chế về thiết bị vận hành và chi phí khi áp dụng ngoài khơi nên phương pháp chưa được sử dụng phổ biến ở Việt Nam. Dựa vào kinh nghiệm thực tế xử lý acid vùng cận đáy giếng cũng như trao đổi về vấn đề kỹ thuật với các chuyên gia trên công trình biển, nhóm tác giả đã chọn được giải pháp cải tiến dựa trên cơ sở công nghệ bọt - acid, giữ nguyên được các ưu điểm của hệ bọt - acid.

- Sử dụng khí gaslift cao áp hòa trộn và bơm đồng thời với hỗn hợp acid vào trong giếng để làm giảm tỷ trọng cũng như làm hạn chế sự tiếp xúc của acid với thành hệ dưới nhiệt độ cao (cho các giếng có áp suất bơm ở miệng nhỏ hơn áp suất khí gaslift) thông qua chạc 3 kết nối.



Hình 4. Mô phỏng bọt - acid (a); bọt - acid thực tế (b)

- Ngoài ra, tỷ trọng dung dịch bơm thấp sẽ giúp quá trình gọi dòng đưa sản phẩm phản ứng lên bề mặt được nhanh chóng góp phần làm giảm nguy cơ kết tủa thứ cấp.

Tuy nhiên, để thực hiện giải pháp thành công, cần xác định thể tích acid và thể tích khí gaslift cần sử dụng. Bên cạnh đó, việc kết nối đường ống thiết bị bơm khí gaslift vào trong ống khai thác cũng quyết định thành công của công tác xử lý.

2.1. Tính thể tích khí gaslift

Hiệu quả chất lượng của dung bột - acid xử lý phải được duy trì suốt trong quá trình bơm phải bằng 65%. Từ công thức (1) có:

$$FQ = \frac{V_g}{V_g + V_l} = \frac{V_{gaslift}}{V_{gaslift} + V_{acid}} = 0,65$$

$$V_{gaslift} = 0,65 (V_{gaslift} + V_{acid})$$

$$V_{gaslift} - 0,65 V_{gaslift} = 0,65 V_{acid}$$

$$V_{gaslift} = \frac{0,65}{1 - 0,65} V_{acid} = 1,857 V_{acid}$$

Với đặc trưng tẩm lỗ dùng điều chỉnh lưu lượng khí gaslift nhỏ nhất có tại các công trình biển của Vietsovpetro có dải đo từ 1.500 - 5.000m³/ngày (loại Flow orifice Range

A). Theo công thức trên, có thể tính toán được lưu lượng khí gaslift để bơm được và đảm bảo hiệu quả về mặt lý thuyết.

2.2. Kết nối thiết bị

Quy trình kết nối thiết bị gồm 2 phần chính:

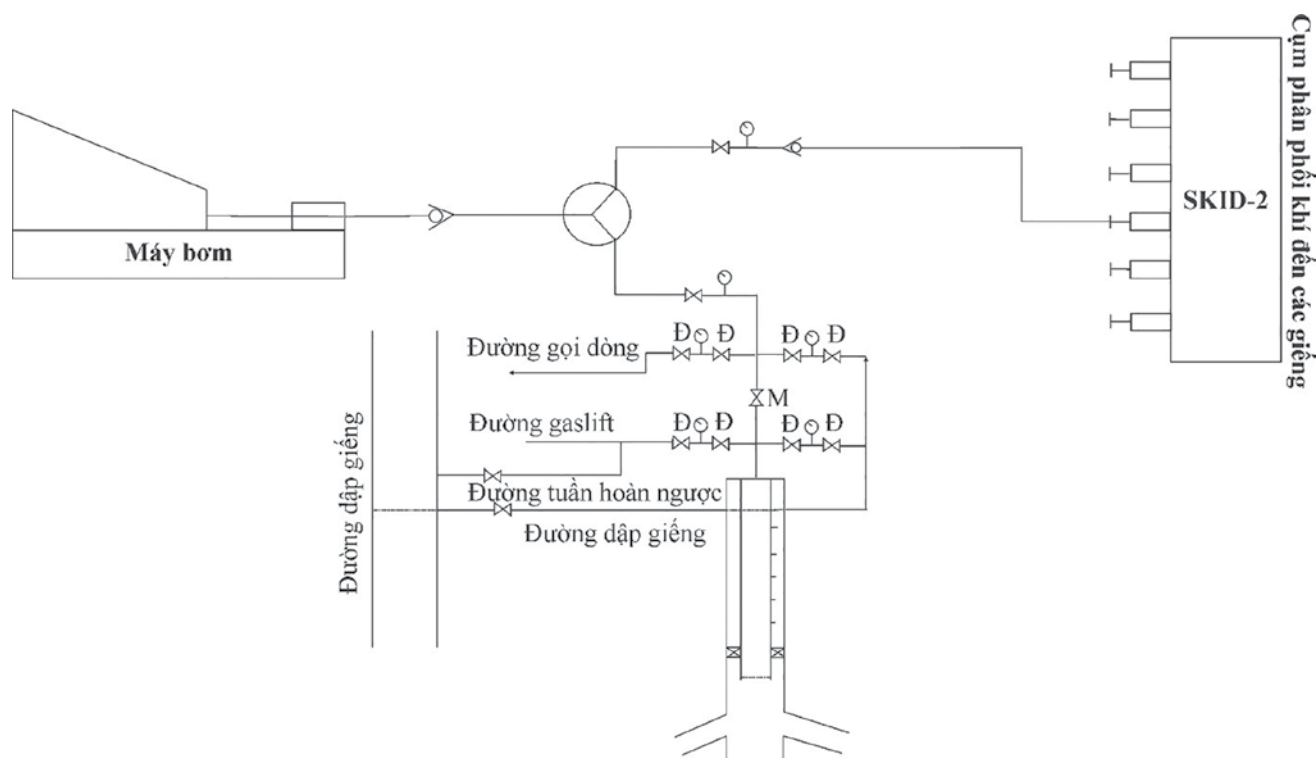
- Kết nối máy bơm đến đầu giếng: đơn giản như xử lý acid thông thường

