

PHÂN TÍCH THÀNH PHẦN KHOÁNG VẬT SÉT BẰNG PHƯƠNG PHÁP
NHIỄU XẠ TIA X VÀ MINH GIẢI HÌNH ẢNH TỪ KÍNH HIỂN VI ĐIỆN TỬ QUÉT
ĐỂ TÁI HIỆN ĐIỀU KIỆN KHÍ HẬU CỔ ĐỊA LÝ TẬP D LÔ 15-2 & 15-2/01
BỂ CỬU LONG

Hồ Minh Toàn, Võ Đăng Hiển

Viên Dầu khí Việt Nam

Email: toanhm@vpi.pvn.vn

Tóm tắt

Bài báo trình bày kết quả phân tích nhiễu xạ tia X (X-ray diffraction) định lượng cho thành phần khoáng vật tạo đá và thành phần sét thực hiện trên 29 mẫu gồm mẫu lõi và mẫu vụn các giếng khoan ở tập D của Lô 15-2 & 15-2/01. Kết quả phân tích thành phần đá chủ yếu là thạch anh, kali-feldspar và plagiocla. Thành phần xi măng gồm calcite, dolomite, siderite và pyrite. Thành phần khoáng vật sét có vai trò quan trọng trong tập D, kết quả phân tích XRD và minh giải hình ảnh từ kính hiển vi điện tử quét (SEM) cho thấy thành phần sét trong tập này chủ yếu là illite, kaolinite, chlorite và hỗn hợp lớp illite-smectite...

Sự kết hợp các khoáng vật sét có thể được chia thành 3 loại: (I) illite và hỗn hợp lớp illite-smectite chiếm chủ yếu; (II) kaolinite chiếm chủ yếu; (III) illite, hỗn hợp lớp illite-smectite, kaolinite và chlorite tương đồng. Sự thay đổi hàm lượng khoáng vật sét trong từng độ sâu của từng giếng khoan trong tập D cho thấy sự thay đổi về khí hậu và môi trường cổ địa lý.

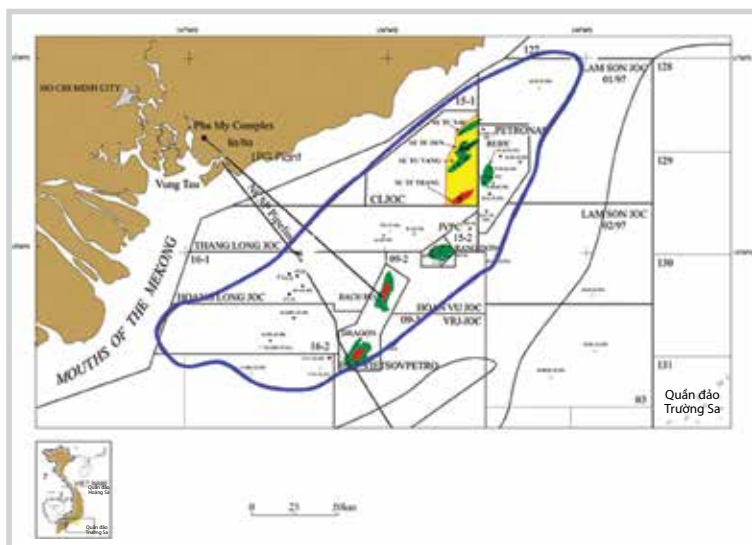
Từ khóa: Phân tích nhiễu xạ tia X (XRD), kính hiển vi điện tử quét (SEM), khoáng vật sét, khí hậu cổ địa lý, bể Cửu Long.

1. Giới thiệu

Bể Cửu Long có diện tích khoảng 36.000km². Các phát hiện tích tụ dầu khí trong mặt cắt trầm tích đang giới hạn trong các trầm tích từ Oligocene đến Miocene sớm và móng trước Cenozoic và một phần nhỏ trong trầm tích Miocene giữa (khu vực Lô 01-02). Vùng nghiên cứu Lô 15 thuộc trung phía Tây và trung tâm của bể trầm tích Cửu Long.

Đất đá trong tập D được hình thành ở Oligocene trên. Cũng giống như vật liệu trầm tích được hình thành trong môi trường hiện tại, vật liệu có thể được lắng đọng từ từ hoặc không lắng đọng. Trong suốt thời kỳ Oligocene trên, bề mặt đất bị phong hóa bởi các tác nhân hóa học hay vật lý. Các tác nhân trong tập D có thể cung cấp những thông tin quan trọng cho việc đánh giá điều kiện cổ khí hậu và môi

trường [1]. Phân tích XRD và SEM được thực hiện trên 29 mẫu gồm mẫu lõi và mẫu vụn các giếng khoan DD-1X, DD-2X, RD-5X, RD-6X, HSD-4X & HSN-1X ở tập D của Lô 15-2 & 15-2/01. Việc xác định thành phần khoáng vật và thành phần khoáng vật sét trong tập D sẽ giúp minh giải khí hậu, môi trường cổ địa lý và hiểu hơn các mối quan hệ của tập D ở điều kiện vĩa.



