

Những yếu tố chính ảnh hưởng đến tính thấm chứa trầm tích Miocen phần Tây bể Cửu Long

ThS. Trần Văn Nhuận, TS. Vũ Trụ, ThS. Bùi Trí Tâm

Viện Dầu khí Việt Nam

TS. Đỗ Văn Nhuận

Trường ĐH Mở - Địa chất Hà Nội

1. Đặc điểm trầm tích

Các đá trầm tích tuổi Miocen là những tầng chứa sản phẩm dầu khí quan trọng tại bể Cửu Long. Hiện nay, chúng là các đối tượng tìm kiếm, thăm dò và khai thác tại một số mỏ như Bạch Hổ, Rồng, Rạng Đông, Ruby... cũng như một số các cấu tạo khác đang tiến hành thăm lượng. Do được hình thành trong các điều kiện trầm tích khác nhau và sau đó lại chịu tác động của những quá trình biến đổi thứ sinh không giống nhau nên đặc tính thấm và chứa của các đá này cũng khác nhau.

Trầm tích Miocen chủ yếu là cát kết hạt mịn đến trung, phân lớp xiên chéo hoặc dạng khối xen kẽ với bột kết và sét kết màu lục, đôi nơi có sét than hình thành trong môi trường từ biển nông đến đồng bằng châu thổ ngập nước trong điều kiện năng lượng thấp tới rất thấp, có hóa đá biển Foraminifera Rotalidae.

Cát kết đa phần là hạt nhỏ (với kích thước trung bình Md 0,1 - 0,25mm) đến hạt mịn (Md = 0,1 - 0,63mm) độ lựa chọn từ trung bình đến tốt với giá trị $S_o = 1,6 - 2,1\%$. Ở những khu vực gần các khối nhô cao hoặc gần với nguồn cung cấp vật liệu thường gặp ở phần dưới của lát cắt các tập cát kết hạt trung đến thô, đôi khi rất thô (Md = 0,5 - 2,0mm), có độ lựa chọn, mài tròn kém với $S_o = 2,0 - 2,8\%$. Có nơi còn xuất hiện các lớp hạt thô chứa sạn.

Kích thước hạt vụn của cát kết Miocen có vai trò ảnh hưởng đáng kể đến đặc tính độ rỗng của đá, xác lập được mối liên quan chặt chẽ giữa kích thước trung bình hạt vụn với độ rỗng nhìn thấy và độ thấm của đá. Độ rỗng, độ thấm của đá có xu thế tăng khi kích thước hạt chuyển từ hạt mịn sang hạt nhỏ và hạt trung. Độ rỗng hiệu dụng của cát kết thường nhỏ hơn 12% và độ thấm nhỏ hơn 10Md, đa phần rơi vào những lớp đá cát kết hạt mịn hoặc cát kết chứa sét. Trong khi các giá trị độ rỗng cao (15 - 25%) thường xuất hiện trong các mẫu

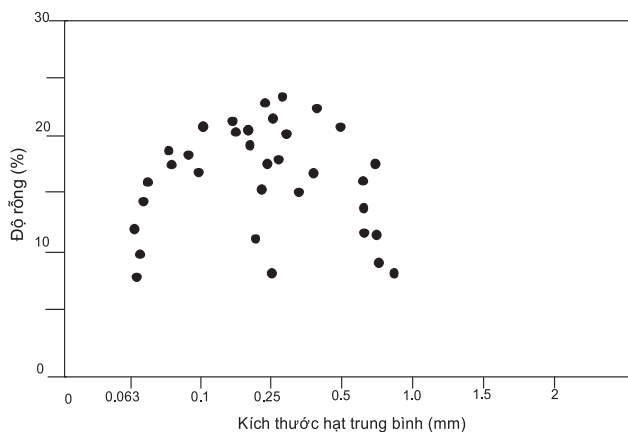
cát kết có đường kính hạt từ 0,1 - 0,3mm (Hình 1 và 2). Tuy nhiên, với những đá cát kết hạt lớn hơn (cát kết hạt trung và thô) độ rỗng thường không cao, một mặt do phần lớn các đá này đều chứa một lượng đáng kể matrix và xi măng lấp đầy lỗ rỗng, mặt khác do hạt vụn thường có độ lựa chọn và mài tròn thuộc loại kém.

Độ rỗng, độ thấm có xu thế tăng khi lựa chọn tốt dần. Những đá cát kết có độ lựa chọn kém ($S_o = 2,5$) thường có độ rỗng nhỏ hơn 12% và độ thấm cũng ít khi vượt qua vài chục Md (Hình 3 và 4).

