

GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU QUẢ CÔNG TÁC BƠM TRÁM XI MĂNG CÁC GIẾNG KHOAN KHU VỰC PHÍA ĐÔNG VÀ ĐÔNG BẮC BỂ NAM CÔN SƠN

**Lê Vũ Quân¹, Phạm Trường Giang¹
Nguyễn Thế Vinh², Nguyễn Văn Khương³**
¹Viện Dầu khí Việt Nam
²Đại học Mở - Địa chất Hà Nội
³Tập đoàn Dầu khí Việt Nam
Email: quanlv@vpi.pvn.vn

Tóm tắt

Đặc điểm địa chất phức tạp cùng với điều kiện nhiệt độ và áp suất cao là nguyên nhân chính gây khó khăn, phức tạp trong công tác chống ống và bơm trám xi măng giếng khoan tại các lô thuộc khu vực phía Đông và Đông Bắc bể Nam Côn Sơn. Bài báo giới thiệu các kết quả nghiên cứu và đề xuất các giải pháp về cấu trúc ống chống, đơn pha chế vữa xi măng cho từng khoảng khoan... nhằm nâng cao hiệu quả công tác chống ống và bơm trám xi măng tại các giếng khoan trong khu vực.

Từ khóa: Bơm trám xi măng, hiệu quả bơm trám, nhiệt độ cao, áp suất cao, bể Nam Côn Sơn.

1. Mở đầu

Bể Nam Côn Sơn có đặc điểm địa chất rất phức tạp, đặc biệt là các lô thuộc khu vực phía Đông và Đông Bắc như Lô 04-1, 04-2, 04-3, 05-1, 05-2, 05-3... Đối tượng địa chất phức tạp nhất là hệ tầng Nam Côn Sơn và Thông - Măng Cầu, trong đó phức tạp địa chất điển hình là dị thường áp suất cao từ Miocene trên tới bất chỉnh hợp Miocene giữa và trầm tích cát kết có độ thấm cao thuộc Miocene dưới; dị thường áp suất thuộc Miocene giữa nằm xen kẹp giữa 2 đới áp suất cao gây nhiều khó khăn cho công tác khoan cũng như chống ống, gia cố bơm trám xi măng giếng khoan (Hình 1).

Việc đánh giá chất lượng vành đá xi măng được tổng hợp từ kết quả minh giải các tài liệu địa vật lý giếng khoan (CBL, VDL) của các giếng trong khu vực nghiên cứu. Biểu đồ tổng hợp chất lượng vành đá xi măng (Hình 2) cho thấy tại nhiệt độ dưới 120°C, chất lượng gắn kết của vành đá xi măng cao hơn nhiều so với nhiệt độ trên 120°C [2]. Tỷ lệ gắn kết xi măng tốt tại khoảng nhiệt độ từ 100 - 120°C đạt 36%, trong khi đó tỷ lệ gắn kết xi măng tốt cho các khoảng nhiệt độ 120 - 150°C và trên 150°C chỉ lần lượt là 12% và 17%. Biểu đồ tổng hợp cũng cho thấy chất lượng gắn kết xi măng tại các khoảng có nhiệt độ trên 150°C tốt hơn so với các khoảng có nhiệt độ từ 120 - 150°C, điều này được lý giải là do việc trám xi măng tại

| Hệ thống | Đệ Tứ | Phliocene - Đệ Tứ | Neogene | | Cột địa tầng | Sinh, chứa | Mô tả tóm tắt thạch học | Sinh địa tầng | | Kiến tạo |
|----------|-------|-------------------|---------|------------------|----------------|------------|--|----------------|----------------|----------------|
| | | | Miocene | Pliocene | | | | Đới Plank. "N" | Đới Palyno | |
| | | | Trên | Biển Đông | | | Sét, bột, cát kết xen kẽ phân lớp mỏng, giàu hợp chất hữu cơ, hóa đá | N19 - N21 | Đới Plank. "N" | Lún chìm nhiệt |
| | | | Giữa | Nam Côn Sơn | Đới Plank. "N" | | Sét kết màu vàng xen kẽ bột kết, độ gắn kết trung bình, giàu hợp chất hữu cơ, hóa đá | N22 - N23 | Đới Palyno | |
| | | | Dưới | Thông - Măng Cầu | Đới Plank. "N" | | Đá vôi xen các lớp cát, sét mỏng và sét vôi | N16 - N18 | Đới Plank. "N" | |
| | | | | | Đới Plank. "N" | | Sét, bột, cát kết xen kẹp đôi khi gặp một ít đá vôi | N9 - N15 | Đới Plank. "N" | Sau tạo rít |
| | | | | | Đới Plank. "N" | | Sét, bột, cát kết xen kẽ, cát kết đa khoáng, đôi khi gặp các lớp than | N6 - N8 | Đới Plank. "N" | Đồng tạo rít |
| | | | | | Đới Plank. "N" | | Cát kết xen kẽ, bột kết và vôi lớp than mỏng | N10 - N11 | Đới Plank. "N" | |
| | | | | | Đới Plank. "N" | | Các loại đá macma, granite nút nê - Biển chất - Phun trào | N12 - N14 | Đới Plank. "N" | |

Hình 1. Cột địa tầng tổng hợp bể Nam Côn Sơn [1]

các giếng khai thác Lô 05-2 và 05-3 được cải thiện đáng kể khi nhà thầu sử dụng bột silic trong đơn pha chế vữa xi măng nhằm tăng độ bền nhiệt của đá xi măng.

