Đánh giá tính chất thấm chứa trong thành hệ đá chặt xít có tuổi Oligocen E ở giếng khoan GK-4X cấu tạo HS, bồn trũng Cửu Long, thềm lục địa phía Nam Việt Nam

TS. Nguyễn Quốc Quân
Tổng công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí

Tóm tắt

Giếng khoan GK-4X được khoan vào bên sườn (flank) của khối nâng móng cấu tạo HS, nhằm thẩm lượng dầu khí ở tầng đá móng granite nứt nẻ trước Đệ tam và tìm kiếm dầu khí ở các trầm tích Oligocen E phủ trực tiếp trên móng. Cũng như các thành hệ Oligocen E khác từng gặp ở bồn trũng Cửu Long, các thành tạo phủ trực tiếp lên móng ở khu vực giếng khoan này được dự đoán bao gồm các tập cát sét xen kẹp, trầm tích chủ yếu ở môi trường đầm hồ. Nhưng khi khoan qua thành hệ này thì kết quả cho thấy thành phần trầm tích ở đây khá phức tạp khi có sự trộn lẫn giữa các nhịp trầm tích, trầm tích phun trào và phun trào khác nhau. Đặc tính thấm chứa của thành hệ này khá kém với độ rỗng dưới 10% và độ thấm dưới 0,1mD. Tuy nhiên, kết quả thử vỉa kết hợp với kích vỉa thủy lực (hydraulic fracturing) đã cho dòng dầu khá ổn định với lưu lượng hơn 500 thùng/ngày. Đối với loại đá chứa chặt xít thì việc xác định các vỉa chứa dầu khí và đánh giá các thông số vỉa sẽ gặp nhiều thách thức và sẽ khác với các tiếp cận như đối với vỉa trầm tích truyền thống. Trong bài báo này, tác giả sẽ mô tả tầm quan trọng trong việc phân tích và đánh giá đặc tính vỉa chứa chặt xít Oligocen E ở giếng khoan GK-4X trên cơ sở phân tích mẫu sườn mẫu vụn tài liệu log nhằm lựa chọn khoảng vỉa thích hợp để thực hiện thử vỉa.

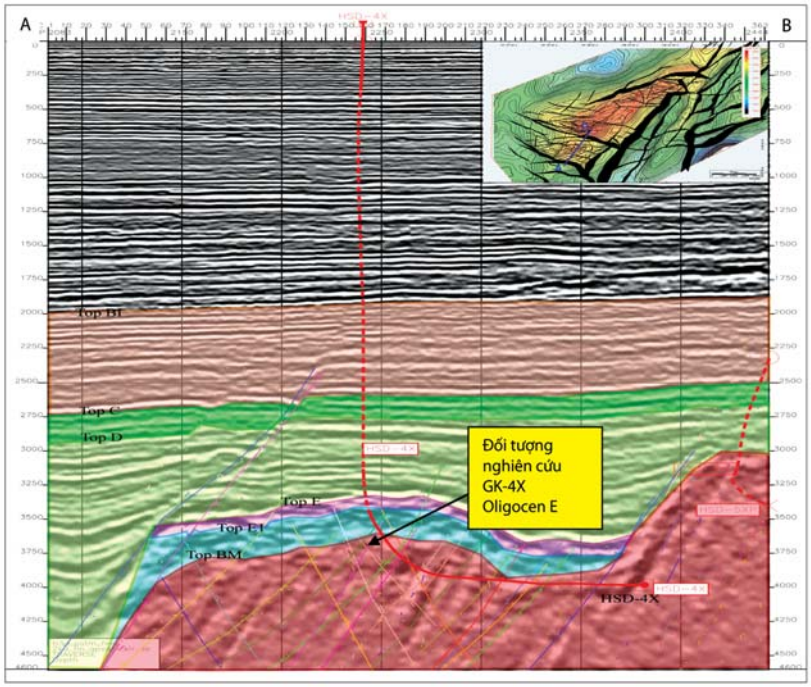
1. Giới thiệu

Trong những năm gần đây có hàng loạt phát hiện dầu khí ở tầng Oligocen E thuộc bồn trũng Cửu Long. Thành hệ Oligocen E ở khu vực HS có diện tích khá lớn (trên 34km^2) nhưng chưa có giếng nào khoan qua thành hệ này trước đây. Giếng khoan GK-4X được thiết kế với mục đích là thẩm lượng đá móng nứt nẻ bên sườn Tây Nam của khối móng nâng HS đồng thời thăm dò dầu khí tầng Oligocen E phủ trực tiếp lên đá móng này (Hình 1).