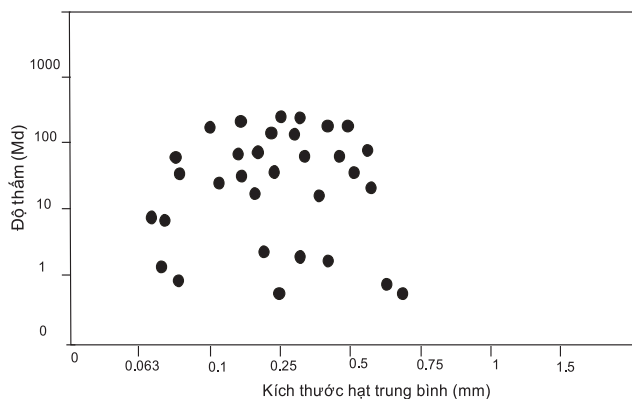
Hàm lượng matrix và xi măng ảnh hưởng khá mạnh đến đặc tính rỗng, thấm của đá. Tỷ lệ của matrix và xi măng dao động ở trong một phạm vi lớn 5 - 20%, đôi khi tới 25 - 30% hoặc 30 - 45%, lúc này cát kết trở thành cát kết chứa sét. Kết quả phân tích cho thấy nếu hàm lượng matrix và xi măng lớn hơn 15 - 20% thì độ rỗng của đá ít khi vượt quá 10%.

Ngoài các yếu tố nêu trên, một yếu tố khác cũng ảnh hưởng khá mạnh đến tính chất thấm chứa của đá đó chính là thành phần khoáng vật sét (Bảng 1). Kết quả phân tích thành phần khoáng vật sét bằng phương pháp XRD cho thấy trong xi măng và matrix của hầu hết các mẫu khu vực nghiên cứu đều chứa một lượng đáng kể smectit và các khoáng vật sét hỗn hợp lớp illit-smectit. Tỷ lệ các khoáng vật này đặc biệt cao và chúng có xu thế giảm dần theo chiều sâu. Ở độ sâu dưới 3000m, phần lớn smectit biến đổi dần thành kaolinit và các khoáng vật khác do tác động của các quá trình biến đổi sau tạo đá. Do đặc tính trương nở rất mạnh của smectit, nên sự có mặt với một tỷ lệ cao của khoáng vật này rõ ràng làm xấu đi tính chất chứa, đặc biệt là tính thấm của đá. Đó cũng là nguyên nhân dẫn đến hiện tượng dễ bị sụp lở thành giếng khoan khi khoan qua các tầng chứa lục nguyên này.

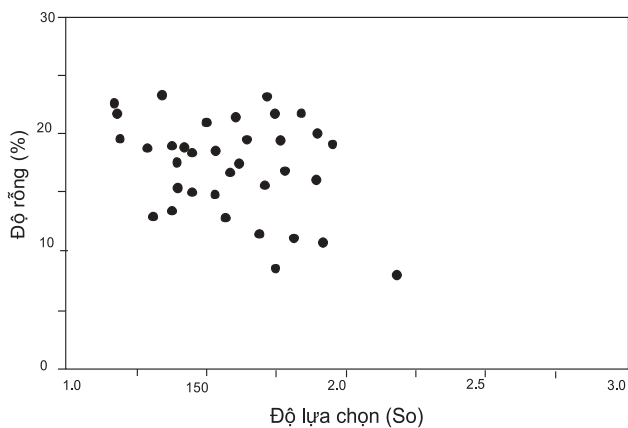
Về thành phần hạt vụn thấy rằng cát kết ở khu vực nghiên cứu thuộc loại đa khoáng cao, theo phân loại thì chúng thuộc loại arkos và lithic arkos (Hình 5), với sự có mặt các mảnh vụn cao kém vững bền như fenspat (20 - 30%) và đặc biệt là các mảnh đá như phun trào, granitoit, phiến sét... Chính sự phong phú của các khoáng vật không vững bền đó là nguyên nhân làm giảm chất lượng đá chứa Miocen.



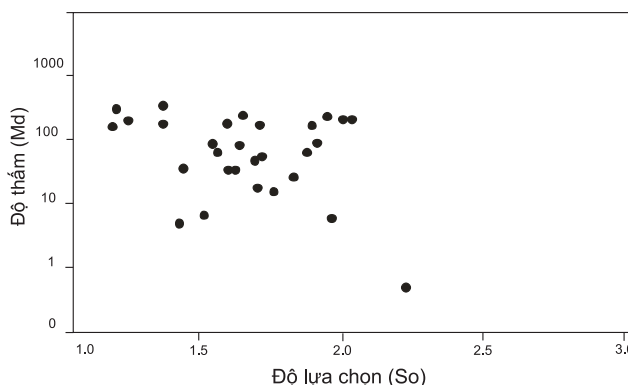
Hình 1. Quan hệ giữa độ rỗng và kích thước trung bình hạt vụn



