

ẢNH HƯỞNG CỦA ĐẶC ĐIỂM THẠCH HỌC, TUỔI - MÔI TRƯỜNG TRẦM TÍCH ĐẾN CHẤT LƯỢNG CHỨA CỦA TẬP G, CẤU TẠO LẠC ĐÀ XANH, LÔ 15-1/05, BỂ CỬU LONG

Vũ Thị Tuyền, Đoàn Thị Thúy, Nguyễn Tấn Triệu

Viện Dầu khí Việt Nam

Email: tuyenvt@vpi.pvn.vn

<https://doi.org/10.47800/PVJ.2020.11-01>

Tóm tắt

Sự xuất hiện của các đá trầm tích tập G trong cấu tạo Lạc Đà Xanh (LDX), Lô 15-1/05, bể Cửu Long là phát hiện mới so với các nghiên cứu trước đây về địa chất, hệ thống dầu khí tại Lô 15-1/05. Các thành tạo tập G tạm thời được đặt tên hệ tầng Lạc Đà Vàng, bên dưới hệ tầng Lạc Đà Nâu (Tập E) và phủ lên trên các đá móng magma xâm nhập granitoid và các đá magma phun trào andesite - basalt có tuổi trước Đệ tam. Kết quả nghiên cứu về thạch học, mẫu lõi và địa vật lý giếng khoan của các giếng LDX-1X, LDX-2X và LDX-3X thuộc cấu tạo Lạc Đà Xanh cho thấy các đá trầm tích tập G bao gồm: cát kết xen kẹp bột kết, sét kết/đá phiến sét, được tích tụ trong hệ thống môi trường quạt bồi tích (alluvial fan), quạt tam giác châu (fan delta), sông (braided fluvial) và hồ (lacustrine). Chất lượng thấm chứa của đá trầm tích tập G kém, do bị ảnh hưởng bởi sự phát triển mạnh của các khoáng vật thứ sinh cùng với quá trình nén ép do chôn vùi sâu.

Từ khóa: Thạch học, môi trường trầm tích, khoáng vật thứ sinh, cấu tạo Lạc Đà Xanh, bể Cửu Long.

1. Giới thiệu

Lô 15-1/05 phân bố ở phía Tây Bắc của bể Cửu Long được đánh giá có nhiều triển vọng về dầu khí, đã có các giếng khoan thăm dò và thăm lượng trong lô này. Qua các giếng thăm dò tại cấu tạo Lạc Đà Xanh của Lô 15-1/05 đã phát hiện đối tượng địa chất mới, đó là các đá trầm tích tập G được xếp vào hệ tầng Lạc Đà Vàng, có tuổi Eocene (?). Dựa vào kết quả phân tích địa chấn và khoan thăm dò cho thấy các trầm tích tập G bị phủ bởi các trầm tích của hệ tầng Lạc Đà Nâu (Tập E) và phủ lên trên các đá magma xâm nhập granitoid và phun trào andesite - basalt có tuổi trước Đệ tam [1].

2. Đặc điểm địa chất

Địa tầng Lô 15-1/05 có tuổi từ Eocene đến Pliocene - Đệ tứ, gồm các hệ tầng: Lạc Đà Vàng tuổi Eocene (?) (Tập G), Lạc Đà Nâu tuổi Oligocene sớm (Tập E), Trà Tân tuổi Oligocene muộn (Tập C và D), Bạch Hồ tuổi Miocene sớm (Tập BI), Cồn Sơn tuổi Miocene giữa (Tập BII), Đồng Nai tuổi Miocene muộn (Tập BIII) và hệ tầng Biển Đông

Pliocene - Đệ tứ (Hình 2). Đá móng xâm nhập được gặp tại giếng khoan LDN-1X, LDN-3X, LDX-1X và LDX-2X, bao gồm granite và quartz monzonite [1]. Đối sánh với địa tầng khu vực và lân cận, trầm tích hệ tầng Lạc Đà Nâu tương ứng với phần trên của các trầm tích hệ tầng Trà Cú có tuổi Oligocene sớm, phân bố khá rộng rãi trong khu vực bể Cửu Long. Các đá trầm tích của hệ tầng Lạc Đà Vàng tuổi Eocene (?) lần đầu tiên được phát hiện trên thêm lục địa Việt Nam, có thể xem là tương ứng với hệ tầng Cà Cối tuổi Eocene phân bố trong đất liền ở Đồng bằng sông Cửu Long.

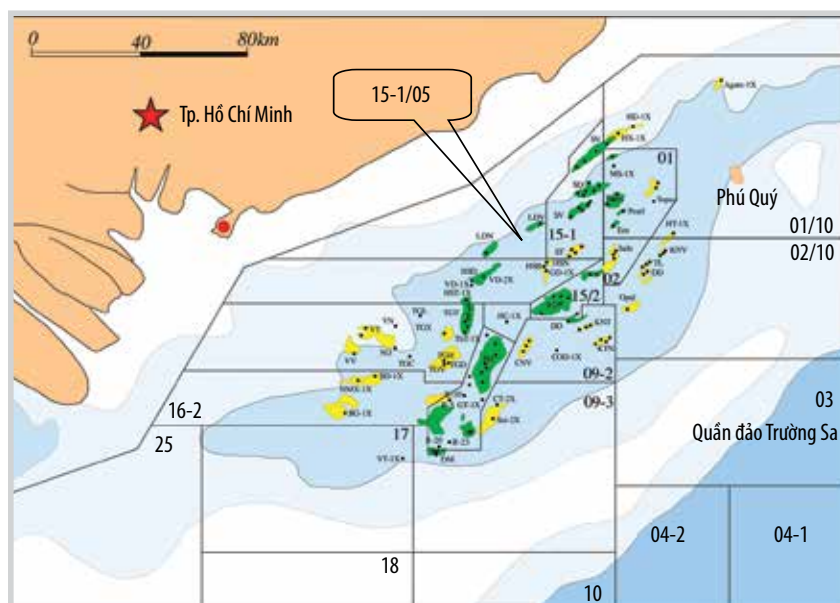
Các đá trầm tích của hệ tầng Lạc Đà Nâu gồm cát kết arkose xen kẹp sét kết màu xám tới xám nâu và phiến sét giàu vật chất hữu cơ. Cát kết xám nhạt, hạt mịn tới thô, chọn lọc kém tới trung bình, bán góc cạnh tới bán tròn cạnh và độ rỗng kém tới trung bình. Chiều dày của các lớp cát kết thay đổi từ dưới 1 m tới 4 m. Các đá trầm tích của hệ tầng được tích tụ trong các môi trường quạt bồi tích và sông.

Các đá trầm tích tập G của hệ tầng Lạc Đà Vàng phân bố trong Lô 15-1/05 có tuổi được xác định là Eocene hoặc cổ hơn trên cơ sở phân tích bào tử phấn hoa. Hệ tầng này gồm cát kết xen kẹp với phiến sét, bột kết và có thể có đá phun trào ở đáy của tầng tại giếng khoan LDX-2X. Môi



Ngày nhận bài: 25/5/2020. Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 25/5 - 9/10/2020.

Ngày bài báo được duyệt đăng: 3/11/2020.



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

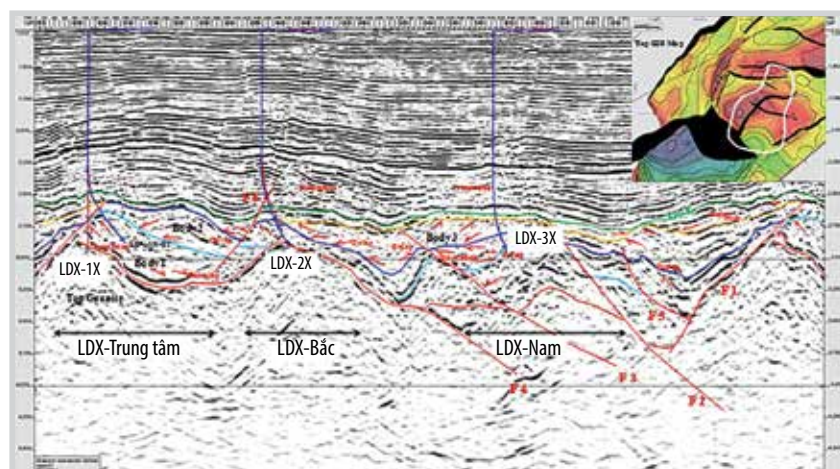
trường lắng đọng trầm tích của tập thay đổi qua các môi trường như: quạt bồi tích (alluvial fan), hệ thống sông phân nhánh (braided river) và đồng bằng ngập lụt (flood plain).

Lịch sử phát triển địa chất - kiến tạo của Lô 15-1/05 trải qua 3 thời kỳ: thành tạo đá móng granitoid trong Jurassic muộn - Cretaceous (J3 - K), quá trình tách giãn và nén ép từ Eocene đến Miocene sớm và bình ổn về kiến tạo trong Miocene giữa - Đệ tứ. Qua minh giải tài liệu địa chấn cho thấy tập G trong cấu tạo LDX có thể chia thành 3 đơn vị khác nhau: đơn vị trầm tích 1 (body-1), đơn vị trầm tích 2 (body-2) và đơn vị trầm tích 3 (body-3) (Hình 3). Trong đó, đơn vị trầm tích 1 được thành tạo trong giai đoạn kiến tạo tương đối yên tĩnh, vật liệu lấp đầy một vài nơi trũng giữa núi (intermountain troughs), đơn vị trầm tích 2 tích tụ trong các bán địa hào được hình thành do hoạt động các đứt gãy F1, F3, F4, F6 và kế áp lên đơn vị trầm tích 1. Sau quá trình lắng đọng của đơn vị trầm tích 2, một pha nén ép có thể xuất hiện và tiếp theo là các đứt gãy F1 và F4 có thể do tái hoạt động để tạo ra đơn vị trầm tích 3 kế áp vào đơn vị trầm tích 2. Nén ép mạnh xuất hiện vào cuối thời gian thành tạo đơn vị trầm tích 3, tạo ra uốn nếp và đứt gãy mạnh mẽ, tác động đến các thành tạo và hình thành bề mặt bào mòn. Các đứt gãy F1, F2, F3, F4, F5 và F6 đều ngưng hoạt động vào cuối Miocene sớm [2].