- Kết nối đường ống khí gaslift có 3 cách:

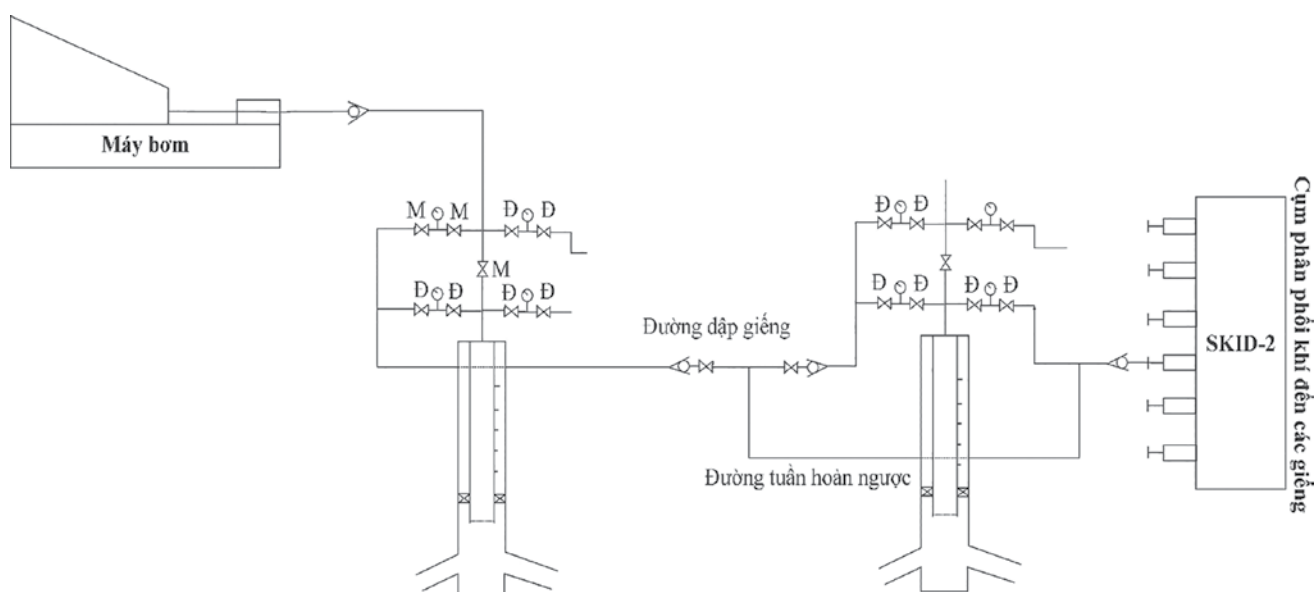
+ Cách 1 (sử dụng trên BK): Kết nối đường ống từ đầu chờ trên cụm SKID-2 của giếng không làm việc hoặc làm việc yếu (ít dầu) đến van chạc 3 để hòa trộn cùng với acid được bơm trực tiếp vào ống khai thác của giếng đang được xử lý (Hình 5).