Hình 2. Quan hệ giữa độ thấm và kích thước trung bình hạt vụn



Hình 3. Quan hệ giữa độ rỗng và độ lựa chọn hạt vụn



Hình 4. Quan hệ giữa độ thấm và độ lựa chọn hạt vụn

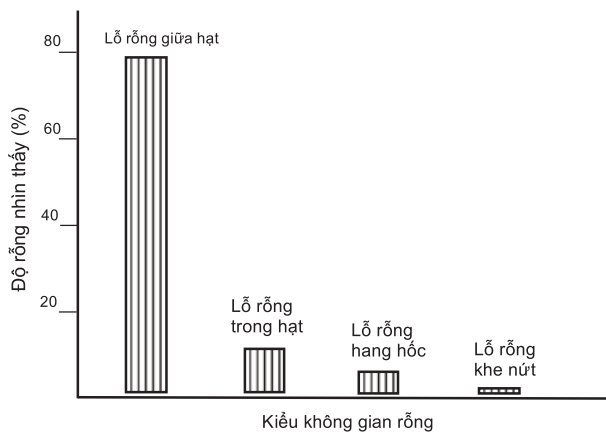
Bảng 1. Thành phần khoáng vật sét trong xi măng đá cát kết Miocen (%)

Độ sâu (m)	Kaolinit	Chlorit	illit	Smectit	Hỗn hợp lớp illit-smectit
2270 - 2275	24,5	26,8	31,7	13,7	3,3
2315 - 2320	11,4	6,0	33,2	46,5	3,0
2485 - 2490	14,1	7,2	21,6	55,1	2,1
2615 - 2620	30,2	14,6	13,7	39,8	1,6
2720 - 2725	28,4	17,8	18,6	31,7	3,4
2855,80	36,3	56,5	6,0		1,1
2900	39,7	31,7	28,6		
3028	53,8	21,3	23,9		1,0
3145	30,4	57,4	11,6		0,6
3215	33,1	34,4	30,8		1,2

Ngoài ra, chúng còn là tác nhân làm giảm nhanh độ rỗng nguyên sinh của các lớp cát kết khi bị chôn vùi và nén ép ở độ sâu dưới 3500m (phần cánh sâu của các cấu tạo). Tuy nhiên, tính chất thấm chứa của cát kết Miocen chưa bị ảnh hưởng nhiều do những tác động của các quá trình biến đổi sau tạo đá. Vì vậy, khi nghiên cứu không gian rỗng của đá thấy rằng độ rỗng nguyên sinh giữa các hạt chiếm vai trò chủ yếu: 75 - 95%, trong khi đó độ rỗng thứ sinh (dạng rửa lựa hòa tan các thành phần kém vững bền) chỉ chiếm một tỷ lệ rất nhỏ (không quá 5%).

2. Đặc điểm biến đổi thứ sinh

Nhìn chung các mẫu trong khu vực nghiên cứu đều bị ảnh hưởng của những quá trình biến đổi thứ sinh bao gồm quá trình xi măng hoá thành tạo các khoáng vật tại sinh, quá trình nén ép cơ học và quá trình hòa tan và thay thế khoáng vật.



Hình 5. Đặc tính không gian rỗng cát kết Miocen

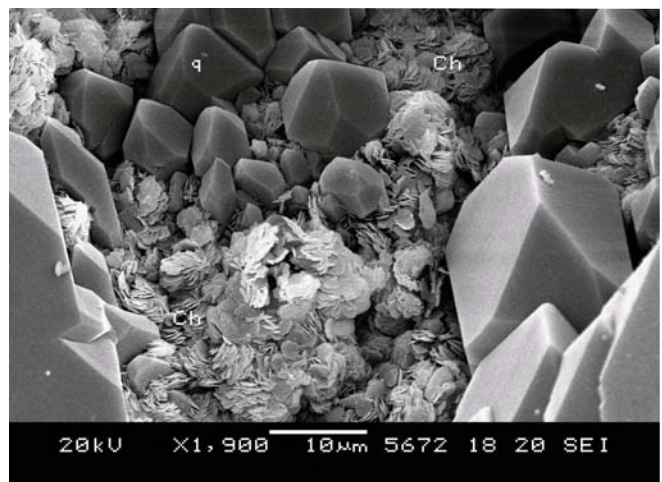
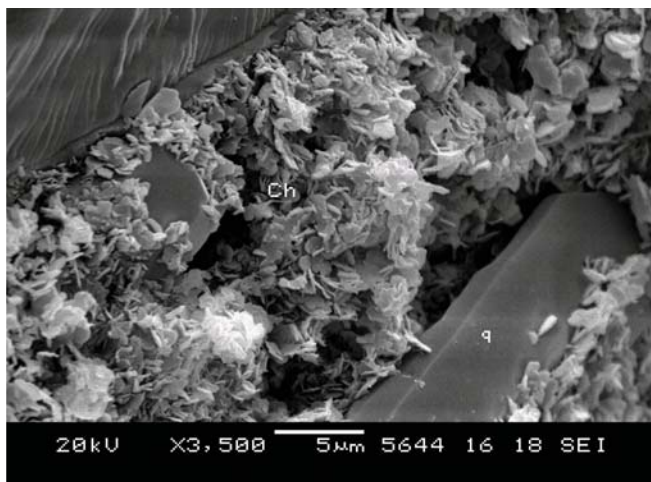
Quá trình xi măng hoá thành tạo khoáng vật tại sinh diễn ra mạnh mẽ ở hầu hết tất cả các mẫu. Các khoáng vật tại sinh chủ yếu là thạch anh mọc râu phát triển rất mạnh, kaolinit, clorit ít hơn là calcit và các khoáng vật sét khác. Hàm lượng các khoáng vật tại sinh trong các mẫu rất khác nhau, trung bình khoảng 10 - 11%, phổ biến ở dưới 10%. Tuy hàm lượng không lớn nhưng chúng cũng