Cấu tạo Lạc Đà Xanh hình thành trước Oligocene nên được các trầm tích Oligocene và Miocene sớm phủ lên và bao bọc. Thời điểm sinh dầu của đá mẹ bắt đầu chủ yếu trong khoảng Miocene giữa đến Miocene muộn, riêng tầng đá mẹ Oligocene trên thì quá trình sinh dầu có thể xảy ra muộn hơn và chủ yếu mới bắt đầu từ cuối Miocene. Bẫy trong các trầm tích Eocene (Tập G), Oligocene và Miocene

Tuổi địa chất	Hệ tầng	Tập địa chấn	Thạch học	Chiều dày (m)	Biểu hiện HC	Hệ thống dầu khí	Mô tả thạch học	
Pliocene Đệ tứ	Biển Đông	A		450-600			Chủ yếu là cát kết hạt thô xen kẹp với bột kết, sét kết và thấu kính than	
		Miocene	Muộn	Đông Nai	BIII	600-700		Xen kẹp của cát kết hạt mịn, sét kết màu xám/nâu và thấu kính than
			Giữa	Côn Sơn	BII	500-600		Xen kẹp của cát kết hạt mịn đến thô, bột kết, sét kết màu xám/nâu và thấu kính than
Oligocene	Biển Đông	Sớm	Bạch Hổ	BI	600-650		Chấn Phổ biến là sét kết màu xám xen kẹp với bột kết và cát kết hạt mịn Xen kẹp của cát kết hạt mịn tới trung bình, bột kết, sét kết màu xám/nâu và đá vôi	
		Muộn	Trà Tân	C	100-300		Xen kẹp của cát kết hạt mịn tới trung bình, bột kết, sét kết màu xám và lớp mỏng đá vôi	
				D	100->700		Sinh và chấn Đá phiến sét giàu vật chất hữu cơ, sét kết, bột kết xen kẹp lớp mỏng cát kết đá vôi và hiếm than Xen kẹp của cát kết hạt mịn, bột kết, sét kết màu xám đen tới nâu đen phiến sét và lớp mỏng đá vôi	
		Sớm	Lạc Đà Nâu	E3, E2, E1	0->500		Sinh và chấn Xen kẹp của cát kết hạt mịn tới trung bình, bột kết, sét kết màu xám đen tới nâu đen phiến sét và lớp mỏng đá vôi	
Eocene (?)	Lạc Đà Vàng	G30		0->1000		Chứa, chấn cục bộ Xen kẹp của cát kết hạt mịn tới thô, sét kết màu nâu đen/sét kết và lượng nhỏ đá vôi		
		G20				Chủ yếu là cát kết hạt mịn tới trung bình ở phần trên, thô ở phần dưới xen kẹp với sét kết màu nâu đen/sét kết		
		G10						
J-K	Móng					Chứa Đá granite nứt nẻ/quartz Montzonit		

Hình 2. Địa tầng Lô 15-1/05, bể Cửu Long [2]



Hình 3. Một cắt địa chấn - địa vật lý qua các giếng khoan cấu tạo Lạc Đà Xanh [1]

dưới cũng được hình thành trước thời gian dầu khí di chuyển khỏi đá mẹ nên hoàn toàn có thể được nạp đầy dầu khí và được bảo tồn tốt, do từ Miocene giữa đến hiện tại là thời gian bình ổn về kiến tạo khu vực này. Dầu khí có thể di chuyển theo các lớp cát xen kẹp trong đá mẹ tiếp xúc trực tiếp với các bẫy chứa hoặc các đứt gãy kiến tạo mở đóng vai trò như các kênh dẫn.

3. Cơ sở tài liệu và phương pháp nghiên cứu

Dữ liệu sử dụng cho nghiên cứu gồm các tài liệu về địa chất dầu khí khu vực, kết quả phân tích thạch học, kết quả phân tích mẫu lõi và các tài liệu địa vật lý giếng khoan. Các phân tích thạch học được thực hiện bằng phương pháp phân tích lát mỏng dưới kính hiển vi phân cực, phương pháp kính hiển vi điện tử quét SEM và phương pháp bán định lượng bằng nhiễu xạ tia X (XRD). Phân tích thạch học lát mỏng bằng kính hiển vi phân cực Carl Zeiss - Axioskop 40 kết hợp với máy ảnh và bộ công cụ đếm hạt Petroglite. Mỗi lát mỏng phân tích được xác định các thành phần bằng phương pháp đếm 500 điểm, kết hợp với quan sát mô tả đặc điểm về kiến trúc, cấu trúc trầm tích, các biến đổi thứ sinh, tỷ lệ tương đối và phân loại lỗ rỗng... Cát kết được phân loại theo R.L. Folk (1974). Phân tích SEM bằng máy JEOL (model JSM-5600LV) để xác định các khoáng vật thứ sinh và xi măng, quan sát hình thái lỗ rỗng, các pha phát triển khoáng vật... ảnh hưởng đến hệ thống rỗng trong đá. Phân tích nhiễu xạ tia X (XRD) bằng máy D8-ADVANCE để xác định thành phần khoáng vật tạo đá và khoáng vật sét trong đá.

Phương pháp minh giải tài liệu địa vật lý giếng khoan chủ yếu sử dụng đường cong GR để minh giải cho tương và môi trường lắng đọng trầm tích. Phương pháp mô tả mẫu lõi được thực hiện trong phòng thí nghiệm. Các đặc điểm về màu sắc, kiến trúc, cấu trúc trầm tích, dấu vết sinh vật, biến đổi thứ sinh, thành phần tạo đá... được mô tả chi tiết, trên cơ sở đó luận giải về tương và môi trường trầm tích của khoảng độ sâu tương ứng với mẫu lõi đã mô tả.

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Đặc điểm thạch học trầm tích tập G

Các đá trầm tích tập G trong cấu tạo Lạc Đà Xanh gồm: cát kết xen lẫn sét kết/phiến sét với đặc trưng thành phần cát kết chiếm ưu thế. Cát kết

có màu trắng xám, xám nhạt đến xám xanh. Sét kết/phiến sét có màu xám đến xám sẫm, đôi khi chuyển sang sét bột kết, chứa ít vôi. Trong phụ tập G5 và phần dưới của G20 có cát kết từ trung bình đến thô, đôi khi chứa cuội, độ chọn lọc phổ biến từ kém đến trung bình. Cát kết trong phụ tập G10, phần trên của G20 và G30 có độ hạt từ mịn đến trung, đôi chỗ hạt thô, độ chọn lọc chủ yếu từ trung bình đến tốt (Hình 2) [1, 2]. Đặc điểm sự biến thiên về thành phần hạt độ có tính lặp lại, phản ánh sự thay đổi điều kiện môi trường trầm tích và chế độ kiến tạo, vật liệu trầm tích thô hạt hơn tích tụ trong các giai đoạn tách giãn và các vật liệu mịn hơn tương ứng với giai đoạn bình ổn kiến tạo trong lịch sử phát triển của bể Cửu Long [3].

- Phụ tập G5

Phân tích 7 mẫu cát kết thuộc phụ tập G5 từ giếng khoan LDX-1X, thành phần thạch học gồm: cát kết lithic arkose, arkose (Hình 4) [4]. Cát kết hạt thô, đôi khi chứa các mảnh vụn cỡ cuội, độ chọn lọc kém đến trung bình, hình dạng hạt vụn là bán góc cạnh, bán tròn cạnh đến tròn cạnh. Đá bị nén ép mạnh với kiểu tiếp xúc hạt dạng đường cong, lõi lõm (Hình 5). Thành phần mảnh vụn chủ yếu là: thạch anh (20 - 38%), kali-felspar (6 - 21%), plagioclase (5 - 18%) và các mảnh đá (10 - 17%). Các mảnh vụn đá có thành phần granite (10 - 16,7%) và mảnh đá núi lửa (5 - 13%) chiếm ưu thế, các mảnh đá khác như schist, chert, quartzite chiếm tỷ lệ nhỏ. Khoáng vật thứ sinh và xi măng với tỷ lệ cao, trong đó chủ yếu là zeolite (5,3 - 15,3%), thạch anh thứ sinh (3 - 6%), calcite (4 - 7%) và ít chlorite. Các thành phần mảnh vụn kém bền vững như: feldspar, mảnh đá granite, mảnh đá núi lửa (rhyolite và basalt/andesite) hiện diện với tỷ lệ cao trong đá cùng với kích thước sạn cuội phản ánh các vật liệu trầm tích được tích tụ trong khu vực gần nguồn cung cấp vật liệu với các đá nguồn granite và

đá magma phun trào, bị vùi lấp nhanh chóng bởi ảnh hưởng từ hoạt động kiến tạo khu vực. Các đặc điểm kiến trúc trầm tích và thành phần mảnh vụn giúp dự đoán môi trường tích tụ vật liệu là quạt bồi tích (alluvial fan), thường phát triển trong giai đoạn đầu quá trình tạo rift, địa hình bị phân cắt mạnh [5].

- Phụ tập G10

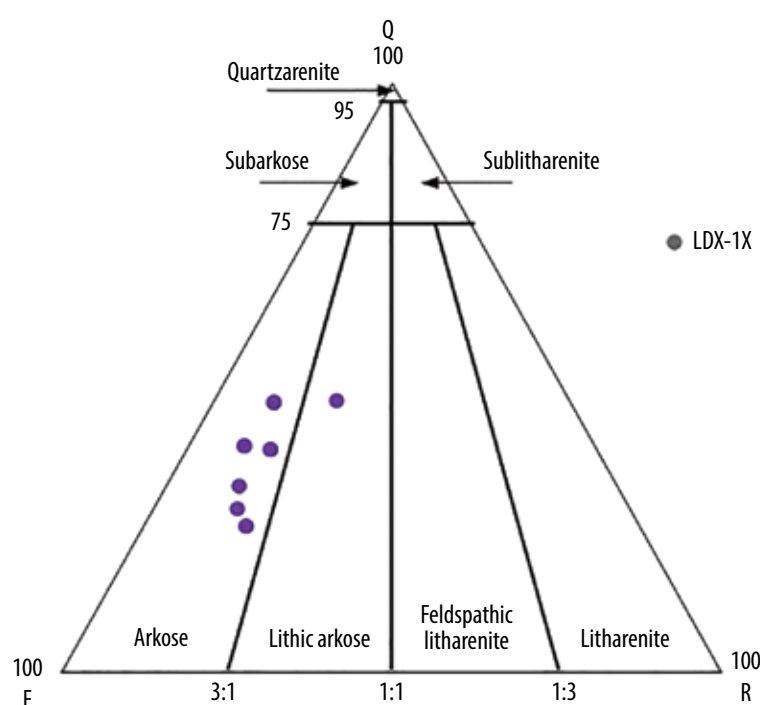
Phân tích 2 mẫu cát kết trong phụ tập G10 của giếng khoan LDX-3X được phân loại là lithic arkose (Hình 6). Cát kết hạt trung bình đến thô, độ chọn lọc trung bình, hạt góc cạnh, bán góc cạnh đến tròn cạnh. Đá bị nén ép trung bình đến mạnh với kiểu tiếp xúc hạt dạng điểm - đường, đôi chỗ là đường cong, lõi lõm. Thành phần mảnh

vụn chủ yếu là thạch anh (29 - 34,3%), kali-felspar (7 - 9%), plagioclase (12 - 13%), mảnh đá granite (3 - 5%), mảnh đá núi lửa (7 - 8%), ít mica và các mảnh đá khác như schist, chert, quartzite. Khoáng vật thứ sinh và xi măng chiếm tỷ lệ cao, trong đó chủ yếu là zeolite (20%) và lượng nhỏ calcite, chlorite. Kết quả phân tích XRD cho thành phần khoáng vật sét của cát kết trong phụ tập G10 chủ yếu là các khoáng sét chlorite (13,5 - 24,9%), illite (47 - 60,1%), illite-smectite (24,7 - 30,4%), smectite và kaolinite gần như không xuất hiện [6].