2. Đặc tính vỉa chứa tầng Oligocen

2.1. Thạch học

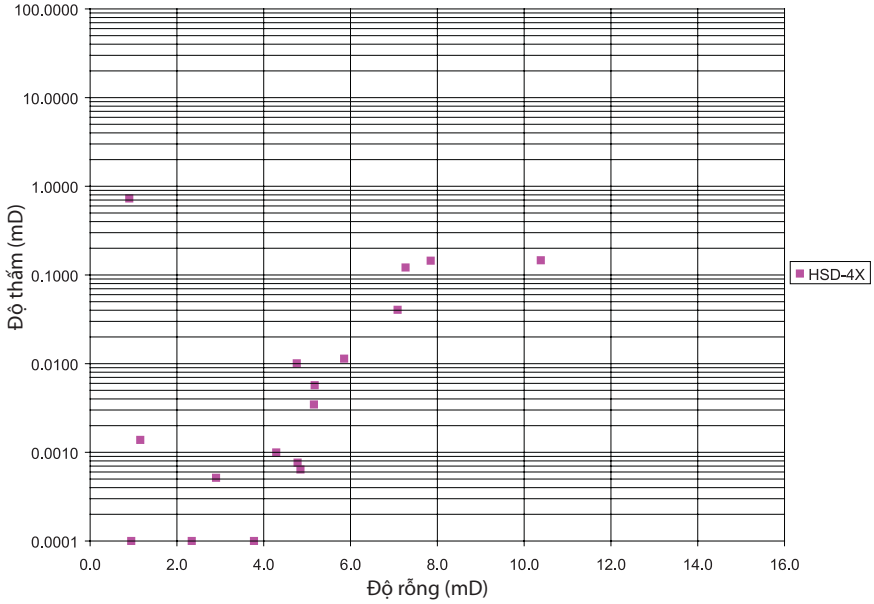
Theo kết quả phân tích thành phần thạch học, nhịp trầm tích, tính chất vật lý của đá, thành tạo trầm tích, phun trào thì thành hệ Oligocen E tại giếng khoan GK-4X được chia làm 3 tập: dưới, giữa và trên. Tập dưới với ưu thế thành phần phun trào, tập giữa mang tính chất chuyển tiếp có sự cân bằng giữa phun trào và trầm tích, tập trên với ưu thế thành phần trầm tích (Hình 2).



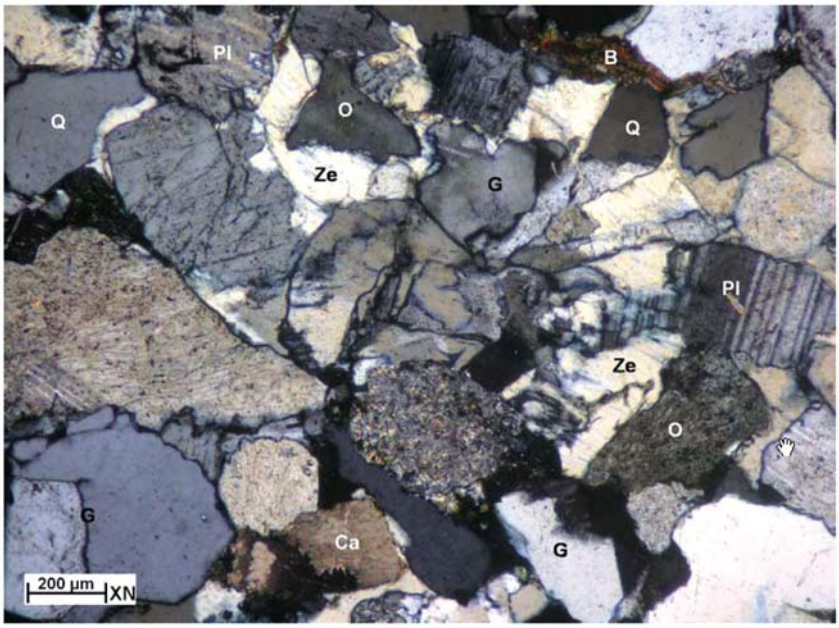
***Hình 1**. Mặt cắt qua giếng khoan GK-4X*