có ảnh hưởng đáng kể tới độ lỗ rỗng, độ thấm và khả năng chứa của đá.

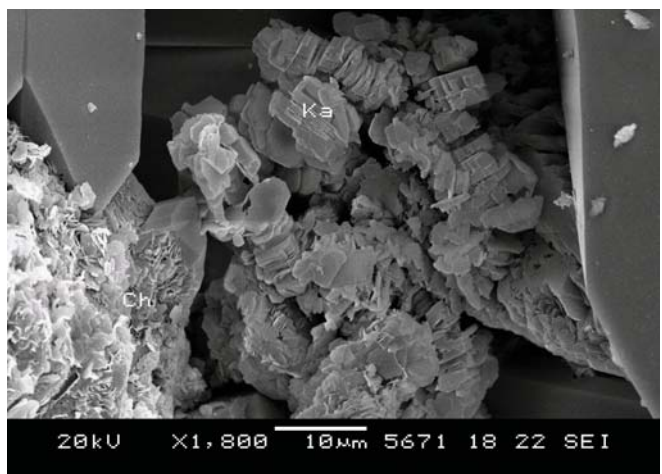
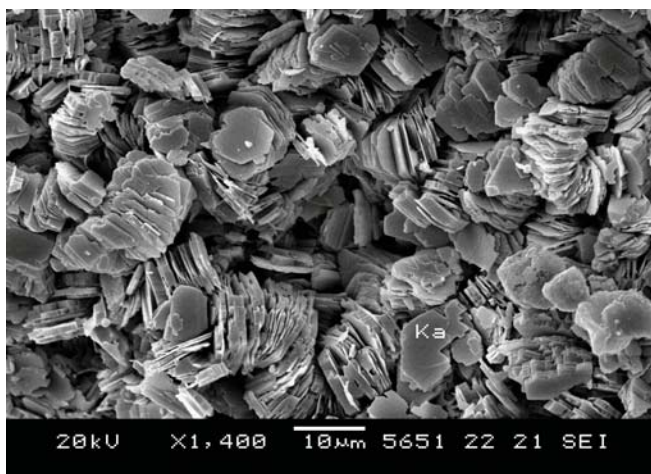
Quá trình nén ép cơ học của đá diễn ra yếu làm biến dạng ép dẹt các mảnh vụn làm giảm độ rỗng nguyên sinh của đá.

Quá trình hoà tan và thay thế khoáng vật diễn ra khá phổ biến chủ yếu là quá trình hoà tan và thay thế fenspat, thạch anh bởi kaolinit. Các tinh thể kaolinit thành tạo lấp đầy lỗ rỗng hoặc phủ lên trên bề mặt các mảnh vụn. Đôi chỗ kaolinit bị khoáng vật illit tại sinh phủ lên. Ngoài ra thạch anh và fenspat còn bị gặm mòn và thay thế bởi calcit. Biotit trong mẫu bị clorit hoá mạnh mẽ. Quá trình illit hoá xảy ra ở một số mẫu.

Clorit tại sinh (Ch) không những phủ lên trên bề mặt các hạt vụn mà còn lấp đầy khoảng trống giữa các hạt. Với kích thước khoảng 1mm chúng tạo thành các đám nhỏ tạo ra rất nhiều các vi lỗ rỗng. Tuy nhiên với hàm lượng không lớn chúng không ảnh hưởng nhiều đến tính chất thấm chứa của đá (Hình 6).



