

# NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG BƠM TRÁM XI MĂNG QUA TẦNG ĐÁ VÔI TẠI MỎ ĐẠI HÙNG, LÔ 05-1a, BỂ NAM CÔN SƠN

Đỗ Hữu Trung<sup>1</sup>, Nguyễn Hoàng Nghĩa<sup>1</sup>, Nguyễn Mạnh Tuấn<sup>1</sup>  
Phạm Huy Dũng<sup>1</sup>, Đinh Trọng Huy<sup>2</sup>, Nguyễn Văn Khương<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Công ty TNHH MTV Điều hành Thăm dò Khai thác Dầu khí trong nước

<sup>2</sup>Tổng công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí

<sup>3</sup>Tập đoàn Dầu khí Việt Nam

Email: trungdh@pvep.com.vn

## Tóm tắt

Bài báo phân tích, đánh giá công tác thi công khoan nhằm xác định nguyên nhân chính của sự cố mất dung dịch khoan trong quá trình khoan qua địa tầng đá vôi và chất lượng bơm trám xi măng không đảm bảo ở tầng này của các giếng khoan mỏ Đại Hùng. Trên cơ sở đó, nhóm tác giả đề xuất các giải pháp khắc phục và điều chỉnh phù hợp nhằm xử lý mất dung dịch trong quá trình khoan, tăng cường chất lượng bơm trám xi măng qua địa tầng đá vôi mỏ Đại Hùng.

Các giải pháp được đề xuất gồm: xử lý triệt để sự cố mất dung dịch qua tầng đá vôi bằng xi măng tan trong acid trước khi thả cột ống chống, sử dụng nút chặn giãn nở bằng nước hoặc dầu (swell packer), thiết bị bơm trám xi măng phân tầng có gắn nút chặn giãn nở thủy lực (inflatable packer), bơm trám với vữa xi măng có tỷ trọng thấp/nhẹ (light weight cement)... Các giải pháp trên sẽ giúp tăng cường khả năng cách ly các vỉa chứa khí - dầu - nước xen kẽ phức tạp của mỏ Đại Hùng, giảm thiểu thời gian và kinh phí thực hiện công tác bơm ép bổ sung xi măng.

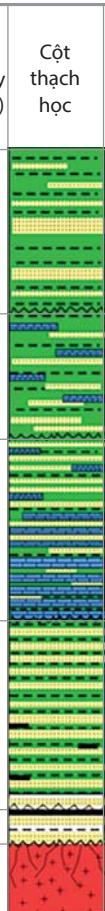
**Từ khóa:** Xi măng tỷ trọng thấp/nhẹ, bơm trám xi măng, tầng đá vôi, mất dung dịch, mỏ Đại Hùng.

## 1. Mở đầu

Mỏ Đại Hùng nằm trong Lô 05-1a, bể Nam Côn Sơn, thềm lục địa Nam Việt Nam, cách bờ biển Vũng Tàu về phía Đông Nam 262km, thuộc rìa Tây Nam của đới nâng Măng Cầu.

Cấu trúc địa chất mỏ Đại Hùng nói riêng và Lô 05-1a nói chung là kết quả của quá trình hoạt động địa chất, kiến tạo của khu vực. Các pha hoạt động kiến tạo từ Eocene đến Miocene muộn đã tạo ra các hệ thống đứt gãy phức tạp, phân chia mỏ thành các khối cấu trúc có kích thước khác nhau từ 1 - 2km<sup>2</sup> đến 5 - 6km<sup>2</sup>. Trầm tích phát triển không đồng đều giữa các khu vực là nguyên nhân dẫn đến sự phân bố không đồng nhất của các tầng chứa ở các khối khác nhau trên mỏ Đại Hùng.

Lát cắt địa chất của mỏ Đại Hùng (Hình 1), từ dưới lên trên, bao gồm các đá móng granite/granodiorite có tuổi trước Đệ Tam, các trầm tích lục nguyên và trầm tích chứa vôi tuổi Miocene đến Pliocene - Đệ Tứ.

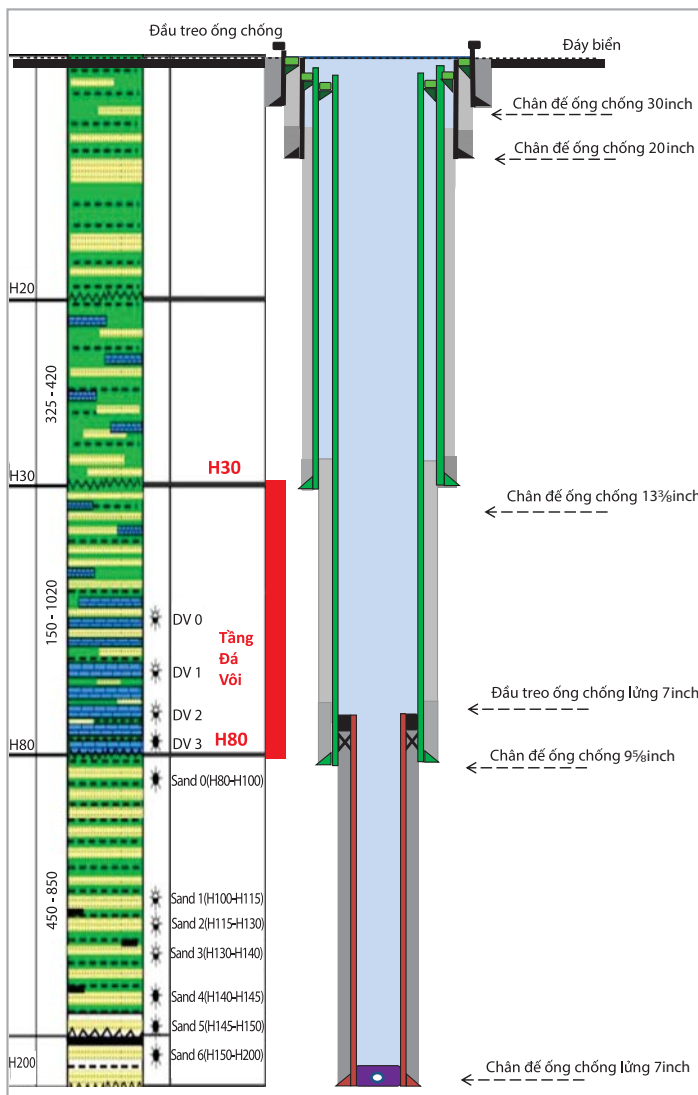
Tuổi địa chất	Hệ tầng	Tầng địa chấn	Bề dày (m)	Cột thạch học	Tầng sản phẩm	Đặc điểm thạch học	Môi trường trầm tích	
Miocene	Pliocene - Đệ Tứ	Biển Đông	H20			Sét, bột, cát kết xen kẽ phân lớp mỏng giàu hợp chất hữu cơ, hóa đá	Trầm tích biển nông giữa thềm đến biển sâu	
			Muộn		Nam Côn Sơn	H30	325-420	Sét, bột, cát kết xen kẽ phân lớp mỏng giàu hợp chất hữu cơ, hóa đá
	Giữa	Thông/Măng Cầu	H80		150-1020	DV 0 DV 1 DV 2 DV 3	Sét, bột, cát kết xen kẽ các lớp đá vôi mỏng và sét vôi Đá vôi silic dạng thềm, đá vôi âm tiêu xen kẽ các lớp lục nguyên mịn, mỏng	Trầm tích biển nông ven bờ
	Sớm	Dừa	H200		450-850	Sand 0 (H80-H100) Sand 1 (H100-H115) Sand 2 (H115-H130) Sand 3 (H130-H140) Sand 4 (H140-H145) Sand 5 (H145-H150) Sand 6 (H150-H200)	Cát kết xen kẽ các lớp sét kết, bột kết và lớp than mỏng	Trầm tích vùng vịnh, ven biển Trầm tích đồng bằng ngập lụt đến vùng vịnh ven biển
Trước Đệ Tam	Móng	H200			Granite-granodiorite phong hóa, nút nê	Từ trầm tích lục địa chuyển dần lên đồng bằng châu thổ có ảnh hưởng thủy triều ven biển		