+ Cách 2 (sử dụng trên các giàn MSP): Sử dụng bộ SKID-2 đi kèm của giếng không làm việc hoặc làm việc yếu (ít dầu) để đưa khí gaslift vào ống khai thác của giếng được xử lý acid thông qua đường đập giếng (Hình 6). Hoặc kết nối ống mềm lấy khí trực tiếp từ giếng không làm việc hoặc làm việc yếu (Hình 7).

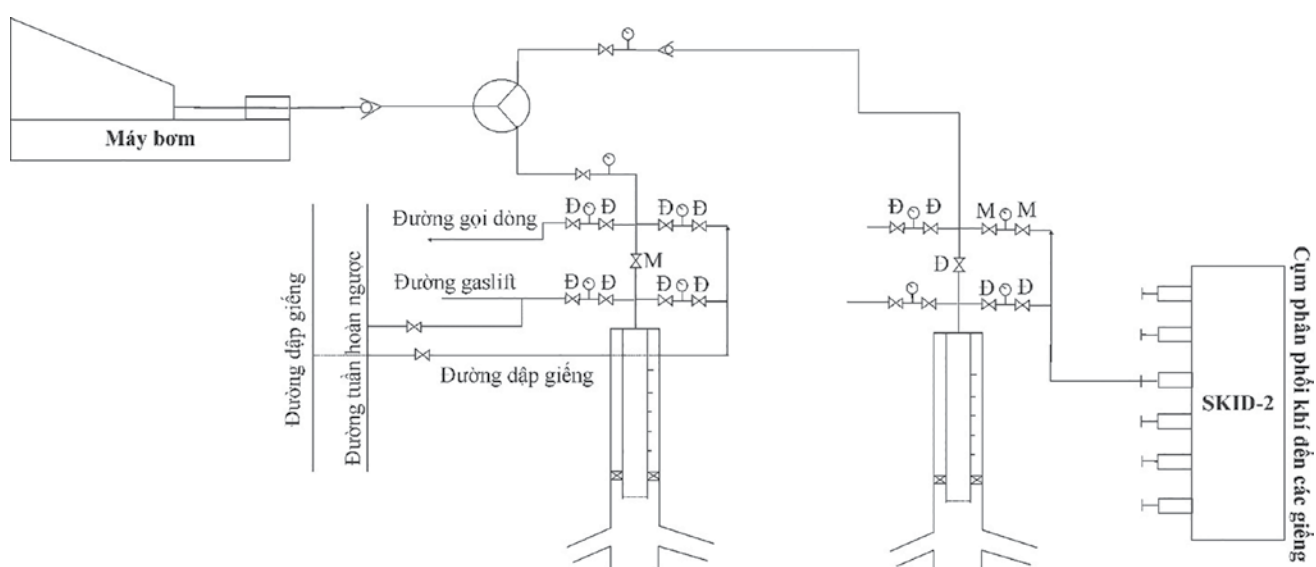
+ Cách 3 (đối với các giếng sử dụng hệ thống điều khiển khí gaslift độc lập): Lấy khí trực tiếp từ giếng xử lý qua đường đập giếng để đi trực tiếp vào ống khai thác không cần nối thêm ống mềm lấy khí (Hình 8).



Hình 5. Sơ đồ kết nối cách 1



Hình 6. Sơ đồ kết nối cách 2



Hình 7. Sơ đồ kết nối cách 2

Sơ đồ kết nối (Hình 5 - 8): Đ - trạng thái van đóng, M - trạng thái van mở.