Thời địa tầng quốc tế			Tập địa chấn	Thạch địa tầng			Cột địa tầng	Độ sâu (mMD)	Bề dày (m)	Thạch học	Cổ sinh
Hệ	Thống	Phụ thống		Hệ tầng	Tập	Nhịp					
Paleogen	Oligocen	Trên	D 3387	Trà Tân				3387		Sét kết, bột kết, cát kết xen kẹp	
		Dưới	mMD	Trà Cú	Trên	3		3417	30	Nhịp phun trào trầm tích gồm 3 lớp chính Sét kết màu xám đen, cát kết Arkose màu xám trắng, hạt thô, độ lựa chọn hạt trung bình. Andesit màu lụctTinh thể hạt mịn, Plagioclase hình lăng trụ không định hướng.	3410 Palmae undiff Triletes spp.
						2		3437	20	Cát kết Arkose màu xám trắng, hạt thô, độ lựa chọn hạt trung bình, độ mài tròn hạt trung bình. Basalt màu lục, tinh thể Plagioclase hình lăng trụ không định hướng	
						1		3450	13	Nhịp thiếu, chỉ gồm 1 lớp cát kết. Cát kết Arkose màu xám trắng, hạt mịn. Độ mài tròn, độ lựa chọn trung bình. Tiếp xúc cạnh, bị xi măng hóa mạnh mẽ.	
					Giữa	7		3462	12	Sét kết nàu xanh đen. Cát kết Arkose màu xám trắng, hạt thô, độ lựa chọn trung bình. Basalt màu lục, tinh thể hạt mịn, tinh thể Plagioclase hình lăng trụ	3455
						6		3472	10	Cát kết Arkose màu xám trắng, hạt thô, độ lựa chọn trung bình. Basalt màu lục, tinh thể hạt mịn, tinh thể Plagioclase hình lăng trụ, không định hướng.	
						5		3483	11	Cát kết Arkose màu xám trắng, hạt thô, độ lựa chọn trung bình. Basalt màu lục, tinh thể hạt mịn, tinh thể Plagioclase hình lăng trụ, không định hướng.	
						4		3503	20	Cát kết Arkose màu xám trắng, hạt thô, độ lựa chọn trung bình. Basalt màu lục, tinh thể hạt mịn, tinh thể Plagioclase hình lăng trụ, không định hướng.	Acrostichum aureum, Botryococlus spp. Tricolporopollenites spp
						3		3516	13	Sét kết nàu xanh đen chứa những mảnh tinh thể quartz, K-feldspar... Basalt màu lục, tinh thể hạt mịn, tinh thể Plagioclase hình lăng trụ, không định hướng.	
			E			2		3540	24	Sét kết màu xanh đen. Cát kết Arkose màu xám trắng, hạt thô, độ lựa chọn trung bình. Basalt màu lục, tinh thể hạt mịn, tinh thể Plagioclase hình lăng trụ, không định hướng.	3520 Botryococcus spp. Tricolporopollenites spp Magnastriaties howardi
						1		3553	13	Cát kết Arkose màu xám trắng, hạt thô, độ lựa chọn, mài tròn trung bình. Tiếp xúc cạnh, nén chặt, bị xi măng hóa mạnh mẽ.	
					Dưới	3		3625	72	Sét kết, cát kết màu đen chứa những mảnh tinh thể quart, k-felsfar, plagiocalase và mảnh granite. Xen kẹp là những lớp cát Arkose màu xám trắng, hạt thô. Độ lựa chọn, mài tròn trung bình. Tiếp xúc cạnh, nén chặt, bị xi măng hóa mạnh mẽ. Basalt màu lục, tinh thể hạt mịn, tinh thể plagioclase bị lấp nhét bởi chloritized pyroxene và thủy tinh.	
						2		3695	70	Sét kết, cát kết màu đen chứa những mảnh tinh thể quart, k-felsfar, plagiocalase và mảnh granite. Xen kẹp là những lớp cát Arkose màu xám trắng, hạt thô. Độ lựa chọn, mài tròn trung bình. Tiếp xúc cạnh, nén chặt, bị xi măng hóa mạnh mẽ. Basalt màu lục, tinh thể hạt mịn, tinh thể plagioclase bị lấp nhét bởi chloritized pyroxene và thủy tinh.	3635 Pediastrum spp. Magnastriaties howardi Botryococcus braunii
						1		3727	32	Cát kết Arkose màu xám trắng, hạt thô, độ lựa chọn, mài tròn trung bình. Tiếp xúc cạnh, nén chặt, bị xi măng hóa mạnh mẽ. Basalt màu lục, tinh thể hạt mịn, tinh thể Plagioclase hình lăng trụ không định hướng. Khe nứt giữa Plagioclase bị lấp nhét bởi chloritized pyroxene và thủy tinh.	3705 Botryococcus spp.
Trước Kainozoi			BM							Móng Granite bị phong hóa mạnh mẽ, màu trắng xám (30-40% Quartzone, 20-50% Kao). Mảnh vụn sắc cạnh. Granite (80-100%), màu trắng xám, khoáng vật Felsfat (60-70%), Quart (20-30%), Biotite (10-15%). Mảnh vụn sắc cạnh, độ cứng cao.	