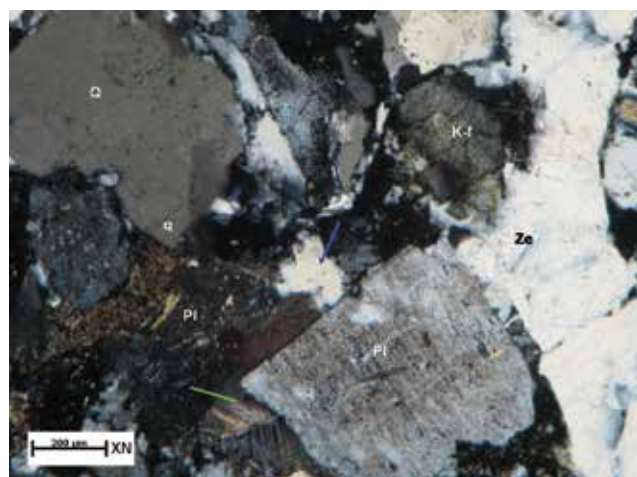
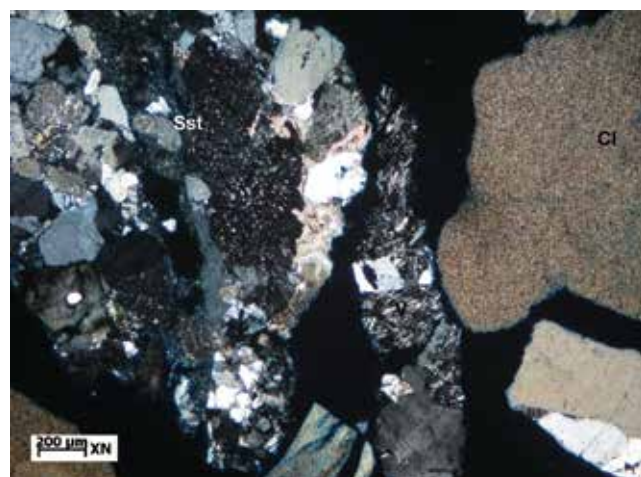
Tỷ lệ các mảnh vụn kém bền vững như: feldspar, mảnh đá granite, mảnh đá núi lửa thấp hơn hàm lượng tương ứng trong tập G5, chứng tỏ các vật liệu trầm tích của phụ tập G10 được trầm tích trong khu vực gần nguồn đá granite, núi lửa, nhưng trong điều kiện kiến tạo bình ổn hơn, các vật liệu kém bền vững bị phong hóa nhiều hơn. Các trầm tích tập này có thể được lắng đọng trong môi trường có năng lượng dòng chảy cao và ổn định như sông phân nhánh (braided river), thường phát triển trên vùng địa hình cao bị phân cắt [5].

- Phụ tập G20

Các thành tạo trầm tích phụ tập G20 được phân chia thành G20-1, G20-2 và G20-3. Kết quả phân tích 52 mẫu lát mỏng cát kết trong phụ tập G20 cho thấy cát kết lithic arkose, arkose (Hình 8) [4, 6, 7] phân bố xen kẽ theo địa tầng trong các giếng khoan. Cát kết hạt rất mịn đến thô, nhưng phổ biến là trung bình



Hình 4. Phân loại cát kết phụ tập G5 tại giếng khoan LDX-1X với thành phần nền (matrix) < 15%. (R.L. Folk, 1974).



Hình 5. Hình chụp lát mỏng cát kết ở độ sâu 4.325 - 4.330 m, giếng khoan LDX-1X. Cát kết arkose hạt thô, độ chọn lọc trung bình với hình dạng hạt góc cạnh, bán góc cạnh và bán tròn cạnh. Tiếp xúc hạt dạng điểm đường và lõi lõm. Thành phần mảnh vụn đá granite và đá núi lửa đáng kể. Xi măng chủ yếu là zeolite (Ze).

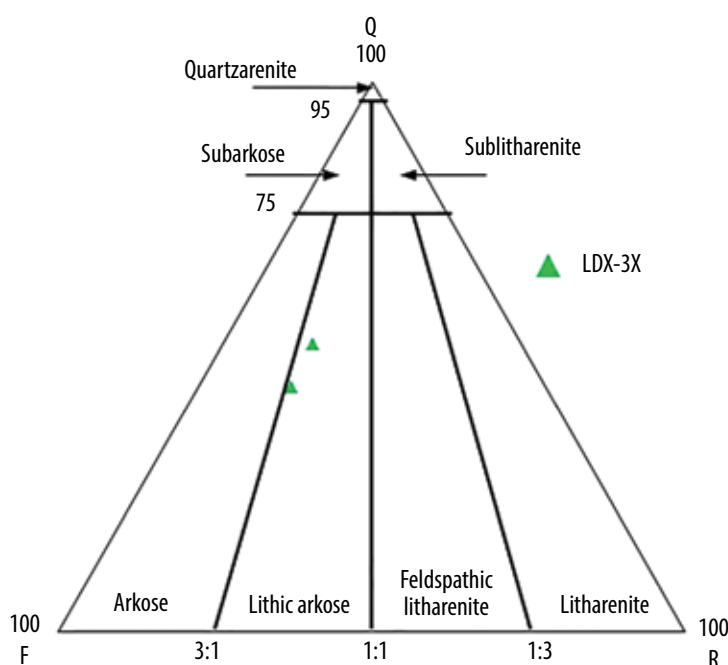
đến thô. Giữa các giếng có sự khác nhau như giếng LDX-1X có sự xen kẽ giữa hạt rất mịn, mịn, trung bình, thô; giếng LDX-2X xen kẽ kích thước hạt mịn đến thô và ở giếng LDX-3X chủ yếu là kích thước hạt thô. Cát kết có độ chọn lọc trung bình, ít gặp trung bình tốt và hiếm gặp chọn lọc tốt. Đá bị nén ép trung bình - mạnh với tiếp xúc hạt dạng đường và lõi lõm, ít dạng điểm.

Thành phần khoáng vật chủ yếu là thạch anh (8,7 - 45,3%, phổ biến 20 - 40%), hàm lượng giảm dần từ trong các giếng khoan theo thứ tự tương ứng LDX-1X, LDX-2X và LDX-3X. Mảnh vụn kali-felspar (7,7 - 25,0%, phổ biến 9 - 20%), plagioclase (3,7 - 30%, phổ biến 7 - 20%) với ít mica (phổ biến 0 - 2%). Phụ tập đá trầm tích G20 chứa lượng lớn các mảnh vụn đá, đặc biệt ở giếng khoan LDX-1X

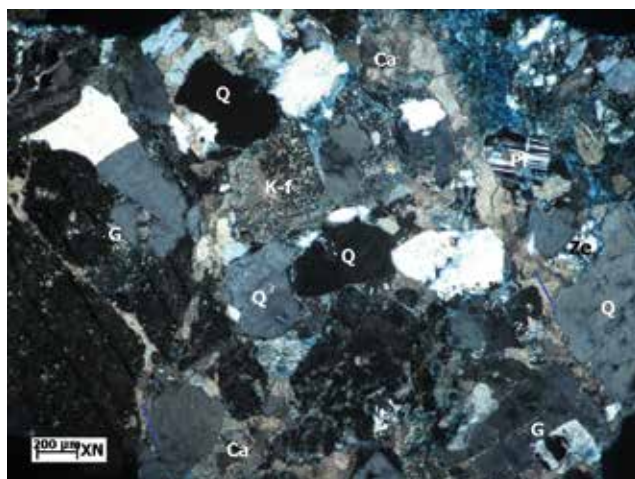
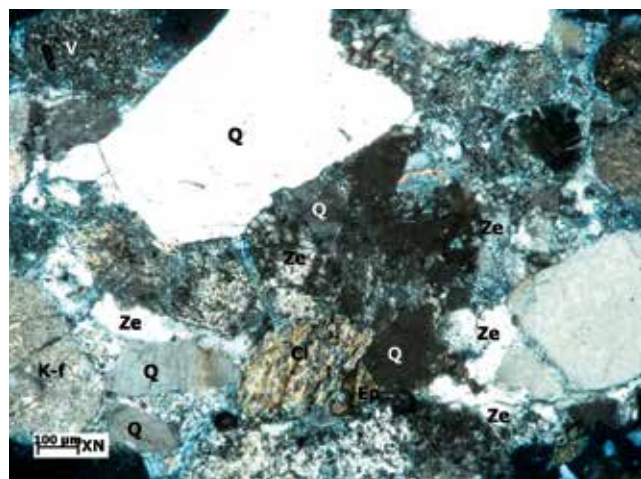
và LDX-2X, trong đó phong phú nhất là mảnh đá granite (1 - 30,7%, phổ biến 8 - 20%) mảnh vụn đá núi lửa (2,7 - 22,7%, phổ biến 8 - 20%). Tổng hàm lượng các mảnh khác (như mảnh đá quartzite, carbonate, schist và chert) chiếm khoảng 2 - 4%. Khoáng vật thứ sinh và xi măng với tỷ lệ cao, chủ yếu zeolite (0,7 - 20,3%, phổ biến 10 - 15%), albite (12,3 - 28% trong giếng LDX-3X), thạch anh thứ sinh (0,7 - 7%, phổ biến 3 - 5%), các khoáng vật sét (1,3 - 7,0%, phổ biến 2 - 5%), các khoáng vật khác như calcite, khoáng vật quặng chiếm hàm lượng nhỏ. Kết quả phân tích XRD cho thấy thành phần khoáng vật sét phụ tập G20 chủ yếu là chlorite (10,7 - 100%), illite (0 - 65,3%) và illite-smectite (0 - 36,7%, hàm lượng thấp trong giếng LDX-2X), smectite và kaolinite không xuất hiện trong phụ tập G20 [4, 6, 7].

