

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

Phạm Bảo Ngọc^{1,*}, Trần Nghi², Nguyễn Trọng Tín³

¹Trường Đại học Dầu khí Việt Nam, 762 Cách Mạng Tháng Tám, Bà Rịa, Bà Rịa, Vũng Tàu, Việt Nam

²Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

³Hội Địa chất Dầu khí Việt Nam, Toà nhà Viện Dầu khí Việt Nam, 167 Trung Kính, Cầu Giấy, Hà Nội

Nhận ngày 16 tháng 01 năm 2017

Chỉnh sửa ngày 04 tháng 03 năm 2017; Chấp nhận đăng ngày 15 tháng 03 năm 2017

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu về đặc điểm thạch học, các tham số định lượng về thạch - vật lý liên quan đến việc đánh giá khả năng chứa dầu khí của các đá cát kết và bột kết tuổi Miocen giữa khu vực cấu tạo Thiên Ưng - Mãng Cầu (TU - MC), bể Nam Côn Sơn. Các đá cát kết gồm grauvac, arkos, arkos - litic và thạch anh - litic. Cát kết và bột kết grauvac và arkos có thành phần đa khoáng, độ chọn lọc và mài tròn kém, thành tạo ở môi trường lòng sông và nón quạt cửa sông. Cát bột kết arkos - litic và thạch anh - litic xi măng cơ sở - lấp đầy calcit - dolomit có độ chọn lọc từ kém đến trung bình, độ mài tròn từ trung bình đến tốt, thành tạo ở môi trường biển nông vùng vịnh. Kết quả phân tích tương quan bằng thống kê toán đã chỉ ra mối quan hệ phụ thuộc tuyến tính giữa độ rộng hiệu dụng (Me) vào các tham số thạch - vật lý (Md, Q, So, Ro, Li, Co, I) là theo tương quan tuyến tính ($y = ax + b$). Trong đó Md là kích thước trung bình các cấp hạt; Q là hệ số thạch anh; So là hệ số chọn lọc; Ro là hệ số mài tròn; Li là hệ số nền xi măng gắn kết; Co là hệ số kiến trúc; I là hệ số biến đổi thứ sinh. Trong các quan hệ cặp đôi này quan hệ giữa Me với Co và I là tuyến tính nghịch, với Q và Ro là tuyến tính thuận là hoàn toàn phù hợp với quy luật. Tuy nhiên, giữa Me với Md và Li lại có quan hệ tuyến tính thuận ngược với quy luật thông thường. Điều đó chứng tỏ thành phần matrix trong nền xi măng cơ sở chứa hàm lượng vụn sinh vật và calcit tại sinh khá cao đã bị hòa tan mạnh trong giai đoạn katagenes đã tạo ra lỗ rỗng thứ sinh. Theo tiêu chuẩn phân loại chất lượng colecto cát bột kết Miocen giữa cấu tạo Thiên Ưng - Mãng Cầu có thể chia ra 3 mức chất lượng: tốt, trung bình và kém. Chúng đạt chất lượng tốt (khi Q= 50-65%, Li= 20-30%) đến trung bình (khi Q= 35-45 % và Li= 10-20%) và kém (khi Li < 10% và Q < 40%).

Từ khóa: Grauvac, arkos, thạch anh - litic, phân tích tương quan, tham số thạch - vật lý, hệ số kiến trúc, hệ số biến đổi thứ sinh, cấu tạo Thiên Ưng - Mãng Cầu.

1. Mở đầu

Cấu tạo Thiên Ưng - Mãng Cầu là một đới nâng dạng tuyến thuộc lô 04-3, khu vực trung

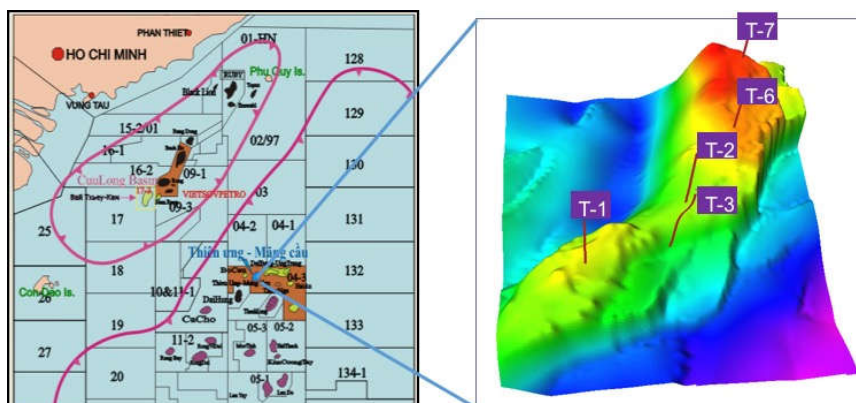
tâm bể Nam Côn Sơn (hình 1) [1]. Đây được coi là một trong những cấu tạo được đánh giá có tiềm năng về dầu khí và đã được nhiều nhà thầu tiến hành nghiên cứu, đặc biệt là Xí nghiệp Liên doanh Vietsovpetro. Từ năm 1979 đến nay đã có 7 giếng khoan thăm dò trong khu vực nghiên cứu. Nhiều nhà địa chất dầu khí nghiên

* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-976438440.
Email: ngocpb@pvu.edu.vn

cứu bề Nam Côn Sơn chủ yếu tập trung đến cấu trúc địa chất, địa tầng, môi trường trầm tích, tương đá - cổ địa lý lô 04-1 [2-6]. Nghiên cứu đặc điểm thạch học và đánh giá tiềm năng dầu khí [7-10]. Tuy nhiên tất cả các lĩnh vực nói trên vẫn chưa làm sáng tỏ được bản chất của vấn đề, lý do cơ bản là chưa đủ thông tin về trầm tích luận. Khi nghiên cứu về cấu trúc địa chất các tác giả hầu như chỉ nhận dạng cấu trúc địa chất hiện tại mà chưa khôi phục lại bề trầm tích thứ cấp vì vậy chưa tái hiện được bức tranh cấu trúc địa chất và cổ địa hình của từng thời kỳ. Điều đó dẫn đến nghiên cứu tương đá - cổ địa lý và môi trường trầm tích lại không dựa trên bản đồ đẳng dày nguyên thủy, bản đồ cổ địa hình và phân tích tương dựa trên thạch học - môi trường và đặc trưng cấu tạo của mẫu lõi. Kết quả đã có những nhận thức không chính xác về môi trường biển sâu trong Miocen của bề Nam Côn Sơn. Kỳ thực trong suốt Miocen đến Pliocen bề Nam Côn Sơn nói riêng và tất cả các bề vùng nước sâu môi trường thành tạo trầm tích chỉ biến thiên từ lục địa sang biển nông - vũng vịnh mà thôi. Hướng nghiên cứu thạch học định lượng của đá chứa dầu khí lục nguyên được Trần Nghi, Trần Hữu Thân và Đoàn Thám (1986, 1991) nghiên cứu đối với trầm tích Neogen Miền Vông Hà Nội [11-13]. Tuy nhiên đối với bề Nam Côn Sơn đến nay vẫn chưa có nghiên cứu định lượng nào đối với đá chứa lục nguyên. Cơ sở dữ liệu của bài báo bao gồm 30 mẫu lát mỏng thạch học cát bột kết thuộc các giếng khoan T-1, T-2, T-3 và T-4 trong phạm vi cấu tạo Thiên Ưng - Mãng Cầu.