***Hình 2**. Cột địa tầng Oligocen E ở giếng khoan GK-4X*



***Hình 3**. Quan hệ rỗng thấm ở thành hệ Oligocen E, GK-4X*



***Hình 4.** Mẫu lát mỏng soi dưới kính hiển vi phân cực cho thấy các hạt tiếp xúc trực tiếp, hầu như không có độ rỗng giữa hạt*

2.2. Độ rỗng và độ thấm

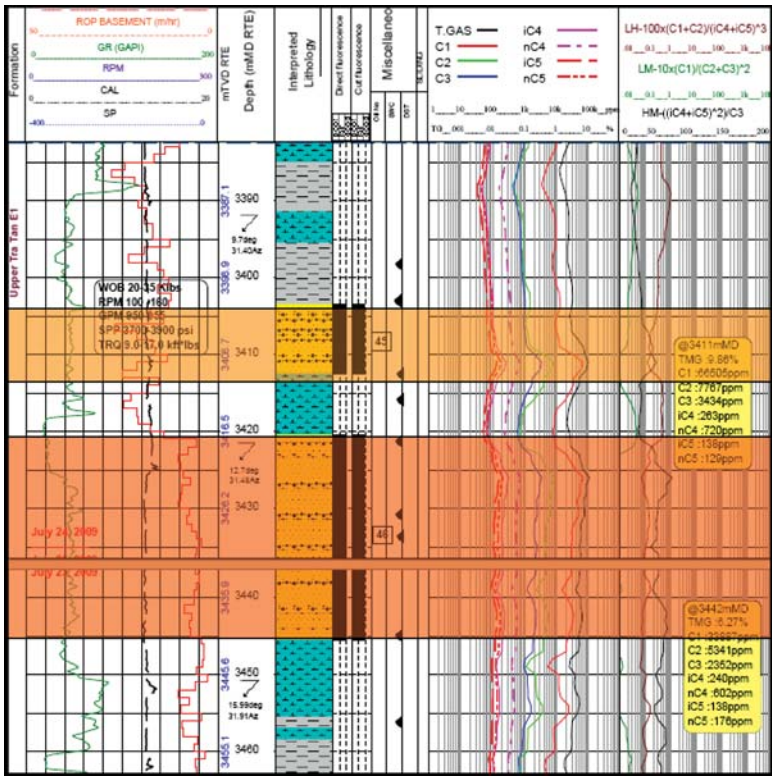
Kết quả phân tích rỗng thấm của các mẫu sườn ở giếng khoan 4X cho thấy độ rỗng rất thấp (khoảng dưới 8%) và độ thấm dưới 0,1mD được minh họa ở Hình 3. Các mẫu đo áp suất vỉa (MDT) cũng được thực hiện nhưng đều không thành công do thành hệ quá chặt xít. Kết quả phân tích lát mỏng cũng cho thấy các hạt đều tiếp xúc với nhau và bị biến đổi khá mạnh. Hầu hết đều không có độ rỗng giữa hạt hoặc rất nhỏ như Hình 4. Điều này chứng tỏ thành hệ Oligocen E khá chặt xít. Ngay cả khi so sánh với các thành hệ Oligocen E ở các mỏ khác lân cận cũng cho thấy chất lượng vỉa Oligocen E ở khu vực HSD kém hơn rất nhiều.