Hình 6. Mẫu GK- A, độ sâu 2543,50m

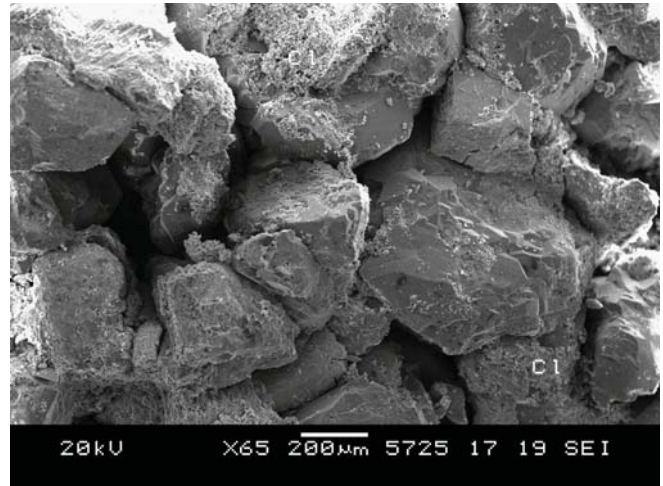
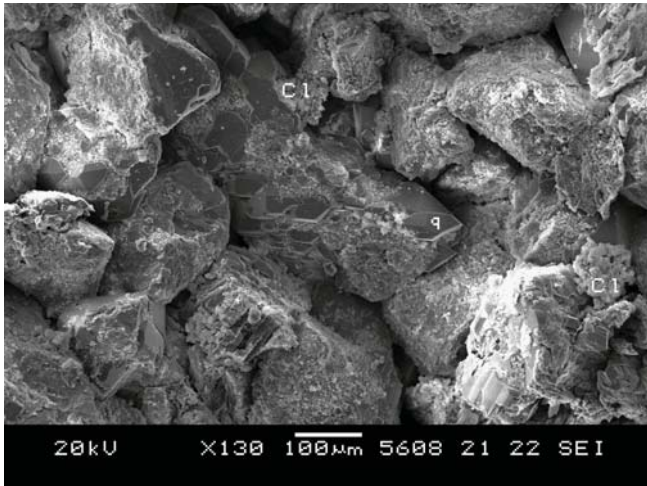


Hình 7. Mẫu GK- B, độ sâu 2695,50m

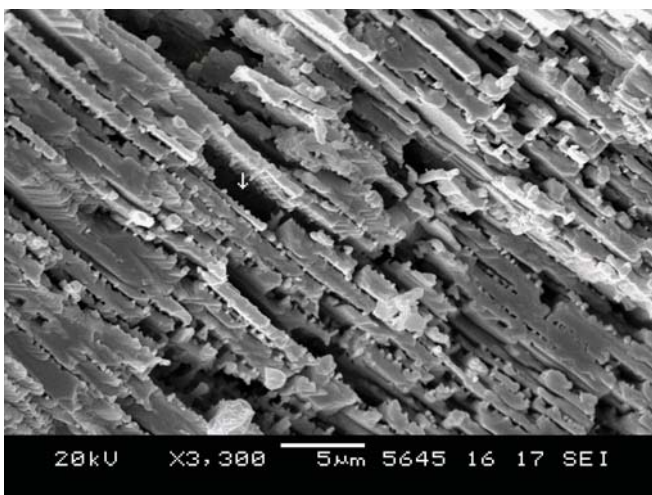
Kaolinit tại sinh (Ka) tự hình xếp chồng lên nhau như tập sách kéo dài 5 - 10µm, đôi khi có dạng hình giun. Chúng thường lấp nhét đầy khoảng trống giữa các hạt vụn, hoặc phủ lên trên bề mặt, hoặc dính lỏng lẻo trên

thành lỗ hổng, làm giảm đáng kể đến tính chất thấm chứa của đá (Hình 7).