Các thành phần mảnh vụn kém bền vững như feldspar kali, plagioclase, mảnh đá granite và mảnh đá phun trào trong cát kết của G20 có đặc điểm tương tự với G5, G10, đều chiếm tỷ lệ lớn trong các đá, chứng tỏ các vật liệu trầm tích của G20 được tích tụ tại các vùng trũng gần nguồn cung cấp vật liệu trầm tích và vùng nguồn có cấu trúc địa chất khá phức tạp, cấu tạo từ các đá magma xâm nhập và phun trào đan xen nhau.

Các đặc điểm kiến trúc, thành phần mảnh vụn cho thấy các đá trong phụ tập G20 có tính xen kẽ thô - mịn, các vật liệu trầm tích được tích tụ trong môi trường có sự thay đổi năng lượng dòng chảy mang tính chu kỳ và theo thời gian. Mặt khác, biểu đồ biểu diễn tương môi trường



Hình 6. Phân loại cát kết phụ tập G10 tại giếng khoan LDX-3X với thành phần nền (matrix) < 15% (R.L. Folk, 1974)



Hình 7. Hình chụp lát mỏng cát kết trong giếng khoan LDX-3X (a) 4.335 - 4.340 m; (b) 4.355 - 4.360 m. Cát kết arkose hạt thô, độ chọn lọc trung bình với hình dạng hạt góc cạnh, bán góc cạnh và bán tròn cạnh. Tiếp xúc hạt dạng điểm đường và lõi lõm. Thành phần chính bao gồm thạch anh (Q), K-felspar (K-f), plagioclase và hàm lượng đáng kể mảnh granitic (G), mảnh đá núi lửa (V). Xi măng chủ yếu là calcite (Ca) và ít zeolite (Ze)

tích tụ trầm tích (Hình 9) theo độ hạt cho thấy các mẫu cát kết trong phụ tập G20 đều thuộc về trường sông. Kết hợp các kết quả phân tích trên, giúp dự báo môi trường trầm tích phụ tập G thuộc hệ thống sông có thể gồm quạt tam giác châu, sông phân nhánh và đồng bằng bồi tích ven sông [5].

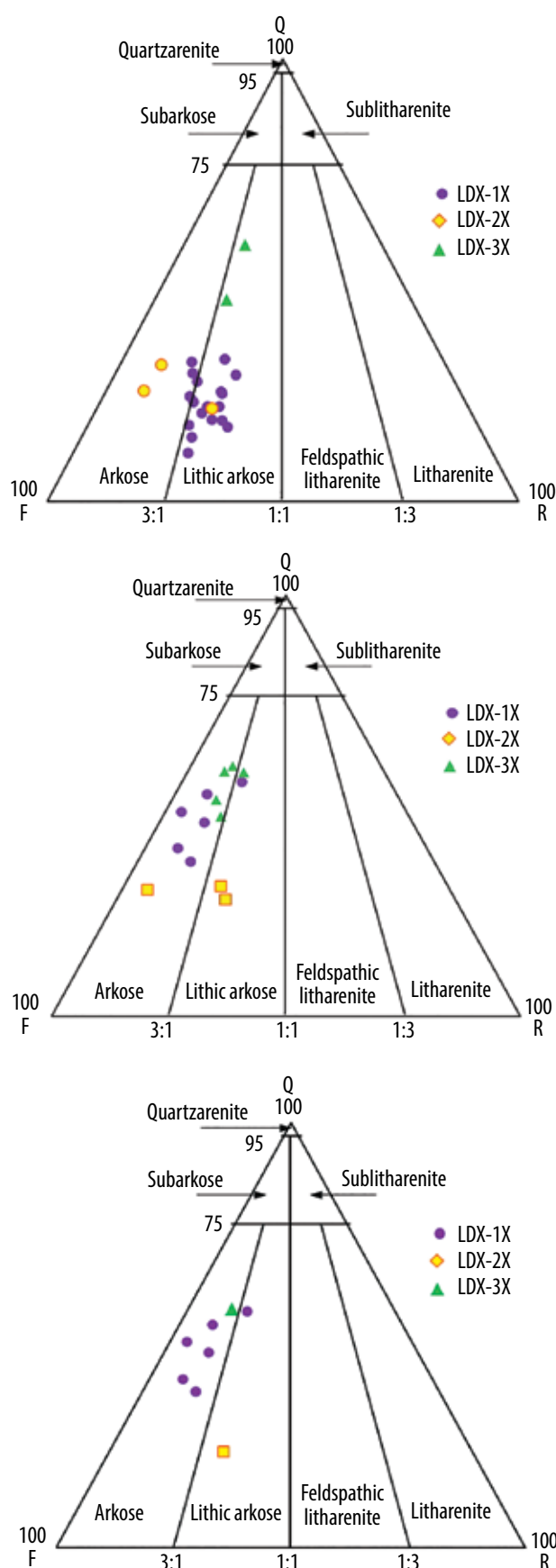
Kết quả phân tích khoáng vật sét trong các phụ tập G5, G10 và G20 cho thấy hỗn hợp sét illite-smectite có khuynh hướng giảm về phía độ sâu sâu hơn, cùng với sự vắng mặt của khoáng sét smectite và kaolinite [4, 6, 7], có thể nhận định rằng smectite và kaolinite trong các phụ tập này đã bị biến đổi thành illite-smectite, chlorite và illite khi đá bị chôn vùi sâu, các phụ tập này trải qua giai đoạn tạo đá giữa (Mesodiagenesis) với nhiệt độ khoảng từ 90 - 150 °C. Khoáng zeolite chiếm một lượng lớn trong cát kết phụ tập G5 và G10 cho thấy đá đã bị ảnh hưởng quá trình nhiệt dịch từ các hoạt động magma trong khu vực [3].

- Phụ tập G30

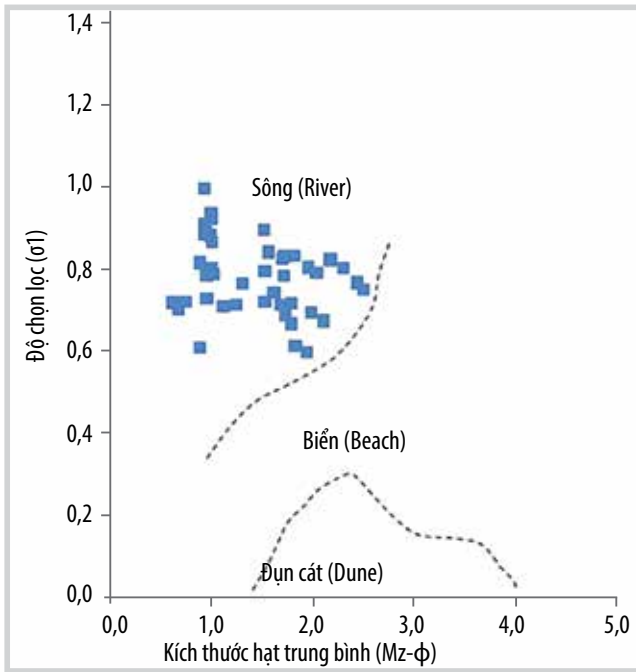
Kết quả phân tích cát kết phụ tập G30 từ các giếng khoan LDX-2X và LDX-3X cho thấy chủ yếu là cát kết arkose, lithic arkose và một số là cát kết greywacke (Hình 11) [6, 7] xen kẽ với vài lớp sét kết mỏng. Đa số là cát kết hạt trung bình đến thô với độ chọn lọc trung bình đến tốt, đôi chỗ chọn lọc kém, hình dạng hạt vụn chủ yếu là góc cạnh, nửa góc cạnh đến nửa tròn cạnh. Cát kết bị nén ép ở mức độ trung bình, tiếp xúc hạt chủ yếu là điểm và đường, đôi chỗ dạng đường cong và một số không tiếp xúc (trong mẫu cát kết greywacke). Kết quả phân tích thạch học chi tiết cho thấy cát kết chứa chủ yếu là thạch anh (13,7 - 41,7%, phổ biến 20 - 35%), feldspar (3,7 - 15,3%, phổ biến 5 - 10%), plagioclase (8 - 13%), mica (1 - 3%). Các mảnh vụn đá gồm granite (0,3 - 11,3%), đá phun trào (1,7 - 27,0%, phổ biến 4 - 8%), các mảnh đá khác như chert (silic), phiến sét, micro quartzite chiếm tỷ lệ nhỏ (1 - 5%) [6, 7].

Vụn thạch anh chủ yếu dạng đơn tinh thể, tất sáng đồng nhất, phản ánh nguồn gốc là sản phẩm phong hóa từ đá magma. Felspar kali chủ yếu là orthocla, hiếm microclin, plagioclase thuộc loại acide (albite, oligiocla). Các loại mảnh granite có thành phần khoáng vật gồm: thạch anh, feldspar và mica, thường có kiến trúc nửa tự hình, đôi khi là kiến trúc graphic. Mica chủ yếu là biotite và ít muscovite, biotite thường bị chlorite nhẹ. Khoáng vật phụ gồm apatite, sphen và epidote thể hiện ở dạng vết. Feldspar và các vụn đá núi lửa hầu hết bị biến đổi thứ sinh sét hóa vừa đến mạnh [6, 7].