Nghiên cứu mối quan hệ giữa tham số độ rỗng hiệu dụng (Me) và các tham số thạch - vật lý như kích thước trung bình của các cấp hạt (Md), hệ số chọn lọc (So), hệ số mài tròn (Ro), hệ số thạch anh (Q), hệ số nền xi măng gắn kết (Li), hệ số kiến trúc (Co) và hệ số biến đổi thứ sinh (I) bằng phép phân tích tương quan thống kê toán đã thiết lập được mối quan hệ hàm - biến theo từng cặp sau đây: $Me=f(Md)$, $Me=f(So)$, $Me=f(Ro)$, $Me=f(Q)$, $Me=f(Li)$, $Me=f(Co)$, $Me=f(I)$.

Trần Nghi (1986, 1991) đã nghiên cứu sự ảnh hưởng của các tham số trầm tích đến độ rỗng hiệu dụng (Me) và độ thấm (K) đối với cát kết Miocen của miền vông Hà Nội và đã phát hiện ra quy luật tương quan tuyến tính thuận của Me và K với Q, Ro và tuyến tính nghịch với Li [11-13]. Đây là quy luật tương quan phổ biến đặc trưng cho cát kết lục nguyên thuần túy thuộc nhóm tương aluvi và châu thổ. Tuy nhiên đối với cát bột kết Miocen giữa cấu tạo Thiên Ưng - Mãng Cầu bề Nam Côn Sơn không hoàn toàn như vậy. Nguyên nhân là do cát bột kết Miocen giữa của bề Nam Côn Sơn thuộc nhóm đá hỗn hợp giữa lục nguyên và carbonat, thành tạo trong môi trường vũng vịnh nên hàm lượng và thành phần khoáng vật của nền xi măng gắn kết của cát bột kết bề Nam Côn Sơn giàu matrix vụn sinh vật và calcit tại sinh. Đối với cát bột kết chứa hàm lượng cao vụn sinh vật và carbonat tại sinh bao giờ cũng có độ rỗng nguyên sinh khá cao. Độ rỗng này lại được gia tăng trong quá trình biến đổi katagenes do hòa tan của nước ngầm.



Hình 1. Vị trí khu vực Thiên Ưng - Mãng Cầu trong phạm vi bề Nam Côn Sơn.

2. Phương pháp nghiên cứu

Bài báo đã sử dụng các phương pháp xác định các hệ số trầm tích trên lát mỏng thạch học dưới kính hiển vi quang học phân cực như sau:

1. *Phương pháp xác định độ rỗng hiệu dụng (Me) cát bột kết:*

- Mẫu lõi được bơm dung dịch mang màu dễ thấm

- Mài thành lát mỏng thạch học

- Xác định độ rỗng theo tỷ lệ % diện tích mang màu trên toàn bộ diện tích của thị trường.

2. *Phương pháp phân tích độ hạt và xử lý số liệu bằng lát mỏng thạch học dưới kính hiển vi phân cực (Md, So, Sk). Công thức hiệu chỉnh hàm lượng % đo được ra hàm lượng % thật (Trần Nghi, 2002) [14, 15].*

3. *Phương pháp xác định hệ số mài tròn hạt vụn (Ro):* Hệ số mài tròn hạt vụn trong đá cát bột kết là biểu thị mức độ góc cạnh và tròn cạnh của hạt vụn dưới tác động của chế độ thủy động lực của môi trường. Công thức biểu diễn hệ số mài tròn hạt vụn của cát bột kết (Trần Nghi, 2010 và 2012) [14, 15]. $Ro_{tb} = (\sum_1^i Ro) / i$; $Ro = 0,1(1-n)$; Trong đó, Ro_{tb} - hệ số mài tròn trung bình của mẫu; n - số góc lồi của hạt, i là số lần quan trắc thứ i .

4. *Phương pháp xác định hệ số thạch anh (Q):* Hệ số thạch anh (Q) chính là hàm lượng % của thạch anh trong lát mỏng. Hàm lượng này được xác định bằng trắc vi thị kính.

5. *Phương pháp xác định hệ số nền xi măng gắn kết (Li):* Hệ số nền xi măng (Li) chính là hàm lượng xi măng % của nền xi măng (bao gồm matrix và xi măng hóa học). Hàm lượng này cũng được xác định bằng trắc vi thị kính.

6. *Phương pháp xác định hệ số kiến trúc (Co) (Trần Nghi, 2010, 2012) [14, 15].* Co là hệ số kiến trúc của đá cát bột kết, đặc trưng cho mức độ chặt sít của các hạt vụn trong mẫu. Công thức biểu diễn hệ số kiến trúc: $Co = \frac{1}{N} \sum_1^i n_i / (k_i - 1)$. Trong đó: n_i là số tiếp xúc cắt thước trắc vi thị kính; k_i là số hạt cắt thước hàng thứ i ; N là số hàng quan trắc.

7. *Phương pháp xác định hệ số biến đổi thứ sinh của cát bột kết (I) (Trần Nghi, 2010, 2012) [14, 15].* I là hệ số biến đổi thứ sinh, đặc trưng cho mức độ biến đổi của ranh giới tiếp xúc giữa các hạt vụn (thạch anh, feldspat và mảnh đá) của đá cát bột kết trong giai đoạn katagenes và metagenes. Công thức biểu diễn hệ số biến đổi thứ sinh: $I = \frac{1}{n} \sum_1^i \frac{B_i}{A_i + B_i}$. Trong đó, B_i là số lượng tiếp xúc thứ sinh hàng quan trắc thứ i , A_i là số lượng tiếp xúc nguyên sinh hàng quan trắc thứ i , n là tổng số lần quan trắc.

8. *Phương pháp phân tích tương quan bằng thống kê toán.* Điều kiện để áp dụng bài toán phân tích tương quan gồm:

- Các hệ số trầm tích được coi là các đại lượng ngẫu nhiên;

- Các mẫu cát bột kết phải cùng tuổi Miocen giữa và nằm trong cấu tạo TU - MC của bể Nam Côn Sơn;

- Hệ số độ rỗng hiệu dụng (Me) được chọn là hàm số còn các hệ số trầm tích (Md, So, Ro, Q, Li, Co và I) được chọn là biến số. Khi các biến số thay đổi sẽ làm cho hàm số bị biến đổi theo.

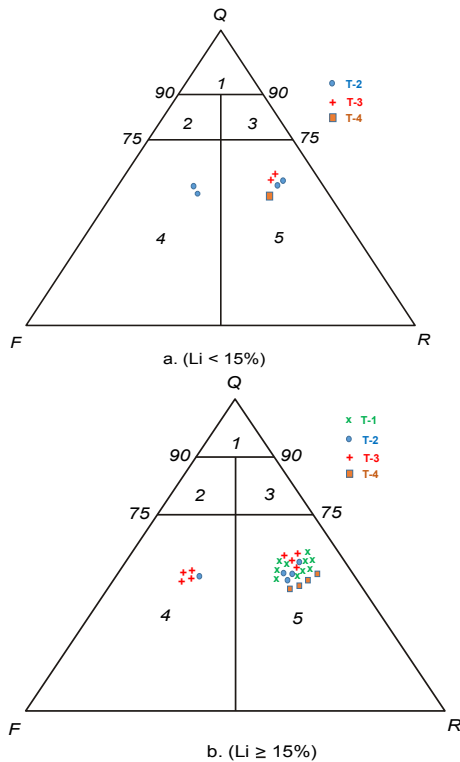
- Số lượng mẫu phải đủ lớn (30 mẫu)

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. *Đặc điểm thạch học các đá cát bột kết Miocen giữa cấu tạo Thiên Ưng - Mãng Cầu*

Phân loại

Trong phạm vi khu vực nghiên cứu các đá cát bột kết được phân loại theo Pettijohn, 1973. Dựa vào hàm lượng (%) của nền xi măng (Li) gắn kết và hàm lượng các khoáng vật tạo đá (thạch anh- Q, feldspat- F và mảnh đá- R), cát bột kết được chia thành 2 nhóm: (1) Nhóm arkos có hàm lượng nền xi măng $\leq 15\%$; (2) Nhóm grauvac có hàm lượng nền xi măng $> 15\%$. Mỗi nhóm được biểu diễn bằng một biểu đồ tam giác gồm 5 trường; mỗi trường có một tên đá. Kết quả biểu diễn trên 2 biểu đồ tam giác phân loại của Pettijohn khu vực Thiên Ưng - Mãng Cầu có các kiểu cát bột kết như sau: grauvac-litic, grauvac, arkos và arkos-litic (hình 2).

