

KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM CÔNG NGHIỆP HỆ DUNG DỊCH KHOAN GỐC NƯỚC ỨNG CHẾ, BỀN NHIỆT PRO-DRIL/PRO-DRIL HT TẠI GIẾNG 2205/BK-22, MỎ BẠCH HỔ

Lê Văn Công¹, Dương Trí Hội¹, Phạm Ngọc Khuê¹, Nguyễn Thái Sơn², Nguyễn Văn Xá², Phạm Văn Hiếu², Mai Duy Khánh², Chu Minh Hân², Nguyễn Thanh Tú¹, Nguyễn Văn Tiến¹, Võ Hoàng Long¹, Nguyễn Văn Tiến¹

¹Tổng công ty Hóa chất và Dịch vụ Dầu khí - CTCP (PVChem), Thành phố Hà Nội, 11312, Việt Nam

²Liên doanh Vietsovpetro (Vietsovpetro), Thành phố Hồ Chí Minh, 78223, Việt Nam

TỪ KHÓA

Dung dịch khoan gốc nước, dung dịch khoan ứng chế bền nhiệt, Pro-Dril/Pro-Dril HT, thử nghiệm công nghiệp, mỏ Bạch Hổ.

TÓM TẮT

Trong bối cảnh hoạt động tìm kiếm, thăm dò và khai thác dầu khí ngày càng mở rộng sang các khu vực có điều kiện địa chất phức tạp như áp suất cao nhiệt độ cao (HPHT), dị thường áp suất, nước sâu và xa bờ, yêu cầu đối với các hệ dung dịch khoan gốc nước ngày càng khắt khe. Do đó, việc nghiên cứu và làm chủ các hệ dung dịch khoan gốc nước có tính năng ứng chế cao và độ bền nhiệt tốt có ý nghĩa quan trọng đối với hoạt động khoan dầu khí. Trong thời gian qua, Tổng công ty Hóa chất và Dịch vụ Dầu khí - CTCP (PVChem) đã nghiên cứu và phát triển hệ dung dịch khoan gốc nước Pro-Dril/Pro-Dril HT có khả năng ứng chế tương nở sét cao và làm việc ổn định ở nhiệt độ lên đến 165°C. Nghiên cứu này trình bày kết quả thử nghiệm công nghiệp của hệ dung dịch khoan Pro-Dril/Pro-Dril HT tại giếng khoan 2205/BK-22, mỏ Bạch Hổ.

1. Giới thiệu

Dung dịch khoan có vai trò đảm bảo an toàn cho giếng khoan và thiết bị khoan, ổn định thành hệ giếng khoan, vận chuyển mùn khoan lên bề mặt, đồng thời hạn chế tổn hại vỉa, qua đó góp phần duy trì khả năng khai thác của giếng khi đưa vào vận hành.

Cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ và yêu cầu ngày càng cao của hoạt động tìm kiếm, thăm dò và khai thác dầu khí, công tác khoan ngày càng được triển khai trong những điều kiện phức tạp hơn như môi trường áp suất cao - nhiệt độ cao (HPHT), dị thường áp suất vỉa, cũng như các khu vực nước sâu và xa bờ, đặt ra yêu cầu ngày càng khắt khe đối với các hệ dung dịch khoan. Bên cạnh đó, ngay cả tại các mỏ đã được khai thác trong thời gian dài, sự thay đổi đặc tính vỉa và suy giảm độ bền cơ học của thành hệ cũng có thể làm gia tăng nguy cơ các sự cố khoan, như sập lở thành giếng và mất dung dịch.

Tổng công ty Hóa chất và Dịch vụ Dầu khí - CTCP (PVChem), đơn vị thành viên của Tập đoàn Công nghiệp - Năng lượng Quốc

gia Việt Nam (PETROVIETNAM), là đơn vị chuyên cung cấp dịch vụ dung dịch khoan cho các nhà điều hành dầu khí tại Việt Nam. PVChem hiện chưa sở hữu bản quyền đối với bất kỳ hệ dung dịch khoan nào, điều này đã hạn chế khả năng tự chủ và tối ưu hóa hiệu quả trong quá trình cung cấp dịch vụ. Trong khi đó, tại Việt Nam, các hệ dung dịch khoan gốc nước bền nhiệt đến khoảng 150 - 165°C cũng chưa được nghiên cứu và làm chủ một cách đầy đủ. Trước thực tiễn đó, việc nghiên cứu, phát triển và làm chủ các hệ dung dịch khoan gốc nước có khả năng ứng chế cao và bền nhiệt tốt, phù hợp với điều kiện địa chất và công nghệ khoan ngày càng phức tạp, trở thành hướng nghiên cứu quan trọng trong lĩnh vực công nghệ dung dịch khoan.

Trong giai đoạn 2020 - 2024, PVChem đã nghiên cứu và xây dựng hệ dung dịch khoan Pro-Dril/Pro-Dril HT, có khả năng ứng chế tương nở sét cao và duy trì tính ổn định khi khoan các giếng có điều kiện địa chất phức tạp, nhiệt độ cao (155 - 165°C) và áp suất cao. Hệ dung dịch này có các tính chất kỹ thuật tương đương với các hệ dung dịch khoan tiên tiến đang được sử dụng tại Việt Nam.

