

ĐẶC TÍNH THẠCH HỌC VÀ BIẾN ĐỔI SAU TRẦM TÍCH ẢNH HƯỞNG ĐẾN ĐỘ RỖNG VÀ ĐỘ THẨM CỦA CÁT KẾT OLIGOCENE, LÔ 15-1/05, BỂ CỬU LONG

Đỗ Ngọc Thanh^{1*}, Phạm Thị Duyên², Liêu Kim Phượng¹

¹ Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

² Trung tâm Phân tích Thí nghiệm – Viện Dầu Khí Việt Nam

* dngthanh@hcmus.edu.vn

TÓM TẮT

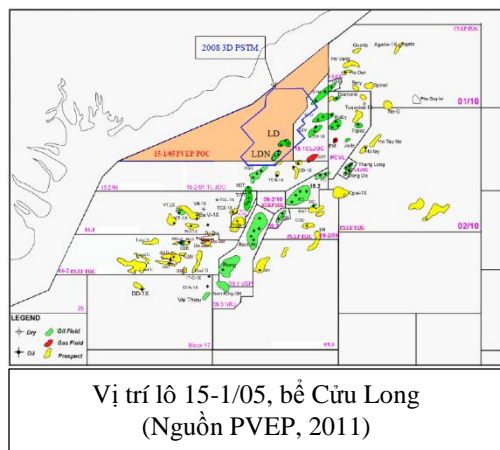
Nghiên cứu về đặc tính thạch học và những biến đổi sau trầm tích của cát kết có ý nghĩa rất quan trọng trong đá chứa vì chúng là một trong những nguyên nhân tác động đến chất lượng của đá chứa cát kết. Nghiên cứu này trình bày đặc tính thạch học, biến đổi sau trầm tích và ảnh hưởng của nó đến độ rỗng, độ thấm của cát kết Oligocene tập E&F, D và C, lô 15-1/05, bể Cửu Long. Trên cơ sở kết quả phân tích thạch học chi tiết cho thấy hầu hết cát kết Oligocene của các tập là cát kết arkose và cát kết lithic arkose, đôi khi xen kẹp bởi cát kết feldspathic greywacke. Mức độ biến đổi sau trầm tích của cát kết tăng dần từ giai đoạn sớm của cát kết tập C, đến giai đoạn giữa của tập D và chuyển sang giai đoạn muộn của tập E&F. Từ kết quả nghiên cứu cho thấy độ chọn lọc có ảnh hưởng đáng kể đến độ rỗng của các tập cát kết. Tuy nhiên ảnh hưởng mạnh nhất đến độ rỗng của cát kết Oligocene lô 15-1/05 chính là quá trình xi măng hoá và quá trình nén ép. Sự xuất hiện của zeolite trong cát kết tập E&F làm giảm độ rỗng một cách đáng kể. Ngoài ra, sự xuất hiện của các khoáng vật sét cũng làm ảnh hưởng đến độ thấm của cát kết trong đó sét illite và hỗn hợp sét illite-smectite làm giảm độ thấm mạnh hơn những khoáng vật sét khác. Qua đó cho thấy rằng đá chứa tiềm năng của cát kết Oligocene, lô 15-1/05 là cát kết tập E&F có độ chọn lọc tốt, độ mài tròn tốt, hàm lượng xi măng thấp, đặc biệt là sự vắng mặt của sét illite và hỗn hợp sét illite-smectite.