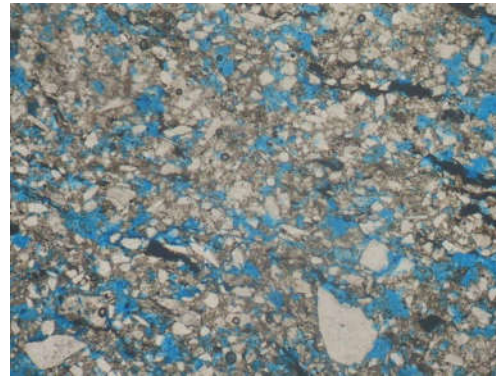


Hình 2. Tần suất phân bố các kiểu đá cát bột kết theo phân loại Pettijohn (1973) của các giếng khoan T-1, T-2, T-3 và T-4 khu vực TU-MC, bể Nam Côn Sơn (a - nhóm arkos, b- nhóm grauwac).

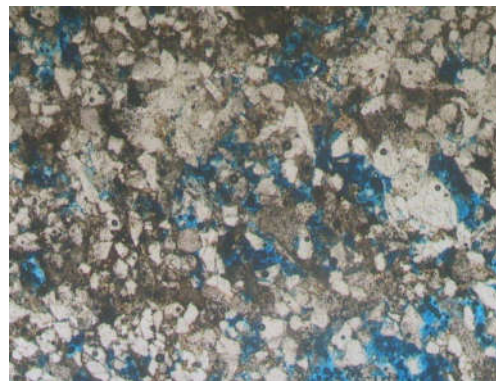
3.2. Mô tả đặc điểm thạch học

a) Nhóm cát kết

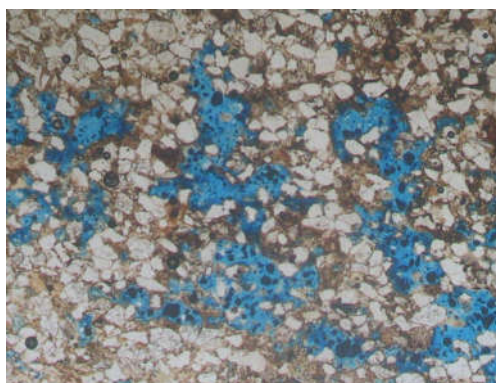
Tại giếng khoan T-1, cát kết phát hiện ở độ sâu 2650,60-2652,34m; hạt không đều, có màu xám nâu; xen kẽ với bột kết hạt lớn, xi măng dolomit - vôi hoặc sét, ít lớp mỏng sét - bột màu xám, càng xuống sâu càng nhiều hơn. Kích thước hạt không đều, bao gồm cả cát kết hạt nhỏ (gặp ở độ sâu 2706,4m - hình 3), hạt trung (gặp ở độ sâu 2711,6m - hình 4 và 2651,5m - hình 5) và hạt lớn (ở độ sâu 2703,6m - hình 6). Chúng được ngăn cách với đá carbonat ở trên bằng ranh giới bào mòn rõ rệt. Các lớp dày 20-150mm, cấu tạo trong lớp khác nhau, nhỏ hơn, chuyển tiếp qua các ranh giới không rõ ràng. Độ chọn lọc trung bình, độ mài tròn dao động từ trung bình đến tốt. Độ rỗng đo được qua lát mỏng của các mẫu cát kết này khá cao, dao động từ 15-19%.



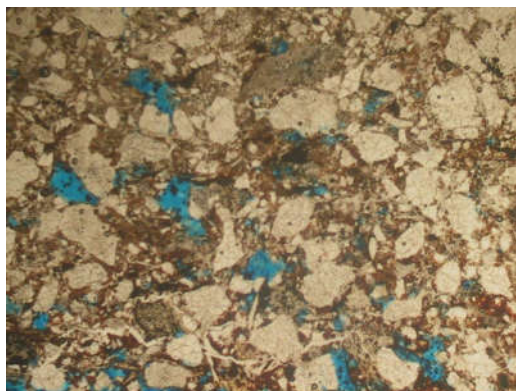
Hình 3. Cát kết grauwac hạt nhỏ, chọn lọc trung bình, mài tròn trung bình ($S_o=2,1; R_o=0,5$); $Me=19\%$, độ sâu 2706,4m; GK T-1, N⁻, FOV= 1,4mm, tuổi N₁².



Hình 4. Cát kết grauwac hạt trung, chọn lọc kém ($S_o=2,5$), mài tròn trung bình ($R_o=0,4$), xi măng cơ sở - lấp đầy (matrix nhiều hơn xi măng hóa học), $Me=15\%$; độ sâu 2711,6m; GK T-1, N⁻, FOV= 1,4mm, tuổi N₁².

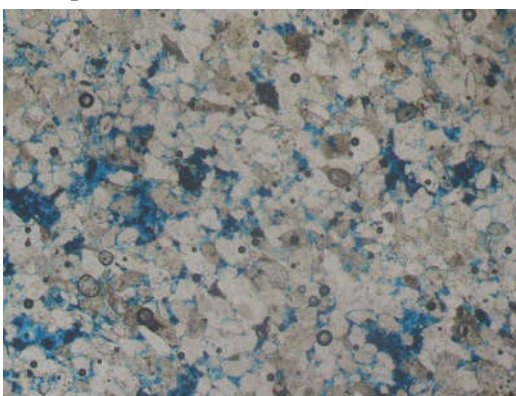


Hình 5. Cát kết grauwac hạt trung, chọn lọc và mài tròn trung bình ($S_o=1,9; R_o=0,5$), $Me=18\%$, độ sâu 2651,5m, GK T-1; N⁻, FOV= 1,4mm; tuổi N₁².



Hình 6. Cát kết grauvac hạt lớn, độ chọn lọc trung bình ($S_o= 1,9$), độ mài tròn từ trung bình đến tốt ($R_o= 0,5$), xi măng cơ sở - lấp đầy (matrix nhiều hơn xi măng hóa học), độ sâu 2703,6m; GK T-1, N⁻, FOV= 1,4 mm, tuổi N₁².

Đến độ sâu 3031,2m thuộc GK T-2 xuất hiện cát kết arkos có màu xám sáng và xám vàng; độ chọn lọc và mài tròn trung bình ($S_o= 2,1$, $R_o= 0,5$), kích thước hạt trung bình (hình 7). Kiểu xi măng của cát kết trong khoảng độ sâu này là xi măng lấp đầy, môi trường lắng đọng trầm tích được xác định là môi trường bãi triều ven biển. Độ rỗng xác định được khoảng 13%. Lẫn trong cát kết là các lớp bột kết và sét kết bột chứa vật chất hữu cơ. Trong cát có chứa các mảnh sinh vật và các lớp có dạng thấu kính. Kích thước của các mảnh sinh vật tới 20mm, chúng bao gồm Foraminifera bám đáy bảo tồn kém, Da gai, Ốc gai, các mảnh vỏ lớn của Brachiopoda.