Hình 1. Vị trí bể Cửu Long và khu vực nghiên cứu

Ngày nhận bài: 5/3/2020. Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 5 - 26/3/2020.
Ngày bài báo được duyệt đăng: 14/4/2020.

Bảng 1. Chỉ số RIR cho các khoáng vật sét

Khoáng vật	Giá trị d (khoảng cách giữa các mặt phẳng nguyên tử, đơn vị Å)	RIR (tỷ số giữa khoáng vật/kaolinite)
Kaolinite	7,15	1
Chlorite	7,12	1
Illite	10	0,4
Illite-smectite	10,5 - 13,5	0,4
Smectite	17	1,5
Thạch anh	4,257	0,42

2. Phương pháp phân tích

Nhiều xạ tia X (XRD) là công nghệ tốt nhất để xác định tên và hàm lượng của các khoáng vật và khoáng vật sét hiện diện trong mẫu. Sử dụng phần mềm EVA để xác định các khoáng vật tạo đá và khoáng vật sét trong mẫu.

Mẫu phân tích X-ray được cho vào máy D8-ADVANCE, với điện áp gia tốc 40KV, cường độ dòng 40mA, bức xạ Cu-K α với bước sóng ($\lambda = 1,5418\text{\AA}$), dùng tấm lọc Ni, tốc độ quét $0,01^\circ 2\theta/0,2s$.

Mẫu phân tích toàn bộ đá: lấy khoảng 1 - 2g mẫu, cho mẫu vào máy nghiền đến kích thước hạt khoảng 10 - 20 μm . Mẫu bột sau đó được ép vào khay mẫu bằng nhựa và cho vào máy phân tích. Một đường nhiễu xạ X-ray được chạy cho mỗi mẫu với dải góc từ $3^\circ 2\theta$ đến $50^\circ 2\theta$. Sử dụng phần mềm EVA được cung cấp bởi Bruker để xác định thành phần các khoáng vật.

Mẫu phân tích sét được chạy từ $3^\circ 2\theta$ đến $30^\circ 2\theta$. Quá trình chuẩn bị mẫu phân tích sét gồm nghiền mẫu bằng cối chày cao su, siêu âm, ly tâm, lắng sét nhằm giúp sét lắng định hướng và kích thước < 2 μm . Sau đó, tiến hành đo trên thiết bị D8-ADVANCE sẽ thu được 4 đường cong như sau:

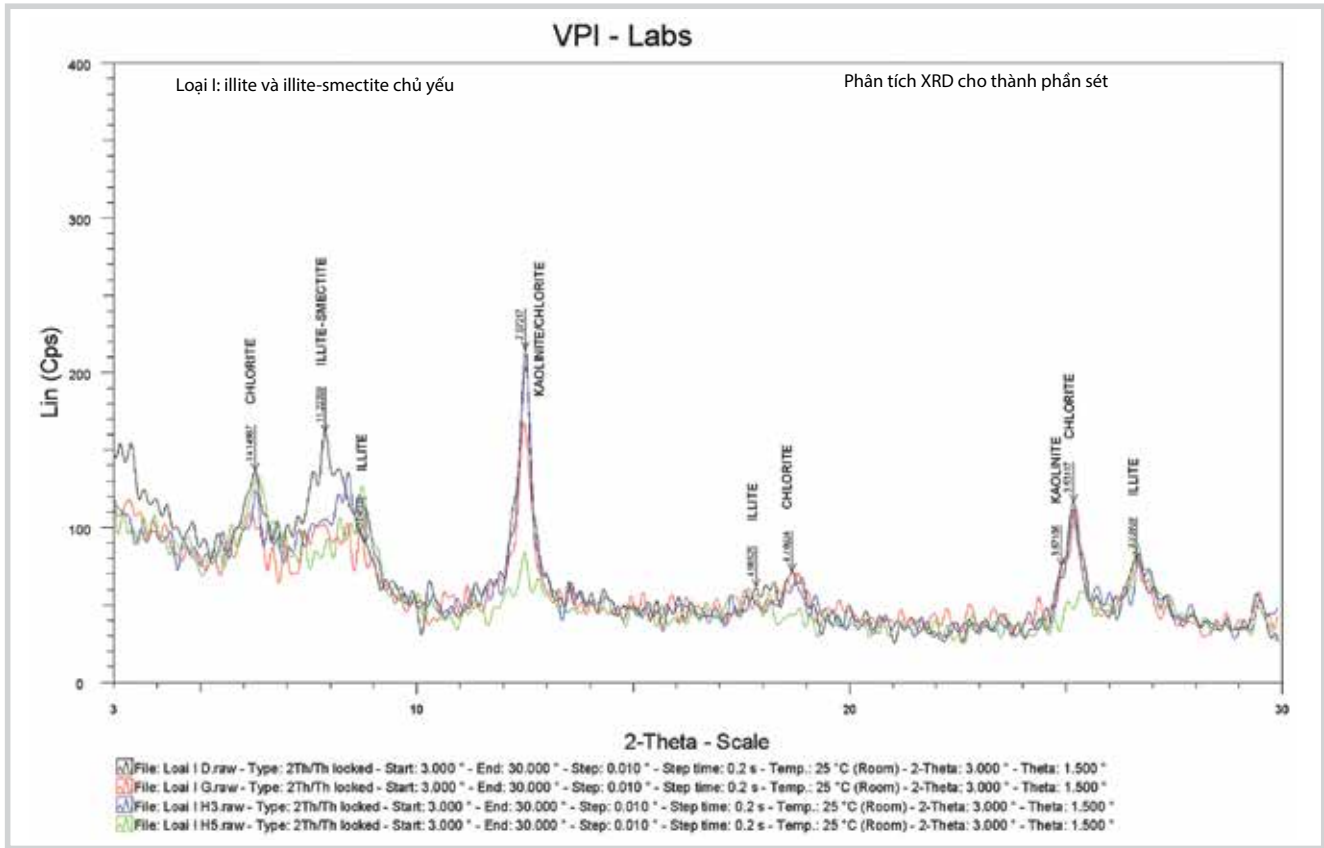
- Mẫu để khô tự nhiên;
- Mẫu sau khi bão hòa glycerine để nhận ra các khoáng vật sét trương nở;
- Ngay sau đó đem nung mẫu ở nhiệt độ $300^\circ C$ trong 60 phút để illite - smectite chuyển về trùng với illite;
- Tiếp tục đem nung ở nhiệt độ $550^\circ C$ trong 1 giờ 30 phút để phá hủy kaolinite. Xác định hàm lượng của khoáng vật sét dựa trên các chỉ số RIR [2]. Chỉ số RIR được xác định theo các mẫu chuẩn của khoáng vật sét (Bảng 1).

Phân tích kính hiển vi điện tử quét (SEM) là phân tích mẫu qua các hình ảnh thu nhận được từ kính hiển vi điện tử quét để xác định cấu trúc, kiến trúc khoáng vật, không gian lỗ rỗng, các khoáng vật thứ sinh, khoáng vật sét, thứ