Hình 1. Cột địa tầng tổng hợp mỏ Đại Hùng, Lô 05-1a

Ngày nhận bài: 4/7/2016. Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 5/7 - 1/8/2016. Ngày bài báo được duyệt đăng: 31/3/2017.

Điều kiện nhiệt độ của mỏ Đại Hùng được đánh giá là bình thường với gradient khoảng 3,3 - 3,4°/100m. Theo chiều sâu, áp suất vỉa từ bề mặt đáy biển xuống đến hết Miocene muộn khoảng 8,5 - 9ppg, qua tầng đá vôi của Miocene giữa là khoảng 9 - 9,9ppg và tăng lên đến khoảng 10,5ppg trong vùng trầm tích lục nguyên Miocene sớm.

Các tầng chứa là đối tượng khai thác của mỏ Đại Hùng bao gồm cát kết Miocene sớm và trầm tích lục nguyên chứa vôi Miocene giữa. Trầm tích lục nguyên tuổi Miocene sớm (H80 - H200) có độ rỗng từ trung bình đến tốt và độ thấm trung bình khoảng 50mD thành tạo trong môi trường trầm tích từ biển nông cho đến đồng bằng tam giác châu, ven biển. Các tập trầm tích lục nguyên chứa vôi tuổi Miocene giữa (H30 - H80) gồm ám tiêu san hô và đá vôi thêm có độ rỗng từ < 10% đến 28% và độ thấm có thể đến 365mD [1]. Các tập đá vôi có đặc trưng nứt nẻ và hang hốc, gây ra nhiều khó khăn và phức tạp trong thi công khoan nói chung và công tác bơm trám xi măng nói riêng.



Hình 2. Cấu trúc giếng tiêu chuẩn của mỏ Đại Hùng, Lô 05-1a

Đến nay, trên mỏ Đại Hùng và khu vực lân cận đã có 41 giếng khoan thăm dò/thẩm lượng và khai thác, trong đó có 17 giếng thăm dò/thẩm lượng, 12 giếng khai thác kết nối với giàn bán chìm FPU-DH01, 12 giếng khai thác kết nối với giàn đầu giếng WHP-DH02.

Một trong những vấn đề tồn tại trong công tác thi công khoan cho các giếng tại mỏ Đại Hùng là chất lượng bơm trám xi măng qua tầng đá vôi chưa đạt yêu cầu kỹ thuật, dẫn đến phải bơm ép bổ sung xi măng làm kéo dài thời gian thi công giếng. Đặc biệt đã xảy ra sự cố rò rỉ khí, phun trào và khống chế giếng liên quan trực tiếp đến chất lượng bơm trám xi măng không đảm bảo tại các tầng đá vôi.

Việc nghiên cứu để tìm ra nguyên nhân chính của sự cố này và đưa ra giải pháp kỹ thuật phù hợp nhất để nâng cao chất lượng bơm trám xi măng qua tầng đá vôi nứt nẻ, để mất dung dịch là rất cấp thiết, giúp tiết giảm chi phí thi công giếng khoan, đảm bảo an toàn cho quá trình thi công và khai thác tại mỏ Đại Hùng và vùng lân cận.

## 2. Chất lượng bơm trám xi măng qua các tầng đá vôi nứt nẻ tại mỏ Đại Hùng

### 2.1. Cấu trúc giếng khoan và chương trình bơm trám xi măng điển hình

Các giếng khoan thăm dò, thẩm lượng hay phát triển của mỏ Đại Hùng đều được thiết kế thi công đi qua các tầng sản phẩm trầm tích lục nguyên chứa vôi tuổi Miocene giữa và cát kết tuổi Miocene sớm. Cấu trúc giếng tiêu chuẩn chung (Hình 2) bao gồm các cấp thân giếng và ống chống: thân giếng 36inch x ống chống 30inch; thân giếng 26inch x ống chống 20inch; thân giếng 16inch x ống chống 13 3/8inch; thân giếng 12 1/4inch x ống chống 9 5/8inch; thân giếng 8 1/2inch x ống chống lửng 7inch. Ngoài ra, một số giếng phát triển được thiết kế bỏ qua cấp ống chống 30inch và bắt đầu ngay bằng ống chống 20inch khi điều kiện địa chất cho phép.

Ống chống dẫn hướng 30inch được thiết kế với chiều sâu thấp khoảng 100 - 110m so với đáy biển và được bơm trám bằng vữa xi măng 15,8ppg lên đến đáy biển.

Ống chống bề mặt 20inch được thiết kế với chiều sâu khoảng 700m so với đáy biển để kết nối đầu giếng, đối áp và là cơ sở để kết nối lên cây thông khai thác và thiết bị bề mặt sau khi lắp giàn

đầu giếng WHP. Ống chống bề mặt 20inch được thiết kế bơm trám bằng vữa xi măng 12,8ppg (đợt đầu) và vữa xi măng 15,8ppg (đợt cuối).

