



Duy trì tình trạng kỹ thuật tốt cho quỹ giếng làm việc

KS. Vũ Quốc Tuyền, KS. Phạm Bá Hiến, KS. Lê Nhật Tuấn
 Liên doanh Việt - Nga "Vietsovetro"

Tóm tắt

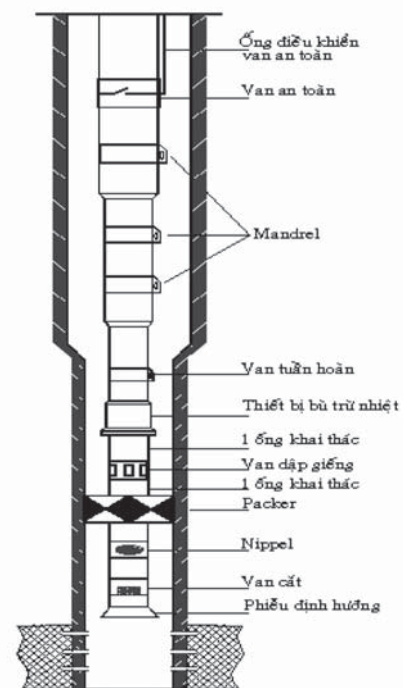
Trải qua 30 năm xây dựng và phát triển, Liên doanh Việt - Nga (Vietsovetro) đã trở thành đơn vị chủ lực của Ngành Dầu khí Việt Nam. Với quỹ giếng khổng lồ gần 400 giếng phân bố trên các mỏ đang khai thác, các cấu tạo triển vọng mới tìm thấy thuộc các lô thềm lục địa phía Nam Việt Nam có độ sâu mực nước biển từ 50 - 150m, Vietsovetro đã khai thác an toàn gần 200 triệu tấn dầu, thu gom và đưa về bờ hàng tỷ m³ khí. Có được thành tựu trên là do Vietsovetro đã áp dụng nhiều phương pháp gia tăng sản lượng, trong đó có giải pháp "Duy trì tình trạng kỹ thuật tốt cho quỹ giếng làm việc". Giải pháp này được thể hiện như sau:

- + **Thiết kế tối ưu thiết bị lòng giếng.**
- + **Ngăn ngừa những ảnh hưởng tiêu cực của các phương pháp gia tăng sản lượng lên tình trạng kỹ thuật giếng.**
- + **Sử dụng thiết bị miệng giếng phù hợp với điều kiện cụ thể của mỏ.**

1. Thiết kế tối ưu thiết bị lòng giếng

Những năm đầu của thời kỳ khai thác mỏ Bạch Hổ, ống khai thác được thiết kế đơn giản gồm cột ống ép hơi có đường kính khác nhau được kết nối theo mặt cắt hình thang đường kính ống tăng dần từ dưới lên. Kiểu ống nâng này chỉ phù hợp với điều kiện khai thác khi áp suất vỉa lớn - chế độ khai thác tự phun.

Nhằm đảm bảo an toàn và nâng cao hiệu suất làm việc của giếng khai thác dầu cũng như giếng bơm ép duy trì áp suất vỉa, Phòng Khai thác - Viện Nghiên cứu Khoa học và Thiết kế Dầu khí biển (NIPI) đã đưa ra thiết kế tổ hợp thiết bị lòng giếng trên cơ sở tính toán các đặc tính địa chất kỹ thuật của đối tượng khai thác, lưu lượng, áp suất nhiệt độ và cấu trúc ống chống khai thác của giếng (Hình 1) [1]. Việc sử dụng thiết bị lòng giếng loại trừ được khả năng rò rỉ khí nén qua đế ống khai thác gây nguy hiểm đối với giếng gaslift lưu lượng thấp, làm cho ống khai thác bị biến dạng. Khi đóng van an toàn nông có thể tiến hành sửa chữa khu vực đầu giếng. Khi đóng van an toàn sâu có thể tiến hành sửa chữa, thay thế các