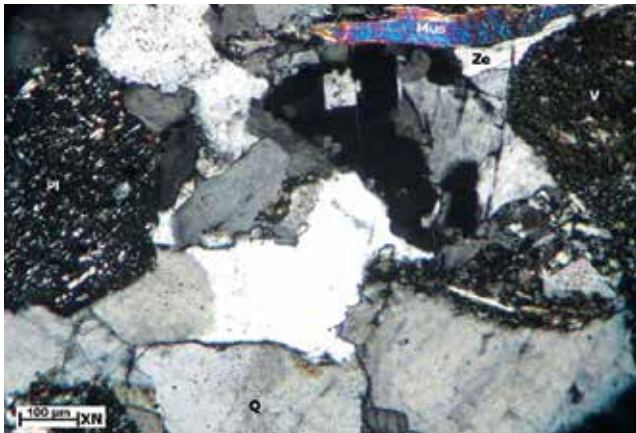
Xi măng và khoáng vật thứ sinh chủ yếu là zeolite (4



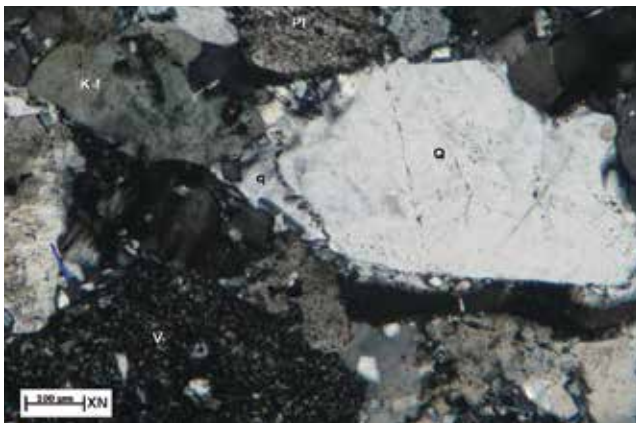
Hình 8. Phân loại cát kết phụ tập G20-1, G20-2, G20-3 trong các giếng khoan LDX-1X, LDX-2X, LDX-3X với thành phần nền (matrix) < 15% (R.L. Folk, 1974)



Hình 9. Biểu đồ tương môi trường trầm tích tập G20 dựa trên mối quan hệ giữa độ chọn lọc (δ_1) và kích thước hạt trung bình (M_d) (Stewart, 1958)

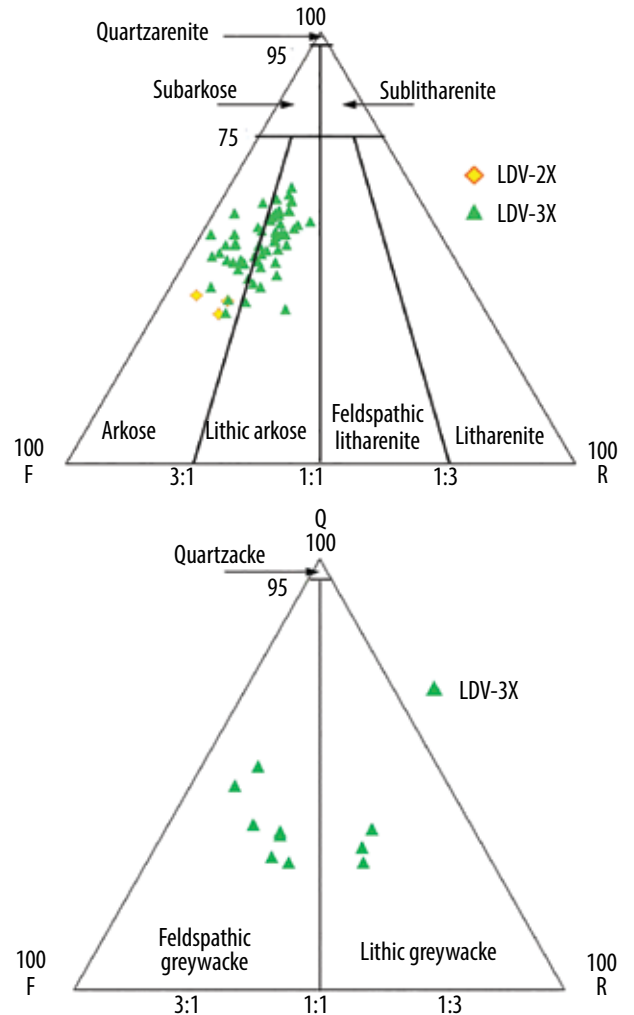


(a)

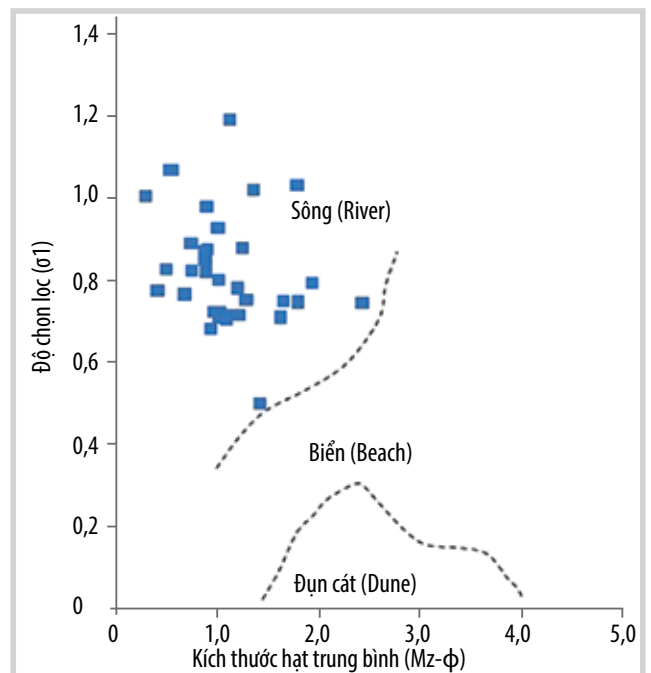


(b)

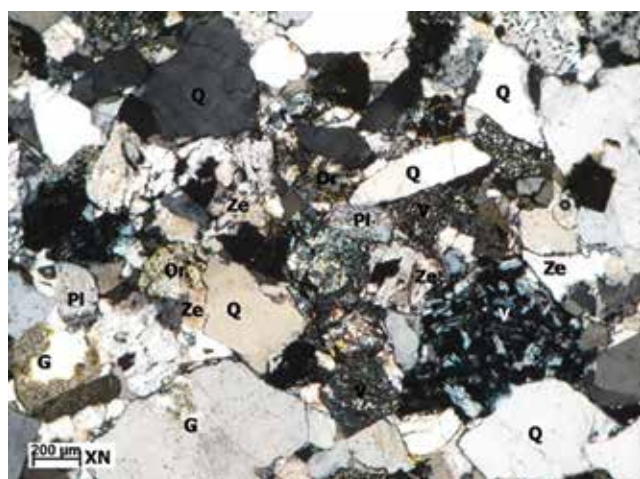
Hình 10. Hình chụp lát mỏng cát kết trong giếng khoan LDX-1X; (a) 3905 - 3910 m; (b) 3945 - 3950 m. Cát kết arkose và lithic arkose hạt trung và thô, độ chọn lọc trung bình. Tiếp xúc hạt dạng đường và lõi lõm. Hạt vụn phổ biến là bán góc cạnh đến bán tròn cạnh, phần lớn là thạch anh (Q), K-felspar (K-f), plagioclase (Pl) và các mảnh đá granitic (G), mảnh đá núi lửa (V). Xi măng chủ yếu là zeolite (Ze) và thạch anh thứ sinh (q).



Hình 11. Phân loại cát kết phụ tập G30 tại giếng khoan LDX-2X, LDX-3X với thành phần nền < 15% và > 15% (R.L. Folk, 1974)



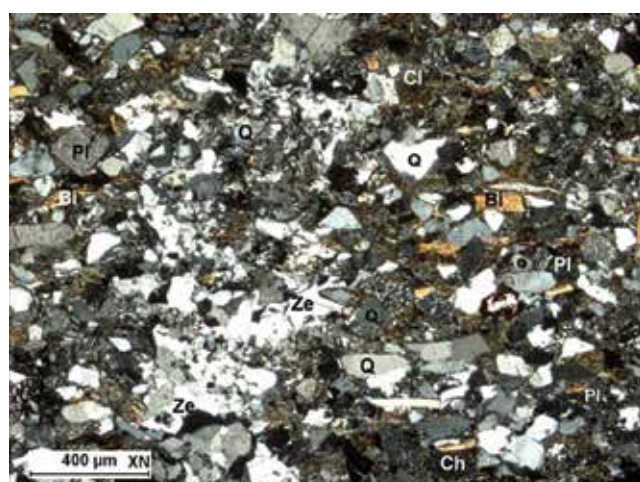
Hình 12. Biểu đồ tương môi trường phụ tập G30 dựa trên mối quan hệ giữa độ chọn lọc (δ_1) và kích thước hạt trung bình (M_d) (Stewart, 1958)



(a)



(b)



(c)

Hình 13. Hình chụp lát mỏng cát kết: (a) 4027,73 m trong giếng khoan LDX-1X, (b) 3907 m trong giếng khoan LDX-2X, (c) 4009,6 m trong giếng khoan LDX-3X. Cát kết lithic arkose, arkose hạt trung bình đến thô và feldspathic greywacke hạt mịn với hình dạng hạt góc cạnh, bán góc cạnh và bán tròn cạnh. Tiếp xúc hạt dạng điểm, đường, đôi chỗ dạng lõi lõm. Thành phần hạt vụn chủ yếu là thạch anh (Q), K-felspar (Or), plagiocla (Pl) và các mảnh granitic (G), mảnh đá núi lửa (V). Xi măng chủ yếu là zeolite (Ze) và thạch anh thứ sinh (q). Hàm lượng sét matrix (Cl) và mica (Bi) định hướng chiếm hàm lượng tương đối trong đá feldspathic greywacke.

- 30%, phổ biến trong khoảng 10 - 25%), thạch anh thứ sinh (1 - 6,7%, phổ biến trong khoảng 2 - 5%), khoáng vật sét (1 - 6%, phổ biến 2 - 4%), chlorite (0,3 - 3,7%, phổ biến 1 - 3%), còn các loại khoáng vật khác như calcite, siderite. Khoáng vật quặng chiếm hàm lượng rất nhỏ và nằm rải rác trong mẫu [6, 7].

Kết quả XRD cho thấy khoáng vật sét trong phụ tập G30 chủ yếu là sét chlorite (6,5 - 89,7%), illite (7 - 52,4%) và illite-smectite (0 - 43,3%); kaolinite chỉ xuất hiện trong 3 mẫu với hàm lượng nhỏ; hỗn hợp lớp smectite gần như không xuất hiện trong phụ tập G30 này, điều này cho thấy có thể smectite đã bị biến đổi thành illite-smectite và illite. So với các phụ tập G5, G10 và G20 thì G30 còn lượng nhỏ kaolinite nên đá trầm tích phụ tập G30 cũng trải qua giai đoạn thành đá giữa, nhưng nhiệt độ thấp hơn, trong khoảng 90 - 120 °C [8].

Các đá trầm tích của tập G30 này lắng đọng trong môi trường có năng lượng thấp chuyển tiếp sang năng lượng cao và ngược lại, mang tính chu kỳ và lặp lại tương đối ổn định. Trên biểu đồ phân chia môi trường trầm tích (Hình 12), cát kết lắng đọng trong hệ thống môi trường sông. Kết hợp các kết quả trên, môi trường trầm tích G30 có thể là sông phân nhánh, đồng bằng bồi tích và hồ [5]. Cũng tương tự các phụ tập trầm tích G5, G10 và G20, vật liệu trầm tích của G30 cũng được cung cấp gần vùng nguồn có cấu trúc địa chất phức tạp gồm các đá magma xâm nhập và phun trào.