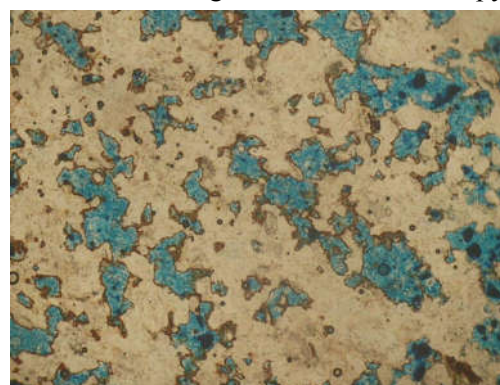
Hình 7. Cát kết arkos hạt trung, có độ chọn lọc và mài tròn trung bình ($S_o= 2,1$, $R_o= 0,5$), xi măng lấp đầy, môi trường bãi triều ven biển; Me= 13%; độ sâu 3031,2m, GK T-2, N⁻, FOV= 1,4mm, tuổi N₁².



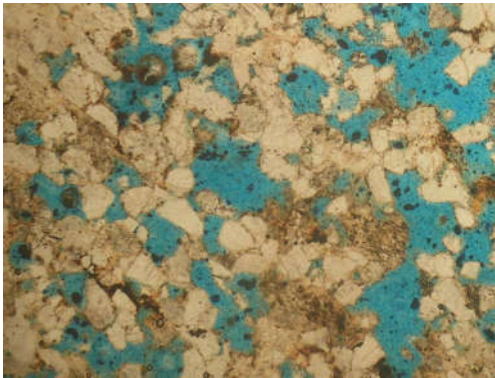
Hình 8. Cát kết arkos hạt nhỏ - trung bình, độ chọn lọc và mài tròn tốt ($S_o= 1,5$; $R_o= 0,6$), xi măng lấp đầy; Me= 18%; độ sâu 3148,15m, GK T-2, N⁻, FOV= 1,4mm, tuổi N₁².

Xuống đến độ sâu 3148,15m của giếng khoan T-2 cũng vẫn tồn tại đá cát kết arkos hạt nhỏ - trung bình, độ chọn lọc và mài tròn tương đối tốt ($S_o= 1,5$; $R_o= 0,6$), kiến trúc xi măng kiểu lấp đầy; độ rỗng đo được dưới kính hiển vi quang học phân cực đạt khoảng 18% (hình 8).

Ngoài ra, tại giếng khoan T-3 có gặp cát kết arkos hạt nhỏ khá đồng nhất (điền hình ở độ sâu 2769,4m), độ chọn lọc thuộc loại trung bình - tốt ($R_o= 0,6$), độ chọn lọc tốt ($S_o= 1,5$), xi măng kiểu lấp đầy (hình 9). Độ rỗng đo được ở đây đạt 12%. Theo thành phần khoáng vật, cát kết arkos ở đây có chứa thạch anh sáng màu, plagiocla axit và feldspat kali bị sét hóa. Ngoài ra còn có một ít khoáng vật như muscovit và pyrit.



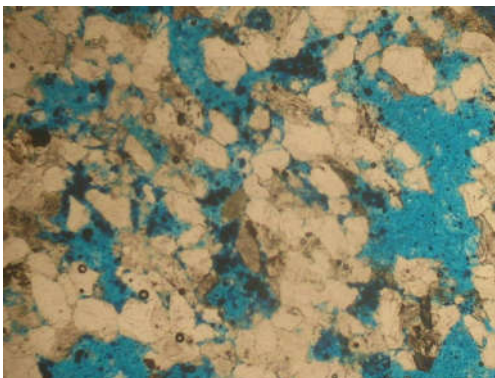
Hình 9. Cát kết arkos hạt nhỏ, độ mài tròn từ trung bình đến tốt ($R_o= 0,6$), chọn lọc tốt ($S_o=1,5$), xi măng lấp đầy; Me= 12%; độ sâu 2769,4m, GK T-3, N⁻, FOV= 1,4mm, tuổi N₁².



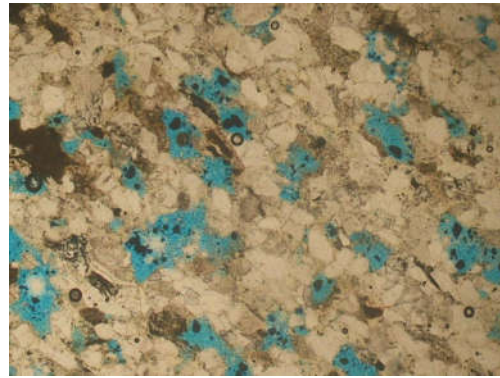
Hình 10. Cát kết grauovac hạt trung, chọn lọc kém ($S_o=2,8$), mài tròn kém ($R_o < 0,4$), matrix nhiều hơn xi măng hóa học; $Me=15\%$ độ sâu 3153,4m; GK T-3, N^+ , $FOV=1,4mm$, tuổi N_1^2 .

Ở giếng khoan T-3 này cũng tồn tại cát kết grauovac hạt trung (độ sâu 3153,4m), độ chọn lọc và mài tròn ở mức kém - trung bình ($S_o=2,8$; $R_o=0,4$), xi măng matrix nhiều hơn xi măng hoá học; độ rỗng đo được khoảng 15% (hình 10).

Cát kết cũng gặp phổ biến ở giếng khoan T-4 và kiểu cát kết cũng đa dạng, gặp cả cát kết grauovac và grauovac - litic. Ví dụ ở độ sâu 2636,95m phân bố cát kết grauovac - litic hạt lớn, độ chọn lọc ở mức trung bình, độ mài tròn dao động từ trung bình - tốt ($S_o=1,9$; $R_o=0,6$); độ rỗng đo được khá cao, đạt khoảng 20% (hình 11). Cát kết grauovac - litic trong giếng khoan này cũng có kiến trúc hạt lớn, độ chọn lọc và mài tròn trung bình ($S_o=2,2$; $R_o=0,6$); tuy nhiên độ rỗng xác định được thấp hơn nhiều, chỉ đạt khoảng 10% (hình 12).



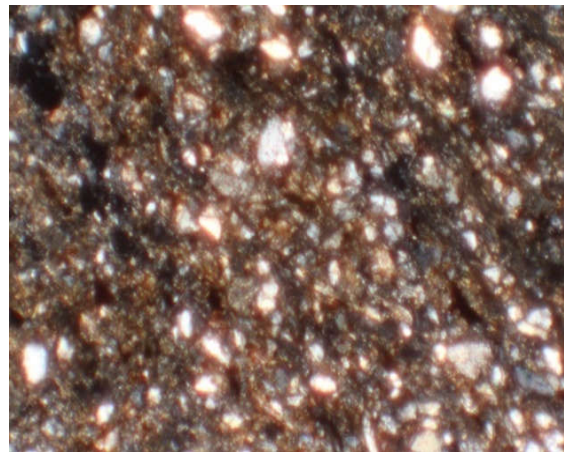
Hình 11. Cát kết grauovac - litic hạt lớn, chọn lọc và mài tròn trung bình - tốt ($S_o=1,9$; $R_o=0,6$), $Me=20\%$; độ sâu 2636,95m, N^+ , $FOV=1,4mm$; GK T-4; tuổi N_1^2 .



Hình 12. Cát kết grauovac - litic hạt lớn, độ chọn lọc và mài tròn trung bình ($S_o=2,2$; $R_o=0,6$); $Me=10\%$; độ sâu: 2636,7m, GK T-4; N^+ , $FOV=1,4mm$; tuổi N_1^2 .