Ống chống trung gian 13<sup>3</sup>/<sub>8</sub>inch được thiết kế đến chiều sâu nằm dưới mặt phản xạ địa chấn H30 và trước khi khoan vào các tầng đá vôi nút nê, để mất dung dịch và vữa đủ để ngăn cách các tầng vỉa không sản phẩm, không ổn định có thể ảnh hưởng đến an toàn thi công. Ống chống trung gian 13<sup>3</sup>/<sub>8</sub>inch được bơm trám xi măng đến chiều sâu khoảng 200m bằng loại vữa xi măng 12,8ppg (đợt đầu) và vữa xi măng 15,8ppg (đợt cuối).

Ống chống khai thác 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>inch được thiết kế để khoan qua hệ tầng Thông - Mãng Cầu và đi vào khoảng 10 - 15m phía dưới đỉnh của mặt phản xạ H80, để cách ly tầng vỉa đá vôi nút nê, để mất dung dịch với tầng vỉa trầm tích cát kết có áp suất cao hơn phía dưới, đồng thời phục vụ cho công tác hoàn thiện, khai thác các vỉa đá vôi sau này. Ống chống khai thác 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>inch thường được thiết kế bơm trám xi măng đơn tầng, đỉnh cột xi măng đến chiều sâu khoảng 200m với vữa xi măng 12,8ppg (đợt đầu) và vữa xi măng 14,5ppg (đợt cuối). Tuy nhiên, chương trình bơm trám xi măng cho cột ống chống khai thác sẽ được thay đổi cho phù hợp với điều kiện cụ thể trong quá trình khoan.

Ống chống lừng 7inch được thiết kế đến chiều sâu bao gồm hết đối tượng vỉa sản phẩm của trầm tích lục nguyên Miocene sớm để phục vụ cho công tác hoàn thiện, khai thác các vỉa cát kết trầm tích lục nguyên này.

Ống chống lừng 7inch được bơm trám xi măng đến đầu treo của ống lừng với loại vữa xi măng 14,5 - 15ppg [1].

**2.2. Bơm ép bổ sung xi măng qua các tầng đá vôi nút nê tại mỏ Đại Hùng**

Theo các số liệu tổng hợp từ báo cáo kết thúc giếng khoan của mỏ Đại Hùng, chất lượng bơm trám xi măng qua các tầng đá vôi là không đạt yêu cầu về kỹ thuật và dẫn đến thường xuyên phải tiến hành công tác sửa chữa bằng bơm ép bổ sung xi măng. Do mất thời gian để bơm ép xi măng bổ sung nên làm tăng chi phí khoan và gây rủi ro cho công tác sản xuất nếu công tác bơm ép xi măng không thành công. Tổng kết thực tế thi công các giếng khoan tại mỏ Đại Hùng năm 2014 và 2015, Công ty TNHH MTV Điều hành Thăm dò Khai thác Dầu khí trong nước (PVEP POC) đã phải tiến hành 17 lần bơm ép xi măng do chất lượng xi măng không đảm bảo qua các vỉa đá vôi nút nê cho 4 giếng khoan (Bảng 1).

Ngoài ra, rất nhiều giếng khoan khác tại mỏ Đại Hùng có chất lượng bơm trám xi măng qua các tầng đá vôi không đạt yêu cầu kỹ thuật. Tuy nhiên, sau khi phân tích kết quả đo chất lượng bơm trám xi măng cho thấy khả năng tiếp nhận bổ sung xi măng bơm ép rất thấp, mức độ thành công không cao nên không tiến hành công tác bơm ép bổ sung xi măng. Trong trường hợp này, với các vỉa dầu, khí và nước nằm xen kẽ nhau trong các lớp đá vôi, sét kết và cát kết tại hệ tầng Thông - Mãng Cầu (Hình 1),

*Bảng 1. Bơm ép bổ sung xi măng cho các giếng khoan của mỏ Đại Hùng từ năm 2014 - 2015 [2]*

Tên giếng khoan	Chiều sâu ống chống	Các thông số của vữa xi măng				Ghi chú
	mMD	Tỷ trọng (ppg)	Thể tích (bbl)	Loại xi măng	Khối lượng (MT)	
DH-21XP	3.400	15,8	30	G	12	Bơm ép xi măng tại đỉnh của ống lừng 7inch lần 1
	3.400	15,8	8,7	G	12	Bơm ép xi măng tại đỉnh của ống lừng 7inch lần 2
	2.800	15,8	15	G	12	Bơm ép xi măng đoạn ống 9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> inch lần 3
	3.150	15,8	30	G	12	Bơm ép xi măng đoạn ống 9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> inch lần 4
	2.845	15,8	25	G	7	Bơm ép xi măng đoạn ống 9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> inch lần 4A
	2.633	15,8	30	G	9	Bơm ép xi măng đoạn ống 9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> inch lần 5
DH-22XP	2.500	15,8	36	G	7	Bơm ép xi măng đoạn ống 9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> inch lần 5A
	3.400	15,8	28,8	G	11	Bơm ép xi măng đoạn ống 9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> inch lần 1
DH-10PST	3.200	15,8	20,4	G	7	Bơm ép xi măng đoạn ống 9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> inch lần 2
	1.840	15,8	18,5	G	4	Bơm ép xi măng đoạn ống 9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> inch lần 1 (giếng sidetrack)
DHN-1X	1.823	15,8	17	G	4	Bơm ép xi măng đoạn ống 9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> inch lần 2 (giếng sidetrack)
	2.415	15,8	23	G	5	Bơm ép xi măng đoạn ống 9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> inch lần 1
	2.415	15,8	19	G	5	Bơm ép xi măng đoạn ống 9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> inch lần 2
	2.135	15,8	36	G	9	Bơm ép xi măng đoạn ống 9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> inch lần 3
	2.135	15,8	15	G	4	Bơm ép xi măng đoạn ống 9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> inch lần 4
	1.855	15,8	43	G	12	Bơm ép xi măng đoạn ống 9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> inch lần 5
	1.855	15,8	43	G	10	Bơm ép xi măng đoạn ống 9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> inch lần 6

khí chất lượng bơm trám xi măng không đảm bảo sẽ làm giảm khả năng cách ly của vành đá xi măng giữa các vỉa dầu, khí và nước. Trong quá trình khai thác, các vỉa này sẽ bị liên thông với nhau dẫn đến giảm sản lượng khai thác dầu và giảm tuổi thọ của giếng khai thác.