Từ khóa: Đá chứa cát kết, thạch học trầm tích, độ rỗng và độ thấm

1. GIỚI THIỆU

Bể Cửu Long được xem là bể chứa dầu lớn nhất ở thềm lục địa phía nam Việt Nam cho đến nay. Dầu khí được tìm thấy chủ yếu trong cát kết Miocen, Oligocene và đá móng nứt nẻ trước Đệ Tam. Trong đó cát kết Oligocene là một trong những đối tượng chứa chính của bể. Nghiên cứu độ rỗng và độ thấm của đá chứa cát kết Oligocene là công tác cần thiết cho việc tính toán trữ lượng và khả năng thu hồi dầu của vỉa chứa. Tuy nhiên, đá chứa cát kết Oligocene có độ rỗng, độ thấm không đồng nhất và thay đổi do ảnh hưởng của kiến trúc, thành phần thạch học và sự biến đổi sau trầm tích của đá. Do đó, việc nghiên cứu đặc tính thạch học và biến đổi sau trầm tích của đá cát kết là một trong những công tác quan trọng trong nghiên cứu độ rỗng và độ thấm của vỉa chứa, góp phần đánh giá chính xác hơn về trữ lượng tiềm năng và khả năng thu hồi dầu của vỉa.

Lô 15-1/05 nằm ở rìa Tây Bắc trung tâm trũng Cửu Long, hiện nay đã có 4 cấu tạo được nghiên cứu phát triển khai thác. Năm 2009, Total E&P Vietnam chính thức công bố phát hiện dầu đầu tiên tại lô 15-1/05 với cấu tạo Lạc Đà Nâu. Giếng khoan đầu tiên MD-1X cho dòng dầu 4200 thùng/ngày trong đá móng. Cát kết Oligocene bao gồm các tập C, D, E&F cũng là đối tượng chứa có triển vọng dầu khí tốt.



Dựa trên các phương pháp nghiên cứu của Liêu Kim Phụng (2017), Phạm Bảo Ngọc (2017), R. L. Folk (2011), Houseknecht (1987), Jennifer Mckinley (2011), trong nghiên cứu này các tác giả đưa ra cái nhìn tổng quan và quy luật biến đổi độ rỗng, độ thấm của cát kết Oligocene trong lô 15-1/05, là nhân tố ảnh hưởng đến khả năng thấm, chứa của vỉa qua kết quả thành phần thạch học, kiến trúc và biến đổi sau trầm tích của chúng.

2. PHƯƠNG PHÁP

2.1. Phương pháp 1: Phân tích thạch học lát mỏng

2.2. Phương pháp 2: Phân tích X-Ray

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả phân tích thạch học cát kết Oligocene, lô 15-1/05, bể Cửu Long

Kết quả phân tích thạch học của 247 mẫu vụn và mẫu lõi các tập trầm tích C, D và E&F trong đó cát kết hiện diện với hàm lượng phong phú nhất. Sét kết, sét vôi kết và bột kết hiện diện với hàm lượng kém hơn cát kết. Nghiên cứu này tập trung vào các tập cát kết để xác định khả năng chứa của chúng vì vậy các tập sét kết, sét vôi kết và bột kết không phân tích thạch học chi tiết.

Kết quả phân tích thạch học cho thấy cát kết chiếm ưu thế là cát kết sạch, chứa hàm lượng chất trám (matrix) nhỏ hơn 15%. Cát kết được phân loại phổ biến nhất là cát kết arkose và lithic arkose, kém phổ biến hơn là cát kết feldspathic litharenite với hàm lượng thạch anh nhỏ hơn 75%. Ngoài ra, cát kết feldspathic greywacke với hàm lượng matrix > 15% chiếm số lượng ít. Độ rỗng của cát kết phân bố không đồng nhất và được bảo tồn rất kém. Độ rỗng nhìn thấy của cát kết tập C và D hầu như bị phá hủy hoàn toàn và độ rỗng nguyên sinh của cát kết tập E&F được bảo tồn kém (0.0 – 5.3%).

TẬP C

Đá trầm tích tập này bao gồm chủ yếu là cát kết, xen kẹp bột kết và sét kết. Cát kết arkose chiếm hàm lượng phổ biến và kém phổ biến hơn là cát kết feldspathic greywacke.

