

# ĐẶC ĐIỂM CÁC THÀNH TẠO ĐÁ CARBONATE CHỨA DẦU KHÍ Ở VIỆT NAM

**Trần Khắc Tân<sup>1</sup>, Ngô Thường San<sup>1</sup>  
Nguyễn Xuân Phong<sup>2</sup>, Nguyễn Anh Đức<sup>2</sup>  
Trần Như Huy<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Hội Dầu khí Việt Nam  
<sup>2</sup>Tổng công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí  
Email: tantk2016@gmail.com

## Tóm tắt

**Lượng dầu khai thác trong đá carbonate trên thế giới hiện nay chiếm hơn 50%. Từ những năm đầu thế kỷ 20, các nhà địa chất Pháp đã phát hiện ra chất lỏng màu nâu trong các tinh hốc và khe nứt trên một dải đá vôi graphic hóa mỏng bị phá hủy mạnh thuộc móng uốn nếp Paleozoic khu vực Núi Lịch, tỉnh Yên Bái. Đến năm 1987, dòng dầu đầu tiên đã được khai thác ở độ sâu 2.270 - 2.275m từ các thành tạo đá carbonate tuổi Miocene ở giếng khoan ĐH-1X, bể Nam Côn Sơn với lưu lượng 3.280 thùng/ngày [1].**

***Trong những năm gần đây, Tập đoàn Dầu khí Việt Nam đã đẩy mạnh công tác tìm kiếm, thăm dò dầu khí trên toàn thềm lục địa Việt Nam và phát hiện các tích tụ dầu khí trong đối tượng chứa carbonate có tuổi từ Paleozoic đến Đê Tam.***

***Bài báo tổng kết đánh giá quy mô phân bố, vị trí địa tầng, nghiên cứu đặc tính chứa, các loại bẫy và tiềm năng dầu khí của các thành tạo đá carbonate chứa dầu khí ở Việt Nam, có ý nghĩa quan trọng trong việc định hướng công tác tìm kiếm và thăm dò dầu khí.***

**Từ khóa:** Thành tạo đá carbonate, Đê Tam, Paleozoic.

### 1. Đặc điểm địa tầng và diện phân bố các thành tạo đá carbonate chứa dầu khí

Các giếng khoan tìm kiếm thăm dò sâu hơn 4.500m ở các bể trầm tích Đệ Tam: Sông Hồng, Nam Côn Sơn, Phú Khánh, mở ra toàn bộ mặt cắt địa tầng trầm tích lục nguyên, carbonate chứa dầu khí (Hình 1). Đặc biệt, giếng khoan thăm dò HR-1X, HR-2X trong đá carbonate nứt nẻ và hang hốc có tuổi Paleozoic, Lô 106, ngoài khơi vịnh Bắc Bộ do nhà điều hành Petronas [2] thực hiện năm 2008 đã cho dòng dầu công nghiệp khoảng 4.859 thùng/ngày, mở ra một giai đoạn mới trong tìm kiếm dầu khí trong thành tạo đá vôi cổ chôn vùi dưới các thành tạo lục nguyên tuổi Cenozoic ở bể Sông Hồng sau hơn 100 năm phát hiện dầu thấm rỉ từ đá vôi tuổi D.e vùng Núi Lich tỉnh Yên Bái.

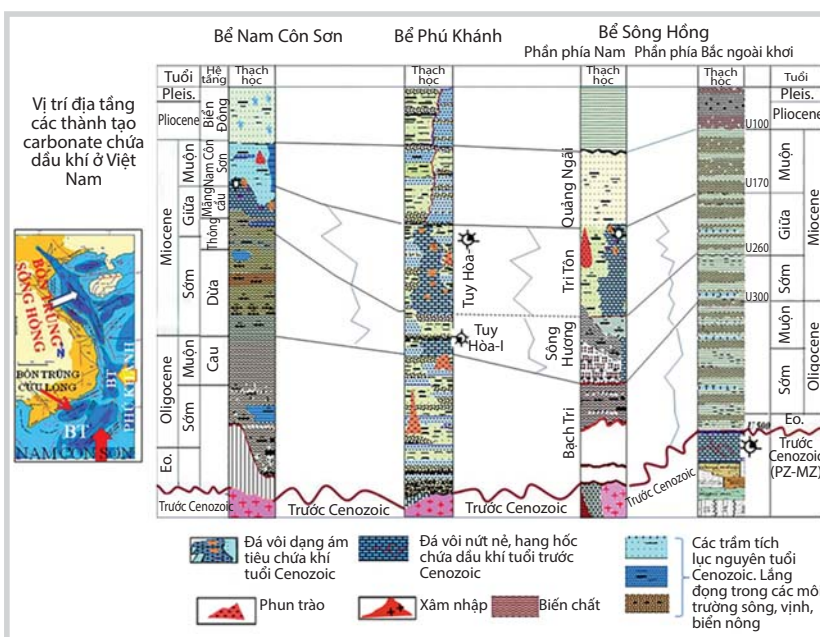
Các mỏ dầu khí chứa trong các thành tạo carbonate có tuổi Paleozoic và Cenozoic được thống kê ở Bảng 1:

- Mỏ Hàm Rồng, Yên Tử, Lô 102-106, bể Sông Hồng, phần ngoài khơi: dầu khí

được chứa trong các thành tạo carbonate nứt nẻ, hang hốc thuộc hệ tầng Bắc Sơn, Bãi Cháy tuổi Paleozoic, từ Devonian đến Permian.

- Mỏ dầu khí Lan Tây - Lan Đỏ, Đại Hùng, Lô 05-1, 06-1, bể Nam Côn Sơn thuộc hệ tầng Nam Côn Sơn, Măng Cầu - Thông, tuổi Miocene sớm - giữa đến muộn.

Các thành tạo carbonate chứa dầu khí được phát hiện trong quá trình khoan tìm kiếm thăm dò ở thềm lục địa Việt Nam được thống kê ở Bảng 2.



**Hình 1.** Minh họa địa tầng các bể trầm tích Đê Tam và các thành tạo carbonate chứa dầu khí ở thềm lục địa Việt Nam

**Bảng 1.** Thống kê các mỏ chứa dầu khí trong các thành tạo carbonate tuổi Paleozoic và Cenozoic ở ngoài khơi vịnh Bắc Bộ, bể Sông Hồng và bể Nam Côn Sơn

| Bể          |                     | Tuổi                |                         |             |                                | Mỏ dầu khí                |           |
|-------------|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|-----------|
|             |                     | Đệ Tam (Cenozoic)   |                         |             | Cổ sinh (Paleozoic)            |                           |           |
|             |                     | Miocene muộn        | Miocene giữa            | Miocene sớm | Devonian-Carboniferous-Permian | Mỏ                        | Lô        |
| Sông Hồng   | Phía Bắc ngoài khơi |                     |                         |             | Hệ tầng Bắc Sơn?               | Hàm Rồng, Yên Tử          | 102, 106  |
|             | Nam Sông Hồng       |                     | Hệ tầng Tri Tôn         | Sông Hương  |                                | Cá Voi Xanh               | 118       |
| Nam Côn Sơn |                     | Hệ tầng Nam Côn Sơn | Hệ tầng Măng Cầu, Thông |             |                                | Lan Tây - Lan Đỏ Đại Hùng | 06, 05.1b |

**Bảng 2.** Thống kê các thành tạo carbonate tuổi Paleozoic và Cenozoic được phát hiện chứa dầu khí trong quá trình khoan tìm kiếm thăm dò và vết lộ khảo sát