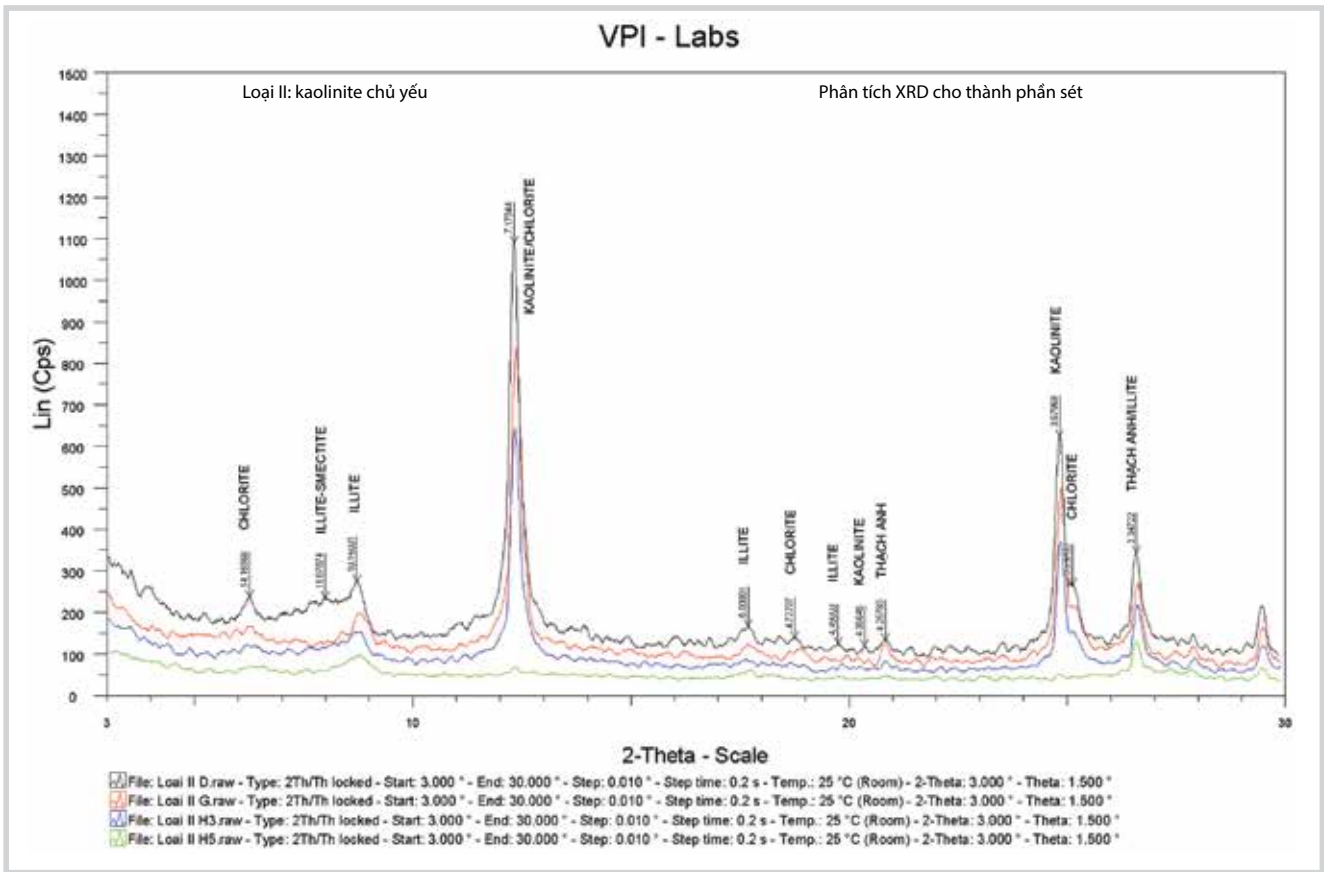
tự sinh thành của khoáng vật, sự phân bố và ảnh hưởng của chúng đến đặc tính rỗng - thấm của đá. Chụp ảnh SEM được tiến hành trên hệ thống máy SEM Jeol JSM-5600 LV.