Hình 1. Cấu trúc bộ thiết bị lòng giếng đang được sử dụng ở Vietsovetro

phần tử thiết bị lòng giếng như đóng mở van tuần hoàn, thay van gaslift... Sử dụng thiết bị lòng giếng ở các giếng có nhiệt độ cao cho phép điều hòa sức căng của cột ống khai thác, nhờ có ống điều hòa giãn nở nhiệt. Nhờ có nipel (các nút chặn) khi thả các nút vào đó ta có thể thử được độ kín của toàn bộ ống khai thác. Với tổ hợp thiết bị lòng giếng này đảm bảo tốt điều kiện để tiến hành các công việc nghiên cứu, khảo sát giếng và để gọi dòng cho giếng mới khoan xong hoặc chuyển giếng từ khai thác tự phun sang khai thác bằng gaslift hoặc khi có hệ thống gaslift có thể dùng nó thay rửa vùng cận đáy cho các giếng bơm ép với mục đích làm sạch vùng đáy trước khi đưa vào bơm ép. Việc sử dụng tổ hợp thiết bị lòng giếng ở các giếng bơm ép giúp cho ống chống khai thác bền vững trước áp lực thủy tĩnh và áp lực thủy động học. Nhờ có packer nên khoảng vành xuyên giữa ống chống khai thác và cột ống nâng được lấp đầy chất lỏng trở.

2. Ngăn ngừa những ảnh hưởng tiêu cực của các phương pháp gia tăng sản lượng lên tình trạng kỹ thuật giếng

Để tăng dòng dầu ở các giếng khai thác, Vietsovpetro đã áp dụng nhiều giải pháp trong đó hiệu quả nhất và chủ đạo nhất là giải pháp tác động vùng đáy giếng (xử lý vỉa) với phương pháp xử lý vỉa bằng acid và vỡ vỉa bằng thủy lực [4].

2.1. Xử lý vỉa bằng acid

Xử lý vỉa bằng acid là bơm ép một khối lượng hỗn hợp acid vào vỉa sản phẩm, dưới tác động của hỗn hợp acid hòa tan các tạp chất bám dính cho phép, các kênh, khe nứt, hang hốc của vỉa được mở rộng. Nhờ vậy, độ thấm của vỉa được tăng lên rõ rệt, tạo điều kiện tốt cho dòng sản phẩm từ vỉa đi vào đáy giếng [4]. Nhưng phương pháp này có ảnh hưởng không tốt đến tình trạng kỹ thuật giếng do acid tác động với thiết bị. Nhờ có cấu trúc này trước khi bơm ép acid vào giếng, thiết bị lòng giếng được ép thử độ kín nên đã kiểm soát được độ kín của toàn bộ ống nâng, ngăn ngừa được sự thất thoát acid từ ống khai thác khi bơm ép với áp suất cao.

Ngoài ra một khuyến nghị được đưa ra: Trong điều kiện cho phép, phương án tốt nhất để đảm bảo thiết bị lòng giếng làm việc lâu bền Phòng Khai thác dầu khí, Viện NIPI khuyến nghị nên sử dụng thiết bị ống mềm (coiltubing) để xử lý acid vùng cận đáy giếng. Công nghệ này cho phép bảo vệ được các phần tử của thiết bị lòng

giếng (ống khai thác, van sâu, nipel...) tránh được sự huỷ hoại bởi acid. Ngoài ra hệ thống ống mềm có thể tác động một cách có lựa chọn vào vùng cần tác động với độ chính xác cao, dễ dàng tạo ra bồn acid, đặc biệt rất hiệu quả đối với khoảng vỉa được mở lớn, nhanh chóng đưa giếng vào khai thác.

2.2. Vỡ vỉa bằng thủy lực

Vỉa sản phẩm được phá vỡ bằng thủy lực dưới áp suất cao, dẫn đến các kênh, khe nứt, hang hốc của vỉa được tạo ra và mở rộng [4]. Nhờ vậy, độ thấm thấu của vỉa sản phẩm được phục hồi và tăng lên tạo điều kiện cho dầu vào giếng nhiều lên. Trong giai đoạn từ năm 1994 - 2011, ở mỏ Bạch Hổ đã tiến hành xử lý vùng đáy giếng bằng nứt vỉa thủy lực và xử lý vỉa bằng acid dưới áp suất cao với số lượng là 133 lần/97 giếng. Trong đó 68 lần/53 giếng được tiến hành bởi hãng Schlumberger còn lại do hãng Halliburton thực hiện. Hệ số thành công ở các giếng tầng Oligocen là 64% còn đối với các giếng tầng móng hệ số thành công là 67% [1]. Trong các năm đầu thường xảy ra các sự cố sau:

- Kẹt packer (đã xảy ra ở 4 giếng).
- Dòng tuần hoàn chất lỏng nứt vỉa xuất hiện và di chuyển từ vùng dưới lên vùng trên khi tiến hành nứt vỉa thủy lực (trong 6 giếng).
- Ống chống khai thác bị biến dạng ở một số giếng.

Ngoài ra, đại đa số giếng được tiến hành nứt vỉa thủy lực kết hợp với xử lý vỉa bằng acid dưới áp suất cao từ trước năm 1997 đều có sự gia tăng áp suất ngoài ống chống và dòng chảy xuất hiện ở vành xuyên xi măng ngoài ống chống. Nguyên nhân của các hiện tượng trên là khi nứt vỉa, ống chống khai thác và vành xuyên xi măng ngoài ống chống phải chịu một lực nén lớn dẫn đến biến dạng thậm chí bị vỡ.

Để tránh những sự cố như đã phân tích ở trên cần phải giảm lực làm biến dạng ống chống khi nứt vỉa thủy lực có thể sử dụng các giải pháp sau:

- Xác định sức bền thủy lực của khoảng không vành xuyên với độ lớn là bao nhiêu. Vấn đề này thực tế giải quyết rất khó. Nhưng có thể tăng cường khả năng của ống chống khai thác chống lại áp lực tác động lên nó và vành xuyên xi măng bằng tăng cường lực đối áp ở khoảng không vành xuyên đến độ lớn cho phép bằng cách đổ đầy chất lỏng vào khoảng không vành xuyên.

- Xác định khoảng đặt packer kể từ đế ống chống khai thác trở nên hay từ vị trí phía trên của khoảng mở vỉa bằng bản mìn.

Phòng Khai thác Viện NIPI đã đề xuất: Tính toán mối liên hệ sự phụ thuộc giữa tổ hợp các chỉ số địa vật lý khoảng không vành xuyên xi măng với chênh áp làm vỡ vành xuyên xi măng dẫn đến dòng chất lỏng từ vỉa nước (có thể ở phía trên hoặc ở phía dưới vỉa sản phẩm đang xử lý) đi vào khoảng vỉa được mở bằng bản mìn. Đây là kết quả của các công trình nghiên cứu, xử lý và minh giải tài liệu địa vật lý, thủy động lực của hơn 500 giếng ở 32 mỏ của Liên bang Nga. Mối liên hệ sự phụ thuộc này viết dưới dạng phương trình sau:

$$[P] = Ko \cdot (168/D)^{0,4} \cdot [(1,4 + 1,18 \cdot X_1 + 1,09 \cdot X_2 + 0,71 \cdot X_3 + 0,014 \cdot X_4 - 0,012 \cdot X_5 - 0,5 \cdot X_6)] \quad (1)$$

Trong đó:

Ko: Khi $(X_1 + X_2 + X_3) = 3 - 5m$ biến động trong khoảng 0,6 - 0,93;

Khi $(X_1 + X_2 + X_3) = 5 - 10m$ biến động trong khoảng 0,93 - 1,0;

Khi $(X_1 + X_2 + X_3)$ lớn hơn 10m biến động trong khoảng 1,0 - 1,1;

X_1 : Khoảng thân giếng có chất lượng xi măng tốt theo tài liệu carota siêu âm (m);

X_2 : Khoảng thân giếng có chất lượng xi măng kém (m);

X_3 : Khoảng thân giếng có xi măng xen kẽ khoảng không có xi măng (m);

X_4 : Tổng chiều dài các khoảng vỉa không thăm kể cả khoảng đã thả chống ống trước (m);

X_5 : Góc nghiêng của thân giếng (độ);

X_6 : Độ lệch tâm của ống chống thay đổi từ 0 - 1;

D: Đường kính ống chống có trám xi măng (mm);

[P]: Gradient nứt vỉa thủy lực khi đi qua khoảng ống chống có trám xi măng, MPa/m.