Tác giả liên hệ: Email: conglv@pvchem.com.vn

Ngày nhận bài: 30/1/2026; Ngày sửa chữa sau phản biện: 30/1 - 11/2/2026; Ngày duyệt đăng: 26/2/2026

Copyright © 2026. Đây là bài báo truy cập mở theo Giấy phép CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



Với sự hỗ trợ của PETROVIETNAM và Vietsovpetro, hệ dung dịch khoan Pro-Dril/Pro-Dril HT đã được thử nghiệm công nghiệp lần đầu tiên tại giếng khoan 2205/BK-22, mỏ Bạch Hổ. Bài viết trình bày kết quả thử nghiệm công nghiệp của hệ dung dịch khoan Pro-Dril/Pro-Dril HT, đồng thời đánh giá khả năng ứng dụng của hệ dung dịch này trong điều kiện địa chất phức tạp và nhiệt độ cao.

2. Hệ dung dịch khoan ức chế Pro-Dril/Pro-Dril HT

Hệ dung dịch khoan Pro-Dril/Pro-Dril HT là hệ dung dịch gốc nước được nghiên cứu và phát triển nhằm ứng dụng trong quá trình khoan qua các thành hệ sét hoạt tính phức tạp, có xu hướng mất ổn định cao, thuộc các địa tầng Miocene và Oligocene tại các mỏ trên thềm lục địa Việt Nam. Hệ dung dịch này đặc biệt phù hợp trong các điều kiện địa chất khắc nghiệt như nhiệt độ và áp suất cao (lên tới khoảng 165°C), các khu vực có dị thường áp suất vỉa, cũng như các tầng chứa đã suy giảm áp suất và độ bền cơ học (depleted zones) sau thời gian dài khai thác.

Trong đó, hệ dung dịch Pro-Dril được thiết kế cho các giếng khoan có nhiệt độ vỉa lên tới khoảng 135°C, trong khi hệ dung dịch Pro-Dril HT được phát triển cho các điều kiện nhiệt độ cao hơn, trong khoảng 150 - 165°C [1].

Thành phần của hệ dung dịch Pro-Dril/Pro-Dril HT gồm các nhóm hóa phẩm chính như sau:

- Nhóm chất tạo cấu trúc và điều chỉnh tính lưu biến sử dụng PV-BIOVIS (polymer sinh học) có khả năng bền nhiệt tới khoảng 135°C và PV-BIOVIS HT (hỗn hợp polymer tổng hợp) có khả năng duy trì tính lưu biến ổn định trong điều kiện nhiệt độ cao tới 150 - 165°C, đồng thời hỗ trợ kiểm soát độ thải nước trong môi trường nhiệt độ cao.
- Nhóm chất giảm độ thải nước gồm PV-DPAC LV (trên cơ sở polyanionic cellulose), cùng với các phụ gia chịu nhiệt như DV-FLO HT (tinh bột biến tính), PV-ASPHALTEX, DV-RES và PV-REFLO HT, được sử dụng nhằm kiểm soát hiệu quả độ thải nước trong điều kiện nhiệt độ cao.
- Nhóm chất ức chế sét gồm KCl, PV-UHIB (trên cơ sở polyamine) và PV-UCAP (polymer theo cơ chế bao bọc), giúp hạn chế trương nở và phân tán sét.
- Nhóm chất bôi trơn và cải thiện tốc độ cơ học khoan gồm PV-DRILLUB và PV-ULTRAROP, có tác dụng giảm ma sát, tăng tốc độ khoan và hạn chế các sự cố như kẹt, dính cần khoan. Đặc biệt, PV-DRILLUB là hệ bôi trơn lai giữa ester acid béo và vật liệu nano. Sự kết hợp với phụ gia PV-CLAYSTAB (cao su latex kích thước nano, có tính đàn hồi và bền nhiệt cao) góp phần nâng cao khả năng giảm độ thải nước, ổn định thành giếng và giảm moment bám dính.

Đặc điểm nổi bật của hệ dung dịch Pro-Dril/Pro-Dril HT được thể hiện ở 3 khía cạnh chính sau:

- Sự phối hợp tối ưu giữa các nhóm hóa phẩm đã mang lại khả năng bền nhiệt cao, lên tới khoảng 165°C, vượt qua giới hạn bền nhiệt của các polymer sinh học thông thường. Mức độ bền nhiệt này tương đương với các hệ dung dịch tiên tiến như Ultradril HT (M-I Việt Nam/Schlumberger), đồng thời cao hơn so với phần lớn các hệ dung dịch khoan gốc nước hiện đang được sử dụng tại Việt Nam.
- Sự kết hợp giữa các phụ gia ức chế như PV-UHIB, PV-UCAP, DV-Klaseal, DV-RES, KCl và PV-CLAYSTAB đã cải thiện khả năng ức chế trương nở sét và ổn định thành hệ, qua đó giảm các sự cố khoan như bó hẹp thân giếng, kẹt nút. PV-UHIB còn thể hiện hiệu quả cao trong việc kiểm soát trương nở sét và ổn định pH, góp phần duy trì hiệu quả hoạt động của các thành phần khác trong hệ dung dịch.
- Quy trình sử dụng vật liệu gia cố thành giếng đã được cải tiến theo hướng tối ưu hóa cơ chế gia cố. Thay vì sử dụng dưới dạng các đợt bơm riêng biệt, vật liệu gia cố được tích hợp trực tiếp trong dung dịch nền, kết hợp với phụ gia PV-CLAYSTAB. Cách tiếp cận này giúp tăng cường khả năng bịt kín vi khe nứt và gia cố thành hệ, từ đó nâng cao độ ổn định thành giếng trong suốt quá trình khoan, đồng thời giảm đáng kể độ thải nước và hạn chế nguy cơ mất dung dịch vào vỉa.

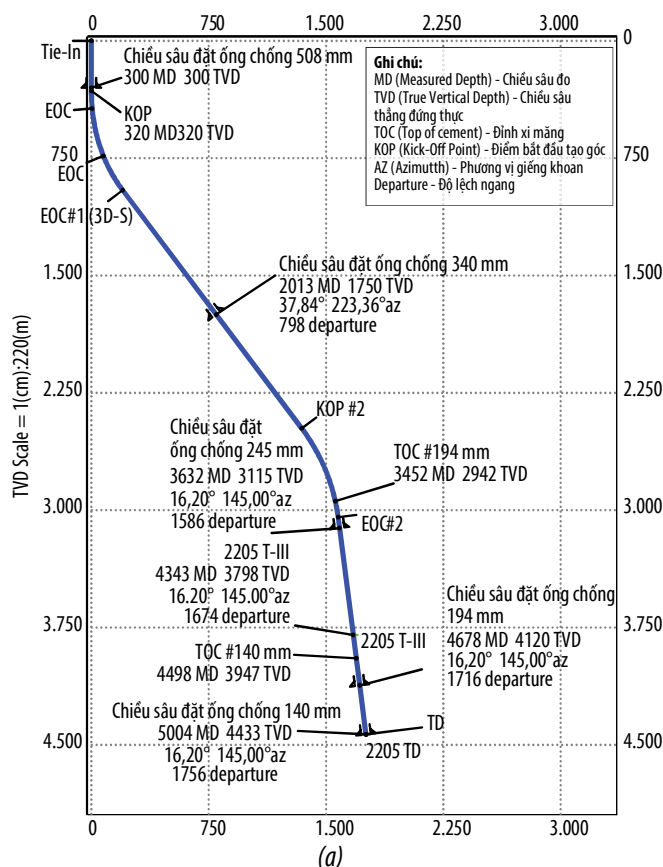
Hệ dung dịch khoan Pro-Dril/Pro-Dril HT được thiết kế với quy trình pha trộn đơn giản, dễ triển khai trong điều kiện thực địa, không yêu cầu bổ sung thiết bị hoặc máy móc chuyên dụng. Quy trình chuẩn bị và điều chỉnh tính chất dung dịch có thể được các kỹ sư vận hành ngoài giàn nhanh chóng nắm bắt và áp dụng, góp phần nâng cao tính linh hoạt và hiệu quả thi công.

Ngoài ra, hệ dung dịch này có độc tính thấp, được phân loại vào nhóm D theo hệ thống Offshore Chemical Notification Scheme (OCNS) của Vương quốc Anh, qua đó cho thấy tác động đến môi trường ở mức độ hạn chế. Nhờ đó, hệ dung dịch Pro-Dril/Pro-Dril HT đáp ứng các yêu cầu nghiêm ngặt về bảo vệ môi trường biển theo quy định tại Việt Nam cũng như các tiêu chuẩn quốc tế.

3. Kết quả thử nghiệm công nghiệp hệ dung dịch khoan Pro-Dril/Pro-Dril HT

3.1. Thông tin về giếng khoan 2205/BK-22

Giếng khoan 2205/BK-22 là giếng khai thác tại khu vực giàn BK-22, mỏ Bạch Hổ thuộc bồn trũng Cửu Long, do Vietsovpetro điều hành. Giếng có nhiệm vụ khai thác đối tượng chính trong tập