Chất lượng bơm trám xi măng không đảm bảo qua tầng đá vôi tại các giếng khoan của mỏ Đại Hùng đã gây ra nhiều sự cố về rò rỉ khí, mất kiểm soát áp suất giếng dẫn đến phun trào khí trong quá trình thi công. Công tác ứng cứu các sự cố liên quan đến chất lượng trám xi măng này mất rất nhiều thời gian và làm tăng chi phí thi công khoan. Một số sự cố nổi bật được tóm tắt như sau [1]:

- Trong quá trình thu hồi thiết bị đệm bít kín (9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>inch pack-off seal) giữa ống chống 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>inch và 13<sup>3</sup>/<sub>8</sub>inch từ đầu giếng ngầm để tiến hành hủy giếng DH-8X vào năm 2009, do không dùng đối áp ngầm nên đã xảy ra hiện tượng trào khí mạnh từ khoảng không vành xuyên giữa ống chống 13<sup>3</sup>/<sub>8</sub>inch và 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>inch. Giàn khoan đã phải dịch khẩn cấp ra xa 180m cách khu vực giếng, sau đó phải mất nhiều ngày để đợi khí tích tụ thoát ra hết và giàn khoan có thể an toàn kết nối trở lại với đầu giếng ngầm của DH-8X.

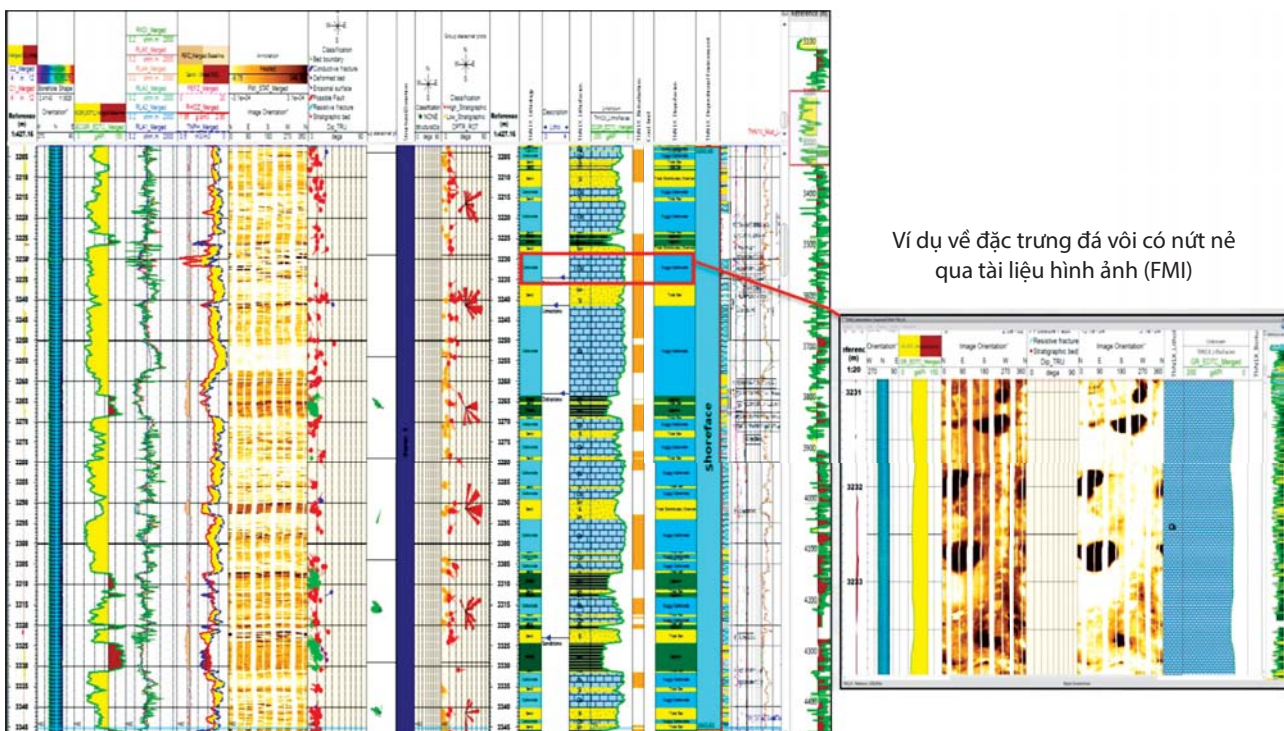
- Do chất lượng bơm trám xi măng của giếng DH-13P không đảm bảo qua tầng đá vôi nứt nẻ đã dẫn đến năm 2009 phải bơm ép bổ sung xi măng. Trong quá trình bắn lỗ bằng cáp trước khi bơm ép xi măng, giếng khoan bị phun trào, mất kiểm soát áp suất giếng nên phải cắt cáp và đóng giếng bằng đối áp khoan.

- Trong năm 2015, thiết bị lặn điều khiển từ xa (ROV) phát hiện thấy nhiều bọt khí rò rỉ ra ở đầu giếng ngầm 18<sup>3</sup>/<sub>4</sub>inch của giếng khoan DHN-1X. Lúc này giếng đã được treo và giàn khoan vừa tách hệ thống đối áp ngầm ra khỏi đầu giếng. Sau khi xem xét cụ thể phát hiện rò rỉ khí từ khoảng không vành xuyên của ống chống 13<sup>3</sup>/<sub>8</sub>inch và 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>inch, PVEP POC đã mất thời gian để khắc phục sự cố.

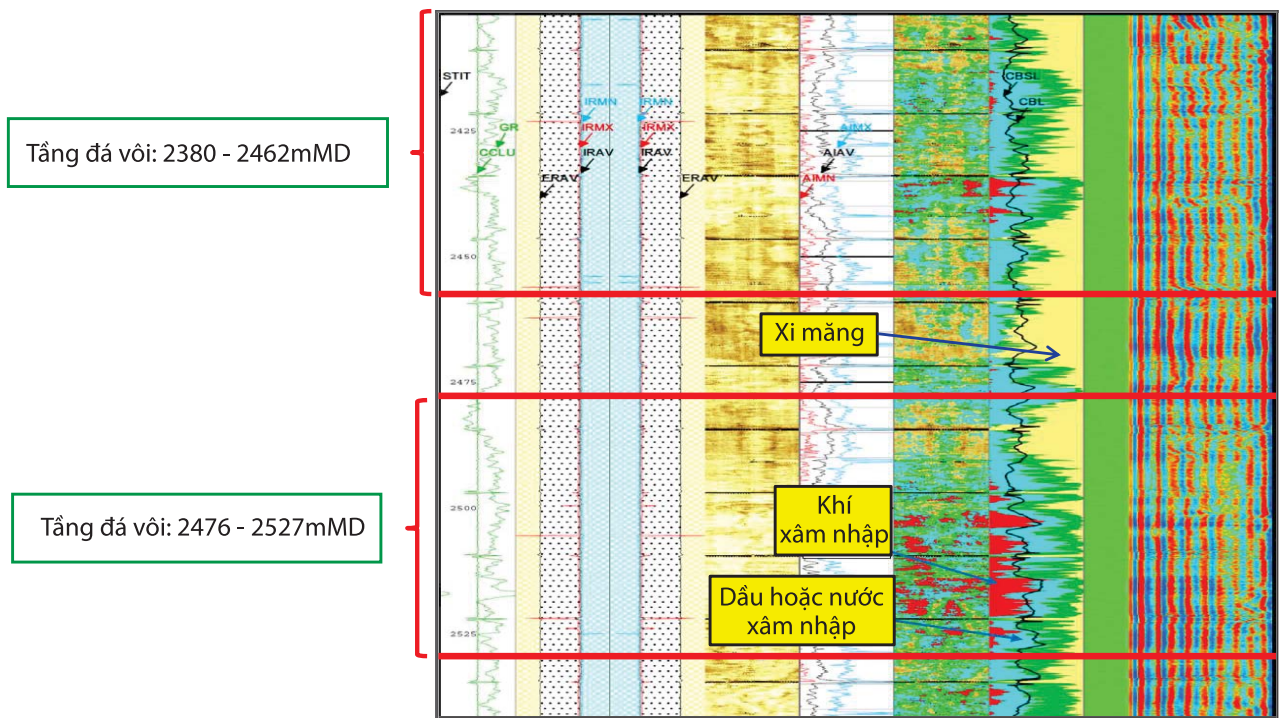
Để cải thiện chất lượng bơm trám xi măng qua tầng đá vôi tại mỏ Đại Hùng, PVEP POC đã sử dụng nhiều nhà thầu dịch vụ bơm trám xi măng và các biện pháp khắc phục khác nhau (như bơm trám 2 tầng, sử dụng xi măng nhẹ...). Tuy nhiên, kết quả đạt được còn hạn chế, do đó cần tìm ra giải pháp kỹ thuật phù hợp để khắc phục vấn đề này.