3. Kết quả phân tích

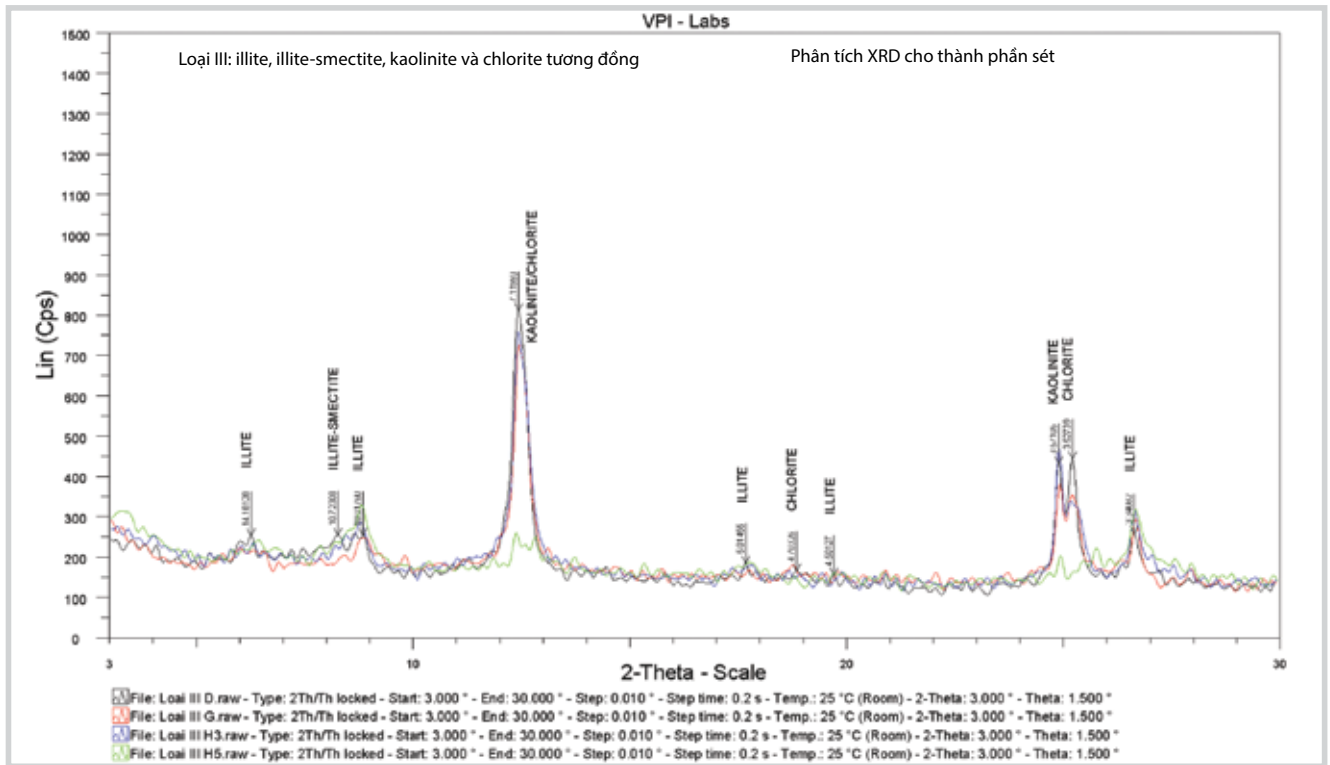
Kết quả phân tích định lượng XRD cho thấy các mẫu trong tập D chủ yếu là thạch anh, kali-feldspar và plagiocla. Thành phần xi măng và các khoáng vật thứ sinh (được xác định bằng việc phân tích SEM và lát mỏng thạch học) gồm calcite, dolomite, siderite, pyrite và tổ hợp các khoáng vật sét. Siderite xuất hiện chủ yếu, các giếng trong tập D và có liên quan đến môi trường thành tạo chuyển tiếp giữa biển và lục địa [1]. Phân tích thành phần khoáng vật sét trong khoáng vật thứ sinh rất quan trọng trong tập D, kết quả phân tích XRD và SEM cho thấy các khoáng vật sét chủ yếu là kaolinite, illite, hỗn hợp lớp illite-smectite và chlorite. Smectite chỉ xuất hiện trong giếng khoan RD-5X và RD-6X. Kết quả phân tích toàn bộ đá cho thấy tổng hàm lượng sét (illite, illite-smectite, smectite, kaolinite và chlorite) nhiều hơn so với kết quả phân tích thành phần sét vì kết quả phân tích toàn bộ đá ở kích thước > 10 μm , phân tích thành phần sét < 2 μm . Tổng hàm lượng sét ở kết quả phân tích toàn bộ đá trung bình 41,4% (5,0 - 78,9%), trong đó 12,7% của mica và/hoặc illite (2,8 - 28,9%) và 28,8% của kaolinite và/hoặc chlorite (2,0 - 68,5%). Kết quả phân tích thành phần sét ở tập D chủ yếu là kaolinite, ít hơn là illite, illite-smectite và chlorite: chúng tỏ đất đá ở đây hình thành trong môi trường ẩm ướt [3]. Kết quả phân tích thạch học và SEM ở các giếng khoan RD-5X, RD-6X, HSD-4X và HSN-1X có khoáng vật thứ sinh calcite và siderite [4 - 9], thường thấy ở các môi trường có ảnh hưởng biển. Bên cạnh đó, kết quả phân tích cổ sinh địa tầng cho thấy tập D có sinh vật Botryococcus và Brownlowia chứng tỏ môi trường nước ngọt và lợ [10, 11]. Nhìn chung, smectite dần biến đổi sang illite trong hỗn hợp lớp illite-smectite do ảnh hưởng bởi nhiệt độ theo độ sâu chôn vùi trong tập D. Thành phần khoáng vật sét trong tập D có thể chia thành 3 loại: (I) illite và hỗn hợp lớp illite-



Hình 2. Phân tích thành phần khoáng vật sét loại I



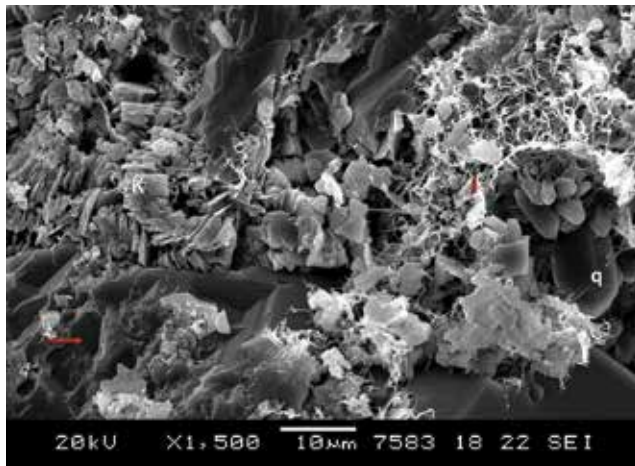
Hình 3. Phân tích thành phần khoáng vật sét loại II