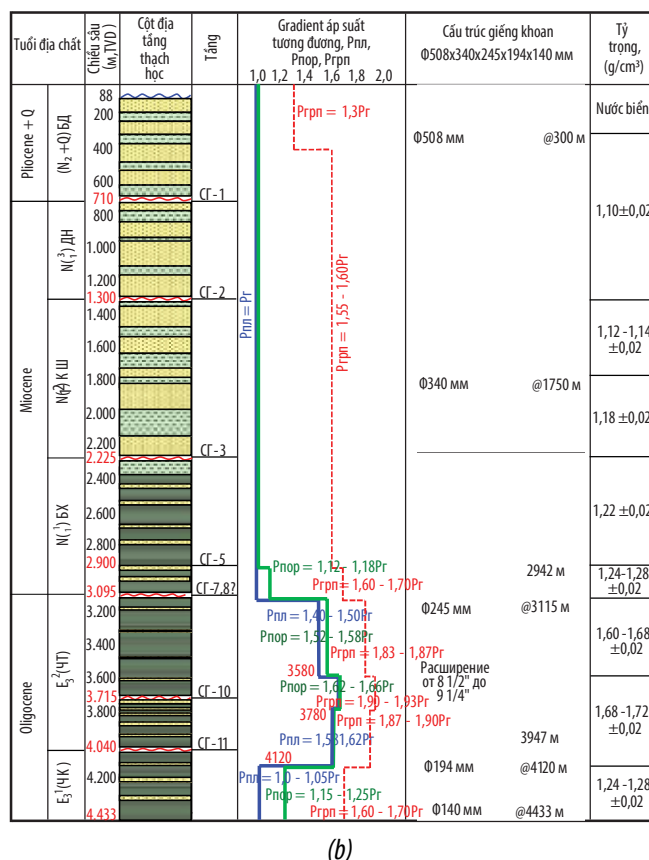


Hình 1. Quỹ đạo và sơ đồ cấu trúc địa tầng, thiết kế giếng khoan 2205/BK-22.

trầm tích Oligocene trên và đối tượng phụ trong Oligocene dưới. Quỹ đạo và sơ đồ cấu trúc địa tầng, thiết kế giếng khoan được nêu tại Hình 1 [2].

Theo các tài liệu địa chất cũng như kết quả khoan và khai thác trong khu vực lân cận, quá trình khoan giếng 2205/BK-22 được dự báo sẽ gặp một số khó khăn và thách thức kỹ thuật đáng kể, bao gồm:

- Nhiệt độ đáy giếng tại chiều sâu thiết kế có thể lên tới 150 - 155°C, đặt ra yêu cầu cao đối với độ bền nhiệt của hệ dung dịch khoan và các hóa phẩm sử dụng.
- Tồn tại khoảng chuyển tiếp từ chế độ áp suất bình thường trong tập trầm tích Miocene dưới (SH-5) sang đới dị thường áp suất cao trong Oligocene trên (SH-8). Đặc biệt, phần dưới của Miocene dưới thường có đặc tính thẩm chứa tương đối tốt. Do đó, trong trường hợp đặt ống chống đường kính 245 mm tại vị trí cao hơn nóc SH-8, khi khoan công đoạn đường kính 215,9 mm với dung dịch có tỷ trọng cao, nguy cơ xảy ra vỡ chân đế, mất dung dịch, cũng như kẹt dính bộ khoan cụ hoặc ống chống là rất lớn.
- Khoảng chiều sâu từ chân đế ống chống 245 mm đến nóc SH-11 thường tiềm ẩn nhiều rủi ro kỹ thuật như hiện tượng khí



xâm nhập với hàm lượng lớn và nguy cơ sập lở thành giếng do tính chất cơ lý không ổn định của thành hồ.

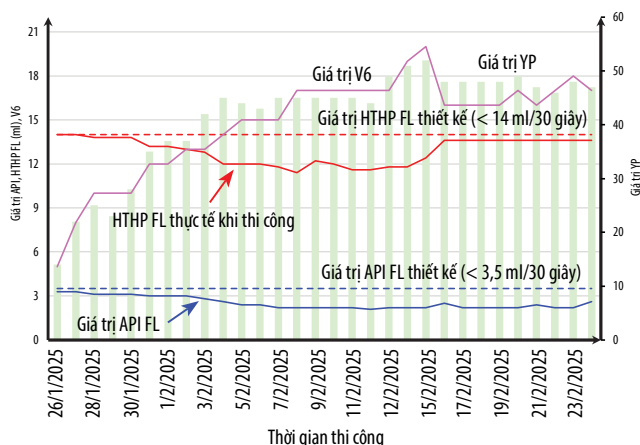
Các đặc điểm địa chất - kỹ thuật nêu trên cho thấy giếng 2205/BK-22 là một giếng khoan có điều kiện phức tạp, tiềm ẩn nhiều rủi ro trong quá trình thi công. Do đó, việc lựa chọn giếng 2205/BK-22 làm đối tượng thử nghiệm công nghiệp hệ dung dịch khoan Pro-Dril/Pro-Dril HT được đánh giá là phù hợp với các đặc tính thiết kế của hệ dung dịch, đồng thời tạo cơ sở thực tiễn để đánh giá hiệu quả áp dụng trong điều kiện khắc nghiệt. Thử nghiệm công nghiệp hệ dung dịch được triển khai cho phân đoạn khoan đường kính 8½" với hệ Pro-Dril và phân đoạn 6½" với hệ Pro-Dril HT. Thành phần, hàm lượng của các hóa phẩm của hệ dung dịch Pro-Dril/Pro-Dril HT được nêu tại Bảng 1 [3].