Độ hạt thay đổi từ mịn đến trung với kích thước hạt phổ biến trong khoảng 0.09mm – 0.5mm. Độ chọn lọc phổ biến trung bình, đôi khi kém. Độ mài tròn của các hạt vụn ở mức trung bình với hình dạng hạt phần lớn là nửa góc cạnh và nửa tròn cạnh. Trong đó, cát kết arkose có độ mài tròn tốt hơn từ bán tròn cạnh đến tròn cạnh. Độ nén ép của cát kết ở mức độ yếu, với các hạt vụn trôi nổi, không tiếp xúc. Đôi chỗ cát kết arkose bị nén ép yếu đến trung bình với các hạt vụn tiếp xúc dạng điểm và đường thẳng. Hạt vụn tạo đá chủ yếu là thạch anh, feldspar và mica được gắn kết chủ yếu bởi xi măng sét. Độ rỗng của cát kết arkose rất kém do bị phá hủy hoàn toàn bởi xi măng calcite dạng khảm và khoáng vật sét kaolinite. Trong khi độ rỗng của cát kết feldspathic greywacke bị lấp đầy bởi matrix.

TẬP D

Đá trầm tích tập này bao gồm chủ yếu là cát kết, xen kẹp bột kết và sét kết. Kết quả phân tích thạch học lát mỏng chi tiết cho thấy cát kết arkose và lithic arkose chiếm hàm lượng phổ biến và kém phổ biến hơn là cát kết feldspathic greywacke.

Độ hạt của cát kết arkose và lithic arkose phổ biến là cát hạt mịn đến trung với kích thước hạt phổ biến thay đổi trong khoảng 0.063mm - 0.5mm. Trong khi đó, cát kết feldspathic greywacke phổ biến là cát hạt mịn với kích thước hạt phổ biến thay đổi trong khoảng 0.063mm - 0.25mm. Độ chọn lọc của cát kết arkose và lithic arkose phổ biến trung bình - tốt, đôi khi kém. Cát kết feldspathic greywacke có độ chọn lọc phổ biến từ kém đến rất kém, đôi khi trung bình. Độ mài tròn của các hạt vụn ở mức trung bình với hình dạng hạt phần lớn là nửa góc cạnh và nửa tròn cạnh. Tuy nhiên, độ mài tròn của các hạt vụn ở cát kết feldspathic greywacke kém hơn so với cát kết arkose và lithic arkose. Độ nén ép của cát kết ở mức độ từ yếu đến trung bình, với các hạt vụn chủ yếu tiếp xúc dạng điểm và đường thẳng. Hạt vụn tạo đá chủ yếu là thạch anh, feldspar và

mica được gắn kết chủ yếu bởi xi măng sét và carbonate. Độ rỗng của đá rất kém do bị lấp đầy bởi các khoáng vật sét đồng trầm tích và các khoáng vật thứ sinh như kaolinite.

TẬP E&F

Đá trầm tích này bao gồm chủ yếu là cát kết, xen kẹp với các lớp sét kết, sét vôi và sét bột kết. Kết quả phân tích thạch học lát mỏng chi tiết cho thấy cát kết arkose và lithic arkose chiếm hàm lượng phổ biến và kém phổ biến hơn là cát kết feldspathic greywacke và cát kết feldspathic litharenite.