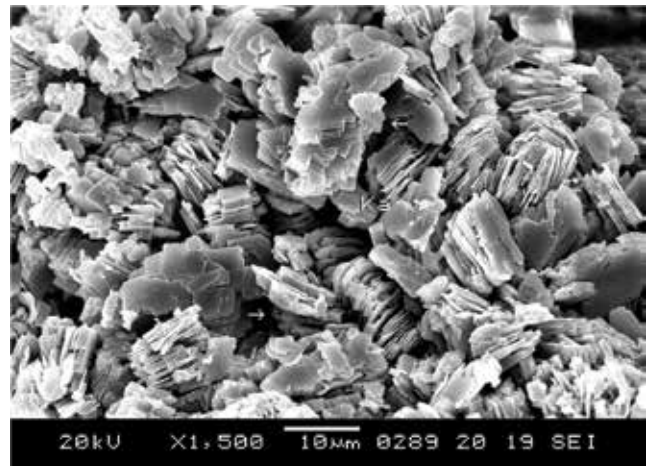
Hình 4. Phân tích thành phần khoáng vật sét loại III

Bảng 2. Kết quả phân tích thành phần khoáng vật sét

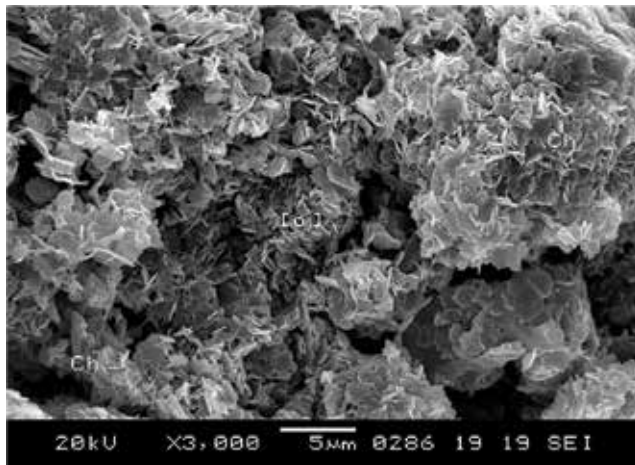
TT	Giếng khoan	Loại mẫu	Độ sâu (m)	Thành phần (%)					Phân loại	Điều kiện cổ khí hậu
				Kaolinite	Chlorite	Illite	Smectite	Illite-smectite		
1	DD-1X	Mẫu vụn	2.900	42,2	28	29,8	0	0	III	Chuyển tiếp
2	DD-2X	Mẫu vụn	3.300 - 3.305	31,6	27,8	21,2	0	19,3	II	Ấm ướt
3		Mẫu vụn	3.570 - 3.575	32,5	24,1	20,5	0	22,9	II	
4	RD-5X	Mẫu vụn	2.930 - 2.940	58,5	10	24,5	7	0	II	Ấm ướt
5		Mẫu vụn	2.940 - 2.950	50,0	5	20,0	11	14	II	
6	RD-6X	Mẫu lõi	3.200	17,5	20,5	27,0	3	32	I	Ấm ướt
7		Mẫu lõi	3.210	15,5	14	26,0	6	38,5	I	
8		Mẫu lõi	3.214,8	20,5	8	8,5	25,5	37,5	I	
9		Mẫu lõi	3.220	11,5	10	9,5	8	61	I	
10	HSD-4X	Mẫu lõi	2.967,5	44,9	34,9	20,2	0	0	III	Ấm ướt
11		Mẫu lõi	3.040	48,8	33,4	17,9	0	0	II	
12		Mẫu lõi	3.103,5	43,2	34,1	22,6	0	0	II	
13		Mẫu lõi	3.194,5	55,4	20,6	19,0	0	5,1	II	
14		Mẫu lõi	3.206,5	45,9	38,2	12,1	0	3,8	II	
15		Mẫu lõi	3.239,2	55	25,5	13,6	0	5,9	II	
16		Mẫu lõi	3.266	50	21,3	22,5	0	6,2	II	
17		Mẫu lõi	3.279	47,4	18,8	26,5	0	7,3	II	
18		Mẫu lõi	3.283,5	56	17,8	19,1	0	7,2	II	
19		Mẫu lõi	3.292,5	52,3	24,9	16,3	0	6,5	II	
20		Mẫu lõi	3.314,5	32,8	34,3	26,4	0	6,6	III	
21		Mẫu lõi	3.333	40,1	29,2	19,2	0	11,5	II	
22		Mẫu lõi	3.368,5	43,6	22,8	22,3	0	11,4	II	
23		Mẫu lõi	3.375,5	41,9	31,0	18,1	0	9	II	
24	HSN-1X	Mẫu lõi	3.219	68,3	16,2	13,7	0	1,8	II	Ấm ướt
25		Mẫu lõi	3.317	49,2	22,0	24,8	0	4	II	
26		Mẫu lõi	3.385	48,6	19,4	27,5	0	4,5	II	
27		Mẫu lõi	3.396	47	21,5	24,0	0	7,5	II	
28		Mẫu lõi	3.435	50,2	16,2	28,2	0	5,4	II	
29		Mẫu lõi	3.445	49,7	23,0	26,1	0	1,2	II	