Nguyên nhân chính dẫn đến chất lượng vành đá xi măng kém tại các khoảng có nhiệt độ cao (trên 120°C) là do đơn pha chế vữa xi măng được sử dụng chưa hợp lý, các chất phụ gia sử dụng không có tác dụng trong điều kiện nhiệt độ cao.

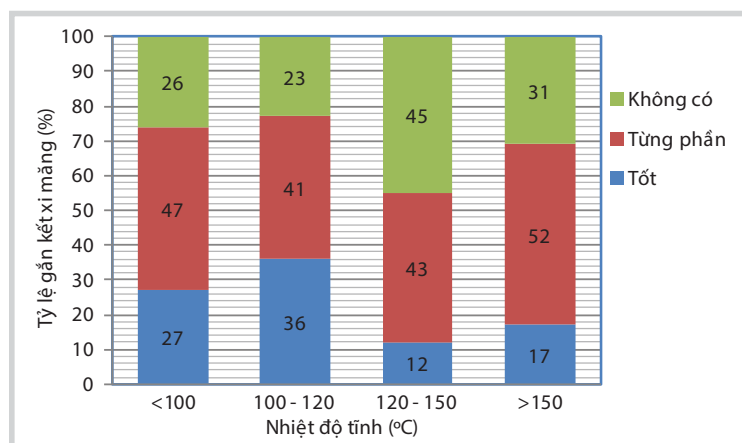
2. Các tiêu chí đánh giá hiệu quả công tác bơm trám xi măng

Công tác bơm trám xi măng là yếu tố quan trọng nhất quyết định “tuổi thọ” của giếng khai thác sau này. Vì vậy, công tác gia cố giếng khoan (chống ống và bơm trám xi măng) tại các giếng có điều kiện nhiệt độ, áp suất cao cần phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Giữ cố định và chắc chắn cột ống chống trong giếng khoan;
- Đảm bảo cách ly hoàn toàn các tầng chứa nước kém bền vững, nhằm tránh gây nhiễm bẩn tầng sản phẩm;
- Ngăn cách hoàn toàn các tầng sản phẩm nhằm ngăn chặn dòng chất lưu di chuyển dọc theo thân ống chống (khoảng vành xuyên giữa ống chống và tầng đất đá) từ tầng sản phẩm có áp suất cao đến tầng sản phẩm có áp suất thấp;
- Xi măng phải tạo được sự gắn kết giữa ống chống và đất đá thành hệ, sự gắn kết này cũng giúp cho ống chống vững chắc hơn, bảo vệ ống chống khỏi sự ăn mòn, ngăn ngừa phun trào bằng việc bịt kín khoảng không vành xuyên, bảo vệ ống chống không bị méo khi chịu tải trọng va đập trong quá trình khoan các công đoạn tiếp theo, ngăn cách đới mất tuần hoàn.

Như vậy, đánh giá hiệu quả của công tác bơm trám xi măng các giếng khoan là đánh giá các tiêu chí sau:

- Hiệu quả ngăn cách/cách ly các tầng sản phẩm hoặc các tầng cát kết kém bền vững;
- Hiệu quả trong việc ngăn ngừa khí xâm nhập vào vành xuyên giếng khoan;



Hình 2. Chất lượng vành đá xi măng tại các khoảng nhiệt độ [2]

- Hiệu quả trong việc ngăn ngừa hiện tượng phun trào.

Bên cạnh đó, chất lượng công tác bơm trám xi măng cũng được đánh giá bởi sự tạo thành đá xi măng và các tính chất của nó.

3. Giải pháp nâng cao hiệu quả công tác chống ống và bơm trám xi măng

3.1. Cấu trúc ống chống và phụ kiện ống chống

Kinh nghiệm thực tế khi thi công các giếng khoan ở bể Nam Côn Sơn cho thấy, dị thường nhiệt độ và áp suất cao biến đổi liên tục và không theo quy luật, do vậy cần tối ưu cấu trúc giếng khoan nhằm giảm thiểu rủi ro trong quá trình thi công. Công tác thu thập thông tin, đánh giá đặc điểm địa chất, địa tầng khu vực khoan, dự báo áp suất và nhiệt độ giếng khoan cần phải được thực hiện chi tiết và cẩn trọng trong suốt quá trình thiết kế cấu trúc giếng. Thực tế thi công cho thấy có một số giếng phải thay đổi cấu trúc so với dự kiến do phức tạp về áp suất và nhiệt độ lớn, phải tăng thêm cấp ống chống nhằm đảm bảo an toàn khi thi công như: TL-1X, TL-2X, HT-1X, HT-2X, DB-2X... [3]. Những phức tạp ảnh hưởng đến cấu trúc ống chống là:

- Địa tầng: Khi thiết kế giếng khoan, nhà thầu thường dựa vào kết quả tài liệu địa chất. Các giếng khoan thi công trước năm 2005 thường chỉ dựa vào kết quả minh giải tài liệu địa chấn 2D [3]. Do đó, việc xác định ranh giới địa tầng có sự chênh lệch đáng kể, dẫn đến thiết kế chiều sâu đặt ống chống chưa phù hợp, chưa đánh giá được các phức tạp tiềm ẩn. Thực tế thi công tại giếng khoan TL-1X cho thấy cột ống chống 9 5/8 inch cần phải được thiết kế thả sâu hơn để cách ly phần thân giếng phức tạp bên dưới, trước khi có sự gia tăng áp lực vỉa thuộc Miocene dưới và Oligocene. Vì vậy, khi thi công các giếng khoan tại khu vực này cần có nghiên cứu chi tiết về địa tầng nhằm giảm thiểu sai số về ranh giới địa tầng, là cơ sở để thiết kế cấu trúc giếng khoan phù hợp với địa tầng thực tế.

- Điều kiện nhiệt độ và áp suất cao tại bể Nam Côn Sơn có ảnh hưởng trực tiếp đến công tác thi công trám xi măng giếng khoan. Kinh nghiệm cho thấy áp suất vỉa thường thay đổi

liên tục và không theo quy luật, dẫn đến dung dịch khoan, xi măng mất tính ổn định, tăng độ thải nước, tăng thời gian đông kết của xi măng, ảnh hưởng tới thiết bị, đồng thời công tác thi công khoan và kiểm soát giếng khoan cũng gặp rất nhiều phức tạp. Các sự cố đã gặp phải như sự cố kẹt cần khoan tại giếng TL-1X, sự cố bơm trám xi măng ống chống 7inch tại giếng khoan TL-2X đã cho thấy sự ảnh hưởng của nhiệt độ, áp suất cao đến việc thi công và kiểm soát tình trạng giếng khoan. Do đó, khi thiết kế cấu trúc giếng khoan qua các khu vực này cần tính toán chi tiết áp suất, nhiệt độ thành hệ, dự báo các ảnh hưởng đến việc thi công và thiết kế các cấp ống chống dự phòng cho địa tầng có thể gặp dị thường áp suất, nhiệt độ cao.

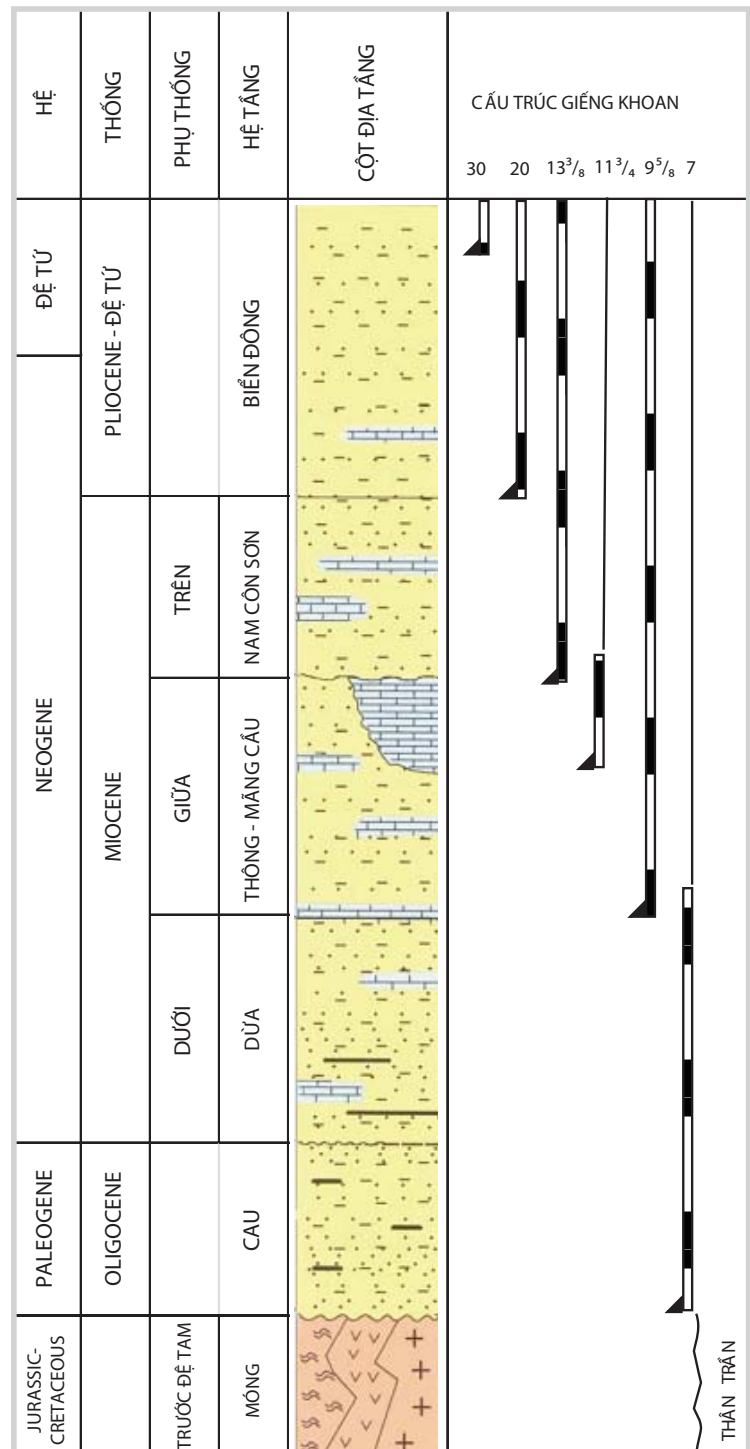
- Vật liệu ống chống và phụ kiện: Áp suất và nhiệt độ cao ảnh hưởng trực tiếp và rất lớn đến độ bền của ống chống và chất lượng thi công giếng khoan. Do đó, cần lựa chọn vật liệu ống chống cũng như các phụ kiện đảm bảo điều kiện thi công. Quá trình thi công tại giếng TL-1X cho thấy, các cột ống chống được thiết kế với điều kiện áp suất vừa dưới 10.000psi, tuy nhiên áp suất thực tế cao hơn rất nhiều (trên 14.000psi), chiều sâu đặt các cột ống không phù hợp đã ảnh hưởng đến quá trình thi công, gây ra sự cố phải hủy giếng khoan. Do đó, khi thi công giếng khoan TL-2X, nhà thầu đã thiết kế, lựa chọn ống chống có hệ số mài mòn ống cao và ống chống với mác thép rất cao như P-100 và Q-125. Các giếng khoan khác thi công trong khu vực này đã sử dụng vật liệu ống chống có khả năng chịu nhiệt độ, áp suất cao, phù hợp với thành hệ giếng khoan.