Độ hạt của cát kết arkose và lithic arkose thay đổi từ cát hạt mịn đến thô với kích thước hạt phổ biến thay đổi trong khoảng 0.125mm - 1.0mm. Trong khi cát kết feldspathic greywacke phổ biến là cát hạt mịn đến trung với kích thước hạt phổ biến thay đổi trong khoảng 0.125mm - 0.5mm, đôi khi xen kẹp một vài lớp cát hạt thô. Cát kết feldspathic litharenite phổ biến là cát hạt thô với kích thước hạt trung bình thay đổi trong khoảng 0.60 – 0.79mm. Độ chọn lọc của cát kết arkose và lithic arkose phổ biến từ trung bình đến trung bình-tốt, đôi khi kém. Trong khi cát kết feldspathic greywacke có độ chọn lọc kém đôi khi trung bình-tốt. Và cát kết feldspathic litharenite có độ chọn lọc phổ biến từ trung bình đến kém. Độ mài tròn của các hạt vụn ở mức kém đến trung bình với hình dạng hạt phần lớn là góc cạnh, nửa góc cạnh và nửa tròn cạnh. Trong đó, độ mài tròn của cát kết arkose và lithic arkose hạt thô tốt hơn so với các loại cát kết feldspathic greywacke và feldspathic litharenite, phổ biến từ bán góc cạnh đến tròn cạnh. Độ nén ép của cát kết ở mức độ trung bình, với kiểu tiếp xúc giữa các hạt chủ yếu là tiếp xúc dạng đường thẳng; đôi khi nén ép hơi mạnh và bị hòa tan, với các hạt vụn tiếp xúc dạng đường cong và đường khâu. Hạt vụn tạo đá chủ yếu là thạch anh, feldspar và mica được gắn kết chủ yếu bởi xi măng sét và carbonate. Và đặc biệt có sự xuất hiện phổ biến của zeolite trong cát kết arkose, lithic arkose và feldspathic litharenite với hàm lượng thay đổi không đồng nhất từ 0.0-31.0%, trung bình 12.0%.

3.2. Kết quả phân tích nhiễu xạ tia X (XRD)

Kết quả phân tích 160 mẫu XRD cho toàn bộ đá và khoáng vật sét của cát kết Oligocene, lô 15-1/05. Trong đó 22 mẫu cát kết tập C; 17 mẫu cát kết tập D; Và 121 mẫu cát kết tập E&F. Kết quả này được trình bày cụ thể như sau:

TẬP C

Kết quả phân tích XRD toàn bộ đá cho thấy thành phần chủ yếu là thạch anh từ 16.5-46.1%, trung bình 24.7%; Feldspar ít hơn, trong đó K-feldspar từ 1.5-31.7%, trung bình 9.2%, plagioclase từ 1.6-18.7%, trung bình 7.8%; hỗn hợp mica/sét từ 8.8-37.6%, trung bình 21.7%; kaolinite/chlorite từ 11.1- 47.2%, trung bình 31.0%; calcite nhỏ hơn 7.9%; dolomite hiện diện với hàm lượng nhỏ hơn 9.7%; siderite nhỏ hơn 3.9% và pyrite nhỏ hơn 3.6%.

Kết quả phân tích XRD cho khoáng vật sét trong đó sét kaolinite hiện diện dồi dào nhất từ 20.9-54.8%, trung bình 40.6%; chlorite hiện diện với hàm lượng ít hơn so với kaolinite từ 12.0-31.6%, trung bình 23.4%; illite từ 9.3-34.9%, trung bình 18.2%; smectite có hàm lượng cao từ 0.0-35.7%, trung bình 14.5%. Tổ hợp sét illite-smectite hiện diện rất ít từ 1.3%-5.9%, trung bình 3.4%.

Nhìn chung, cát kết tập C có hàm lượng sét kaolinite chiếm ưu thế nhất, kém hơn là sét chlorite; Sét loại illite và tổ hợp sét illite-smectite chiếm hàm lượng thấp trong khi sét smectite lại chiếm hàm lượng cao.

TẬP D

Kết quả phân tích XRD toàn bộ đá cho thấy thành phần chủ yếu là thạch anh từ 7.8-35.8%, trung bình 19.9%; Feldspar ít hơn, trong đó K-feldspar từ 0.0-44.7%, trung bình 13.7%, plagioclase từ 2.3 – 42.4%, trung bình 12.3%; hỗn hợp mica/sét từ 0.6-30.5%, trung bình 21.7%;

kaolinite/chlorite từ 6.3-66.0%, trung bình 30.5%; calcite nhỏ hơn 6.9%; dolomite hiện diện với hàm lượng nhỏ hơn 4.9%; siderite nhỏ hơn 10.5% và pyrite nhỏ hơn 9.9%.