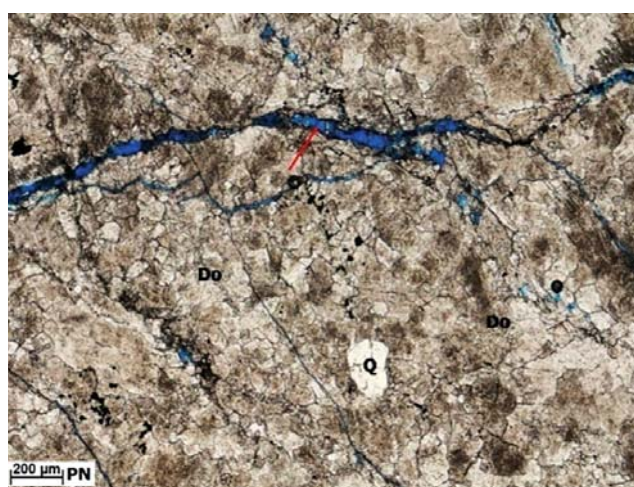
| Bể                                                  |                     | Tuổi                |                         |             |           |                                                           | Khu vực lô và giếng khoan biểu hiện dầu khí  |                         |
|-----------------------------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------|-----------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|
|                                                     |                     | Đệ Tam (Cenozoic)   |                         |             |           | Cổ sinh (Paleozoic)                                       |                                              |                         |
|                                                     |                     | Miocene muộn        | Miocene giữa            | Miocene sớm | Oligocene |                                                           |                                              |                         |
| Sông Hồng                                           | Phía Bắc ngoài khơi |                     |                         |             |           | Hệ tầng Bắc Sơn?<br>Núi Voi<br>Kiến An?                   | 106-HL-1X                                    | Khí                     |
|                                                     | Nam Sông Hồng       |                     | Hệ tầng Tri Tôn         | Sông Hương  |           |                                                           | 115-A-1X<br>117-STB-1X<br>119-CH-1X          | Khí                     |
| Phú Khánh                                           |                     | Hệ tầng Tuy Hòa     |                         |             |           |                                                           | 120-CS-1X<br>121-CM-1X<br>123-TH-1X          | Khí                     |
| Nam Côn Sơn                                         |                     | Hệ tầng Nam Côn Sơn | Hệ tầng Măng Cầu, Thông |             |           |                                                           | 03-PL-1X<br>DUA-1X<br>05B-TL-1X<br>06-HDB-1X | Khí và dầu              |
| Điểm lộ dầu Núi Lịch Yên Bái, phía Bắc bể Sông Hồng |                     |                     |                         |             |           | Hệ tầng Núi Lịch dưới D <sub>1</sub> ? - D <sub>2</sub> e |                                              | Dầu lỏng trong tinh hốc |

## 2. Thành phần thạch học và trầm tích đá carbonate chứa dầu khí

### 2.1. Các thành tạo carbonate chứa dầu khí tuổi Paleozoic

Kết quả nghiên cứu thành phần thạch học, phân loại đá carbonate mỏ Hàm Rồng - Yên Tử tuổi Paleozoic được thống kê ở Bảng 3. Các thành tạo carbonate bao gồm: dolomite, dolomite kết tinh, đá vôi waskestone, packstone.

Các đá carbonate giàu trùng lỗ (Fusiline) tảo, san hô và Echinoderm, phổ biến các loại đường khâu và bị nứt nẻ mạnh, đá bị biến đổi và thay thế một phần hoặc toàn bộ bởi các tinh thể calcite kích thước lớn, bị dolomite hóa [3]. Các đường khâu cũng bị biến đổi lấp đầy một phần silic, các thành tạo lục nguyên, phun trào (Hình 2). Các thể dolomite biến đổi tạo nên các độ rỗng dạng hang hốc và độ rỗng giữa các tinh thể. Quá trình biến đổi này một phần liên quan đến quá trình biến tiến và biến thoái và



**Hình 2.** Ảnh thạch học lát mỏng, mẫu vụn bùn khoan chiều sâu 359,99m, giếng khoan 106-HRN-1X: dolomite kết tinh. Đá chứa nhiều đường khâu và nứt nẻ (chiều mũi tên), Q: thạch anh, Do: dolomite, dưới nicol

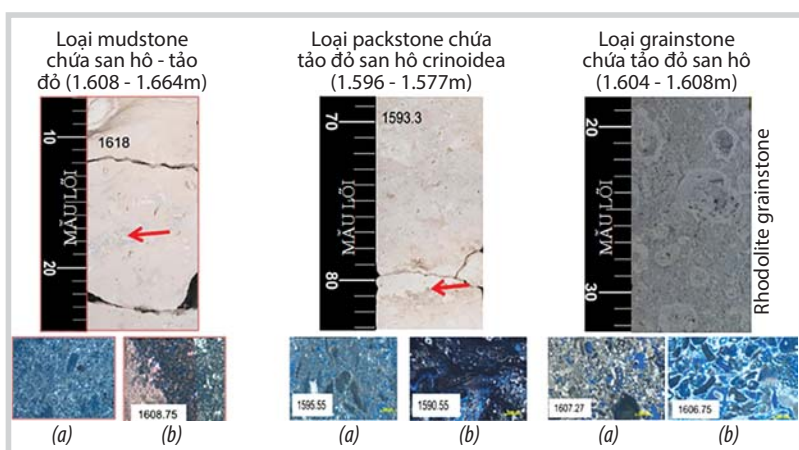
phần khác cũng có thể dolomite ở khu vực này liên quan đến các đới nước ngầm.