- Phụ kiện ống chống có ảnh hưởng đến chất lượng giếng khoan, đặc biệt là các giếng thi công trong điều kiện nhiệt độ và áp suất cao. Số lượng định tâm sử dụng đối với từng cấp ống chống cần được xem xét chi tiết khi thiết kế giếng khoan do việc đảm bảo tính liên tục và độ rộng của khoảng không vành xuyên ngoài ống chống là yếu tố ảnh hưởng lớn đến chất lượng bơm trám xi măng. Đối với các giếng khoan phát triển có quỹ đạo giếng phức tạp, góc nghiêng lớn thì việc sử dụng đủ số lượng định tâm sẽ đảm bảo được yếu tố trên, là cơ sở cho vữa xi măng bao phủ đều quanh ống chống, từ đó,

chất lượng gắn kết giữa cột ống chống và đất đá thành hệ tốt hơn, gia tăng tuổi thọ của giếng khoan.

Từ kinh nghiệm thực tế thi công các giếng có điều kiện nhiệt độ và áp suất cao trong khu vực [3], nhóm tác giả đề xuất cấu trúc giếng khoan điển hình tại Lô 04-1, 04-2, 04-3, 05-1, 05-2, 05-3 thuộc phía Đông và Đông Bắc bể Nam Côn Sơn như Hình 3.

- Cột ống chống 30inch gia cố phần đất đá bờ rời gần đáy biển;



Hình 3. Cấu trúc giếng khoan đề xuất

- Cột ống chống 20inch được sử dụng thả và gia cố giếng trước khi khoan vào hệ tầng Nam Côn Sơn;

- Cột ống chống 13 $\frac{3}{8}$ inch được thả và gia cố toàn bộ hệ tầng Nam Côn Sơn trước khi khoan vào hệ tầng Thông - Măng Cầu với các tập carbonate có áp suất dị thường cao. Các cấu tạo tại Lô 04-3, 05-1, 05-2 và 05-3 có tính chất và mức độ phức tạp cao, chân đế của cột ống chống này cần được tính toán và thả chính xác tới ranh giới của bất chỉnh hợp;

- Cột ống chống 9 $\frac{5}{8}$ inch được thả và gia cố toàn bộ hệ tầng Thông - Măng Cầu. Trong nhiều trường hợp, do tính phức tạp cao của địa tầng mà phải sử dụng thêm ống chống lửng 11 $\frac{3}{4}$ inch trong khoảng chuyển tiếp giữa hệ tầng Nam Côn Sơn và Thông - Măng Cầu (hoặc ngay trong hệ tầng Thông - Măng Cầu);

- Cột ống chống 7inch được thả và gia cố hệ tầng Dừa. Một số cấu tạo cho phép thả và gia cố hết hệ tầng Cau trước khi khoan mở móng (tùy điều kiện cụ thể, cột ống này có thể là ống chống lửng);

- Khoảng khoan trong móng (với chòong khoan 6inch) nên hoàn thiện dạng thân trần hoặc gia cố ống chống lửng 5inch. Trong trường hợp nếu cột ống chống 7inch thả hết hệ tầng Dừa thì ống chống lửng 5inch có thể thả cả hệ tầng Cau và móng.

3.2. Đơn pha chế và vật liệu bơm trám xi măng

Nhiệt độ cao ảnh hưởng lớn đến tính chất vữa xi măng, đặc biệt là thời gian đông kết, khiến xi măng đông kết nhanh hơn so với các giếng khoan thi công ở điều kiện nhiệt độ thường. Nhiệt độ cũng ảnh hưởng đến tính lưu biến của vữa xi măng, trong đó độ nhớt dẻo và ứng suất trượt động sẽ giảm dần khi nhiệt độ tăng.