2.3. Biểu hiện dầu khí

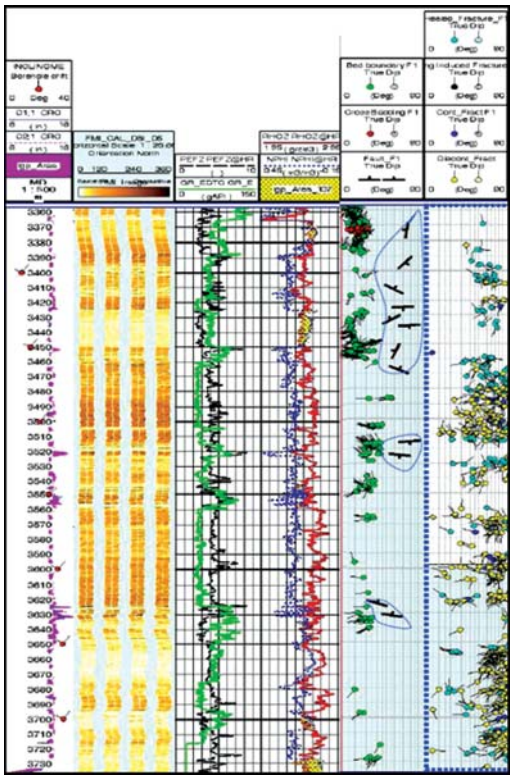
Tuy nhiên, trong quá trình khoan thì biểu hiện dầu khí khá tốt ở các tập cát bắt gặp trong thành hệ Oligocen E. Hình 5 cho thấy 2 tập cát ở độ sâu 3.410m và 3.430m trong Oligocen E cho phát quang cả trực tiếp và gián tiếp, đồng thời hàm lượng khí thành phần cũng tăng cao (gas reading peak). Rõ ràng với các kết quả phân tích từ mẫu sườn ở trên cho thấy độ thấm của thành hệ Oligocen E ở đây rất kém, được xem như là không thấm, trong khi đó tài liệu mudlog vẫn cho thấy sự hiện diện dầu khí ở tầng này. Điều đó cho thấy ngoài độ rỗng giữa hạt rất có thể thành hệ Oligocen E còn có sự hiện diện của độ rỗng khe nứt. Chính các độ rỗng khe nứt làm tăng tính chất thấm chứa cho thành hệ chặt xít Oligocen này.