4.2. Minh giải tương và môi trường trầm tích từ mẫu lõi (core)

Đoạn mẫu lõi dài 27,8 m thuộc tập G trong giếng khoan LDX-3X ở khoảng độ sâu 4.004 - 4031,8 m (thuộc phụ tập G20-3) đã được mô tả chi tiết, kết hợp với các thông tin địa chất - địa vật lý để luận giải về đặc điểm tương và môi trường trầm tích. Dựa theo đặc điểm về sự biến thiên độ hạt trầm tích, theo chiều sâu từ dưới lên, mẫu được chia thành 3 khoảng độ sâu tương ứng với sự thay đổi về tương/môi trường trầm tích (Hình 14). Khoảng độ sâu 4016 - 4031,8 m được giải đoán tương lòng sông (CH: channel), đôi chỗ xen kẹp lớp mỏng sét môi trường đầm hồ. Khoảng độ sâu 4.008 - 4.016 m là các trầm tích lắng đọng trong tương đồng bằng ngập lụt ven sông (OB: overbank). Khoảng độ sâu 4.004 - 4.008 m là tương lòng sông.

Tương trầm tích lòng sông có các đặc điểm như kích thước hạt thay đổi từ rất mịn - mịn đến thô (phần trên) và phổ biến là hạt trung bình, đá chủ yếu có độ chọn lọc từ kém đến trung bình. Chiều dày các lớp thay đổi trong

khoảng từ 5 - 1 m, các lớp riêng lẻ có thay đổi kích thước hạt kiểu mịn dần lên trên (fining upward). Kích thước hạt thô hơn, cuội sạn, sỏi (Hình 14, ảnh 1) tập trung ở đáy của lớp. Đôi khi, ở đáy của mỗi lớp có chứa mảnh sét trong tầng (rip-up mud clasts) thể hiện sự bóc mòn bề mặt các lớp trầm tích (Hình 14, ảnh 4). Cấu trúc trầm tích gồm phân lớp song song cho tới nghiêng góc nhỏ (tướng sông) và xiên chéo (Hình 14, ảnh 3), đôi khi có xen kẹp của các phân lớp mỏng sét với cấu trúc gợn sóng ở trên nóc của từng khoảng. Hóa thạch hiện diện một số mảnh thực vật và rễ cây ở độ sâu 4010 m, các hóa thạch khác hiếm gặp.

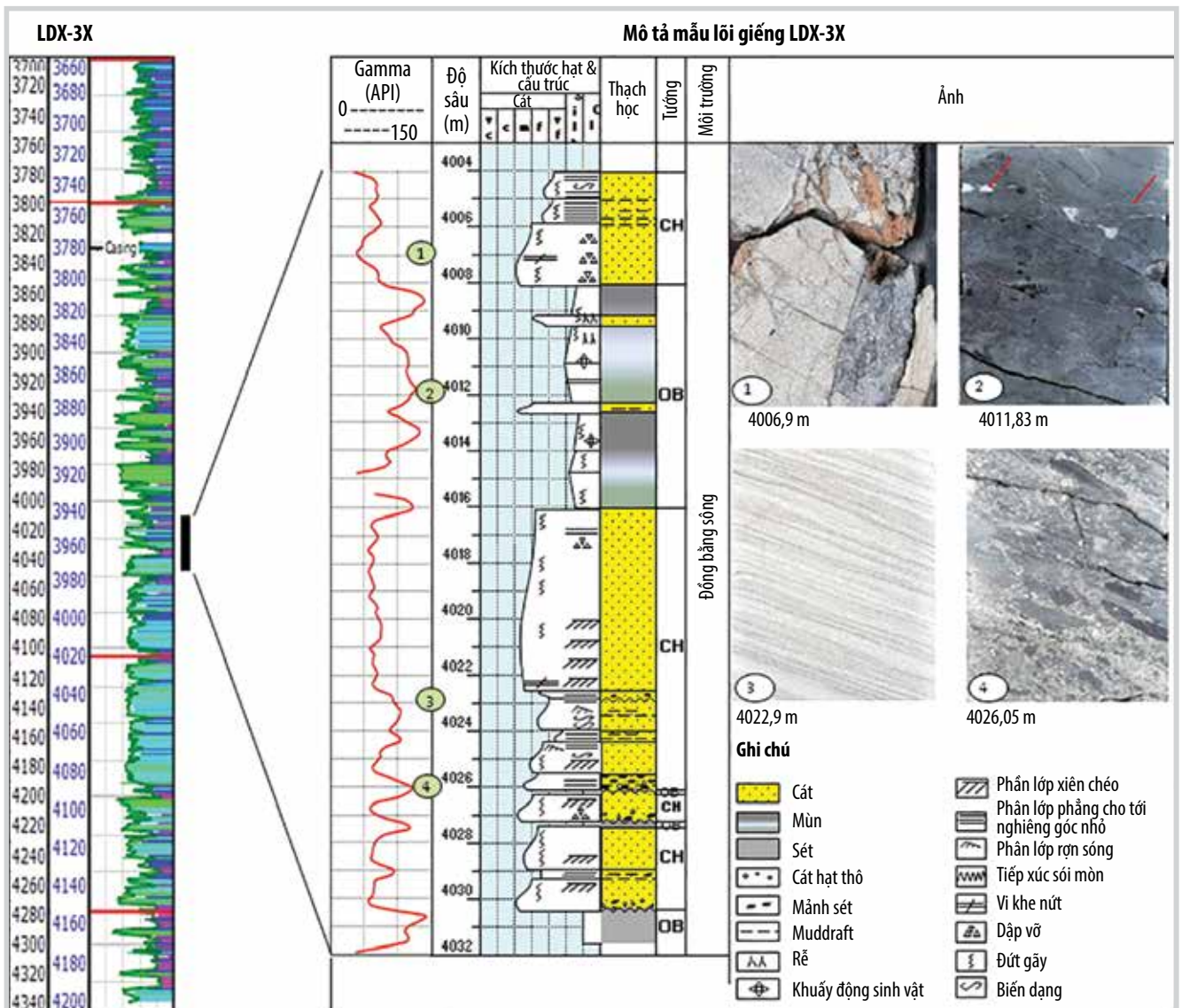
Tướng đồng bằng ngập lụt ven sông gồm phần lớn trầm tích hạt mịn chiếm chủ yếu (bột, sét, cát hạt mịn cho tới rất mịn) (Hình 14, ảnh 2), được lắng đọng trong môi trường có năng lượng thấp. Đôi khi có sự xen kẹp mỏng của lớp vật liệu thô hơn được mang đến và tích tụ trong

các kỳ nước chảy mạnh. Thành phần chủ yếu là sét và mùn phổ biến dạng khối, đôi chỗ vi phân lớp mỏng. Vết tích sinh vật để lại trong bùn kết với dạng dấu vết đào bới nhẹ. Vi khe nứt phát triển tốt ở một số nơi.

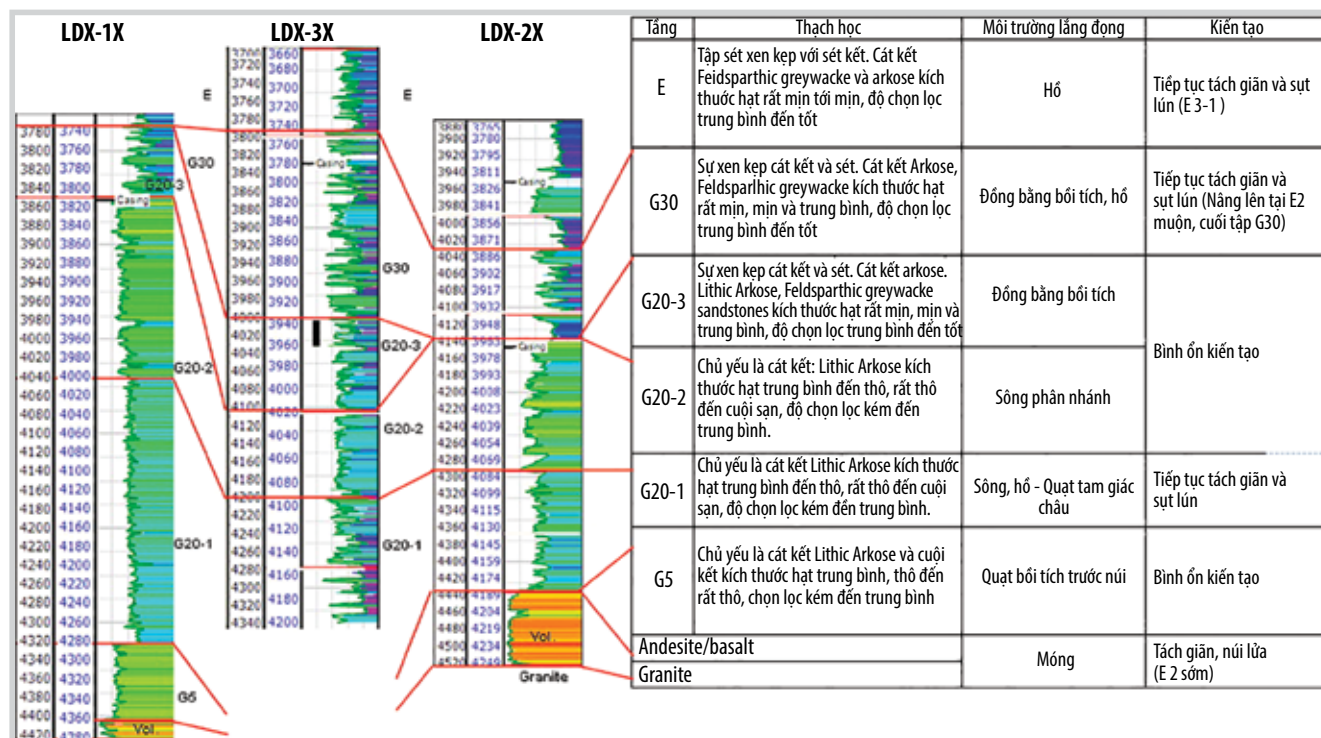
4.3. Minh giải tài liệu địa vật lý giếng khoan

Minh giải tương và môi trường trầm tích dựa trên hình dạng đường cong địa vật lý giếng khoan. Có 4 dạng log cơ bản trong các giếng khoan LDX-1X, LDX-2X và LDX-3X:

- Dạng chuông thể hiện tướng cát sông gồm các doi cát, bãi bồi, trầm tích đê sông tự nhiên.
- Dạng răng cưa thể hiện tướng cát đồng bằng ngập lụt.
- Dạng trụ rất dày thể hiện các tệp cát sông, bãi bồi cát kết lòng sông cho đến đê sông tự nhiên.