Áp suất cao ảnh hưởng lớn đến việc thiết kế và lựa chọn tỷ trọng của xi măng, trong đó xi măng sử dụng để bơm trám phải có tỷ trọng lớn hơn áp suất thành hệ đồng thời phải thấp hơn áp suất vỡ vỉa để tránh gây tác động đến thành hệ cũng như mất dung dịch trong quá trình bơm trám xi măng. Khi thi công các giếng có áp suất cao, áp suất cột dung dịch sẽ tăng dần theo chiều sâu và theo thành hệ gặp dị thường áp suất. Tuy nhiên, nhiệt độ tăng dần lại làm giảm tỷ trọng cột thủy tinh gây nên bởi quá trình giãn nở do nhiệt, sự giãn nở của ống chống có thể dẫn đến hiện tượng nứt vỡ cột xi măng trong thời gian làm việc của giếng, giảm chất lượng và hiệu quả hoạt động của giếng khoan.

Từ việc đánh giá điều kiện thi công cũng như các yếu

tố ảnh hưởng đến chất lượng trám xi măng tại các giếng khoan có nhiệt độ và áp suất cao, có thể thấy việc thiết kế đơn pha chế vữa xi măng cần sử dụng kết hợp các hợp chất gồm silic, chất chậm đông, chất tăng tỷ trọng, vật liệu chống mất dung dịch và các chất phụ gia bền nhiệt khác nhằm đảm bảo chất lượng đá xi măng cũng như hiệu quả cách ly giếng khoan và các hệ tầng trong quá trình thi công cũng như trong thời gian làm việc của giếng khoan. Việc thiết kế đơn pha chế vữa xi măng sử dụng cho các thành hệ có nhiệt độ và áp suất cao cần lưu ý những yếu tố sau:

3.2.1. Loại xi măng

Thực tế thi công các giếng khoan có nhiệt độ và áp suất cao tại bể Nam Côn Sơn cho thấy xi măng Portland có thể áp dụng cho các hệ tầng có điều kiện phức tạp. Về cơ bản, xi măng Portland gồm hợp chất của silic và calcium, trong đó chủ yếu là C₃S và C₂S, được sử dụng phổ biến trong bơm trám xi măng giếng khoan cũng như các ngành công nghiệp khác. Trong điều kiện nhiệt độ cao, độ bền nén của đá xi măng giảm, đồng thời gia tăng độ thấm dẫn đến giảm chất lượng của đá xi măng. Ngoài ra, do xi măng trong giếng khoan tiếp xúc trực tiếp với điều kiện đáy giếng nên dưới điều kiện nhiệt độ cao, khả năng vữa xi măng bị giảm độ bền nén và tăng độ thấm là rất lớn. Nhằm giảm ảnh hưởng của nhiệt độ, một số nhà thầu đã sử dụng thêm bột silic hoặc đá silic hạt mịn nhằm giữ ổn định độ bền của xi măng (ví dụ như các giếng mới thi công tại Lô 05-3 như HT-3X, MT-1P, MT-3P, MT-6P). Để trám một số cột ống chống, nhà thầu đã sử dụng xi măng Portland loại G kết hợp với 35% bột silic để phù hợp với điều kiện thi công.

Khi xem xét tính chất, đặc trưng của từng loại xi măng cũng như hiệu quả sử dụng thực tế, có thể thấy xi măng Portland loại G cùng với phụ gia silic có thể đảm bảo hiệu quả bơm trám và gia cố giếng khoan tương đối tốt. Trong tương lai khi thi công trong điều kiện nhiệt độ và áp suất cao hơn có thể xem xét sử dụng một số loại xi măng khác có ưu điểm đối với nhiệt độ cao cũng như dải nhiệt độ thay đổi lớn như xi măng có hàm lượng alumina cao hay xi măng loại J.

3.2.2. Chất phụ gia chậm đông

Khi trám xi măng các giếng khoan qua hệ tầng có nhiệt độ và áp suất cao, do độ sâu tương đối lớn của thành hệ (trên 3.500m) và điều kiện thi công, thời gian bơm đầy vữa xi măng thường từ 6 đến 8 giờ, đồng thời chênh lệch nhiệt độ giữa đỉnh và đáy của cột xi măng thường vượt

quá 100°F, có thể ảnh hưởng lớn đến thời gian đông kết của vữa xi măng. Thực tế thi công tại bể Nam Côn Sơn cho thấy một số giếng khoan đã gặp sự cố do xi măng đông kết sớm hơn so với thiết kế, dẫn đến ảnh hưởng tới khả năng bơm đẩy, chiều cao dâng của cột vữa xi măng cũng như sự cố trong quá trình bơm trám. Do đó, trong quá trình lựa chọn thiết kế đơn pha chế, cần đặc biệt chú ý đến các chất phụ gia chậm đông và mức độ sử dụng thích hợp. Sử dụng ít chất phụ gia chậm đông có thể dẫn đến giảm thời gian đông kết của xi măng so với thiết kế, ngược lại sử dụng quá nhiều sẽ dẫn đến kéo dài thời gian chờ xi măng đông kết, phát sinh rủi ro về khả năng xâm nhập của khí và các chất lưu khác từ thành hệ vào cột vữa xi măng.