**2.3. Nguyên nhân của sự cố liên quan đến chất lượng bơm trám xi măng**

Với đặc thù địa chất khu vực mỏ phức tạp, nhất là các đới đứt gãy, cấu tạo tầng đá vôi nứt nẻ và xen kẹp, hiện tượng mất dung dịch thường xảy ra khi thi công khoan qua tầng trầm tích lục nguyên, đặc biệt là tầng trầm tích đá vôi và cát kết xen kẹp đá vôi thuộc Miocene giữa tại mỏ Đại Hùng. Đá vôi ở mỏ Đại Hùng có 2 loại chính là đá vôi ám tiêu và đá vôi thềm, độ rỗng phụ thuộc nhiều vào môi trường thành tạo, loại đá cũng như quá trình biến đổi sau trầm tích, vì vậy giá trị độ rỗng thay đổi trong khoảng rất rộng, tài liệu đo hình ảnh từ địa vật lý giếng khoan thấy có đặc trưng nứt nẻ, hang hốc (Hình 3). Tùy theo điều kiện thực tế của từng giếng khoan, các chất chống mất



Hình 3. Hình ảnh địa vật lý giếng khoan FMI qua tầng đá vôi tại mỏ Đại Hùng [3]



Hình 4. Kết quả đo chất lượng bơm trám xi măng (USIT) qua tầng đá vôi của một trong các giếng tại mỏ Đại Hùng. Tầng đá vôi: 2.380 - 2.462mMD và 2.476 - 2.527mMD [4]

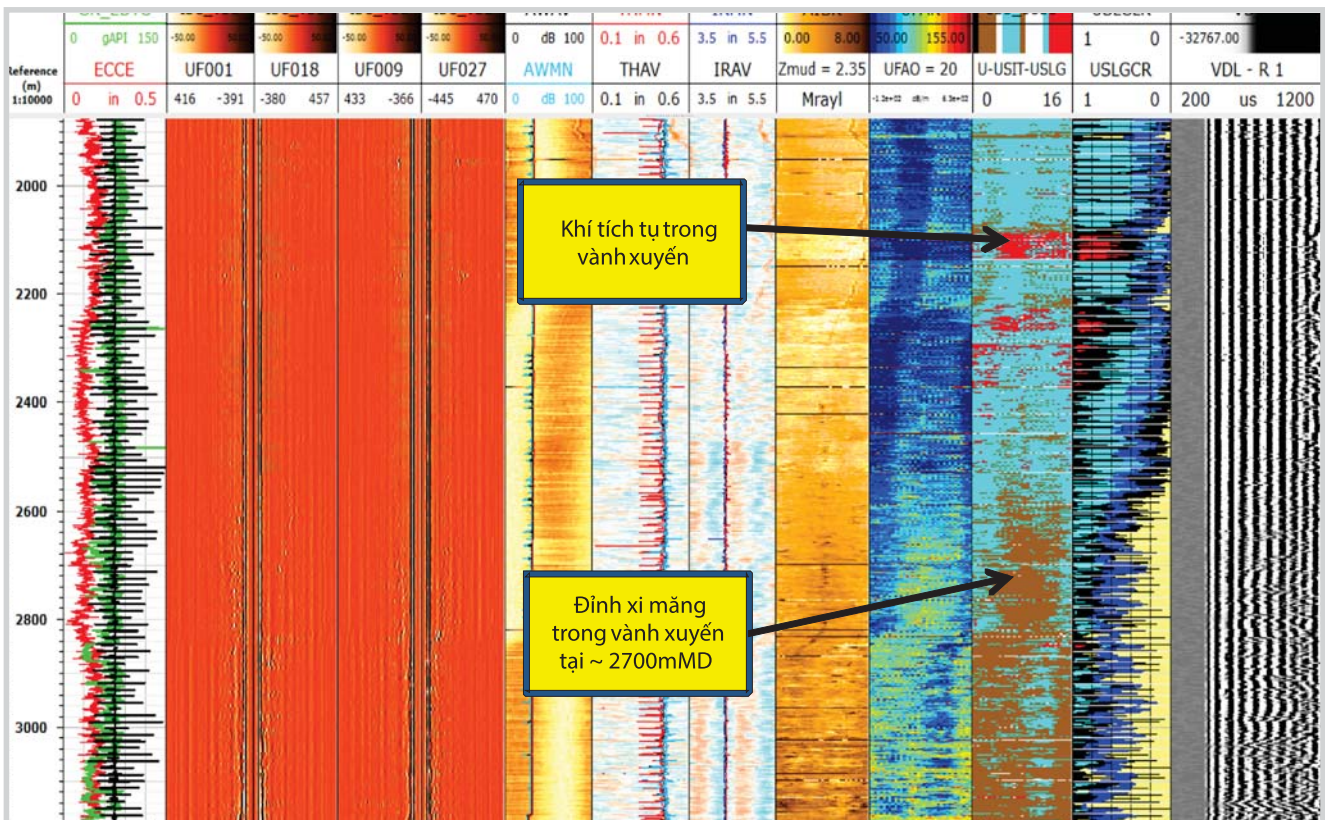
dung dịch  $\text{CaCO}_3$  (hạt cỡ thô, vừa và mịn) với liều lượng khác nhau được chọn bơm xuống giếng để xử lý sự cố mất dung dịch và đảm bảo công tác khoan được tiếp tục đến chiều sâu công đoạn đã được thiết kế. Các chất chống mất dung dịch này có thể được loại bỏ bằng xử lý acid vào công đoạn thử vỉa hay hoàn thiện của giếng. Xi măng và các chất chống mất dung dịch không tan trong acid không được sử dụng vì có thể gây hại vĩnh viễn cho vỉa sản phẩm và giảm lưu lượng khai thác giếng về sau. Tuy nhiên, giải pháp xử lý bằng chất chống mất dung dịch  $\text{CaCO}_3$  mất nhiều thời gian thi công và không bền vững.