Hình 14. Minh giải tương/môi trường mẫu lõi (core) trong giếng khoan LDX-3X (4,008 - 4,031,8 m)



Hình 15. Liên kết tương và môi trường trầm tích tập G dọc theo 3 giếng khoan [1]

- Dạng phổ thể hiện tương trầm tích hồ và ven hồ hoặc các tam giác châu nhỏ.

Tỷ lệ cát/sét cao cho thấy môi trường tương sông của cả 4 giếng chiếm ưu thế hơn so với tương hồ và mặt ngập lụt. Đặc trưng tại các khu vực của các giếng khoan LDX-1X, LDX-2X, mỗi thân cát riêng biệt trong các phân tập có chiều dày 10 - 55 m. Xu hướng chung của mỗi tập cát riêng biệt mịn dần lên trên.

Kết quả minh giải địa vật lý cho 3 giếng khoan LDX-1X, LDX-2X và LDX-3X (Hình 15) [1]:

- Môi trường trầm tích tập G trong giếng khoan LDX-1X thay đổi từ dưới lên, từ hồ - quạt bồi tích (alluvial fan, tập G5), quạt tam giác châu (lacustrine - fan delta, phụ tập G20-1), sông phân nhánh (braided river, phụ tập G20-2) và đồng bằng bồi tích sông (alluvial plain, phụ tập G20-3).

- Môi trường trầm tích tập G trong giếng khoan LDX-2X thay đổi từ hồ - quạt tam giác châu (G20-1), sông phân nhánh (G20-2), đồng bằng bồi tích và hồ (G20-3 và G30).

- Môi trường trầm tích tập G trong giếng khoan LDX-3X thay đổi từ sông, hồ - quạt tam giác châu (G10 và G20-1), sông phân nhánh (G20-2), đồng bằng bồi tích (G20-3) và đồng bằng bồi tích và hồ (G30).

4.4. Ảnh hưởng của đặc điểm thạch học đến đặc tính chứa của đá trầm tích cát kết tập G

Độ rỗng thấm của cát kết bị tác động bởi nhiều yếu tố như lịch sử kiến tạo, tương/môi trường trầm tích, thành phần thạch học, kiến trúc, cấu trúc trầm tích, các biến đổi trong quá trình thành đá và các biến đổi thứ sinh.

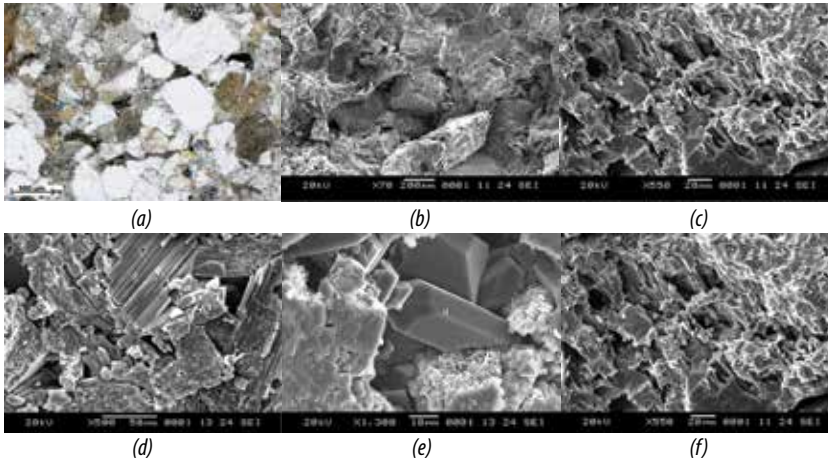
- Ảnh hưởng của tương và môi trường trầm tích

Trong các đá trầm tích tập G tại cấu tạo Lạc Đà Xanh, được đánh giá là đá chứa có triển vọng là các tập cát kết tích tụ trong môi trường quạt tam giác châu và sông phân nhánh. Các tập tích tụ trong môi trường quạt tam giác là cát kết ở các tập G10 (giếng khoan LDX-3X), tập G20-1 (giếng khoan LDX-1X, LDX-2X và LDX-3X) và cát kết tích tụ trong môi trường sông phân nhánh thuộc tập G20-2 (giếng khoan LDX-1X, LDX-2X, LDX-3X).

Trên cơ sở phân tích tài liệu địa vật lý giếng khoan, kết quả phân tích thạch học, minh giải mẫu lõi cho thấy cát kết ở các tập G5, G20-1 và G20-2 trong khu vực tại các giếng khoan LDX-1X và LDX-2X có triển vọng, bởi tương đối dày và không bị xen kẹp nhiều bởi các tương bột sét, là các thân cát biệt lập có khả năng liên thông tốt theo phương ngang, trở thành thân chứa rộng và có thể tích đáng kể. Các đá chứa là cát kết ở các phụ tập G10, G20-3 và G30 trong khu vực giếng khoan LDX-3X là các tập cát mỏng hoặc những thân cát bị phân tách do thường bị bao

Bảng 1. Thành phần và hàm lượng khoáng vật thứ sinh trong cát kết trong giếng khoan LDX-1X, LDX-2X, LDX-3X [4, 6, 7]

Giếng khoan	Khoáng vật sét thứ sinh (%)		Calcite (%)		Thạch anh thứ sinh (%)		Zeolite (%)		Tổng (%)
	Khoảng	Phổ biến	Khoảng	Phổ biến	Khoảng	Phổ biến	Khoảng	Phổ biến	
LDX-1X	1 - 10	3 - 6	0 - 7	3 - 5	1 - 6	2 - 4	4 - 16	8 - 12	16 - 27
LDX-2X	1 - 2		0 - 5	2 - 3	1 - 4	2 - 3	5 - 29	16 - 20	21 - 28
LDX-3X	1 - 12	3 - 6	0 - 37	3 - 5	1 - 6	2 - 4	4 - 31	10 - 25	18 - 30



Hình 16. Hình chụp lát mỏng dưới kính hiển vi phân cực và hình chụp dưới kính hiển vi điện tử quét (SEM) của cát kết trong giếng khoan LDX-3X; (a, b) 4124,44 m thể hiện rỗng giữa hạt kềm; (c) 4124,82 m thể hiện vi lỗ rỗng trong các hạt felspar bị hòa tan, (d, e) 4124,06 m và 4123,64 m chỉ ra khoáng vật thứ sinh zeolite (Z), thạch anh thứ sinh (q) lấp đầy vào khoảng không giữa các hạt và kênh rỗng, là một trong những yếu tố quan trọng làm mất nhiều độ rỗng và thấm của cát kết; (f) 4006,79 m thể hiện dấu chết (mũi tên) cũng lấp đầy vào các vi khe nứt.



Hình 17. Hình mẫu lõi phụ tập G20 của giếng khoan LDX-3X (đường kính ~ 10 cm). Hình thể hiện một số khoáng mẫu lõi bị dập vỡ trong quá trình lấy và gia công mẫu đồng thời quan sát thấy có tồn tại các nứt nẻ giống như lỗ rỗng vug. Có nhiều vi khe nứt/khe nứt, nhưng hầu hết bị lấp đầy bởi calcite và zeolite (mũi tên màu đỏ).

bọc bởi lớp sét hồ dày hoặc bùn/sét của đồng bằng ngập lụt, đặc điểm này làm hạn chế lưu dòng cũng như giảm đáng kể thể tích vỉa chứa. Vì vậy, đặc tính thấm chứa trong các tập cát ở giếng khoan LDX-3X là kém triển vọng hơn so với các tập cát kết ở giếng khoan LDX-1X và LDX-2X [4, 6, 7].

- Ảnh hưởng của kiến trúc đá và thành phần khoáng vật

Phụ tập G30 chủ yếu là cát kết với đặc điểm kiến trúc hạt vụn tiếp xúc dạng điểm và đường thẳng, đôi chỗ là đường cong; trong khi cát kết thuộc phụ tập G20 có hạt vụn tiếp xúc chủ yếu là dạng đường thẳng và đường cong. Điều này cho thấy trầm tích thuộc phụ tập G20 chịu sự nén ép mạnh hơn phụ tập G30. Do vậy, có thể dự đoán mức độ rỗng được bảo tồn của phụ tập G30 cao hơn trong phụ tập G20.

- Ảnh hưởng của quá trình thành đá

Cát kết tập G bị chôn vùi trong khoảng độ sâu khá lớn (từ 3.700 m tới hơn 4.360 m TVDSS) nên bị biến đổi mạnh trong giai đoạn quá trưởng thành. Quá trình biến đổi sau trầm tích được đặc trưng bởi xi măng hóa mạnh, sự nén ép từ trung bình đến mạnh, sự hòa tan nhẹ và sự biến đổi nhẹ của một số khoáng vật không bền vững.

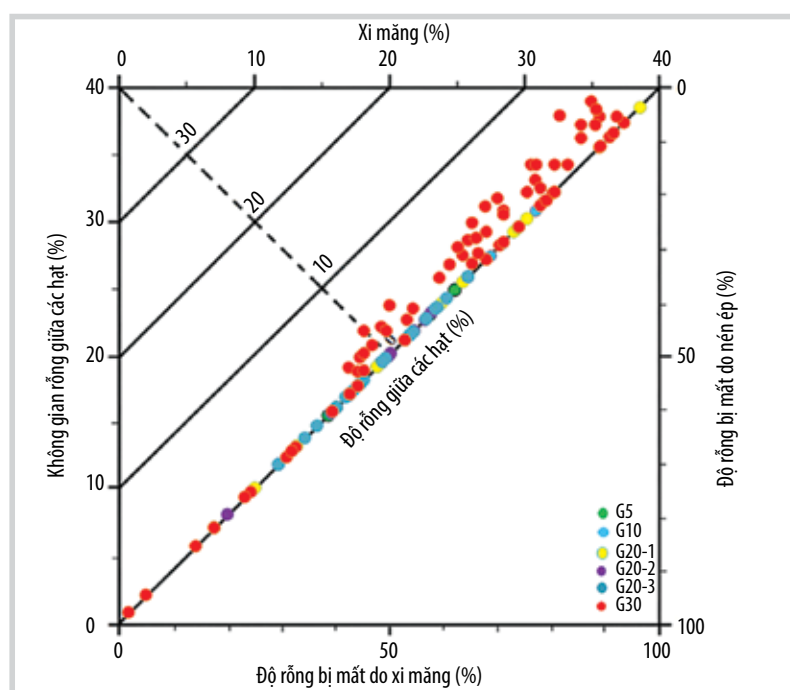
Khoáng vật thứ sinh và xi măng (Bảng 1) chủ yếu gồm: calcite, thạch anh thứ sinh, khoáng vật sét thứ sinh và zeolite với tỷ lệ khá cao, từ 8 - 25%. Các khoáng vật thứ sinh lấp đầy không gian lỗ rỗng giữa các hạt và thay thế một phần các hạt felspar.