2.4. Đứt gãy và nứt nẻ

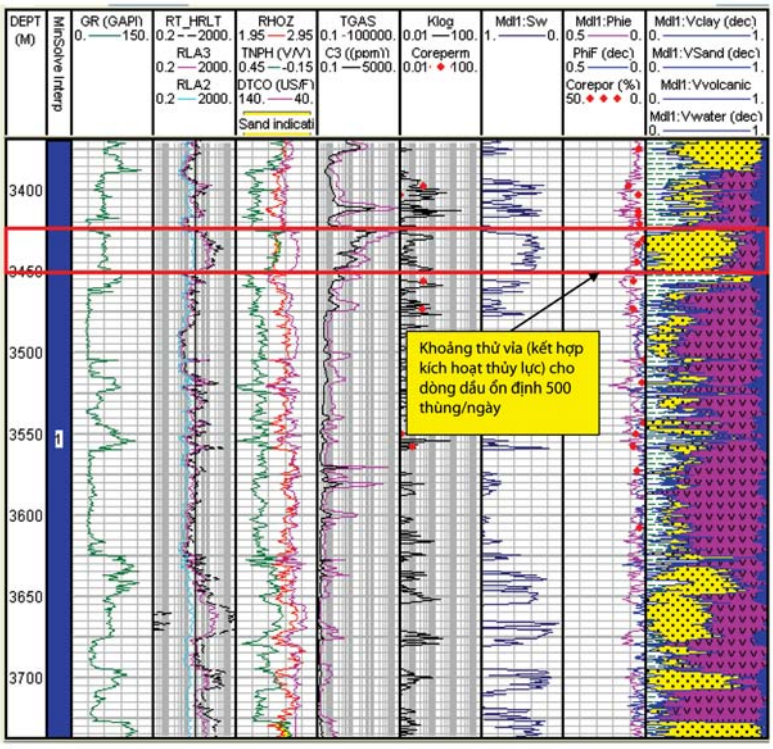
Theo kết quả minh giải tài liệu FMI, các khe nứt cũng như đứt gãy ở thành hệ Oligocen E được thể hiện ở Hình 6. Các đứt gãy nhỏ thường không xác định được trên tài liệu địa chấn nhưng lại dễ dàng xác định được trên tài liệu FMI qua các dấu hiệu như: sự thay đổi hướng đổ của địa tầng, gia tăng mật độ nứt nẻ gần đứt gãy... Hàng loạt các đứt gãy được minh giải ở khu vực gần đỉnh của thành hệ Oligocen E nơi có phương và góc dốc của phân lớp cũng thay đổi bên trên và dưới đứt gãy. Ngoài ra, hàng loạt các khe nứt cũng được phát hiện và minh giải dọc theo thành hệ Oligocen E. Mặc dù hầu hết các khe nứt không liên tục nhưng chính mạng lưới khe nứt giúp cho thành hệ có thể chứa được dầu và là nguồn cung cấp dầu cho quá trình thử vỉa cũng như khai thác sau này.



Hình 5. *Biểu hiện khí khá tốt ở các tập cát chứng tỏ khả năng những nứt nẻ mở và có tác động tích cực đến sự nâng cao độ thấm của tầng chứa*



Hình 6*. Các đứt gãy và khe nứt được minh giải trên tài liệu FMI Oligocen E, GK-4X*



Hình 7*. Kết quả phân tích log ở tầng E giếng khoan HSD-4X*

2.5. Đánh giá và lựa chọn khoảng thử vỉa

Với thành phần thạch học phức tạp và vỉa chứa chặt xít thì việc tính toán chính xác độ rỗng, độ thấm và độ bão hòa cho thành hệ Oligocen E là khá thách thức. Mô hình đa khoáng vật (đá) được sử dụng để thể hiện được sự thay đổi thành phần thạch học cũng như tính chất đất đá khung của các khoáng vật (đá) khác nhau. Kết quả minh giải tài liệu FMI ở trên cũng cho thấy ngoài độ rỗng giữa hạt thì còn tồn tại độ rỗng khe nứt/đứt gãy ở thành hệ Oligocen chặt xít này.