3.2.3. Phụ gia tăng tỷ trọng

Phức tạp địa chất tại các giếng khoan có dị thường áp suất cao là rất lớn, đặc biệt là cửa sổ áp suất giữa áp suất vỉa và áp suất vỡ vỉa thấp, gây khó khăn cho việc thiết kế, lựa chọn xi măng có tỷ trọng thích hợp, vừa đảm bảo lớn hơn áp suất vỉa nhưng vẫn không gây vỡ vỉa khiến mất dung dịch và nhiễm bẩn thành hệ. Thực tế trám xi măng đối với các giếng khoan có áp suất cao cho thấy tỷ trọng vữa xi măng thường lớn hơn 16ppg, do đó cần sử dụng các chất phụ gia nhằm tăng tỷ trọng. Các nhà thầu bơm trám xi măng hiện nay chủ yếu sử dụng barite để tăng tỷ trọng vữa xi măng. Loại hóa phẩm này có tỷ trọng riêng là 4,33 nên có thể áp dụng khá tốt với vữa xi măng tỷ trọng tới 19ppg. Nhà thầu có thể xem xét khả năng sử dụng hematite và đặc biệt là hợp chất manganese tetraoxide với mục đích tăng tỷ trọng đồng thời tăng độ bền nén của đá xi măng.

Trong quá trình sử dụng phụ gia tăng tỷ trọng cần lưu ý việc dùng với hàm lượng lớn có thể dẫn đến hiện tượng lắng đọng của vật liệu và giảm độ bền của đá xi măng.

3.2.4. Phụ gia giãn nở

Trong quá trình bơm trám xi măng tại các thành hệ có nhiệt độ và áp suất cao, ngoài việc đảm bảo chiều cao dâng của vữa xi măng thì chất lượng gia cố thành giếng khoan, mức độ gắn kết với ống chống và khả năng ngăn cách các tầng chứa đặc biệt quan trọng. Do đó, việc sử dụng các chất phụ gia giãn nở nhằm gia tăng mức độ gắn kết giữa xi măng và thành ống chống là yếu tố quan trọng cần xem xét. Xi măng sử dụng chất phụ gia có chứa manganese oxide (MnO) có khả năng giãn nở tương đối tốt do làm tăng số lượng các khối matrix trong xi măng, giúp tăng khả năng giãn nở trong quá trình thủy phân.

Từ kết quả phân tích trên, đồng thời tham khảo đặc tính kỹ thuật các chất phụ gia của các nhà thầu xi măng [4], nhóm tác giả đề xuất đơn pha chế vữa xi măng cho từng khoảng trám có điều kiện nhiệt độ cao như sau:

- Đối với khoảng trám có nhiệt độ từ 120 - 150°C
- + Loại xi măng: G + 35% silica;
- + Các chất phụ gia sử dụng như Bảng 1, tùy thuộc hàm lượng muối trong nước pha trộn để chọn loại phụ gia thích hợp.
- Đối với khoảng trám có nhiệt độ trên 150°C
- + Loại xi măng: Elastic Cem Blend hoặc G + 35% silica;
- + Các chất phụ gia sử dụng như Bảng 2, tùy thuộc

Bảng 1. Phụ gia xi măng phù hợp với nhiệt độ 120 - 150°C

| Nhiệt độ 120 - 150°C | BJ | Dowell | Nowesco | Halliburton |
|--|-----------------------------------|---------------------|------------------------|----------------------------------|
| Chất chống mất nước | FL-63, FL-52, FL-33, FL-HTFL 1250 | Uniflex | D-24, LD-24 | Halad 14, Halad 600LE, Halad 413 |
| Chất chậm đông | R-6, LWL, Diacel | D8, D110, D28, D150 | R-55, LWL, Diacel | HR-12, HR-15, SCR-100 |
| Chất ổn định độ bền xi măng ở nhiệt độ cao | S-8C, S-8 | D30, D66 | L-10, SFA-200, SFA-325 | SSA-1, SSA-2 |

Các chất phụ gia khác như chất nhanh đông, chất chống tạo bọt, chất phân tán, chất giãn nở, chất tăng/giảm tỷ trọng... được sử dụng tùy theo điều kiện thực tế như thành phần sét, loại dung dịch khoan sử dụng, loại xi măng sử dụng...

Bảng 2. Phụ gia xi măng phù hợp với nhiệt độ trên 150°C

| Nhiệt độ trên 150°C | BJ | Dowell | Nowesco | Halliburton |
|--|--------------|--------------------------|------------------------|------------------------------|
| Chất chống mất nước | FL-63, FL-33 | Uniflex, D73, D158, D143 | D-28, LD-28 | GasStop HT, 600LE, Halad 413 |
| Chất chậm đông | R-8, SR-30 | D150 | R-57 | HR-20, HR-25 |
| Chất ổn định độ bền xi măng ở nhiệt độ cao | S-8C, S-8 | D30, D66 | L-10, SFA-200, SFA-325 | SSA-1, SSA-2 |

Các chất phụ gia khác như chất nhanh đông, chất chống tạo bọt, chất phân tán, chất giãn nở, chất tăng/giảm tỷ trọng... được sử dụng tùy theo điều kiện thực tế như thành phần sét, loại dung dịch khoan sử dụng, loại xi măng sử dụng...

hàm lượng muối trong nước pha trộn để chọn loại phụ gia thích hợp.