3.2. Kết quả thử nghiệm công nghiệp tại phân đoạn 8½"

Quá trình thử nghiệm công nghiệp hệ dung dịch Pro-Dril tại phân đoạn 8½" giếng 2205/BK-22 từ ngày 26/1/2025 đến 24/2/2025, trong khoảng độ sâu 3.629 - 4.634,3 m [4]. Dung dịch ban đầu được đưa vào giếng với tỷ trọng 1,6 sg và được điều chỉnh tăng dần đến 1,74 sg nhằm phù hợp với điều kiện địa chất, áp suất vỉa và kiểm soát khí xâm nhập.

Bảng 1. Thành phần, hàm lượng các hóa phẩm của hệ dung dịch Pro-Drill/Pro-Drill HT khi thử nghiệm tại giếng khoan 2205/BK-22

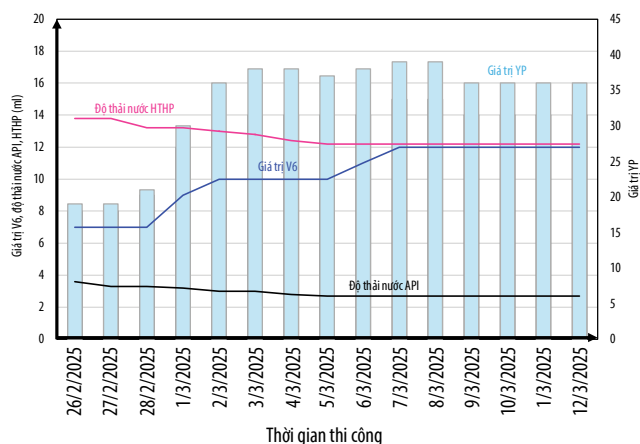
TT	Tên hóa phẩm	Mô tả thành phần	Chức năng	Hàm lượng (kg/m ³)	
				Phân đoạn 8½" (hệ dung dịch Pro-Drill)	Phân đoạn 6½" (hệ dung dịch Pro-Drill HT)
Nhóm hóa chất cơ bản					
1	Nước		Môi trường phân tán	Đủ 1 m ³	Đủ 1 m ³
2	Barite	BaSO ₄	Tăng tỷ trọng	Phù hợp theo yêu cầu tỷ trọng	
3	PV-BIOCIDE	Dẫn xuất triazine	Diệt khuẩn	1	1
4	Soda	Na ₂ CO ₃	Kết tủa Ca ²⁺ (khi sử dụng nước biển)	1	1
Nhóm hóa phẩm tạo cấu trúc					
5	PV-BIOVIS	Biopolymer	Tăng độ bền gel, tạo cấu trúc	1 - 2	0 - 2
6	PV-BIOVIS HT	Synthetic polymer	Chất tạo cấu trúc, tăng độ bền, ổn định lưu biến ở điều nhiệt độ cao áp suất cao	1 - 2 (sử dụng khi nhiệt độ đáy giếng > 135°C)	7 - 10
Nhóm hóa phẩm ức chế					
7	PV-UHIB	Polyamine	Ức chế tương nở sét, ổn định pH của dung dịch	20 - 30	20 - 30
8	PV-UCAP	Copolymer/ encapsulator	Ức chế tương nở sét theo cơ chế bao bọc		4 - 6
9	KCL	Muối KCl	Ức chế sét	80 - 100	80 - 100
Nhóm hóa phẩm giảm độ thải nước					
10	PV-DPAC UL	Polyanionic cellulose	Giảm độ thải nước	2 - 6	15 - 20
11	PV-ASPATEX	Sodium asphalt sulphonate	Giảm độ thải nước HTHP, ổn định tính chất lưu biến, ổn định thành giếng khoan	10 - 12	10 - 18
12	DV-RES	Synthetic phenol-formaldehyde lignite		10 - 12	2 - 6
13	DV-Flo HT	Tinh bột biến tính		10 - 12	2 - 5
14	PV-REFLO HT	Synthetic polymer	Giảm độ thải nước ở nhiệt độ cao		8 - 15
15	PV-CLAYSTAB	Latex co-polymer	Ổn định thành giếng khoan, giảm độ thải nước, bít nứt vi khe nứt		
Nhóm hóa phẩm bôi trơn, cải thiện tốc độ cơ học khoan					
16	PV-ULTRAROP	Hydrocarbon, surfactant	Chất bôi trơn, tăng ROP, chống bó chèoong	8 - 15	8 - 15
17	PV-DrillLUB	Chất bôi trơn gốc ester, có phụ gia nano	Chất bôi trơn	10 - 20	10 - 20
Nhóm hóa phẩm khử oxy, tăng tính bền nhiệt					
18	Sodium sulphite	Na ₂ SO ₃	Chất khử oxy	1 - 2	2 - 4
19	DV-POLYSTAB HT	Dẫn xuất amino alcohol	Chất tăng bền nhiệt cho polymer, ổn định pH	3 - 7	10 - 18
Nhóm hóa phẩm bít nứt, ổn định thành giếng					
20	PV-DCAR F/M	CaCO ₃ F/M	Chất bít nứt. Gia cố, ổn định thành giếng khoan.	10 - 20	10 - 20
21	DV-CELBA F	Cellulose fiber F	Giảm kẹt dính vi sai, giảm mất dung dịch	3 - 6	3 - 6
22	FLC 2000	Hỗn hợp cellulosic	Chất bít nứt. Gia cố, ổn định thành giếng khoan, đặc biệt là các giếng có suy giảm áp suất. Giảm kẹt dính vi sai	4 - 8	Không sử dụng do phân đoạn này không có dự đoán suy giảm áp suất



Hình 2. Thông số độ thải nước (API, HTHP, V6, YP) trong quá trình thi công phân đoạn 8 1/2 inch.