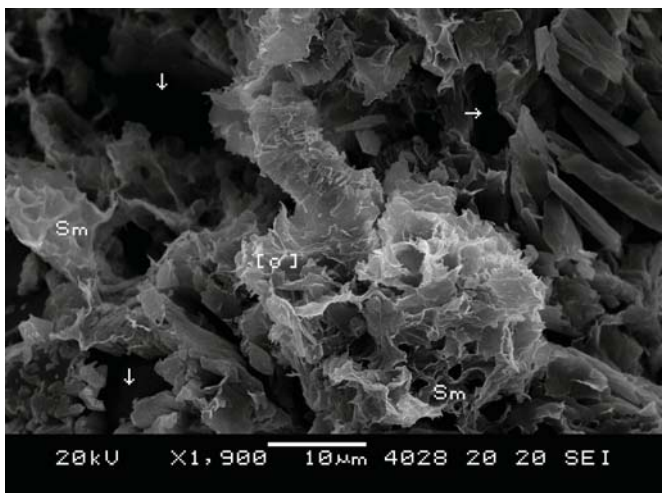
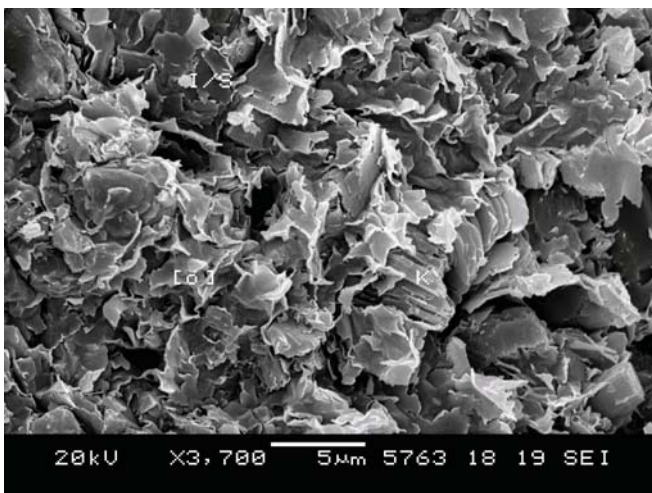
Cát kết hạt mịn đến trung, hình dạng hạt bán góc cạnh đến bán tròn cạnh, độ lỗ hổng tốt với độ liên thông



Hình 8. Mẫu GK - C, độ sâu 2701,00m



Hình 9. Mẫu GK - A, độ sâu 2714,25m



Hình 10. Mẫu 16 - 1 - B, độ sâu 2808,00m



tốt, tuy nhiên do quá trình thành đá tạo ra các khoáng vật thứ sinh (Cl) như: thạch anh mọc chồng, kaolinit, clorit, illit và hỗn hợp lớp illit-smectit làm giảm độ lỗ hổng và tính thấm của đá. Trong các tinh thể kaolinit, clorit và illit cũng quan sát thấy các vi lỗ hổng (Hình 8).

Một phần feldpat bị rửa trôi và bị thay thế bởi illit (Il) đồng thời tạo ra các lỗ hổng thứ sinh (mũi tên). Các lỗ hổng hầu như bị lấp đầy bởi kaolinit tại sinh, clorit (Ch) chúng làm cho các lỗ hổng lớn trở thành nhiều lỗ hổng nhỏ. Vì vậy chúng làm giảm độ lỗ hổng và tính thấm của đá (Hình 9).

Khoáng vật sét illit và smectit (I/S) giống như tuyết, mảnh dạng sợi lớp lấp đầy vào các lỗ hổng hoặc bắc cầu qua các vi lỗ rỗng. Chúng tạo ra các rào cản trong quá trình lưu thông. Kết quả làm giảm độ lỗ hổng và tính thấm của đá (Hình 10).

3. Hệ thống lỗ hổng

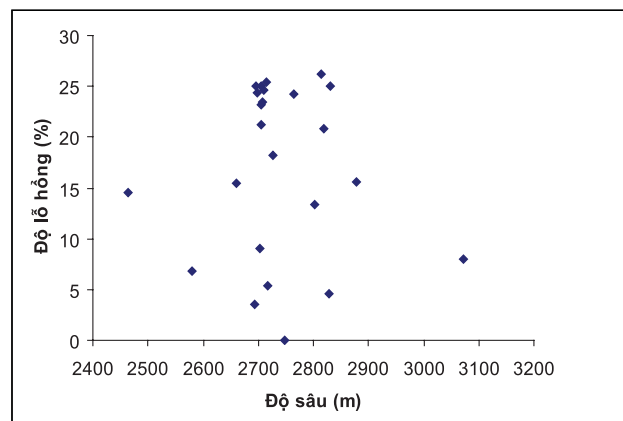
Hệ thống lỗ hổng của đá trầm tích đóng vai trò quan trọng quyết định khả năng thấm và chứa của đá.

Kết quả phân tích thạch học lát mỏng và phân tích hiển vi điện tử quét (SEM) cho thấy:

Hệ thống lỗ hổng bao gồm lỗ hổng nguyên sinh (lỗ hổng trong hạt, lỗ hổng giữa các hạt) và lỗ hổng thứ sinh (lỗ hổng trong hạt khoáng vật tại sinh, lỗ hổng do các khoáng vật không bền vững bị rửa trôi). Tỷ lệ phần trăm độ lỗ hổng tỷ lệ nghịch với sự có mặt của nền, xi măng và các khoáng vật tại sinh. Các mẫu có hàm lượng nền, xi măng và khoáng vật tại sinh lớn thì độ lỗ hổng càng nhỏ và ngược lại.