Áp suất (P) tác động lên khoảng thân giếng có trám xi măng dưới đế ống chống có thể tính toán theo công thức sau:

$$P = P_m + 10^{-5} \cdot H \cdot (\rho_L - \rho_{LX}) - P_T \quad (2)$$

Trong đó:

P_m : Áp suất miệng giếng trong khi vỡ thủy lực, Mpa;

H: Độ sâu đế ống chống có trám xi măng;

ρ_L : Tỷ trọng chất lỏng nứt vỉa thủy lực;

ρ_{LX} : Tỷ trọng chất lỏng có hòa tan xi măng, bằng 1.030kg/m³;

P_T : Tổn hao áp lực trong NKT khi nứt vỉa thủy lực (Mpa).

Khoảng cách cần thiết đặt packer kể từ đế ống chống khai thác hay từ khoảng bản hay từ giữa các khoảng bản được tính theo công thức sau:

$$L_p = 1,05 \cdot P / [P] \quad (3)$$

Theo kết quả nứt vỉa thủy lực, áp suất dư tác động lên ống chống cách packer một khoảng được tính theo công thức:

$$\Delta P = [P] \cdot L_T - 10^{-5} \cdot H_{TP} \cdot \rho_{vx} \quad (4)$$

Trong đó:

L_T : Khoảng cách thực từ đế ống chống đến vị trí đặt packer;

H_{TP} : Chiều sâu thực của packer (m);

ρ_{vx} : Tỷ trọng chất lỏng có trong khoảng không vành xuyên (kg/m³).

Trên cơ sở tài liệu vỡ vỉa thủy lực đã được tiến hành ở Vietsovpetro và bằng các công thức (1; 2; 3; 4) xác định được chiều sâu đặt packer và áp lực dư tác động làm biến dạng ống chống ở vùng thực tế đặt packer. Nhờ vậy ta có thể điều chỉnh các thông số của quá trình nứt vỉa thủy lực với hướng có lợi cho độ bền giếng hoặc để giảm áp lực dư tác động làm biến dạng ống chống bằng cách tăng cường lực ở khoảng không vành xuyên trên packer giữa ống khai thác và ống chống khai thác bằng cách đổ đầy chất lỏng vào khoảng không vành xuyên đó. Bằng một trong hai cách này sẽ tránh được hư hỏng ống chống khai thác và thiết bị lòng giếng, bảo đảm độ bền vững của vành xuyên xi măng góp phần làm tuổi thọ của giếng được kéo dài.

3. Sử dụng thiết bị đầu giếng phù hợp với điều kiện cụ thể của mỏ

Việc lựa chọn và sử dụng thiết bị khai thác đầu giếng phải đáp ứng được điều kiện khí hậu biển nhiệt đới khắc nghiệt như nhiệt độ môi trường cao 20 - 40°C, độ ẩm lớn (100%). Trong những năm qua đã sử dụng 8 loại thiết bị khai thác đầu giếng có xuất xứ từ các nước SNG, Nhật, Mỹ, Mexico [1, 5].



Hình 2. Khảo sát cây thông, đầu giếng kiểu OKK và AFK đã sử dụng gần 30 năm

gần 30 năm. Tuy nhiên, tình trạng thân và các van trên cây thông bị ăn mòn nhiều, một số van không còn giữ kín được khi bơm ép thử [3].

Để bảo đảm an toàn sản xuất, loại trừ nguy hiểm tiềm ẩn trong thiết bị phun đầu giếng, dưới sự chỉ đạo của Tổng giám đốc và trực tiếp là Chánh kỹ sư việc thay thế thiết bị miệng giếng kiểu OKK và AFK bằng thiết bị hiện đại hơn (JKS) không chỉ được tiến hành theo một lộ trình khoa học và thực hiện nghiêm ngặt các quy định đề ra mà còn đáp ứng yêu cầu sản xuất.