Hình 3. Hình ảnh mẫu cutting tại độ sâu 3.735 m.



Hình 4. Thông số độ thải nước (API, HTHP, V6, YP) trong quá trình thi công phân đoạn 6 1/2 inch.

Trong quá trình thi công, hệ dung dịch duy trì sự ổn định các thông số kỹ thuật chính. Giá trị độ thải nước theo tiêu chuẩn API và HTHP luôn nằm trong giới hạn thiết kế. Các thông số lưu biến được kiểm soát phù hợp, đảm bảo khả năng làm sạch giếng. Đặc biệt, sau 4 ngày tĩnh trong giếng (ở điều kiện nhiệt độ đáy giếng

148°C), dung dịch vẫn duy trì tính chất (lưu biến, độ thải nước, khả năng giảm ma sát) khi tuần hoàn trở lại, cho thấy khả năng ổn định nhiệt tốt.

Về khả năng ức chế, hệ dung dịch thể hiện hiệu quả rõ rệt khi pH được duy trì ổn định trong khoảng 9,7 - 10, giá trị MBT được kiểm soát ở mức thấp hơn đáng kể so với giới hạn yêu cầu. Mùn khoan đưa lên bề mặt ở trạng thái khô, cứng, giữ hình dạng tốt cho thấy độ trương nở của sét thấp. Các quan sát thực tế trên chèo khoan, thiết bị định tâm và bộ khoan cụ sau nhiều lần kéo lên bề mặt cho thấy không xuất hiện hiện tượng bám dính sét, bó chèo hoặc tích tụ mùn khoan. Kết quả này phản ánh khả năng ức chế sét và làm sạch giếng hiệu quả của hệ dung dịch (Hình 3). Trong quá trình khoan, xuất hiện một số phức tạp như khí xâm nhập, sập lở cục bộ và mất dung dịch. Tuy nhiên các sự cố này đều được xử lý hiệu quả thông qua điều chỉnh tỷ trọng và bổ sung hóa phẩm phù hợp, không làm phát sinh thời gian dừng khoan phi sản xuất.

Quá trình kéo thả, đo địa vật lý và chống ống diễn ra thuận lợi, không xảy ra kẹt cần hoặc kẹt ống chống. Tốc độ khoan trung bình đạt 7 - 10 m/giờ, tiệm cận thông số thiết kế. Hệ dung dịch không gây bất lợi đến tốc độ khoan và hỗ trợ kiểm soát moment xoắn hiệu quả.

Kết quả thử nghiệm công nghiệp cho thấy hệ dung dịch Pro-Dril đáp ứng tốt các yêu cầu kỹ thuật tại phân đoạn 8 1/2 inch giếng 2205/BK-22. Hệ dung dịch duy trì kiểm soát hiệu quả các thông số công nghệ, ức chế sét tốt, ổn định thành giếng, hỗ trợ kéo thả và chống ống thuận lợi, đồng thời thích ứng với các điều kiện địa chất phức tạp mà không gây ra sự cố liên quan đến dung dịch.

3.3. Kết quả thử nghiệm công nghiệp tại phân đoạn 6 1/2 inch

Tiếp nối kết quả tại phân đoạn 8 1/2 inch, hệ dung dịch Pro-Dril HT được triển khai cho phân đoạn 6 1/2 inch trong khoảng độ sâu 4.634 - 4.947 m, ở điều kiện nhiệt độ cao hơn và khí xâm nhập phức tạp hơn [5]. Dung dịch từ phân đoạn trên được xử lý giảm tỷ trọng bằng thiết bị ly tâm, sau đó phối trộn để thiết lập hệ dung dịch mới với tỷ trọng ban đầu khoảng 1,24 sg, tiếp đó tăng dần đến 1,38 sg nhằm kiểm soát khí và duy trì ổn định giếng.

Tương tự phân đoạn 8 1/2 inch, hệ dung dịch duy trì sự ổn định của các thông số công nghệ chủ yếu. Độ thải nước theo tiêu chuẩn API và HTHP (155°C, 500 psi) luôn nằm trong giới hạn thiết kế; các thông số lưu biến được điều chỉnh phù hợp và duy trì ổn định (Hình 4). Sau 3 ngày tĩnh trong giếng phục vụ đo địa vật lý, dung dịch vẫn giữ được các tính chất khi tuần hoàn trở lại, cho thấy khả năng ổn định nhiệt tốt trong điều kiện nhiệt độ đáy giếng 153 - 155°C.