Kết quả phân tích XRD cho khoáng vật sét trong đó sét kaolinite hiện diện phong phú từ 7.3-46.7%, trung bình 25.9%; chlorite hiện diện với hàm lượng nhiều hơn so với kaolinite từ 18.3-84.0%, trung bình 35.4%; illite từ 2.5-41.0%, trung bình 23.1%; smectite từ 0.0-19.7%, trung bình 3.0%. Tổ hợp sét illite-smectite từ 1.5%-27.4%, trung bình 12.7%.

Nhìn chung, trong tập D, hàm lượng kaolinite và chlorite chiếm ưu thế nhất; Hàm lượng sét illite và tổ hợp sét illite-smectite có xu hướng tăng cao trong khi sét loại smectite có xu hướng giảm một cách đáng kể theo độ sâu chôn vùi.

TẬP E&F

Kết quả phân tích XRD toàn bộ đá cho thấy thành phần chủ yếu là thạch anh từ 7.8-28.5%, trung bình 17.5%; Feldspar với hàm lượng nhiều hơn, trong đó K-feldspar từ 6.3-34.5%, trung bình 15.7%, plagioclase từ 11.6-47.5%, trung bình 31.4%; hỗn hợp mica/sét từ 0.0-16.7%, trung bình 4.9%; kaolinite/chlorite từ 8.1-27.4%, trung bình 15.4%; calcite từ 1.0-23.1%, trung bình 6.2%; dolomite hiện diện với hàm lượng nhỏ hơn 6.2%; siderite nhỏ hơn 3.6% và pyrite nhỏ hơn 2.4%.

Kết quả phân tích XRD cho khoáng vật sét trong đó sét kaolinite hiện diện không đồng nhất từ 0.0-42.7%, trung bình 11.5%; chlorite hiện diện rất phong phú từ 6.5-100%, trung bình 45.1%; illite từ 0.0-70.5%, trung bình 33.8%; smectite vắng mặt hoàn toàn. Tổ hợp sét illite-smectite hiện diện tương đối phong phú từ 0.0%-43.3%, trung bình 9.5%.

Nhìn chung, trong tập E&F, hàm lượng kaolinite đã giảm đi một cách đáng kể và gần như vắng mặt ở độ sâu lớn hơn 3890m; Hàm lượng sét illite và tổ hợp sét illite-smectite tăng cao một cách đáng kể theo độ sâu chôn vùi; Trong khi đó, sét smectite vắng mặt hoàn toàn trong thành phần của cát kết tập này.

4. KẾT LUẬN

Kết quả phân tích thạch học cát kết Oligocene, lô 15-1/05, bể Cửu Long cho thấy cát kết được phân loại phổ biến nhất là cát kết arkose và lithic arkose có độ rỗng không đáng kể đến kém, đôi khi xen kẽ với các lớp cát kết feldspathic greywacke và cát kết feldspathic litharenite (tập E&F) có độ rỗng không đáng kể.

Quá trình biến đổi sau trầm tích của cát kết được luận giải từ kết quả phân tích thạch học và kết quả phân tích XRD. Cát kết tập C đang trong giai đoạn diagenesis sớm, trong khi cát kết tập D ở giai đoạn đầu diagenesis giữa và cát kết tập E&F đã bước vào giai đoạn diagenesis giữa đến đầu giai đoạn diagenesis muộn.

Kích thước và độ chọn lọc của hạt vụn trong cát kết ảnh hưởng một cách đáng kể đến độ rỗng và độ thấm. Cát kết arkose và lithic arkose có kích thước hạt trung cùng với độ chọn lọc từ trung bình đến trung bình-tốt là loại đá có độ rỗng tốt nhất của tầng Oligocene, lô 15-1/05.

Cát kết giàu khoáng vật thứ sinh zeolite hiện diện phong phú ở tập E&F là một trong những yếu tố quan trọng làm giảm độ rỗng của cát kết tập này. Độ rỗng của cát kết hạt mịn giảm nhanh hơn so với cát kết hạt thô khi có sự tăng lên của hàm lượng zeolite.