Phần lớn đá có tính gắn kết yếu nên các lỗ hổng nguyên sinh còn được bảo tồn tốt, hàm lượng xi măng và khoáng vật tại sinh nhỏ. Do đó, độ lỗ hổng của đá rất cao, chỉ một vài lỗ hổng bị lấp đầy bởi kaolinit tại sinh và ít hơn là các khoáng vật sét khác. Vì thế, độ lỗ hổng của cát kết thường tốt đến rất tốt, thông thường độ lỗ hổng dao động trong khoảng từ 14 - 23%. Độ rỗng và độ thấm có xu thế tăng khi độ lựa chọn tăng dần. Độ lỗ hổng của cát kết ở độ sâu 2696 - 2969m khá tốt và đặc biệt tốt ở một số nơi như ở độ sâu 2969,10m; 2715,12m; 2813,03m là những mẫu có độ lựa chọn tốt, hàm lượng nền thấp (< 5%), độ lỗ hổng lên tới 24 - 25%. Độ lỗ hổng ở độ sâu 2969 - 3120m trung bình đến kém (< 8%).

Đặc biệt, tất cả cát kết grauvac và cát kết có xi măng là calcit có chứa hàm lượng nền và xi măng cao (> 20%) hầu như không có độ lỗ hổng hoặc có nhưng với số lượng



Hình 11. Biểu đồ biến đổi độ lỗ hổng theo chiều sâu

rất nhỏ (< 10%). Nhìn chung hệ thống lỗ hổng chủ yếu là độ lỗ hổng giữa các hạt (> 90% độ rỗng), độ lỗ hổng bên trong các khoáng vật chiếm hàm lượng rất nhỏ (< 10%). Chúng chủ yếu là các vi lỗ hổng trong các khoáng vật tại sinh như thạch anh mọc rêu, kaolinit, clorit và các khoáng vật sét khác. Các hạt vụn tiếp xúc nhau chủ yếu theo kiểu đường và kiểu điểm do vậy các lỗ hổng nối tiếp rất tốt.

Căn cứ vào biểu đồ biến đổi độ lỗ hổng theo chiều sâu (Hình 11) cho thấy: Cát kết từ độ sâu 2200 - 2690m và độ sâu lớn hơn 3000m có độ lỗ hổng trung bình đến nhỏ nên tính thấm và chứa của đá không cao. Cát kết ở độ sâu từ 2690 - 3000m độ lỗ hổng rất cao thường > 15% do vậy tính thấm và chứa của đá rất tốt.

4. Đánh giá khả năng chứa

Trên cơ sở phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng chứa như trên có thể nhận thấy rằng:

Trong vùng nghiên cứu có hai loại đá chính là cát kết arkos và arkos lithic, ít hơn là đá cát kết grauvac giàu feldpat. Thành phần hạt vụn chủ yếu là thạch anh (24 - 30%), feldpat (20 - 24%), granit (10 - 15%), vụn núi lửa (6 - 11%), mica và các mảnh vụn quazit (< 1%). Thành phần xi măng và các khoáng vật tại sinh (10 - 11%) chủ yếu là thạch anh mọc rêu, kaolinit, clorit, calcit, illit, pyrit.

Cát kết ở độ sâu 2300 - 3100m là kết quả của giai đoạn thành đá (diagene) và hậu sinh (katagene). Do đó độ nén ép kém nên độ lỗ hổng nguyên sinh được bảo tồn tốt. Các quá trình xi măng hoá thành tạo các khoáng vật tại sinh, trao đổi thay thế khoáng vật diễn ra mạnh mẽ, tuy nhiên chúng làm độ rỗng của đá giảm không đáng kể. Đa phần độ lỗ hổng của đá dao động trong khoảng 14 - 23%.

Từ các phân tích như trên cho thấy: Đá trầm tích Miocen phần Tây bể Cửu Long có độ lỗ hổng từ tốt đến rất

tốt. Do vậy khả năng thấm và chứa của đá tốt là nơi thuận lợi để dầu cư trú.

5. Kết luận

- Phần lớn cát kết các đá trầm tích Miocen được thành tạo chủ yếu trong môi trường sông, hồ, ven biển, biển nông. Đặc điểm phân bố trầm tích tương đối ổn định, các hạt vụn có độ lựa chọn và mài tròn chủ yếu ở mức trung bình.

- Độ rỗng nguyên sinh đóng vai trò chính trong các đá chứa trầm tích Miocen, còn độ rỗng thứ sinh (dạng hang hốc, khe nứt/vi khe nứt) là thứ yếu.