Trong khi kiểm tra xác nhận tình trạng kỹ thuật đầu giếng đã tiến hành thực hiện các bước sau:

- *Quan sát bằng mắt thường:* Kiểm tra tài liệu gốc đã được cập nhật về tình trạng của đầu giếng và thiết bị phun miệng giếng (lịch sử sử dụng có được ở giàn và Phòng Kỹ thuật sản xuất - Xí nghiệp Khai thác); kiểm tra ngoài hiện trường:



Hình 3. Đầu giếng OKK và AFK được thay bằng JKS có độ tin cậy cao hơn

Hiện nay, mỏ Bạch Hổ có 20 giếng đang sử dụng có thiết bị phun miệng giếng và đầu ống chống có xuất xứ từ các nước SNG (kiểu OKK và AFK) không đáp ứng được các yêu cầu dưới đây: sau một thời gian làm việc bộ thiết bị này không làm kín miệng giếng trong quá trình khai thác, ép vỉa, khảo sát giếng; không treo được packer miệng giếng nên các giếng đó không thể trang bị thiết bị lồng giếng (BCO) do đó không có các lỗ thoát để kết nối các đường dầu thủy lực điều khiển van ngắt sâu và đường hóa phẩm bơm vào giếng khi cần; không thể thay đường kính côn khai thác nhằm đưa giếng về chế độ khai thác tối ưu; không có khả năng đóng giếng và đập giếng kịp thời trong trường hợp khẩn cấp. Theo khuyến cáo của nhà sản xuất thì chỉ khai thác trong 20 năm, nhưng thực tế đã

tình trạng của các vô lăng đóng mở van; tình trạng của các vòng bít kín, khả năng làm việc và độ kín của các van bằng cách mở ra và đóng vào; tình trạng các khe hở cho các sprisop thuộc các ổ van và cả những khe hở công nghệ; tình trạng ren của các bulông, ốc (mức độ ăn mòn, sét rỉ...); tình trạng của van 3 dẫn động; sự phù hợp của thời hạn kiểm tra các áp kế đã đặt. Trong Hình 2, đội khảo sát đang làm việc với thiết bị miệng giếng khai thác đã sử dụng gần 30 năm.

Dựa vào kết quả khám xét đầu ống chống và thiết bị phun (cây thông) bằng mắt thường đã lập bản danh mục các khuyết tật với mục đích sửa chữa và thay thế các chi tiết bị hỏng không đáp ứng yêu cầu kỹ thuật.

- *Quy trình kiểm tra bằng thiết bị siêu âm*: Theo sơ đồ đã định, những vị trí nhạy cảm và các chi tiết cần phải làm sạch rỉ sét. Bằng máy siêu âm dò khuyết tật tiến hành kiểm tra các điểm và các điểm dò không dưới 20 điểm. Những điểm đó được phân bố ở những vị trí có tiềm ẩn nguy hiểm lớn nhất (vị trí nối, bị tác động bởi sét rỉ và bị mòn do va đập cơ học). Tất cả các mặt bích được kiểm tra với mục đích không để sai sót là bỏ quên các nút nê. Trên cơ sở báo cáo của người đứng máy và phân tích kết quả dò khuyết tật, những kết luận và khuyến nghị đã được đưa ra.

Thực tế, việc thay thế các chi tiết đúng theo “Quy định”: những chi tiết của đầu giếng, cây thông có mức mòn thực tế về độ dày cũng như độ mòn, độ rộng khe nứt được phát hiện ra do siêu âm lớn hơn 25% độ dày, độ rộng cho phép thì nhất định phải được thay thế. Trường hợp nhỏ hơn 25% thì chỉ cần tiến hành tính toán kiểm tra độ bền thật kỹ.

Đối với phần ống xi lanh, độ bền cấu tạo của chi tiết được tính toán trên phần ống xi lanh theo công thức dưới đây [2]:

$$P_{\text{thử}} = (200 * S_n * R) / D_n \leq [P_{\text{thử}}]$$

[P_{thử}]: Áp suất cho phép khi thử nghiệm, MPA;

S_n: Độ dày danh định của thành chi tiết, mm;

R: Sức căng cho phép, MPA;

D_n: Đường kính ngoài, mm.

Sau khi tính toán kiểm nghiệm thiết bị còn khả năng làm việc được đã lập biên bản “Gia hạn sử dụng” trong đó cũng đưa ra các tính toán độ bền của thiết bị.