Bảng 2. Đánh giá kết quả thử nghiệm công nghiệp hệ dung dịch Pro-Dril và Pro-Dril HT cho 2 phân đoạn 8½" và 6½" tại giếng 2205/BK-22

TT	Tiêu chí đánh giá	Mức độ đánh giá	Thực tế đạt được khi thi công tại phân đoạn 8½"	Thực tế đạt được khi thi công tại phân đoạn 6½"
1	Thông số hệ dung dịch	Phù hợp hay không phù hợp	Phù hợp với thiết kế	
2	Kẹt cần, ống chống	Có/không	Không bị kẹt cần, ống chống.	
3	Phức tạp khi khoan	Dạng phức tạp	Không có phức tạp do dung dịch	
4	Phức tạp khi kéo thả	Vướng	Chỉ có một số điểm vướng nhẹ, xử lý bằng cách doa nhẹ	Không bị vướng
5	Tốc độ khoan	Phù hợp hay cao hơn thiết kế	Phù hợp	Thấp hơn so với thiết kế do đặc điểm địa chất của vỉa và đặc điểm công nghệ khi khoan
6	Bó chèoong	Có/không	Không bị bó chèoong	
7	Phức tạp khi đo địa vật lý	Có/không	Không có phức tạp khi đo địa vật lý	
8	Chi phí hóa phẩm	Phù hợp thiết kế	Chi phí hóa phẩm thấp hơn so với thiết kế	
9	Ảnh hưởng tới thiết bị khoan	Có/không	Không ảnh hưởng	
10	Ảnh hưởng tới môi trường người lao động	Nếu có nêu nguyên nhân	Không ảnh hưởng	

Phức tạp chính trong quá trình thi công là hiện tượng khí xâm nhập liên tục và 2 lần phát hiện cần khoan bị thủng. Tuy nhiên các vấn đề này đã được xử lý kịp thời thông qua điều chỉnh tỷ trọng dung dịch, bổ sung vật liệu bít nhét và phụ gia tăng cường độ bền nhiệt. Không ghi nhận sự cố nghiêm trọng do dung dịch gây ra, cũng như không phát sinh thời gian dừng khoan phi sản xuất.

Toàn bộ quá trình khoan, thông giếng, đo địa vật lý và chống ống 5½" diễn ra thuận lợi, không xảy ra hiện tượng kẹt cần hoặc kẹt ống chống. Bộ khoan cụ sạch, không bám dính sét; ống chống lửng (liner) được thả gần tới độ sâu thiết kế và công tác trám xi măng thực hiện đúng kế hoạch, khẳng định điều kiện lòng giếng ổn định (Hình 5).

Nếu hệ dung dịch Pro-Dril tại phân đoạn 8½" cho thấy khả năng kiểm soát dung dịch và ổn định giếng trong điều kiện địa chất phức tạp, thì hệ Pro-Dril HT tại phân đoạn 6½" tiếp tục chứng minh hiệu quả trong môi trường nhiệt độ cao hơn và yêu cầu kỹ thuật khắt khe hơn. Kết quả này khẳng định tính khả thi và độ tin cậy của hệ dung dịch trong điều kiện khoan sâu, nhiệt độ cao và địa chất phức tạp.

3.4. Đánh giá kết quả thử nghiệm công nghiệp

Kết quả thử nghiệm công nghiệp hệ dung dịch Pro-Dril/Pro-Dril HT tại 2 phân đoạn 8½" và 6½" giếng 2205/BK-22 được tổng hợp và đánh giá theo 10 tiêu chí (Bảng 2) [6]. Trên cơ sở các kết quả chi tiết đã trình bày tại Mục 3.2 và 3.3, có thể rút ra một số nhận định chính như sau:

Thứ nhất, hệ dung dịch khoan đáp ứng tốt các yêu cầu kỹ thuật trong điều kiện khoan phức tạp và nhiệt độ cao, với khả

năng duy trì ổn định các thông số công nghệ trong suốt quá trình thi công, kể cả sau thời gian tĩnh kéo dài ở nhiệt độ đáy giếng lên tới 153 - 155°C.

Thứ hai, hiệu quả của chất bôi trơn PV-DrillLUB (có sử dụng phụ gia nano) được thể hiện rõ thông qua khả năng kiểm soát moment xoắn ở mức thấp hơn hoặc trong giới hạn thiết kế, ngay cả trong điều kiện nhiệt độ và áp suất cao. Đồng thời, phụ gia này không ảnh hưởng bất lợi đến tính chất lưu biến của dung dịch cũng như hệ thống xử lý mùn khoan, cho thấy tính tương thích và ổn định vận hành cao.

Thứ ba, các phụ gia ổn định thành giếng và kiểm soát mất dung dịch (FLC 2000, FLC Supreme, PV-CLAYSTAB) phát huy hiệu quả trong việc gia cố thành giếng và nâng cao độ bền vỏ bùn. Kết quả thử nghiệm FIT (formation integrity test) đạt yêu cầu thiết kế cùng với khả năng kiểm soát mất dung dịch trong quá trình khoan là minh chứng cho hiệu quả của các giải pháp này.