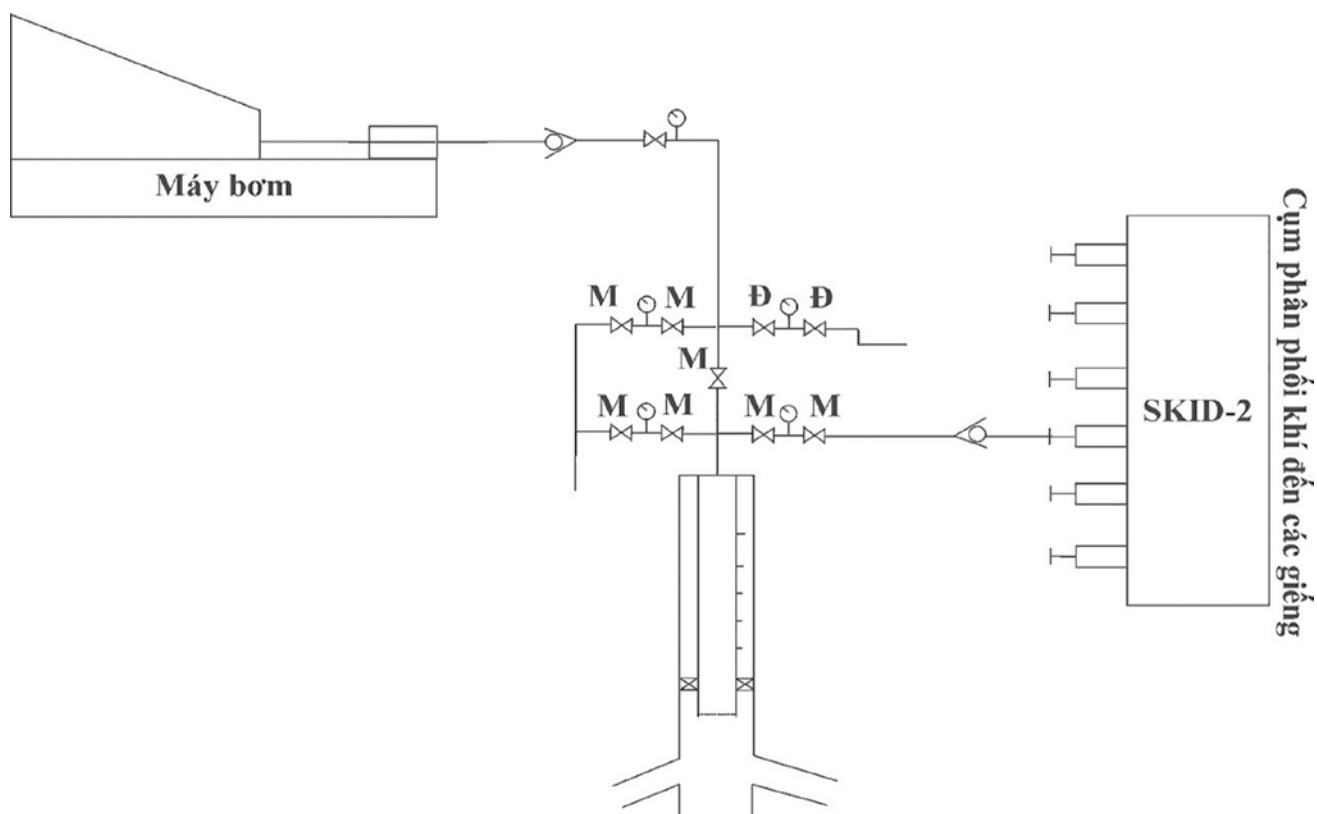
Giải pháp sử dụng acid bơm kết hợp với gaslift nếu được đưa vào áp dụng, sẽ giúp nâng cao hiệu quả của công tác xử lý vùng cận đáy giếng trong các giếng có áp suất vỉa thấp, nhiệt độ vỉa cao, có độ ngập nước từ 10 - 30%. Đặc biệt, giải pháp không cần bổ sung thiết bị, vật liệu nào khác, mà có thể tận dụng các thiết bị có sẵn, nên rất dễ áp dụng như công tác xử lý acid bằng công nghệ truyền thống.

Việc áp dụng giải pháp sẽ giúp tiết giảm chi phí cho công tác xử lý vùng cận đáy giếng. Trong đó, đáng kể nhất là chi phí tiết kiệm được do việc không dùng các vật liệu

như: chất tạo bọt, khí nitơ dùng để tạo bọt, thuê thiết bị và dịch vụ chuyên dụng để tạo bọt nitơ....

2.3. Áp dụng thử nghiệm

Từ giai đoạn đầu, lưu lượng khai thác của giếng 488/BK3 lớn. Với đặc điểm tầng sản phẩm là tầng móng, bị nhiễm bẩn bởi các tạp chất lắng đọng, gây cản trở rất lớn đến dòng dầu vào giếng. Quá trình tính toán, xử lý nhũ tương acid - dầu kết hợp trộn khí gaslift diễn ra thuận lợi và đạt được hiệu quả tốt, áp suất vỉa cao. Số liệu sau khi xử lý được đo và thu thập lại hàng ngày, sau 1 năm tính từ thời điểm bắt đầu xử lý (từ 18/2/2018 đến 18/2/2019).