- Hệ thống lỗ hổng chủ yếu là lỗ hổng nguyên sinh, dao động trong khoảng vài phần trăm đến 26,2%, phổ biến trong khoảng 14 - 23%. Trong đó, độ lỗ hổng giữa các hạt chiếm trên 90% tổng độ lỗ hổng, độ lỗ hổng bên trong hạt chiếm hàm lượng nhỏ (< 10%).

- Độ lỗ hổng có xu thế tăng khi độ lựa chọn tăng dần. Phần trăm độ lỗ hổng trong cát kết grauvac và cát kết có xi măng là calcit có chứa hàm lượng nền và xi măng cao hầu như không có hoặc có nhưng không đáng kể. Các hạt vụn tiếp xúc nhau chủ yếu theo kiểu đường và kiểu điểm do vậy các lỗ hổng trong hệ thống lỗ hổng của đá nối tiếp với nhau rất tốt.

- Nhìn chung hiện tượng biến đổi thứ sinh quan sát thấy ở hầu hết các mẫu nghiên cứu. Bao gồm, hiện tượng nén ép, xi măng hoá, thành tạo khoáng vật mới, quá trình hoà tan và thay thế khoáng vật. Các hiện tượng biến đổi thứ sinh này ít nhiều có ảnh hưởng tới độ lỗ hổng, độ thấm nguyên sinh của đá.

- Từ các yếu tố phân tích trên cho thấy đá trầm tích trong khu vực nghiên cứu có độ lỗ hổng từ tốt đến rất tốt, đặc biệt ở độ sâu 2700 - 3000m rất thuận lợi cho quá trình di chuyển và tích tụ dầu khí.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Văn Chiến, Trịnh Ích, Phan Trường Thị, 1973. *Thạch Học*. Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp Hà Nội.

2. Phạm Huy Tiến, Trịnh Ích, Nguyễn Văn Mên, 1984. *Thạch học đá trầm tích Tập I*. Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp.

3. Phạm Huy Tiến, Trịnh Ích, 1984. *Thạch học đá trầm tích Tập II*. Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp.

4. Nguyễn Tiến Long, 2003. *Địa tầng phân tập Kainozoi phần Bắc bể Cửu Long*. Luận án tiến sĩ địa chất. Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

5. Trần Văn Nhuận, 2008. *Đặc điểm trầm tích Miocen lô 16-1 bể Cửu Long - Mối liên quan của chúng đến đặc tính chứa*. Luận văn thạc sĩ địa chất. Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

6. Trần Văn Nhuận, Đỗ Văn Nhuận, 2009. *Đặc điểm trầm tích Miocen phần Tây bể Cửu Long* - Tạp chí Dầu khí số 8.

7. Trần Văn Nhuận, 2010. *Một số vấn đề về quá trình tạo đá và các phương pháp nghiên cứu*. Tạp chí Dầu khí số 3.

8. Trần Văn Nhuận, Vũ Trụ, Đỗ Văn Nhuận, 2011. *Các thành tạo trầm tích Miocen phần Tây bể Cửu Long*. Tạp chí Khoa học số đặc biệt. Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

9. Vũ Thế Anh, Trần Văn Nhuận, Yungoo Song, 2010. *Sự biến đổi illit-smectit trong các thành tạo trầm tích tuổi Oligocen - Miocen bể Cửu Long, mối quan hệ với xi măng thạch anh và nhiệt độ chôn vùi*. Tuyển tập báo cáo Hội nghị KHCN quốc tế 35 năm - Dầu khí Việt Nam 2010 Tăng tốc phát triển.

10. Ngô Xuân Vinh, 2000. *Những yếu tố chính ảnh hưởng đến tính chất chứa của đá vụn lục nguyên Miocen sớm - Oligocen bể Cửu Long*. Hội nghị KHCN 2000 ngành DKVN trước thềm thế kỷ 21, Tập I, Nhà xuất bản Thanh niên - Hà Nội.

11. *Bể trầm tích Cửu Long và tài nguyên dầu khí*, 2007. Địa chất và tài nguyên dầu khí Việt Nam, Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, p. 271 - 296.

12. J. Schmidt, Nguyễn Văn Quế, Phạm Huy Long, 2003. *Tiến hoá kiến tạo bể Cửu Long*. Hội nghị KHCN Viện Dầu khí Việt Nam, 25 năm xây dựng và trưởng thành. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, p. 87.

13. A.D. Miall, 2000. *Principles of Sedimentary basin analysis*. Third, update and enlarged edition. Springer Lodon, Berlin, Singapore.

14. Joann E. Welton. *SEM Petrology Atlas*. Chevron Oil Field Research Company, The American Association of Petroleum Geologists.

15. Roseph I. Goldstein, A.D. Romig Jr, Dale E. Newbury, Charles E. Lyman, Patrick Echlin. *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis*. Plenum press. New York and London.