**Bảng 3.** Kết quả phân tích thạch học mẫu lát mỏng giếng khoan mỏ Hàm Rồng (PIVEP, 2014)

|        |            | Độ chọn lựa       |                 | Tham số cấu trúc |             |            | Thành phần khoáng vật (%) |           |            |          |          |           |                   |     |          |        |            |                     | Độ rỗng dưới kính |                               |                  |                  |                        |                         |          |               |        |          |                   |           |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------|------------|-------------------|-----------------|------------------|-------------|------------|---------------------------|-----------|------------|----------|----------|-----------|-------------------|-----|----------|--------|------------|---------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|------------------|------------------------|-------------------------|----------|---------------|--------|----------|-------------------|-----------|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Số mẫu | Độ sâu (m) | Phân loại đá      | Độ chọn lựa     |                  | Độ bão tròn | Cấu trúc   | Tiếp xúc giữa các hạt     | Khung hạt |            |          |          |           | Mảnh xương san hô |     |          |        | Nền vụn    |                     |                   | Xi măng và khoáng vật tự sinh |                  |                  |                        |                         | Giữa hạt | Giữa tinh thể | Nút nẻ | Hang hốc |                   |           |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |            |                   | Trung bình (Mz) | Độ chọn lựa      |             |            |                           | Thạch anh | K-Feldspar | Plagiocl | Kết hạch | Carbonate | Thạch anh         | Tảo | Trùng lỗ | San hô | Echinoderm | Mảnh vụn lục nguyên | Carbonate vi tinh | Vật liệu hữu cơ               | Dolomite vi tinh | Calcite chứa sắt | Calcite không chứa sắt | Dolomite không chứa sắt |          |               |        |          | Dolomite chứa sắt | Thạch anh | Pyrite/ Opaque |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 56     | 3.480,05   | Dolomite kết tinh |                 |                  |             | Nút nẻ kết | Bùn kết                   |           |            |          |          |           |                   |     |          |        |            |                     |                   |                               | 93,7             |                  |                        | 1,3                     | 1,0      |               |        |          |                   |           |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Bảng 4.** Thành phần thạch lát mỏng ở các điểm lộ của các thành tạo carbonate hệ tầng Núi Voi, Kiến An, tuổi Paleozoic (VPI, 2013)

| Mẫu<br>điểm<br>lộ | Vị<br>trí                  | Phân<br>loại<br>đá   | Tham số cấu trúc |             |             |                   |            | Thành phần khoáng vật %           |                   |     |            |          |                    |            |                               |                |          |        |          | Độ rỗng dưới kính |             |     |             |                            |
|-------------------|----------------------------|----------------------|------------------|-------------|-------------|-------------------|------------|-----------------------------------|-------------------|-----|------------|----------|--------------------|------------|-------------------------------|----------------|----------|--------|----------|-------------------|-------------|-----|-------------|----------------------------|
|                   |                            |                      | Kích cỡ hạt      |             |             | Độ<br>chọn<br>lựa | Độ<br>tròn | Tiếp<br>xúc<br>giữa<br>các<br>hạt | Mảnh xương san hô |     |            |          |                    |            | Xi măng và khoáng vật tự sinh |                |          |        |          |                   |             |     |             |                            |
|                   |                            |                      |                  |             |             |                   |            |                                   | Khung hạt         |     |            |          |                    |            |                               |                |          |        |          |                   |             |     |             |                            |
|                   |                            |                      | Trung<br>bình    | Lớn<br>nhất | Nhỏ<br>nhất |                   |            |                                   | Trùng<br>lỗ       | Tảo | Brachiopod | Bivalvia | Mảnh<br>vụn<br>vôi | Echinoderm | Calcite                       | Calcite<br>sắt | Dolomite | Sili/Q | Chlorite | Nguyên<br>sinh    | Thứ<br>sinh | Nhỏ | Hang<br>hốc | Giữa<br>các<br>tinh<br>thể |
| 6,1               | Núi<br>Voi -<br>Kiến<br>An | Dolomite<br>kết tinh | Nứt<br>nẻ        |             |             | Bùn<br>kết        |            |                                   |                   |     |            |          | 1,7                |            | 97,3                          |                |          |        | 0,3      | 0,7               |             |     |             |                            |
| 6,2               | Núi<br>Voi -<br>Kiến<br>An | Wackestone           | Nứt<br>nẻ        |             |             | Bùn<br>kết        | 2,0        | 3,3                               | 2,3               |     |            |          | 3,0                | 71         |                               | 12,7           |          |        |          | Vết               |             |     |             |                            |
| 6,3               | Núi<br>Voi -<br>Kiến<br>An | Dolomite<br>kết tinh | Nứt<br>nẻ        |             |             | Bùn<br>kết        |            |                                   |                   |     |            |          | 1                  |            | 98                            |                |          |        |          | Vết               |             |     |             |                            |