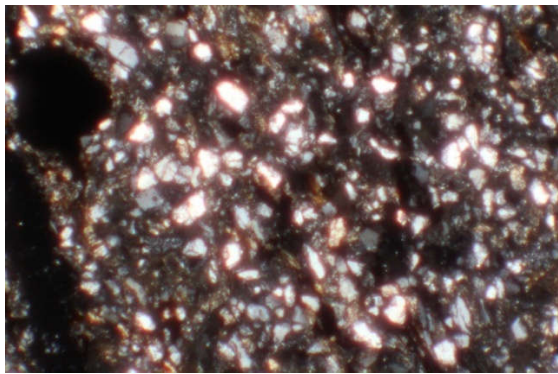
b) Nhóm bột kết

Tại giếng khoan T-1 gặp bột kết hạt trung bình - lớn chứa cát và bitum với hàm lượng biến thiên lớn (dao động từ 5-10%), có độ chọn lọc kém đến trung bình, độ mài tròn trung bình đến tốt, xi măng carbonat (hình 13); một số mẫu khác có quan sát thấy cả xi măng sét - carbonat và sét. Độ rỗng đo được ở độ sâu 2709,6m khoảng 10%. Kết quả quan sát mẫu lõi cho thấy bột kết ở đây có cấu tạo phân lớp mỏng, bề dày thay đổi từ 20-150mm.

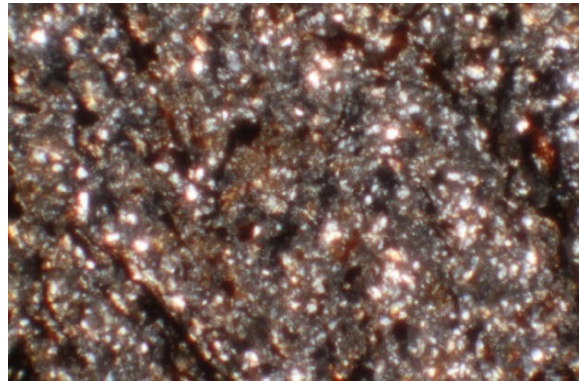


Hình 13. Bột kết hạt lớn, độ mài tròn trung bình đến tốt ($R_o=0,6$), độ chọn lọc trung bình ($S_o=2,0$), xi măng carbonat; $Me=10\%$; độ sâu 2709,6m GK T-1, N^+ , $FOV=1,4mm$, tuổi N_1^2 .

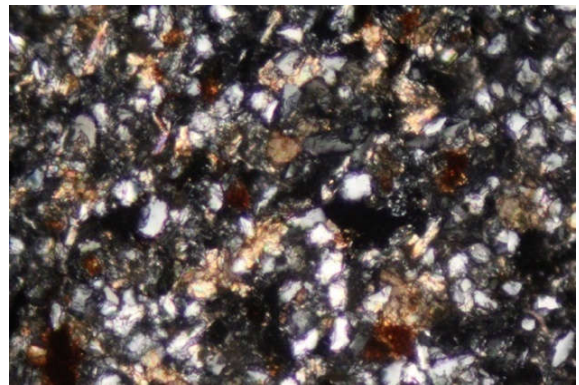
Tại giếng khoan T-2, trong khoảng độ sâu từ 2757,1- 2816,9m gặp bột kết pha sét và dolomit với hàm lượng khác nhau. Mẫu lõi có cấu tạo turbidit xen kẽ cát kết hạt nhỏ, bột kết và sét kết dạng khúc dôi. Bột kết chủ yếu là hạt nhỏ, xi măng cơ sở - lấp đầy. Thành phần xi măng chủ yếu là vôi, dolomit, và matrix sét, bitum và vật liệu vụn cơ học rất mịn. Đá có độ chọn lọc từ trung bình đến tốt (các hình 14, 15). Thành phần hạt vụn gồm thạch anh, felspat, mica và mảnh đá (hình 15). Độ rỗng xác định được trong các đá bột kết ở độ sâu 2757,1m khoảng 10% còn ở độ sâu 2816,9m đạt 12%. Nhìn chung, bột kết cũng phân bố thành các lớp xen kẽ với cát kết, sét kết ở hầu hết các giếng khoan T-3 và T-4; ở nhiều khoảng độ sâu có quan sát thấy sự có mặt của các dải bitum.



Hình 14. Bột kết grauvac hạt lớn, độ mài tròn trung bình đến tốt (Ro= 0,6), độ chọn lọc trung bình, xi măng cơ sở (matrix nhiều hơn xi măng hóa học); Me= 10%; độ sâu 2757,1m GK T-2, N⁺, FOV=1,4mm, tuổi N₁².



(a)



(b)

Hình 15. Bột kết hạt lớn, chọn lọc và mài tròn trung bình (So= 2,2;Ro= 0,5), xi măng sét chứa bitum; Me= 12%; Độ sâu 2816,9m, GK T-2, N⁺, môi trường vũng vịnh, tuổi N₁²; (a) FOV= 1,4mm, (b) FOV= 0,53mm.

Bảng 1. Các tham số thạch - vật lý của các đá trầm tích cát bột kết Miocen giữa cấu tạo Thiên Ứng - Mãng Cầu, bể Nam Côn Sơn

TT	GK	No mẫu	Me (%)	Md (mm)	So	Ro	Q (%)	Li (%)	Co	I
1	T-4	33B	15	0,18	2.4	0,65	42	21	0.35	0.5
2	T-2	14B	14	0,1	2.3	0,6	40	18	0.4	0.56
3	T-3	19B	9	0,15	2.1	0,45	35	13	0.6	0.68
4	T-3	25B	20	0,08	2.6	0,7	45	25	0.25	0.6
5	T-2	15B	9	0,18	1.8	0,48	34	15	0.55	0.7
6	T-2	16B	10	0,15	1.5	0,5	36	14	0.45	0.62

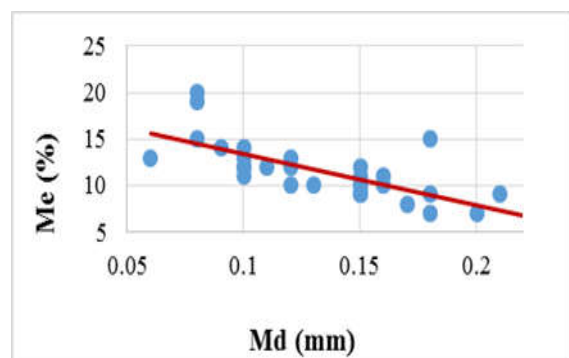
TT	GK	No mẫu	Me (%)	Md (mm)	So	Ro	Q (%)	Li (%)	Co	I
7	T-2	17B	12	0,12	1,6	0,65	37	16	0,5	0,7
8	T-1	5B	10	0,15	1,5	0,55	37	16	0,4	0,7
9	T-1	10B	12	0,1	2,2	0,6	41	18	0,35	0,65
10	T-1	7B	19	0,08	2,5	0,65	43	28	0,25	0,55
11	T-3	22B	13	0,12	1,8	0,65	38	17	0,35	0,6
12	T-1	6B	9	0,15	2,3	0,5	35	16	0,45	0,7
13	T-3	24B	7	0,18	1,7	0,4	34	12	0,65	0,75
14	T-3	21B	10	0,12	2,2	0,5	37	16	0,6	0,65
15	T-4	34B	11	0,1	2,1	0,55	38	17	0,55	0,6
16	T-4	33A	9	0,15	2,2	0,5	37	15	0,65	0,7
17	T-4	34A	8	0,17	1,7	0,35	33	12	0,7	0,75
18	T-2	14A	10	0,13	1,9	0,45	36	16	0,55	0,65
19	T-2	15A	11	0,16	1,8	0,5	40	15	0,5	0,65
20	T-2	17A	12	0,11	1,9	0,55	41	16	0,6	0,55
21	T-1	5A	13	0,06	2,2	0,65	45	17	0,55	0,5
22	T-3	22A	12	0,1	2,1	0,6	43	16	0,65	0,65
23	T-3	21A	11	0,15	1,8	0,55	39	14	0,45	0,7
24	T-1	6A	10	0,16	1,6	0,58	37	18	0,35	0,75
25	T-3	25A	14	0,09	2,3	0,65	39	22	0,3	0,55
26	T-1	7A	15	0,08	2,6	0,68	41	30	0,25	0,5
27	T-3	24A	7	0,2	1,9	0,35	32	10	0,6	0,78
28	T-2	16A	9	0,21	1,5	0,6	31	13	0,6	0,7
29	T-1	10A	12	0,15	1,6	0,4	34	16	0,45	0,65
30	T-3	19A	13	0,1	1,9	0,4	35	18	0,5	0,6