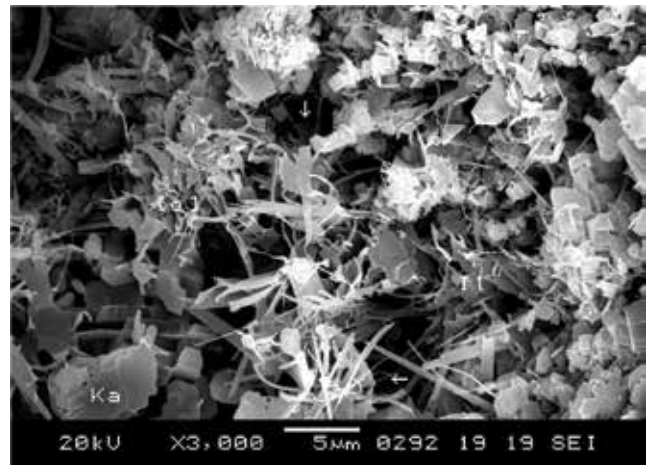
Giếng khoan 15-2/01-HSN-1X, độ sâu 3.210m (a)



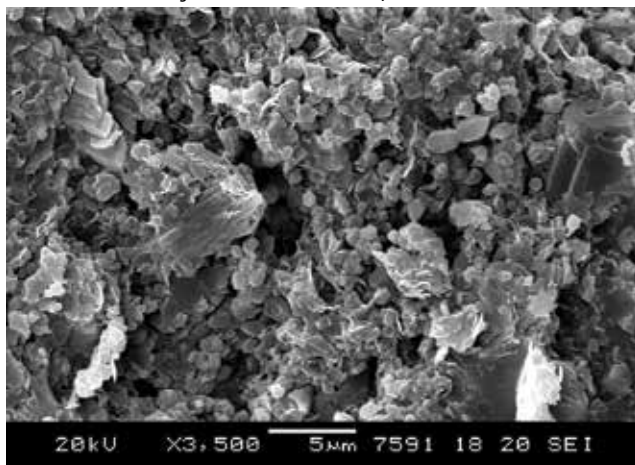
Giếng khoan 15-2/01-HSD-4X, độ sâu 3.040m (b)



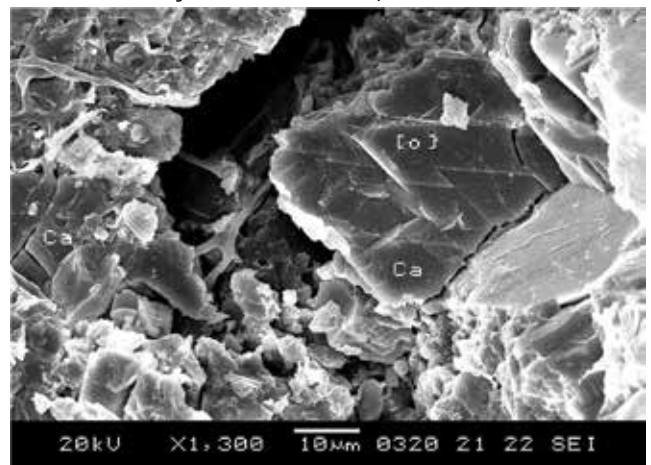
Giếng khoan 15-2/01-HSD-4X, độ sâu 3.040m (c)



Giếng khoan 15-2/01-HSD-4X, độ sâu 3.206,5m (d)



Giếng khoan 15-2/01-HSN-1X, độ sâu 3.385m (e)



Giếng khoan 15-2/01-HSD-4X, độ sâu 3.375,5m (f)

Hình 5. Hình ảnh các khoáng vật được quan sát dưới kính hiển vi điện tử quét (SEM): Tập hợp các khoáng vật sét kaolinite (Ka) dạng tệp xếp lớp lấp vào lỗ rỗng giữa các hạt, đồng thời tạo các vi lỗ rỗng giữa các tinh thể kaolinite (a và b). Tập hợp các vảy sét chlorite (Ch) dạng cánh hoa bao phủ trên bề mặt hạt vụn, làm giảm độ thấm của đá (c). Các sợi sét illite (IL) phủ trên các hạt vụn và bắc cầu qua các hòng lỗ rỗng, góp phần làm giảm độ thấm của đá (a và d). Xi măng siderite (e). Xi măng calcite lấp đầy lỗ rỗng của đá (f).

smectite chủ yếu (Hình 2); (II) kaolinite chủ yếu (Hình 3); (III) illite, hỗn hợp lớp illite-smectite, kaolinite và chlorite tương đồng (Hình 4). Các mẫu được phân tích trong tập D chủ yếu đều thuộc loại II, giếng RD-6X thuộc loại I với hàm lượng chủ yếu là illite, illite-smectite và smectite. Kết quả

phân tích thành phần sét các giếng khoan trong tập D có thể chỉ ra điều kiện cổ khí hậu và môi trường (Bảng 2), như kaolinite thường được hình thành trong môi trường thấm thấu mạnh như mưa nhiều và nước có tính acid.