Khi thực hiện công tác bơm trám xi măng cột ống chống 9 $\frac{5}{8}$ inch, vữa xi măng có tỷ trọng lớn hơn nhiều (tương đương khối lượng riêng 12,5 - 14,5ppg) so với dung dịch khoan (9,0 - 9,5ppg) dễ dàng mất vào trong các tầng đá vôi nút nê mà bị mất dung dịch trước đó, dẫn đến giảm áp suất thủy tĩnh của cột xi măng đang ở trạng thái lỏng. Trong giai đoạn này, khí, dầu và nước từ vỉa có thể xâm nhập vào trong giếng khoan làm nhiễm bẩn và giảm chất lượng vành xi măng tại các tầng đá vôi nút nê và mất dung dịch. Hình 4 cho thấy kết quả đo chất lượng bơm trám xi măng (đo bằng thiết bị USIT-SLB) qua tầng đá vôi tại chiều sâu 2.380 - 2.462mMD và 2.476 - 2.527mMD của một trong các giếng đã thi công của mỏ Đại Hùng là không đảm bảo về mặt kỹ thuật [4]. Khoảng không vành xuyên giữa ống chống và thân giếng qua tầng đá vôi không có nhiều xi măng (màu vàng), chất lỏng và khí

(màu xanh và đỏ) từ vỉa đã xâm nhập mạnh vào vành xuyên. Xem xét lại quá trình thi công cho thấy giếng bị mất dung dịch mạnh lên đến 125 thùng/giờ tại chiều sâu 2.380mMD và 2.432mMD. Chất chống mất dung dịch  $\text{CaCO}_3$  đã được bơm theo liều (30 - 50 thùng/lần) xuống các đoạn thân giếng bị mất dung dịch để giảm tối đa tốc độ mất dung dịch của giếng nhằm duy trì công tác khoan đến chiều sâu thiết kế của công đoạn này là 2.695mMD. Mặc dù phương pháp trám 2 tầng đã được áp dụng, tuy nhiên trong quá trình bơm trám xi măng, giếng vẫn bị mất dung dịch khoảng 20 thùng/giờ dẫn đến chất lượng bơm trám xi măng không đảm bảo.

Bên cạnh đó, việc mất dung dịch tại tầng đá vôi nút nê trong khi bơm trám xi măng cho cột ống chống 9 $\frac{5}{8}$ inch làm đỉnh của cột xi măng hạ thấp hơn nhiều so với thiết kế, làm lộ ra phần thân giếng trần có chứa các vỉa khí (phía dưới chân ống chống 13 $\frac{3}{8}$ inch). Theo thời gian khí sẽ di chuyển lên trong khoảng không vành xuyên 13 $\frac{3}{8}$ inch và 9 $\frac{5}{8}$ inch và tích tụ tại đầu giếng. Đây chính là nguyên nhân gây ra các sự cố rò rỉ và phun trào khí cho các giếng của mỏ Đại Hùng.

Một trong các sự cố điển hình liên quan đến rò rỉ khí do đỉnh cột vữa xi măng bị hạ thấp do mất dung dịch trong quá trình bơm trám xi măng là của giếng DHN-1X. Mặc dù đã sử dụng xi măng nhẹ 11,5ppg (thay vì 14,5ppg) nhưng khi bơm trám xi măng cột ống 9 $\frac{5}{8}$ inch, giếng vẫn bị mất dung dịch lên đến 157 thùng (tốc độ 45



Hình 5. Kết quả đo chất lượng trám xi măng (IBC/USIT) của ống chống 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>inch, DHN-1X [4]

thùng/giờ) [5]. Kết quả đo chất lượng bơm trám xi măng (Hình 5) cho thấy đỉnh của xi măng bị hạ xuống chiều sâu khoảng 2.700mMD. Với chân đế ống chống 13<sup>3</sup>/<sub>8</sub>inch được đặt tại chiều sâu 1.863mMD, các tập khí tại 2.145mMD, 2.221mMD và 2.339mMD không được cách ly, khí từ các vỉa này đã đi lên tích tụ tại đầu giếng ngầm của DHN-1X và gây ra hiện tượng rò rỉ khí.

Từ những phân tích, đánh giá về chất lượng xi măng không đảm bảo qua tầng đá vôi nứt nẻ và mất dung dịch của mỏ Đại Hùng, cho thấy nguyên nhân chính là việc xử lý không tốt hiện tượng mất dung dịch trước khi bơm trám xi măng cột ống 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>inch. Chất chống mất dung dịch CaCO<sub>3</sub> không thể xử lý triệt để sự cố mất dung dịch, chưa chọn được chất chống mất dung dịch phù hợp hơn. Mặc dù xi măng và các chất chống mất dung dịch không hòa tan trong acid như Form-A-Blok, DOBG... có thể xử lý mất dung dịch tốt hơn, nhưng vì đây là tầng sản phẩm của giếng nên không được phép sử dụng do khả năng gây hại vĩnh viễn cho vỉa sản phẩm tại tầng vỉa đá vôi.