4. Kết quả thí nghiệm

Trên mỗi lát mỏng thạch học tiến hành xác định các tham số Me, Md, So, Ro, Q, Li, Co và I theo các phương pháp đã nói ở trên. Đề bài toán phân tích tương quan có độ tin cậy cao số lượng lát mỏng được chọn là 30 mẫu bao gồm cát kết, bột kết hạt lớn có tuổi Miocen giữa và nằm trong cấu tạo T_U - MC. Các tham số sau khi xác định và xử lý được thống kê thành một bảng theo thứ tự từ 1 đến 30 (bảng 1).

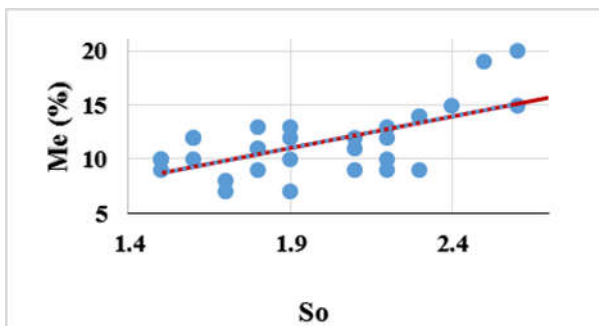
4.1. Kết quả phân tích tương quan giữa độ rộng hiệu dụng (Me) và các tham số trầm tích

a) Tương quan giữa Me và Md



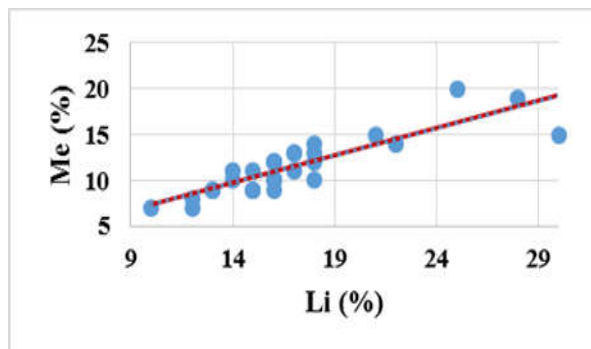
Hình 16. Me và Md có quan hệ tuyến tính nghịch chặt (R= 0,71): Phương trình tương quan: $Me = - 55,30Md + 18,87$.

b) Tương quan giữa Me và So



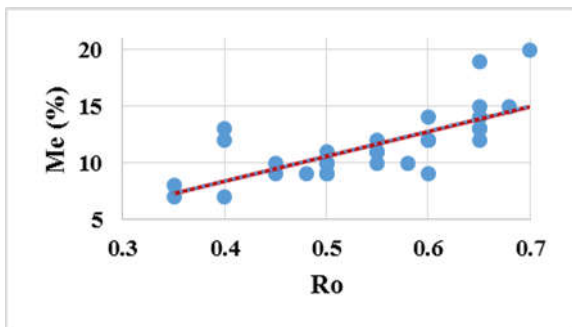
Hình 17. Me và So có quan hệ tuyến tính thuận tương đối chặt ($R=0,63$): Phương trình tương quan: $Me = 5,826So - 0,041$.

e) Tương quan giữa Me và Li



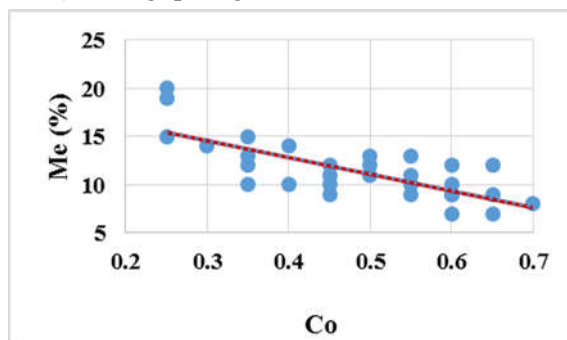
Hình 20. Me và Li có quan hệ tuyến tính thuận chặt ($R=0,86$). Phương trình tương quan: $Me = 0,59Li + 1,387$.

c) Tương quan giữa Me và Ro



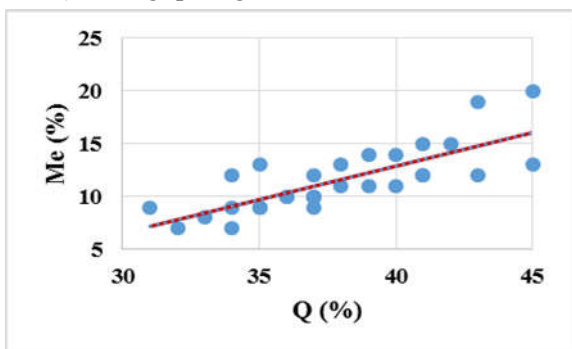
Hình 18. Me và Ro có quan hệ tuyến tính thuận chặt ($R=0,72$): Phương trình tương quan: $Me = 21,91Ro - 0,327$.

f) Tương quan giữa Me và Co



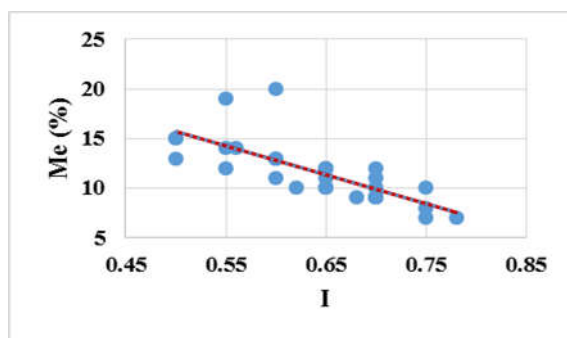
Hình 21. Me và Co có quan hệ tuyến tính nghịch chặt ($R=0,75$): Phương trình tương quan: $Me = -17,35Co + 19,86$.

d) Tương quan giữa Me và Q



Hình 19. Me và Q có quan hệ tuyến tính thuận chặt ($R=0,78$) Phương trình tương quan: $Me = 0,639Q - 12,665$.

g) Tương quan giữa Me và I



Hình 22. Me và I có mối quan hệ tuyến tính nghịch chặt ($R=0,75$): Phương trình tương quan: $Me = 29,13I + 30,21$.