- *Hồ sơ của quá trình khảo sát thiết bị đầu ống chống và thiết bị phun miệng giếng (cây thông) đã lập được các loại như sau*: Biên bản kiểm nghiệm thiết bị đầu ống chống và thiết bị phun miệng giếng; bản thiết kế dò khuyết tật; kết luận về kết quả dò khuyết tật; sơ đồ thiết bị miệng giếng; sơ đồ vị trí dò khuyết tật trên các chi tiết thiết bị phun và đầu giếng; băng điện tử ghi quá trình khảo sát thiết bị phun và đầu giếng; biên bản thử độ kín thiết bị phun từ van trung tâm trở lên; biên bản gia hạn sử dụng thiết bị phun và đầu giếng.

Nhờ có quy trình trên, Vietsovpetro đã thực hiện tốt việc chuyển hệ đầu giếng từ OKK AFK sang JKS (Hình 3). Mặc dù phải khắc phục sự bất hợp lý bằng cách chế tạo ra adapter phần chuyển tiếp giữa đầu ống chống với thiết bị phun miệng giếng khác chủng loại (cây thông JKS) ngoài ra còn phải đáp ứng nhiều yêu cầu kỹ thuật nghiêm ngặt khác nữa.

Kết luận

Giếng khai thác dầu hay giếng bơm ép nước duy trì áp suất vỉa là một hệ thống các thiết bị có liên quan chặt chẽ với nhau, bổ sung hỗ trợ lẫn nhau. Việc đánh giá tình trạng kỹ thuật các thiết bị giếng, các thông số làm việc, áp suất miệng giếng đòi hỏi sự phân tích chi tiết không chỉ đảm bảo hoàn thành kế hoạch sản xuất mà còn đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật an toàn cho con người và thiết bị, bảo vệ môi trường. Nhờ vậy, những giếng có áp suất cao lưu lượng lớn (hàng nghìn tấn/ngày đêm) đều được vận hành an toàn. Trong suốt 30 năm qua, số liệu giếng thay đổi theo năm, tình trạng giếng được cập nhật, phân tích và các biện pháp để nâng cao hiệu quả của giếng được đưa ra kịp thời cho từng trường hợp cụ thể. Các mỏ của Vietsovpetro đã tiến hành hơn 500 lần sửa chữa giếng. Hệ số khai thác và hệ số sử dụng của các giếng khai thác dầu đạt 0,97 và 0,92. Đối với giếng bơm ép nước duy trì áp suất vỉa có các chỉ số tương ứng là 0,92 và 0,95. Đây là những chỉ số cao. Số lượng giếng thuộc quỹ giếng quan trắc, dự phòng, sửa chữa và hủy không lớn. Tính thời điểm hiện tại, các mỏ Vietsovpetro có khoảng 22 giếng quan trắc và 18 giếng dự phòng. Điều đó chứng minh rằng, việc duy trì quỹ giếng làm việc ở các mỏ Vietsovpetro là rất tốt, góp phần quyết định vào việc hoàn thành kế hoạch khai thác.

Tài liệu tham khảo

1. Phòng Khai thác Dầu khí, Viện Nghiên cứu Khoa học và Thiết kế Dầu khí biển, Vietsovpetro. *Báo cáo nghiên cứu khoa học năm 1994; 1995; 1996; 1998; 2001; 2002; 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010.*
2. D. V. Thủy lực. Moscow. 1984.
3. Nguyễn Trường Sơn. *Hiện tượng áp suất gia tăng trong vành xuyên và biện pháp phòng ngừa*. Tuyển tập các công trình khoa học, tập 34. Hà Nội. 6/2001.
4. Phung Dinh Thuc, Duong Danh Lam. *Improvement of wellbore zone treatment technology for the basement of Bach Ho field*. Conference on “The oil and gas industry on the eve of 21st century”.
5. *Tài liệu hướng dẫn RD No-52-97VSP.*
6. Viện Dầu khí Việt Nam, *Báo cáo “Công nghệ tăng cường hệ số thu hồi dầu từ thân dầu trầm tích lục nguyên bằng các tổ hợp các phương pháp hóa lý vi sinh”*. 10/2010.