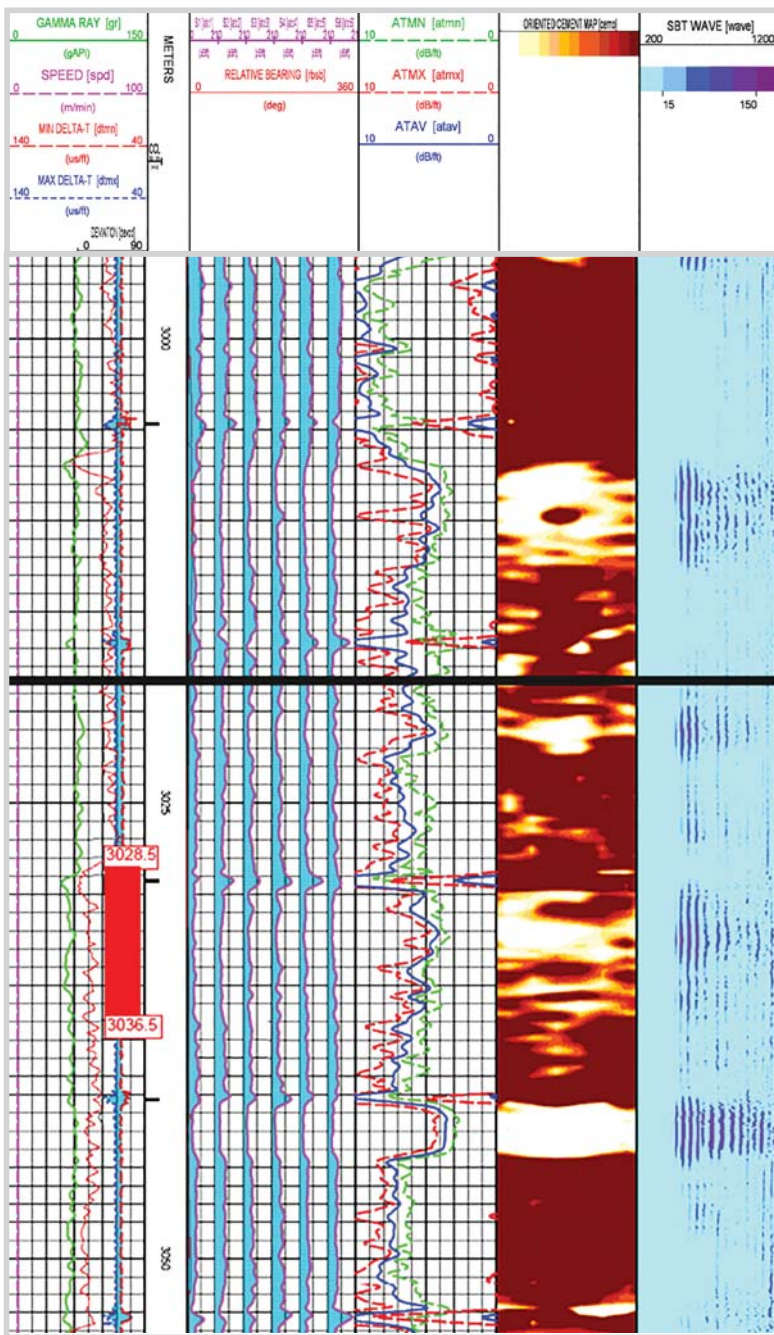
**3. Đề xuất các giải pháp để khắc phục sự cố về chất lượng bơm trám xi măng qua tầng đá vôi tại mỏ Đại Hùng**

Để cải thiện và tăng cường chất lượng bơm trám xi măng qua tầng đá vôi cho các giếng tại mỏ Đại Hùng, đầu tiên cần xử lý triệt để hiện tượng mất dung dịch trước khi

thả cột ống chống 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>inch và bơm trám xi măng. Trong một nghiên cứu khác, PVEP POC đã đề xuất sử dụng hệ vữa xi măng đặc biệt để xử lý hiệu quả hơn hiện tượng mất dung dịch qua tầng đá vôi mà chất chống mất dung dịch thông thường CaCO<sub>3</sub> không đạt được. Hệ vữa xi măng này có tính chất như vữa xi măng thông thường và được thiết kế để tự tăng độ nhớt lên rất cao khi được bơm đến vỉa đang mất dung dịch nhằm tăng khả năng thành công khi xử lý mất dung dịch. Hệ vữa xi măng này có thể hòa tan trong acid HCl, giúp loại bỏ dễ dàng ra khỏi vỉa dầu khí trong tầng đá vôi bằng xử lý với acid trước khi tiến hành thử vỉa hay hoàn thiện giếng.

Trong quá trình bơm trám xi măng cho cột ống chống, nhằm giảm tối đa áp suất thủy tĩnh và động của cột vữa xi măng tác động lên các tầng đá vôi nứt nẻ, để mất dung dịch, vữa xi măng nhẹ vẫn tiếp tục được đề xuất sử dụng. Ngoài ra, tùy theo điều kiện cụ thể của từng giếng, thiết bị bơm trám xi măng phân tầng đặc biệt có gắn nút chặn giãn nở thủy lực có thể được kết hợp sử dụng.

Thiết bị nút chặn giãn nở bằng nước hoặc dầu được đề xuất lắp ráp vào ống chống 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>inch ở chiều sâu giữa các vỉa dầu, khí, nước và tại vành xuyên của ống 13<sup>3</sup>/<sub>8</sub>inch và 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>inch. Các nút chặn này được thiết kế để giãn nở khi tiếp xúc với nước hay dầu từ vỉa và lấp kín khoảng không



Hình 6. Kết quả đo chất lượng bơm trám xi măng qua tầng đá vôi của giếng DHN-2X [4]

vành xuyên nào không có xi măng; giúp tăng cường khả năng cách ly giữa các vỉa dầu, khí và nước, ngăn chặn khí đi lên tích tụ tại đầu giếng trong trường hợp chất lượng vỉa xi măng bơm trám không đảm bảo khả năng cách ly giữa các vỉa.

Việc chọn lựa chủng loại, số lượng và phân bố chiều sâu lắp các định tâm ống chống cũng rất quan trọng. Công tác thiết kế cần đảm bảo cột ống chống có hệ số định tâm (stand-off) cao nhất có thể, đặc biệt là qua các vỉa dầu khí xen kẽ với vỉa nước, nhưng vẫn phải đảm bảo thả thành công cột ống chống đến chiều sâu thiết kế. Loại chất đệm xi măng (cement spacer) và thể tích bơm phải được thiết kế cho phù hợp dựa theo điều kiện cụ thể của từng giếng.

Ngoài các biện pháp trên, công tác thi công phải đảm bảo ống chống 13<sup>3</sup>/<sub>8</sub>inch được đặt theo đúng thiết kế là nằm gần trên mặt phản xạ H40 thay vì nằm dưới mặt phản xạ H30 như trước đây. Như vậy sẽ giúp cách ly một số tập khí nằm giữa mặt phản xạ H30 và H40 trước khi tiến hành khoan công đoạn tiếp theo vào các tầng đá vôi nút nê, để mất dung dịch.