Thạch anh thứ sinh có xu hướng tăng dần trong giai đoạn thành đá muộn, phát triển bao quanh các hạt vụn thạch anh và một phần lấp đầy khoảng không giữa các hạt. Khoáng vật sét thứ sinh phát triển tốt, chủ yếu gồm chlorite và illite, phát triển bao quanh các hạt vụn cùng với các khoáng vật khác làm khóa các kênh lỗ rỗng.

Trong cát kết của tập G, độ rỗng giữa hạt cũng bị giảm đi do quá trình

Bảng 2. Các quá trình thành tạo đá trầm tích và ảnh hưởng đến chất lượng chứa của đá

Các hiện tượng của quá trình hình thành đá	Quan hệ thời gian		Ảnh hưởng lên	
	Sớm	Muộn	Độ rỗng	Độ thấm
Sự kết tủa của pyrite	---		Không đáng kể	
Calcite dạng khảm sớm xuất hiện (đôi chỗ)	---		Giảm mạnh	
Sự nén ép xảy ra	-----		Giảm mạnh	
Sự kết tủa của chlorite dạng bao riếm hạt	-----		Giảm yếu	Giảm mạnh
Sự hòa tan hạt vụn feldspar	-----		Tăng nhẹ	
Sự kết tủa kaolinite lấp đầy lỗ rỗng	-----		Giảm mạnh	
Thạch anh thứ sinh (pha đầu)	-----		Giảm mạnh	
Sự kết tủa của illite	-----		Giảm yếu	Giảm mạnh
Sự kết tủa của calcite, thạch anh thứ sinh (pha 2) và zeolite. Sự chuyển hóa kaolinite thành zeolite	-----		Giảm mạnh	
Sự hình thành khe nứt (nén ép kiến tạo)	-----		Giảm mạnh	
Sự di cư của dầu/khí và lấp đầy vào lỗ rỗng	-----		Sự bảo tồn	
Lỗ rỗng giữa hạt			20%	0%



Hình 18. Mối quan hệ giữa nén ép và xi măng ảnh hưởng tới độ rỗng [9]

chôn vùi sâu làm tăng lên quá trình nén ép và sắp xếp lại các hạt vụn. Các tập cát kết được trong tập G bị nén ép mạnh do bị chôn vùi tới độ sâu lớn, các hạt vụn hầu hết tiếp xúc hạt dạng đường, đường cong làm giảm mạnh kích thước và lỗ rỗng giữa các hạt. Mặt khác, lỗ rỗng ban đầu giữa các hạt cũng bị giảm bởi kiến trúc, kích thước hạt thô và độ chọn lọc kém. Do vậy, độ rỗng giữa các hạt của cát kết phổ biến là kém và không có. Quá trình biến đổi thứ sinh xảy ra bên trong khoáng vật feldspar ở các mảnh vụn đá và mảnh khoáng cùng với sự thay thế lấp đầy của khoáng vật zeolite làm cho độ rỗng thứ sinh tăng không đáng kể trong các tập cát kết của tập G.

Các lỗ rỗng khe nứt phát triển trong giếng khoan LDX-3X (mẫu lõi) do đá bị đập vỡ và nứt nẻ mạnh, hình thành khe nứt mở lớn giống như thể loại hang hốc (vug). Tuy nhiên, các lỗ rỗng trong khe nứt/vi khe nứt chủ yếu bị lấp đầy bởi calcite và zeolite. Đánh giá chung, hệ thống lỗ hổng của các tập cát kết rất phức tạp do mạng lưới lỗ rỗng chủ yếu được

tạo thành bởi các vi lỗ rỗng (< 10 μm), các lỗ rỗng lớn chủ yếu là rỗng giữa các hạt vụn; bị lấp đầy bởi các khoáng vật xi măng và biến đổi thứ sinh làm cho tính rỗng và thấm của đá trong tập G trở nên kém.

Ảnh hưởng mạnh mẽ nhất đến độ rỗng và độ thấm là quá trình thành đá, đặc biệt là quá trình xi măng hóa và nén ép. Kết quả phân tích mối tương quan giữa các yếu tố xi măng hóa, nén ép và độ rỗng của các đá cát kết trong tập G được biểu diễn trên biểu đồ Houseknecht [9] (Hình 18). Độ rỗng của cát kết tập G bị suy giảm chủ yếu là do quá trình xi măng hóa. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả phân tích thành phần thạch học, trong mẫu đá phân tích có sự xuất hiện nhiều của zeolite thứ sinh.

Cát kết phụ tập G20, G5, G10 độ rỗng rất kém, do mẫu trong các tập này chủ yếu là mẫu vụn nên bị vỡ hoặc không được bảo toàn nên độ rỗng thực tế có thể cao hơn. Đối với phụ tập G30, khoảng lấy mẫu lõi, độ rỗng quan sát trên lát mỏng thạch học là 0 - 5%.

5. Kết luận

- Các đá trầm tích tập G có tuổi Eocene (?) hoặc cổ hơn được phát hiện ở cấu tạo Lạc Đà Xanh, phủ lên trên các đá móng magma xâm nhập granitoid và các đá magma phun trào andesite - basalt có tuổi trước Đệ tam là một phát hiện mới. Các đá trầm tích này gồm: cát kết xen lẫn với bột kết, sét kết/phiến sét được trầm tích trong môi trường quaternary bồi tích ở phía dưới (phụ tập G5) chuyển sang môi trường thuộc hệ thống như hồ, quaternary tam giác châu, sông chẻ nhánh và đồng bằng bồi tích sông có sự xen kẽ nhau phản ánh hoạt động kiến tạo nâng lên và sụt lún, tách giãn của khu vực trong giai đoạn tiền rift đến giai đoạn rift chính từ Paleocene đến cuối Eocene của bể Cửu Long.

- Cát kết của tập G gồm: lithic arkose và arkose với đặc điểm kiến trúc hạt từ góc cạnh, bán góc cạnh đến bán tròn cạnh, hiếm tròn cạnh. Độ chọn lọc thay đổi từ kém, trung bình, trung bình - tốt đến tốt, trong đó chủ yếu là chọn lọc trung bình, ít

gặp dạng kém, trung bình - tốt và tốt (chủ yếu gặp trong phụ tập G-30). Tiếp xúc hạt vụn dạng điểm, đường thẳng, đường cong phản ánh đá bị nén ép từ vừa đến mạnh. Thành phần tạo đá chủ yếu là thạch anh và lượng đáng kể các mảnh vụn thuộc nhóm kém bền vững như felspar, granite, đá núi lửa. Các đặc điểm trên phản ánh đá chưa trưởng thành về kiến trúc và thành phần khoáng vật, đá được trầm tích nơi gần nguồn cung vật liệu có cấu tạo địa chất tương đối phức tạp.

- Khoáng vật xi măng và tại sinh với đặc trưng hàm lượng zeolite cao, smectite hoàn toàn biến mất và kaolinite chỉ còn gặp ít trong phụ tập G-30 phản ánh đá đi vào giai đoạn thành đá giữa với nhiệt độ từ 90 - 150 °C.

- Cát kết được tích tụ trong môi trường quạt tam giác châu và sông trong các phụ tập G-5, G20-1 và G20-2 được đánh giá là đá chứa có triển vọng do có chiều dày tương đối lớn và tính liên thông theo phương ngang tốt. Tuy nhiên, cát kết tập G chủ yếu có độ rỗng kém đến rất kém do ảnh hưởng chủ yếu từ quá trình xi măng hóa, bị lấp đầy bởi các khoáng vật thứ sinh, đặc biệt là zeolite. Sự gia tăng nén ép, sắp xếp lại các hạt vụn là nguyên nhân thứ yếu, góp phần làm suy giảm độ rỗng của đá.

Tài liệu tham khảo

[1] PVEP POC, "Potential of clastic basement G sequence in Lac Da Vang discovery based on study of its characterization, Block 15-1/05, offshore Vietnam", 2012.

[2] PVEP POC, "Integration of characteristics of fault and fracture study in basement of Block 15-1/05, offshore Vietnam", 2012.

[3] Tập đoàn Dầu khí Việt Nam, *Địa chất và Tài nguyên Dầu khí Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2019.

[4] VPI, "Petrography report, 15-1/05-LDV-1X well", 2010.

[5] Robert L. Folk, *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill Publishing Company, Texas, 1980.

[6] VPI, "Petrography report, 15-1/05-LDV-3X well", 2011.

[7] VPI, "Petrography report, 15-1/05-LDV-2X well", 2011.

[8] Richard H. Worden and Sadoon Morad, *Clay mineral cements in sandstones*. Wiley-Blackwell, 2003. DOI: 10.1002/9781444304336.

[9] D.W. Houseknecht, "Assessing the relative importance of compaction processes and cementation to reduction of porosity in sandstones", *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, Vol. 71, No. 6, pp. 633 - 642, 1987.

[10] Peter A. Scholle and Darwin Spearing, *Sandstone depositional environments*. American Association of Petroleum Geologists, 1982. DOI: 10.1306/M31424.

IMPACTS OF LITHOLOGICAL CHARACTERISTICS, FACIES AND SEDIMENTARY ENVIRONMENTS ON THE RESERVOIR QUALITY IN G SEQUENCES, LAC DA XANH STRUCTURE, BLOCK 15-1/05, CUU LONG BASIN

Vu Thi Tuyen, Doan Thi Thuy, Nguyen Tan Trieu

Vietnam Petroleum Institute

Email: tuyenvt@vpi.pvn.vn

Summary

The presence of sedimentary rocks of G sequences in the LDX structure in Block 15-1/05, Cuu Long basin is a new discovery compared to previous studies on the geology and petroleum system in Block 15-1/05. The G sequences formations are temporarily named the Lac Da Vang formation, which is covered by Lac Da Nau formation (E sequences) and overlaid on granitoid and andesite - basalt intrusive of pre-Tertiary basement rocks. The studies on petrography, core and geophysical data of wells LDX-1X, LDX-2X and LDX-3X show that the G sedimentary rocks include interbeds of sandstone, siltstone, claystone/shale, and sedimentary rocks deposited in the alluvial fan, fan delta, braided fluvial and lacustrine environments. The reservoir quality of sedimentary rocks of G sequences is poor, due to the impact of the strong development of secondary minerals along with the burial compression process.

Key words: Lithology, sedimentary environment, secondary mineral, Lac Da Xanh structure, Cuu Long basin.