Hình 8. Sơ đồ kết nối cách 3



Hình 9. Biểu đồ sản lượng khai thác giếng 488 trước và sau khi xử lý

3. Kết luận

Phương pháp xử lý cho vùng cận đáy giếng chủ yếu dựa trên 2 nguyên tắc: Lấy đi phần nhiễm bẩn của thành hệ, làm tăng độ thấm trong vùng lân cận của giếng; phục hồi và mở rộng khe nứt truyền dẫn dòng dầu - khí từ vỉa vào giếng, gia tăng bán kính hiệu dụng.

Tùy theo nguyên nhân nhiễm bẩn và điều kiện địa chất để lựa chọn phương pháp xử lý vùng cận đáy giếng khác nhau. Đối với tầng móng mỏ Bạch Hổ, nhiệt độ vỉa cao (110 - 150°C), áp suất vỉa thấp thì phương pháp được sử dụng có hiệu quả nhất là xử lý bằng bột - acid bằng cách hòa trộn khí gaslift. Với công nghệ xử lý hỗn hợp hóa

chất, các thiết bị phụ trợ, công tác bảo vệ con người, môi trường không quá phức tạp và phân tích về kinh tế đã chứng minh tính khả thi và hiệu quả của phương pháp này.

Tài liệu tham khảo

1. Lê Phước Hào. *Cơ sở khoan và khai thác dầu khí*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh. 2002.
2. Từ Thành Nghĩa, Nguyễn Thúc Kháng, Lê Việt Hải, Dương Danh Lam, Nguyễn Quốc Dũng, Nguyễn Văn Trung, Phan Đức Tuấn. *Công nghệ xử lý vùng cận đáy giếng các mỏ dầu khí ở thềm lục địa Việt Nam*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh. 2016.
3. Vietsovpetro. *Những vấn đề cơ bản của quá trình khai thác dầu bằng gaslift đối với các mỏ dầu khí của Vietsovpetro*. 2007.
4. Nguyễn Tuấn Minh, Nguyễn Văn Trung, Nguyễn Duy Hoạt, Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Như Ý. *Sử dụng hỗn hợp acide hòa trộn với khí gaslift (khí gaslift-acide) nhằm nâng cao hiệu quả trong công tác xử lý vùng cận đáy giếng cho các giếng có nhiệt độ vừa cao, áp suất vừa thấp và độ ngập nước cao ở Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro"*. Giải pháp sáng kiến cải tiến kỹ thuật hợp lý hóa sản xuất tại Vietsovpetro. 5/12/2018; số đăng ký 1527.
5. И.П.Чоловского. *Спутник нефтегазового промыслового геолога*. Справочник. Нефть, Москва. 1989.
6. Alexander Letichevskiy, Alexey Nikitin, Alexey Parfenov, Vitaliy Makarenko, Ilya Lavrov, Gleb Rukan, Dmitry Ovsyannikov, Ruslan Nuriakhmetov, Alexander Gromovenko. *Foam acid treatment - The key to stimulation of carbonate reservoirs in depleted oil fields of the Samara region*. SPE Russian Petroleum Technology Conference. 2017.

STUDY TO USE GAS LIFT TO CREATE FOAM-ACID SYSTEM TO HANDLE NEAR-BOTTOM ZONE IN BACH HO FIELD

Le Duc Vinh¹, Nguyen Tuan Minh², Nguyen Van Trung²

¹Hanoi University of Mining and Geology

²Vietsovpetro

Email: leducvinh@humg.edu.vn

Summary

The calculation and selection of appropriate treatment methods for the near-bottom zone will save costs and improve oil recovery capacity for the production wells. Wells with high temperatures and high levels of flooding when treated with acid may face increased flooding or even submerged conditions, therefore selective acid treatment technology must be applied. For Bach Ho basement with high reservoir temperature (110 - 150°C) and low reservoir pressure, the most effective method is foam-acid treatment by mixing gas lift.

The article presents the results of research on using high-pressure gas lift available on rigs, mixing and pumping simultaneously with the acid mixture into the well to treat the near-bottom zone. The results show that this solution is easy to apply, helps to reduce costs, and improves the efficiency of the treatment of the near-bottom zone of wells with low reservoir pressure, high reservoir temperature, and flooding level from 10 - 30%.

Key words: Treatment of the near-bottom zone, acid treatment, foam-acid, gas lift, Bach Ho field.