PVEP POC đã chuẩn bị và áp dụng một số các giải pháp cho công tác bơm trám xi măng cột ống 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>inch qua tầng đá vôi của giếng khoan DHN-2X được thi công vào cuối năm 2015. Ống chống 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>inch được thả đến chiều sâu 4.345mMD với 106 định tâm cứng (Econ-Glider) được lắp ráp và một nút chặn giãn nở bằng nước hay dầu được gắn tại chiều sâu 2.585mMD (chân đế ống chống 13<sup>3</sup>/<sub>8</sub>inch tại 2.691mMD, đỉnh phản xạ H40 tại 2.785mMD). 409 thùng vữa xi măng nhẹ 12,5ppg (đợt đầu) và 74 thùng vữa xi măng 14,5ppg (đợt cuối) được trộn và bơm để trám cột ống chống 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>inch. Tương ứng với đỉnh thiết kế của vỉa xi măng đợt cuối lên đến chiều sâu 4.000mMD và đỉnh của vỉa xi măng nhẹ đợt đầu lên đến 2.191mMD (500m bên trong chân đế ống chống 13<sup>3</sup>/<sub>8</sub>inch).

Kết quả đo chất lượng bơm trám xi măng (SBT - Baker Hughes) cho thấy chất lượng bơm trám xi măng của toàn cột ống chống 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>inch được cải thiện rất nhiều so với trước đây, trong đó chất lượng xi măng qua các tầng đá vôi đã đảm bảo tốt khả năng cách ly để phục vụ cho công tác thử vỉa và không phải bơm ép xi măng bổ sung như trước đây. Hình 6 là kết quả đo chất lượng bơm trám xi măng qua một trong những khoảng bản vỉa trong tầng đá vôi từ chiều sâu 3.028,5 - 3.036,5mMD [4]. Kết quả gọi dòng cho khoảng bản vỉa này rất tốt. Các kết quả kiểm tra đều không ghi nhận thấy áp suất tại phần đầu giếng trong khoảng không vành xuyên của ống chống 13<sup>3</sup>/<sub>8</sub>inch và 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>inch.

#### 4. Kết luận

Để nâng cao chất lượng bơm trám xi măng qua tầng đá vôi nút nê, mất dung dịch

của mỏ Đại Hùng, cần phải áp dụng kết hợp nhiều giải pháp tùy theo điều kiện cụ thể của từng giếng. Nếu gặp hiện tượng mất dung dịch khoan qua các tầng đá vôi thì chất chống mất dung dịch thông thường  $\text{CaCO}_3$  sẽ được sử dụng nhằm đảm bảo hoàn thành công tác khoan và đo địa vật lý. Hệ vữa xi măng tan trong acid sẽ được bơm vào các tầng mất dung dịch để xử lý triệt để sự cố mất dung dịch trước khi thả ống chống và bơm trám xi măng.

Hệ vữa xi măng nhẹ có vật liệu tăng độ cứng đá xi măng và phụ gia chống khí xâm nhập được tiếp tục áp dụng trong bơm trám xi măng qua tầng đá vôi nứt nẻ, dễ mất dung dịch. Tỷ trọng nhẹ làm giảm áp suất thủy tĩnh và động của cột vữa xi măng lên tầng đá vôi, tăng cao khả năng đưa đỉnh của cột vữa xi măng tới chiều sâu thiết kế, đồng thời đảm bảo đủ độ cứng cho công tác bắn vữa và khả năng cách ly vữa tốt cho quá trình khai thác.

Đối với các giếng có khoảng thân giếng dài trong tầng đá vôi, có thể chọn để áp dụng thêm các giải pháp như bơm trám xi măng 2 tầng  $9\frac{5}{8}$ inch được thiết kế đặc biệt có gắn nút chặn giãn nở thủy lực. Các nút chặn giãn nở bằng nước hoặc dầu sẽ được thiết kế lắp đặt xen kẽ giữa các tầng dầu khí và nước để tăng khả năng cách ly vữa nếu khả năng cách ly của xi măng chưa đảm bảo. Một nút chặn này sẽ được đặt ở trong khoảng không vành xuyên  $13\frac{3}{8}$ inch và  $9\frac{5}{8}$ inch để ngăn chặn khí đi lên đầu giếng

trong trường hợp vữa xi măng không đảm bảo yêu cầu về khả năng cách ly hoặc đỉnh của cột vữa xi măng bị hạ thấp hơn chiều sâu của chân đế ống  $13\frac{3}{8}$ inch.

Ngoài ra, chọn lựa và tối ưu hóa việc lắp đặt định tâm cho ống chống, đảm bảo hệ số định tâm cao qua các vùng vỉa khai thác sẽ giúp tăng chất lượng và ngăn chặn khả năng tạo ra rãnh liên thông (cement channelling) trong vành đá xi măng. Đồng thời, các biện pháp thông thường như xử lý dung dịch và tuần hoàn giếng đúng theo yêu cầu kỹ thuật trước khi bơm trám, chọn loại chất đệm xi măng phù hợp... cần phải áp dụng để tăng cường chất lượng bơm trám xi măng.

#### Tài liệu tham khảo

1. PVEP POC drilling program, geological proposal, EOWR, daily reports of wells, Dai Hung field, Block 05-1a.
2. PVEP POC drilling performance review workshop for year 2014 - 2015, Dai Hung field, Block 05-1a.
3. Schlumberger FMI-HD processing and interpretation, Dai Hung field, Block 05-1a.
4. Schlumberger IBC/USIT and Baker SBT logging data, Dai Hung field, Block 05-1a.
5. Halliburton. Baker cementing proposals & final reports, Dai Hung field, Block 05-1a.

## Cement bond improvement across carbonate zones in Dai Hung field, Block 05-1a, Nam Con Son basin

Do Huu Trung<sup>1</sup>, Nguyen Hoang Nghia<sup>1</sup>, Nguyen Manh Tuan<sup>1</sup>  
Pham Huy Dung<sup>1</sup>, Dinh Trong Huy<sup>2</sup>, Nguyen Van Khuong<sup>3</sup>

<sup>1</sup>PVEP Domestic Operating Company

<sup>2</sup>Petrovietnam Exploration Production Corporation

<sup>3</sup>Vietnam Oil and Gas Group

Email: trungdh@pvep.com.vn

### Summary

**The paper analyses and evaluates the actual drilling work to find out the root cause of lost circulation problem during the process of drilling across the carbonate zones and poor cement bond quality in Dai Hung wells. Based on that, the authors propose solutions to cure the lost circulation during the drilling phase and improve the cement bond quality across the carbonate zones in Dai Hung field.**

**The proposed solutions consist of completely treating lost circulation across the fractured carbonate zones by using acid soluble cement prior to running casing, installing swell packers, using multiple-stage cementing tool with inflatable packer, and using light weight cement. These solutions strengthen the isolation property for interbedded zones containing oil, gas and water in Dai Hung field, and reduce the time and cost of remedial cement squeezing works.**

**Key words:** Light weight cement, cement bond, carbonate zone, lost circulation, Dai Hung field.