Tùy điều kiện nhiệt độ, áp suất, thành phần sét, chênh lệch giữa áp suất vỉa và áp suất vỡ vỉa... của từng giếng khoan, từng khoảng trám mà nhà thầu bơm trám có thể thay đổi thành phần, tỷ lệ pha trộn sao cho phù hợp với điều kiện thực tế.

3.3. Một số giải pháp về thiết bị, công nghệ và quy trình bơm trám xi măng

Khi trám xi măng các giếng khoan tại bể Nam Côn Sơn, các nhà thầu Dowell và BJ áp dụng phương pháp trám thuận 1 tầng đối với các cột ống chống ngắn. Đối với các cột ống chống dài (đặc biệt là cột ống chống 9 $\frac{5}{8}$ inch), các nhà thầu chủ yếu áp dụng phương pháp trám phân tầng (gồm 2 tầng), mỗi tầng có 1 - 2 liều vữa xi măng tỷ trọng khác nhau. Tuy nhiên, khi sử dụng phương pháp trám phân tầng thường hay xảy ra một số trục trặc với đầu trám phân tầng (đầu trám tầng không mở hoặc không mở đúng với áp suất thiết kế...). Ở khoảng ngoài cột ống chống không có xi măng, các nhà thầu áp dụng phương pháp bơm ép vữa xi măng vào thẳng không gian vành xuyên qua lỗ đục hoặc trên đầu ống chống lửng...

Thực tế trám xi măng các giếng khoan tại bể Nam Côn Sơn cho thấy các nhà thầu đều sử dụng các phương pháp trám truyền thống, trừ một số khoảng trám trong móng bị mất dung dịch phải áp dụng phương pháp đặc biệt như: xi măng ngậm khí, cầu cách ly cơ học...

Định tâm được sử dụng để giữ cho cột ống chống nằm ở tâm giếng khoan đảm bảo cách ly vỉa và bảo vệ ống chống tốt. Định tâm không chỉ ngăn không cho ống chống nằm sát thành giếng mà còn giúp cho thả ống được dễ dàng nhờ giảm ma sát giữa ống với thành giếng và tăng hiệu quả thay thế dung dịch khoan nhờ tạo dòng chảy xoáy.

Định tâm cần được đặt ở giữa mỗi đoạn ống chống nơi có độ cong lớn nhất, tuy nhiên khi gia cố các giếng khoan xiên, đặc biệt là các khoảng khoan có góc nghiêng lớn, nhà thầu cần phải tăng số lượng định tâm trên cột ống chống đồng thời giảm khoảng cách giữa chúng.

Một trong những nguyên nhân làm giảm chất lượng trám xi măng giếng khoan là do trong quá trình bơm đẩy, vữa xi măng thay thế không hết dung dịch khoan trong khoảng không vành xuyên. Hiện tượng này sẽ tạo ra các kênh dẫn dọc theo thành giếng ở bên ngoài cột ống chống, chất lưu vỉa (dầu, khí hoặc nước vỉa) có thể dịch chuyển lên miệng giếng theo các kênh dẫn này gây nguy

cơ mất an toàn. Vì vậy, cùng với các biện pháp cơ học như định tâm cột ống, xoay và đạo ống khi trám, thì việc lựa chọn chế độ dòng chảy đẩy xi măng phù hợp là rất quan trọng.

Kết quả tổng hợp về tốc độ bơm đẩy xi măng ở các giếng khoan bể Nam Côn Sơn cho thấy: các giếng khoan do Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro" trám, tốc độ bơm đẩy xi măng thấp hơn so với các giếng khoan tại Lô 05-2 hay 05-3 do Dowell, Halliburton trám [2]. Khi trám với các loại vữa thông thường, chế độ chảy rối chỉ đạt được khi lưu lượng bơm đẩy cao hơn 25 lít/giây và đối với các loại vữa có độ nhớt cao thì lưu lượng phải cao hơn 35 lít/giây. Tuy nhiên, điều kiện thực tế của bể Nam Côn Sơn không cho phép duy trì lưu lượng bơm cao như vậy do nguy cơ phá vỡ vỉa rất cao. Do vậy, lưu lượng bơm đẩy thực tế chưa cho phép tạo dòng chảy rối ngoài khoảng không vành xuyên, việc này làm giảm khả năng thay thế dung dịch khoan và ảnh hưởng đến chất lượng trám các cột ống chống. Một trong những giải pháp nhằm giải quyết vấn đề trên là cần phải xem xét tăng khe hở vành xuyên bằng cách thay đổi cấu trúc giếng khoan (ví dụ tăng cấp đường kính chòong khoan).

Để đảm bảo chất lượng trám xi măng cần đẩy hết dung dịch khoan và mùn khoan trước khi vữa xi măng tiếp xúc với ống chống và thành hệ bởi vì sự trộn lẫn giữa dung dịch khoan với vữa xi măng có thể dẫn đến làm tăng hoặc giảm thời gian đông rắn, giảm cường độ của đá xi măng hoặc tạo thành hỗn hợp có độ nhớt quá cao trên bề mặt tiếp xúc dung dịch - vữa xi măng. Vì vậy, trước khi bơm vữa xi măng phải bơm dung dịch đệm (spacer) hoặc dung dịch rửa (chemical wash hoặc preflush). Việc sử dụng dung dịch đệm không chỉ ngăn sự nhiễm bẩn vữa xi măng bởi dung dịch khoan mà còn làm sạch bề mặt ống cũng như thành hệ khỏi lớp vỏ sét và làm thay đổi tính dính ướt nước của các bề mặt này.