Cát kết chịu ảnh hưởng tổng hợp của hai quá trình xi măng hóa và nén ép. Nhưng ảnh hưởng tiêu cực nhất đến độ rỗng chính là quá trình nén ép. Độ thấm giảm mạnh khi hàm lượng sét tăng cao, và có xu hướng giảm mạnh nhất khi cát kết giàu các khoáng vật sét illite và tổ hợp sét illite-smectite.

Tất cả các yếu tố này đều có ảnh hưởng đến độ rỗng và độ thấm, loại cát kết có chất lượng chứa tốt nhất tầng Oligocene, lô 15-1/05 là cát kết arkose và lithic arkose tập E&F có kích thước hạt

trung, độ chọn lọc từ trung bình đến trung bình-tốt, hàm lượng xi măng thấp, đặc biệt là hàm lượng thấp của sét illite và tổ hợp sét illite-smectite..

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lieu Kim Phuong, Le Thi Thu Hang, Nguyen Van Hieu, Nguyen Minh Nhut (2017), Characterization of petrography and diagenetic processes influence on porosity and permeability of Oligocene sandstone reservoir rocks, block 15-2 in Cuu Long basin, *Journal of Engineering Research and Application*, 62-73.
- [2]. Houseknecht (1987), Assessing the relative importance of compaction processes and cementation to reduction of porosity in sandstone, *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 633-642.
- [3]. Phạm Bảo Ngọc, Trần Nghi, Nguyễn Trọng Tín (2017), Ảnh hưởng các tham số thạch - vật lý đến khả năng chứa dầu khí của trầm tích cát bột kết tuổi Miocen giữa, cấu tạo Thiên Ưng - Mãng Cầu, bể Nam Côn Sơn, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN*, 52-64.
- [4]. Sefer B. Coskun, Norman C. Wardlaw and Beth Haverslew (1993), Effects of composition, texture and diagenesis on porosity, permeability and oil recovery in a sandstone reservoir, *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 279-292.

THE PETROGRAPHICAL CHARACTERISTICS AND POST-DEPOSITIONAL ALTERATION AFFECT TO POROSITY AND PERMEABILITY OF OLIGOCENE SANDSTONES, BLOCK 15-1/05, CUU LONG BASIN

Do Ngoc Thanh^{1*}, Pham Thi Duyen², Lieu Kim Phuong¹

¹University of Science, VNU-HCM

²Vietnam Petroleum Institute

* dngthanh@hcmus.edu.vn

ABSTRACT

The petrographical characteristics and post-depositional alteration studies of sandstones are the two important factors to reservoir rocks, because they are one of the causes that affect to oil and gas capacity of reservoir rocks. This study reveals the petrographical characteristics, post-depositional alterations and its influence on porosity and permeability of Oligocene sandstones including sequences E&F, D, and C, block 15-1/05, Cuu Long basin. The results show that most of sandstones are arkose, lithic arkose, and sporadically interbedded by feldspathic greywacke. The post-depositional alteration is progressively increasing following the burial depth from early diagenesis of sequence C, to intermediate diagenesis of sequence D and advanced diagenesis of sequence E&F. The results show that the sorting significantly influences on the porosity of Oligocene sandstones. However, the strongest and the most negative impact on the porosity of the Oligocene sandstone, block 15-1/05 is the cementation and mechanical compaction. The appearance of zeolite in sequence E&F sandstones greatly decrease the porosity. Sandstones are rich illite and illite-smectite clay minerals and the permeability tends to decrease stronger than others. Therefore, the finding indicates that the potential reservoir rocks of Oligocene sandstones, block 15-1/05 are sequence E&F sandstones that are in well grain sorting, well grain roundness and contain a small amount of cements, particularly the absence of illite and illite-smectite.

Key words: Sandstone reservoir; sedimentary petrography; porosity and permeability