Độ rỗng và độ thấm liên quan mật thiết đến thành phần thạch học, chiều sâu bị nén ép và quá trình biến đổi thứ sinh của thành hệ. Kết quả phân tích lát mỏng cho thấy thành hệ Oligocen E bị nén ép và bị biến đổi thứ sinh khá mạnh. Các hạt hầu như tiếp xúc trực tiếp với nhau và không thấy độ rỗng giữa hạt. Tập dưới có độ rỗng hiệu dụng trung bình là 3,6%, tập giữa là 5,6% và tập trên là 7,5%. Mặc dù vậy, thành hệ Oligocen còn có các nứt nẻ tự nhiên và trong số đó có khe nứt hở đã làm gia tăng thêm độ rỗng và độ thấm cho vỉa chứa chặt xít.

Theo tài liệu địa vật lý giếng khoan thì thành hệ Oligocen E tập vỉa từ 3.445 - 3.450m là tập cát sạch thể hiện qua đường cong mật

độ và netron giao nhau. Đường cong điện trở khảo sát ở những chiều sâu khác nhau tách biệt cho thấy có sự hiện diện của đới ngấm, do đó tập cát này có độ thấm tương đối tốt hơn khi so sánh với các tập vỉa còn lại trong Oligocen E. Tập vỉa này khá đồng nhất, có chiều dày lớn, biểu hiện dầu khí tốt. Ngoài độ rỗng giữa hạt còn tồn tại độ rỗng khe nứt. Sau đó, tập vỉa 3.445 - 3.450m đã được lựa chọn cho thử vỉa kết hợp với nứt vỉa thủy lực đã cho dòng dầu hơn 500 thùng/ngày, không có nước.

Việc lựa chọn khoảng bắn vỉa và kích thích vỉa ở giếng GK-4X cũng rất quan trọng và áp dụng cho công tác thực hiện thử vỉa là đối tượng chặt xít. Trước hết là công tác thu thập đầy đủ các số liệu đã giúp cho việc phân tích và đánh giá vỉa chính xác nhất. Xác định vị trí khe nứt, mật độ khe nứt là vô cùng quan trọng trong việc kích thích vỉa. Công tác mô phỏng quá trình thực hiện kích thích vỉa phải được kiểm tra chi tiết trước khi bắt đầu thực hiện.

3. Kết luận

Thành hệ Oligocen E ở khu vực HS có thành phần thạch học khá phức tạp khi có sự hiện diện cả đá trầm tích, trầm tích phun trào và phun trào. Đặc tính vỉa chứa Oligocen E chặt xít với độ rỗng nhỏ hơn 8% và độ thấm rất kém. Tuy nhiên, phân tích tài liệu FMI cho thấy thành hệ này còn có sự hiện diện của các khe nứt và đứt gãy. Cũng giống như đá móng nứt nẻ thì các đới có khe nứt và các đứt gãy đóng một vai trò lớn trong việc gia tăng độ rỗng thấm đối với đối tượng chặt xít Oligocen E. Kết quả thử vỉa thành công của giếng khoan 4X cho thành hệ Oligocen E kết hợp với một số phát hiện thương mại khác trong thời gian gần đây ở thành hệ này thuộc bồn trũng Cửu Long cho thấy tiềm năng dầu khí cho các loại vỉa chứa chặt xít Oligocen E cần được xem xét và đánh giá đúng mức trong tương lai.

Tài liệu tham khảo

1. Thang Long JOC. *Sequence stratygraphy study for Oligocene E in well HSD-4X, HSD structural, block 15.2/01, Cuu Long basin*. July 2011.

2. Hoàng Ngọc Đông, Thang Long JOC. *Các thành tạo trầm tích - Phun trào tuổi Oligocen sớm tại giếng khoan HSD-4X thuộc phần Đông Bắc bể Cửu Long*. Tạp chí Địa chất. 1 - 2/2011; A (323): p. 36 - 47.

3. VPI, Petrography. *XRD and SEM analyis for side wall core of HSD-4X*. September 2009.

Hoạt động tìm kiếm thăm dò dầu khí tại mỏ Hải Sư Đen. Ảnh: CTV