Dung dịch đệm thường là dung dịch gốc nước có độ nhớt, tỷ trọng, độ bền gel phù hợp tạo ra lớp đệm giữa dung dịch khoan và vữa xi măng. Dung dịch đệm có thể chứa các vật liệu chống mất dung dịch và các hóa phẩm giúp rửa sạch vỏ sét trên bề mặt ống và thành hệ.

Dung dịch rửa thường là dung dịch loãng, gốc nước chứa các chất hoạt động bề mặt và các chất làm loãng; được thiết kế để làm loãng và phân tán dung dịch khoan, giúp làm sạch thân giếng hiệu quả.

Tổng hợp công tác trám xi măng tại các giếng khoan bể Nam Côn Sơn cho thấy các nhà thầu đã sử dụng dung dịch đệm và dung dịch rửa có thành phần khác nhau, có

thể chỉ là nước biển, nước để trộn vữa xi măng (có chứa các hóa phẩm), nước kỹ thuật pha chế thêm chất hoạt động bề mặt (có thể là các dung dịch pha chế đặc biệt như CW7, CW100, MCS...). Các nhà thầu trám xi măng Dowell, BJ thường sử dụng nước biển, nước biển ức chế (4% KCl), MCS, Spacer, Spacer UW, MCS-0, CW7, CW100... với khối lượng chủ yếu từ 6 - 10m³ [2].

4. Kết luận

Để nâng cao hiệu quả trong công tác chống ống và bơm trám xi măng khi khoan các giếng khoan thuộc khu vực phía Đông và Đông Bắc bể Nam Côn Sơn, các nhà thầu cần xem xét một số giải pháp sau:

- Tiến hành nghiên cứu chi tiết về địa tầng nhằm chính xác hóa các ranh giới địa tầng bất chỉnh hợp giữa hệ tầng Nam Côn Sơn và Thông - Măng Cầu, bất chỉnh hợp giữa hệ tầng Dừa và Cau, nơi tiềm ẩn rủi ro về dị thường áp suất cao, từ đó có thể thiết kế vị trí đặt chân đế ống chống phù hợp hoặc chuẩn bị các phương án dự phòng;

- Để giảm thiểu nguy cơ không thể khoan tới chiều sâu thiết kế, khi thiết kế cấu trúc giếng khoan cần có tối thiểu 2 cấp ống chống dự phòng khi khoan qua các hệ tầng Nam Côn Sơn, Thông - Măng Cầu, Dừa và Cau;

- Với đặc điểm nhiệt độ đáy giếng khoan rất cao (trên 150°C), cần lưu ý sử dụng xi măng G kết hợp với bột silic

và các chất phụ gia phù hợp trong các đơn pha chế vữa xi măng (đặc biệt là các chất phụ gia chậm đông, phụ gia chống mất nước và phụ gia ổn định độ bền đá xi măng);

- Nhằm gia tăng tỷ lệ bao phủ của vữa xi măng quanh ống chống, nâng cao chất lượng gắn kết giữa vành đá xi măng với cột ống chống và đất đá thành hệ, cần nghiên cứu chi tiết phương pháp trám (một tầng hay phân tầng, thuận - nghịch, một hay hai liều vữa xi măng) cũng như tính toán tốc độ bơm đẩy phù hợp khi bơm trám cho từng cột ống chống.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Hiệp và nnk. *Địa chất và tài nguyên dầu khí Việt Nam*. Tổng công ty Dầu khí Việt Nam. 2005.
2. Lê Vũ Quân, Phạm Trường Giang và nnk. *Tổng kết và đánh giá công tác bơm trám xi măng cho các giếng khoan có nhiệt độ và áp suất cao ở bể Nam Côn Sơn*. Viện Dầu khí Việt Nam. 2014.
3. Nguyễn Minh Quý và nnk. *Tổng kết công tác thi công khoan tại bể Nam Côn Sơn*. Viện Dầu khí Việt Nam. 2011.
4. World Oil. *Cementing products and additives*. 2015.

Solutions to improve cementing efficiency for wells in the eastern and northeastern areas of Nam Con Son basin

Le Vu Quan¹, Pham Truong Giang¹, Nguyen The Vinh², Nguyen Van Khuong³

¹Vietnam Petroleum Institute

²Hanoi University of Mining and Geology

³Vietnam Oil and Gas Group

Email: quanlv@vpi.pvn.vn

Summary

Complicated geology together with high temperature and high pressure conditions (HTHP) are major causes of the difficulties and problems in well casing and cementing operation in the eastern and northeastern parts of Nam Con Son basin. The article presents the research results and proposes solutions for casing design and cement slurry design for different drilling intervals in order to improve the efficiency of casing and cementing for wells in the area.

Key words: Cementing, cementing efficiency, high temperature, high pressure, Nam Con Son basin.