Bảng 2. Tổng hợp các phương trình tương quan và hệ số tương quan

TT	Cặp tương quan	Phương trình tương quan	Hệ số tương quan (R)	Mức độ tương quan
1	Me-Md	$Me = - 55,30Md + 18,87$	0,71	Chặt
2	Me-So	$Me = 5,826So - 0,041$	0,63	Tương đối chặt
3	Me-Ro	$Me = 21,91Ro - 0,327$	0,72	Chặt
4	Me-Q	$Me = 0,639Q - 12,665$	0,78	Chặt
5	Me-Li	$Me = 0,59Li + 1,387$	0,86	Rất chặt
6	Me-Co	$Me = - 17,35Co + 19,86$	0,75	Chặt
7	Me-I	$Me = 29,13I + 30,21$	0,75	Chặt

4.2. Luận giải quy luật ảnh hưởng của các tham số trầm tích đến độ rỗng hiệu dụng (Me)

Các đồ thị và phương trình tương quan giữa độ rỗng hiệu dụng và các tham số trầm tích đều có dạng tuyến tính ($y = ax + b$) và hệ số tương quan /R/ biến thiên từ 0,65 đến 0,85 là điều kiện tin cậy để luận giải mối quan hệ phụ thuộc của Me vào các tham số trầm tích.

a) Me có quan hệ tuyến tính thuận với Ro, Q và Li với hệ số tương quan 0,72; 0,78 và 0,86 thể hiện mối quan hệ tương đối chặt. Điều đó hoàn toàn phù hợp với quy luật tự nhiên và được lý giải như sau: hàm lượng thạch anh cao và độ mài tròn tốt là chứng minh cho cát bột kết này đã có một giai đoạn lắng đọng ở bãi triều chịu sự dãi dầu của sóng vỗ ven bờ vì vậy nghèo matrix sét tha sinh. Hàm lượng nền matrix chứa calcit và dolomit tại sinh cao là minh chứng cho một pha biến tiến mạnh mẽ. Cát bột kết rơi vào môi trường biển nông vũng vịnh và trở thành một loại đá hỗn hợp cát bột chứa vôi và dolomit giàu vỏ sinh vật. Đến giai đoạn biến đổi hậu sinh nền matrix lại bị hòa tan làm gia tăng độ rỗng hiệu dụng.

b) Me có quan hệ tuyến tính nghịch với Co và I tương đối chặt ($R = - 0,75$), điều đó được lý giải như sau: Những mẫu cát bột kết nghèo nền xi măng gắn kết, tỷ lệ hạt vụn tha sinh cao thì khi đá bị biến đổi hậu sinh (katagenes) thì sẽ

xuất hiện nhiều ranh giới tiếp xúc dạng đường cong giữa các hạt vụn tha sinh thạch anh, feldspat và mảnh đá với nhau nghĩa là không gian rỗng giữa hạt giảm đi một cách đáng kể.

4.3. Đánh giá khả năng chứa dầu khí của cát bột kết khu vực TU - MC

Trên cơ sở đặc điểm thạch học, môi trường trầm tích và kết quả phân tích tương quan giữa các tham số độ rỗng hiệu dụng và các tham số trầm tích có thể phân loại chất lượng đá chứa dầu khí của cát bột kết khu vực TU - MC bề NCS thành 3 nhóm:

1) Nhóm có chất lượng tốt: chủ yếu là bột kết hạt lớn thành tạo ở môi trường biển nông-vũng vịnh; hệ số Me thay đổi từ 20-15%; $Md = 0,07-0,1mm$, $So = 2,6-2,4$; $Ro = 0,7-0,6$; $Q = 45-40$; $Li = 29,5-25$; $Co = 0,25-0,35$ và $I = 0,5-0,6$

2) Nhóm có chất lượng trung bình: Chủ yếu là cát kết hạt nhỏ, tương cát nón quạt cửa sông; $Me = 15-10\%$; $Md = 0,1-0,15mm$; $So = 2,4-2,2$; $Ro = 0,6-0,5$; $Q = 40-35$; $Li = 25-18$; $Co = 0,35-0,5$ và $I = 0,6-0,65$.

3) Nhóm có chất lượng kém: Chủ yếu là cát kết hạt nhỏ nghèo xi măng, tương cát lòng sông, nón quạt cửa sông; $Me = 10-5\%$; $Md = 0,15-0,22mm$; $So = 2,2-1,5$; $Ro = 0,5-0,35$; $Q = 35-31$; $Li = 18-10$; $Co = 0,5-0,7$ và $I = 0,65-0,75$ (bảng 3).

Bảng 3. Phân loại chất lượng đá chứa dựa trên phân tích các tham số thạch vật lý của đá cát bột kết Miocen giữa, cấu tạo Thiên Ứng - Mãng Cầu, bể Nam Côn Sơn

TT	Me (%)	Md (mm)	So	Ro	Q (%)	Li (%)	Co	I	Đặc điểm thạch học	Tướng trầm tích	Chất lượng
1	20-15	0,07-0,10	2,6-2,4	0,7-0,6	45-40	29,5-25	0,25-0,35	0,5-0,6	Bột kết hạt lớn	Tướng biển nông vũng vịnh	Tốt
2	15-10	0,10-0,15	2,4-2,2	0,6-0,5	40-35	25-18	0,35-0,5	0,6-0,65	Cát kết hạt nhỏ	Tướng cát nón quạt cửa sông	Trung bình
3	10-5	0,15-0,22	2,2-1,5	0,5-0,35	35-31	18-10	0,5-0,7	0,65-0,75	Cát kết hạt nhỏ nghèo xi măng	Tướng cát lòng sông, nón quạt cửa sông	Kém

5. Kết luận

1. Về đặc điểm thạch học các đá cát bột kết Miocen giữa (N_1^2) khu vực TU' - MC bể Nam Côn Sơn được phân tích từ 4 GK gồm 3 nhóm tương ứng với 3 miền hệ thống trầm tích:

- Nhóm cát bột kết đa khoáng môi trường lục địa và ven biển, chọn lọc và mài tròn kém ($So=2,6$; $Ro=0,3$) xi măng lấp đầy, đặc trưng cho miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST);

- Nhóm cát bột kết ít khoáng chứa vụn vỏ sinh vật và xi măng cơ sở calcit- dolomit tại sinh (cát kết thạch anh- litic), độ chọn lọc kém ($So=2,5$), mài tròn trung bình đến tốt ($Ro=0,5-0,7$) môi trường biển nông, đặc trưng cho miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST);

- Nhóm cát bột kết ít khoáng (thạch anh- litic), vắng mặt xi măng carbonat, môi trường châu thổ ngầm, có độ mài tròn tốt ($Ro=0,6$), chọn lọc trung bình ($So=2,0$), đặc trưng cho miền hệ thống trầm tích biển cao (HST).

2. Khả năng chứa dầu khí của cát bột kết Miocen giữa được nghiên cứu theo phương pháp định lượng và phân tích tương quan bằng thống kê toán:

Các tham số định lượng thạch - vật lý được xác định đồng bộ trên một lô mẫu lát mỏng thạch học có cùng điều kiện thành tạo và tuổi Miocen giữa. Các tham số thạch - vật lý được xác định bằng một hệ phương pháp đặc thù, gồm độ rỗng hiệu dụng (Me); kích thước trung bình các cấp hạt (Md); hệ số chọn lọc (So); hệ

số mài tròn (Ro); hệ số thạch anh (Q); hệ số xi măng (Li); hệ số kiến trúc (Co) và hệ số biến đổi thứ sinh (I).

3. Áp dụng bài toán phân tích tương quan mục tiêu để tìm quy luật ảnh hưởng của các tham số trầm tích đến độ rỗng hiệu dụng của cát bột kết chứa dầu khí tuổi Miocen giữa. Điều kiện để áp dụng phân tích tương quan bằng thống kê toán là các tham số thạch - vật lý được coi là các đại lượng ngẫu nhiên, trong đó hệ số độ rỗng hiệu dụng đóng vai trò là hàm số, còn lại các tham số trầm tích đóng vai trò là biến số.

4. Độ rỗng hiệu dụng có quan hệ tuyến tính thuận với Q, Li, Ro và tuyến tính nghịch với Md, So, Co và I với hệ số tương quan khá cao, |R| dao động trong khoảng 0,65- 0,86 biểu thị mối quan hệ trên khá chặt chẽ.