4. Kết luận

Kết quả phân tích thành phần đá và khoáng vật sét trên 29 mẫu trong tập D của các giếng khoan ở Lô 15-2 & 15-2/01 cho thấy điều kiện cổ khí hậu và môi trường thuộc kiểu ẩm ướt và chuyển tiếp. Phân tích thành phần toàn bộ đá và thành phần sét bằng phương pháp nhiễu xạ tia X kết hợp với minh giải hình ảnh từ phân tích kính hiển vi điện tử quét giúp cho việc minh giải điều kiện khí hậu, cổ địa lý tại khu vực nghiên cứu, đồng thời giúp cho các nhà địa chất dầu khí đánh giá về môi trường trầm tích và khả năng chứa chắn của thành hệ.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Bruce B.Velde, and Alain Meunier, "The origin of clay minerals in soils and weathered rocks", 2008.
- [2]. F.H.Chung, "Quantitative interpretation of X-ray diffraction patterns of mixtures I. Matrix-flushing method for quantitative multicomponent analysis", *Journal of Applied Crystallography*, 1974.
- [3]. D.Robinson, and V.P.Wright, "Ordered illite-smectite and kaolinite-smectite: pedogenic mineral in a low carboniferous paleosol sequence, South Wales", *Clay Minerals*, Vol. 22, No. 1, pp. 109 - 118, 1987.
- [4]. VPI, "Petrography report from the 15-2-DD-1X well", 1996.
- [5]. VPI, "Petrography report from the 15-2-DD-2X well", 1997.
- [6]. VPI, "Petrography report from the 15-2-RD-5X well", 2009.
- [7]. VPI, "Petrography report from the 15-2-RD-6X well", 2009.
- [8]. VPI, "Petrography report from the 15-2-HSD-4X well", 2010.
- [9]. VPI, "Petrography report from the 15-2-HSN-1X well", 2013.
- [10]. VPI, "Biography report from the 15-2-HSD-4X well", 2008.
- [11]. VPI, "Biography report from the 15-2-HSN-1X well", 2010.
- [12]. Shouwen Shen, Syed R.Zaidi, Bader A.Mutairi, Ahmed A.Shehry, Husin Sitepu, Saud A.Hamoud, Fahad S.Khaldi, and Fatimah A.Edhaim, "Quantitative XRD bulk and clay mineralogical determination of paleosol section of Unayzah and Basal Khuff clastics in Saudi Arabia", *Powder Diffraction*, Vol. 27, No. 2, pp. 126 - 130, 2012.
- [13]. H.Stanjek, and W.Häusler, "Basics of X-ray diffraction", *Hyperfine Interactions*, Vol. 154, pp. 107 - 119, 2004.

QUANTITATIVE XRD CLAY MINERALOGICAL DETERMINATION AND INTERPRETATION OF IMAGES FROM SCANNING ELECTRON MICROSCOPE TO PREDICT PALEOCLIMATE IN SEQUENCE D OF BLOCKS 15-2 & 15-2/01, CUU LONG BASIN

Ho Minh Toan, Vo Dang Hien

Vietnam Petroleum Institute

Email: toanhm@vpi.pvn.vn

Summary

The paper presents the results of quantitative XRD analysis performed on 29 samples mainly containing core and cutting samples of wells in sequence D of blocks 15-2 & 15-2/01. The XRD results indicate that the samples consist mainly of quartz, kali-feldspar and plagioclase. The cement minerals include calcite, dolomite, siderite and pyrite. Clay minerals are important constituents in sequence D. The XRD results and interpretation of images from scanning electron microscope (SEM) show that clay minerals in the samples are mainly of illite, kaolinite, chlorite and mixed layer illite-smectite. The clay mineral associations in these samples of sequence D can be classified into three types: (I) illite and mixed layer illite-smectite dominated; (II) kaolinite dominated; and (III): illite, mixed layer illite-smectite, kaolinite and chlorite associated. The change of clay mineral association type with sample depth can indicate the change of paleoclimate and paleoenvironment.

Key words: Quantitative XRD analysis ; scanning electron microscope (SEM); clay minerals; paleoclimate, Cuu Long basin.