Cuối cùng, xét trên khía cạnh kinh tế - kỹ thuật, mức tiêu hao hóa phẩm thực tế phù hợp với nồng độ thiết kế, trong khi chi phí hóa phẩm tính trên một đơn vị thể tích dung dịch và trên mỗi mét khoan đều thấp hơn dự toán. Điều này cho thấy hệ dung dịch không chỉ đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật mà còn góp phần tối ưu chi phí vận hành trong điều kiện thực tế.

4. Kết luận

Kết quả thử nghiệm công nghiệp hệ dung dịch khoan gốc nước ức chế, bền nhiệt Pro-Dril/Pro-Dril HT tại giếng 2205/BK-22, mỏ Bạch Hổ cho thấy hệ dung dịch đáp ứng hiệu quả các yêu cầu kỹ thuật trong điều kiện khoan phức tạp, đặc biệt trong môi

trường nhiệt độ và áp suất cao. Bên cạnh hiệu quả kỹ thuật, hệ dung dịch còn thể hiện ưu điểm về mặt kinh tế, khi mức tiêu hao hóa phẩm phù hợp với thiết kế và chi phí thực tế thấp hơn so với dự toán, góp phần tối ưu hóa chi phí vận hành giếng khoan.

Tổng hợp các kết quả đạt được cho thấy hệ dung dịch Pro-Dril/Pro-Dril HT là giải pháp kỹ thuật khả thi, tin cậy cho các giếng khoan sâu, nhiệt độ cao và điều kiện địa chất phức tạp tại thềm lục địa Việt Nam, đặc biệt đối với các thành hệ có nguy cơ mất ổn định cao.

Tài liệu tham khảo

[1] DMC, Báo cáo kết quả nghiên cứu Hệ dung dịch Pro-Dril/Pro-Dril HT, 2024.

[2] Vietsovpetro, Thiết kế giếng khoan 2205/BK-22, 2024.

[3] Vietsovpetro, Chương trình Thử nghiệm công nghiệp hệ dung dịch mới Pro-Dril/Pro-Dril HT khi khoan giếng 2205/BK-22 tại giàn khoan tự nâng Tam Đảo 01, 2025.

[4] Vietsovpetro, Biên bản thử nghiệm công nghiệp hệ dung dịch mới Pro-Dril cho thi công phân đoạn 8½" của giếng 2205/BK-22 trên Giàn khoan Tam Đảo 01, 2025.

[5] Vietsovpetro, Biên bản thử nghiệm công nghiệp hệ dung dịch mới Pro-Dril HT cho thi công phân đoạn 6½" của giếng 2205/BK-22 trên Giàn khoan Tam Đảo 01, 2025.

[6] Vietsovpetro, Báo cáo kết luận thử nghiệm công nghiệp hệ dung dịch ức chế tính năng cao Pro-Dril/Pro-Dril HT khi khoan giếng 2205/BK-22, 2025.

FIELD TRIAL OF THE THERMALLY STABLE, INHIBITIVE WATER-BASED DRILLING FLUID SYSTEM PRO-DRIL/PRO-DRIL HT IN WELL 2205/BK-22, BACH HO FIELD

Le Van Cong¹, Duong Tri Hoi¹, Pham Ngoc Khue¹, Nguyen Thai Son², Nguyen Van Xa², Pham Van Hieu², Mai Duy Khanh², Chu Minh Han², Nguyen Thanh Tu¹, Nguyen Van Tien¹, Vo Hoang Long¹, Nguyen Van Tien¹

¹Petrovietnam Chemicals and Services Corporation (PVChem), Ha Noi, 11312, Vietnam

²Vietsovpetro Joint Venture, Ho Chi Minh, 78223, Vietnam

KEY WORDS

Thermally stable, inhibitive water-based drilling fluid, Pro-Dril/Pro-Dril HT, field trial, Bach Ho field.

ABSTRACT

As oil and gas exploration and production activities continue to expand into geologically complex environments, such as high-pressure and high-temperature (HPHT), abnormal formation pressures, and deepwater offshore conditions, increasingly stringent requirements are being imposed on the performance and stability of water-based drilling fluid systems. Consequently, the development and technological mastery of water-based drilling fluids with superior shale inhibition and enhanced thermal stability have become increasingly important for drilling operations. In recent years, Petrovietnam Chemicals and Services Corporation (PVChem) has developed the Pro-Dril/Pro-Dril HT water-based drilling fluid system, which provides excellent shale swelling inhibition and maintains stable performance at temperatures up to 165°C. This paper presents the results of a field trial of the Pro-Dril/Pro-Dril HT system in well 2205/BK-22, Bach Ho field.

Corresponding author: Email: conglv@pvchem.com.vn

Received: 30/1/2026; Revised: 30/1 - 11/2/2026; Accepted date: 26/2/2026

This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)