5. Từ mối quan hệ khá chặt chẽ nói trên có thể phân loại chất lượng đá colecto cát bột kết Miocen giữa khu vực TU'- MC thành 3 nhóm chất lượng sau đây:

- Nhóm có chất lượng tốt: Me =20-15%; Md=0,07-0,1mm, So=2,6-2,4; Ro=0,7-0,6; Q=45-40; Li=29,5-25; Co=0,25-0,35 và I=0,5-0,6

- Nhóm có chất lượng trung bình: Me=15-10%; Md=0,1-0,15mm; So=2,4-2,2; Ro=0,6-0,5; Q=40-35; Li= 25-18; Co=0,35-0,5 và I=0,6-0,65.

- Nhóm có chất lượng kém: Me=10-5%; Md=0,15-0,22mm; So=2,2-1,5; Ro=0,5-0,35; Q=35-31; Li=18-10; Co=0,5-0,7 và I=0,65-0,75.

Lời cảm ơn

Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Dầu khí Việt Nam, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội và Viện Dầu khí Việt Nam đã hỗ trợ, tạo điều kiện và hợp tác về chuyên môn cũng như phòng thí nghiệm thạch học trong suốt quá trình thực hiện nội dung bài báo này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Tập đoàn Dầu khí Việt Nam, 2008. Địa chất và tài nguyên dầu khí, Chương 10: Bể trầm tích Nam Côn Sơn và tài nguyên dầu khí. NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [2] Đặng Văn Bát, Ngô Thị Kim Chi, Cù Minh Hoàng, Nguyễn Thị Anh Thơ, Trần Mỹ Bình, 2008. Môi trường thành tạo trầm tích Oligocene muộn bồn trũng Nam Côn Sơn. Tuyển tập báo cáo hội nghị Khoa học- Công nghệ Viện Dầu khí Việt Nam 30 năm phát triển và hội nhập.
- [3] Lê Văn Hiền và nnk, 2012. Đặc điểm cấu trúc địa chất và tiềm năng dầu khí của đối tượng synrift bể Nam Côn Sơn. Tạp chí Dầu khí số 3/2012, tr. 17-27.
- [4] Cù Minh Hoàng, Nguyễn Thị Anh Thơ, Trần Mỹ Bình, Đặng Văn Bát, Vũ Anh Thư, 2008. "Đặc điểm địa tầng, thạch học và môi trường lắng đọng trầm tích lục nguyên Miocene bồn trũng Nam Côn Sơn". Tạp chí Dầu khí số 5 - 2008.
- [5] Trần Nghi, Đinh Xuân Thành và nnk, 2013. Trầm tích luận hiện đại trong phân tích các bể Kainozoi vùng biển nước sâu Việt Nam. Tạp chí địa chất, số 336-337/7-10/2013.
- [6] VPI-Labs, 2012. Nghiên cứu cổ địa lý tướng đá Lô 04-1. Viện Dầu khí Việt Nam.
- [7] Nguyễn Thị Dậu và nnk, 2015. Quá trình sinh dầu khí của đá mẹ khu vực phụ đới trũng Đông Bắc và phụ đới trũng Trung tâm bể Nam Côn Sơn. Tạp chí Dầu khí số 2/2015, tr. 14-22.
- [8] Phạm Hồng Quế, 1998. "Thành phần thạch học, tướng đá cổ môi trường lắng đọng trầm tích Đệ Tam bồn trũng Nam Côn Sơn". Tạp chí dầu khí số 2/1998 (tr. 2-15).
- [9] Nguyễn Trọng Tín và nnk, 1995. Chính xác hoá cấu trúc địa chất và trữ lượng dầu khí phần phía Đông bể Cửu Long và Nam Côn Sơn. Viện Dầu khí Việt Nam.
- [10] Nguyễn Trọng Tín và nnk, 2005. Đánh giá tiềm năng và trữ lượng dầu khí bể trầm tích Nam Côn Sơn trên cơ sở tài liệu đến 12/2003. Viện Dầu khí Việt Nam.
- [11] Trần Nghi, Trần Hữu Thân, 1986. Những quy luật ảnh hưởng của thành phần trầm tích đến tính chất colecto của đá trong phụ tầng Phù Cừ giữa. TC các KH về TĐ, 8/2; 56-59. Hà Nội
- [12] Trần Nghi, Trần Hữu Thân, Doan Tham, 1986. The lithology reservoir property og Neogene terrigenous deposits of the Hanoi depression by quantitative method. Proceedings of 1st conference on Geology of Indochina; 1; 255-264. TP.HCM.
- [13] Trần Nghi, 1991. Evaluation of quality of the reservoir rock of the deep horizon of Hanoi depression on the basis of lithophysics. Proceedings of 2nd conference on Geology of Indochina;1; 219-230, Hanoi. Geological survey of Vietnam.
- [14] Trần Nghi, 2010. Trầm tích luận trong địa chất biển và dầu khí. Nhà xuất bản ĐHQGHN.
- [15] Trần Nghi, 2012. Trầm tích học (tái bản). Nhà xuất bản ĐHQGHN.

The Impacts of Petrophysical Parameters of Middle Miocene Sandstone and Siltstone on Reservoir Quality in the Thien Ung - Mang Cau Structure, Nam Con Son Basin

Pham Bao Ngọc¹, Tran Nghi², Nguyen Trong Tin³

¹PetroVietnam University, 762 Cach Mang Thang Tam, Long Toan, Ba Ria, Ba Ria, Vung Tau, Vietnam

²VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam

³Vietnam Petroleum Geology Union, 12th Floor, VPI Tower, 167 Trung Kinh, Cau Giay, Hanoi, Vietnam

Abstract: The paper introduces the results analysis of the petro-physical characteristics and petro-physical parameters of the middle Miocene sandstone and siltstone effecting the reservoir quality in the

Thien Ung - Mang Cau structure in Nam Con Son basin. Sandstones consist of the following types: greywacke sandstone, arkosic sandstone, lithic-quartz sandstone, greywacke- lithic sandstone and arkosic- lithic sandstone. The greywacke sandstone and siltstone are polymictic, poor-sorted and poor-rounded; and are deposited in the alluvial and estuarine fan environment. Arkosic-lithic and lithic-quartz sandstone and siltstone with pore-filling calcareous cement are poor to medium-sorted and medium to well-rounded; and are deposited in the shallow bay environment. The result of correlation analysis reveals the linear trendline (the equation is $y=ax+b$) between the effective porosity (Me) and the petro-physical parameters such as the medium diameter of grains (Md), the percentage content of quartz (Q), the sorting (So), the roundness (Ro), the percentage content of cement (Li), the textural coefficient (Co) and the secondary changing index (I). The trendline between Me and Co or I is the reverse linear relationship where as that between Me and Q or Ro or So is the normal linear relationship. These are completely suitable with the sedimentary laws. The relationships between Me and the remaining parameters (Md and Li); however, are the normal linear trends that are opposite to the sedimentary laws. This is explained by the matrix component of cement comprises fragments of organisms and authigenic calcite which are easy to dissolve in the katagenesis phase in order to create the secondary porosity. The paper also divides into three groups of reservoir quality in the study area as following: the good one with the quartz (Q) and cement (Li) percentage content are from 50% to 65 % and from 20% to 30%, respectively; the medium one with Q and Li are from 35% to 45 % and from 10% to 20%, respectively; and the poor one with Q is lower than 40% and Li is lower than 10%.

Keywords: Greywacke, arkose, lithic-quartz, correlation analysis, petro-physical parameters, the Thien Ung - Mang Cau structure.