**Hình 3.** Ảnh lát mỏng các loại tảo đỏ (a) mảnh san hô (b) trong đá vôi mudstone, packstone, grainstone hệ tầng Tri Tôn, Sông Hương, mỏ khí Cá Voi Xanh, phía Nam bể Sông Hồng

Từ đặc trưng về cấu trúc, thành phần độ hạt chứng minh khá rõ các đá carbonate này thành tạo trong điều kiện dòng chảy năng lượng thấp tương ứng với môi trường thành tạo các đá vôi ám tiêu. Dựa trên sự có mặt các hóa đá Fusiline, Crinoidea, thành tạo carbonate được xác định có tuổi từ Carboniferous đến Permian. Thành phần thạch học và các đặc tính chứa của các đá vôi trên được quan sát và nghiên cứu so sánh trên các thành tạo đá carbonate trên bề mặt. Bảng 4 thể hiện thành phần thạch học lát mỏng và các đặc tính nứt nẻ, độ rỗng trên các mẫu vết lộ hệ tầng Núi Voi, Kiến An tuổi Carboniferous - Permian.

## 2.2. Thành phần thạch học trầm tích các đá carbonate chứa dầu khí tuổi Cenozoic

Các giếng khoan tìm kiếm, thăm lường ở các khu vực phía Nam bể Sông Hồng, Phú Khánh [4], Nam Côn Sơn đã khoan qua các thành tạo carbonate chứa dầu khí có tuổi Cenozoic. Các thành tạo carbonate trong các hệ tầng: Sông Hương, Tri Tôn, Tuy Hòa, Thông, Măng Cầu, Nam Côn Sơn chủ yếu có 2 loại chính: đá vôi, dolomite [5].

- Đá vôi bao gồm các loại mudstone, wackestone, grainstone chứa trùng lỗ, tảo, rhodolite, đá có màu trắng, xám vàng sẫm, nâu và xám tối.

Cấu trúc khối, đôi chỗ phân lớp mỏng, độ cứng từ mềm đến rắn chắc. Kiến trúc từ vi tinh - kết tinh đến ẩn tinh, có nơi tái kết tinh mạnh, chứa pyrite, đôi chỗ bị dolomite hóa.

- Dolomite màu nâu, nâu sáng, màu sữa bị dolomite hóa. Thành phần đá chủ yếu là tảo và trùng lỗ tỷ lệ dolomite tăng dần theo chiều sâu.

Hình 3 là mẫu lõi đá vôi mudstone, packstone, grainstone rhodolite chứa tảo đỏ, san hô - ở độ sâu 1.596 - 1.664m, với các đặc điểm: Độ lựa chọn từ trung bình đến kém, kích cỡ hạt từ nhỏ - đến trung bình, loại tảo đỏ - trùng lỗ phổ biến với số lượng lớn.

## 3. Đặc điểm chứa dầu khí của các thành tạo đá carbonate

Đến nay, còn nhiều quan điểm chưa thống nhất về phương pháp đánh giá các tham số mỏ cũng như các tính chất thạch vật lý tầng chứa: độ rỗng, độ thấm nứt nẻ trong các đá carbonate chứa sản phẩm. Điều phức tạp trong việc đánh giá khả năng chứa sản phẩm của các thành tạo đá carbonate nứt nẻ liên quan đến các thành tạo có dăm kết, sự rò rỉ sản phẩm hoặc lấp đầy khe nứt, đặc biệt có rất ít tư liệu về các hang động karst cổ.

Độ rỗng, độ thấm trong đá vôi và dolomite được thành tạo do tổng hợp các quá trình biến đổi từ khi trầm tích đến khi

**Bảng 5.** Đặc tính chứa các thành tạo đá carbonate nứt nẻ, giếng khoan 106-HRN-1X theo tài liệu phân tích ảnh thành giếng khoan (FMI), PVEP 2014

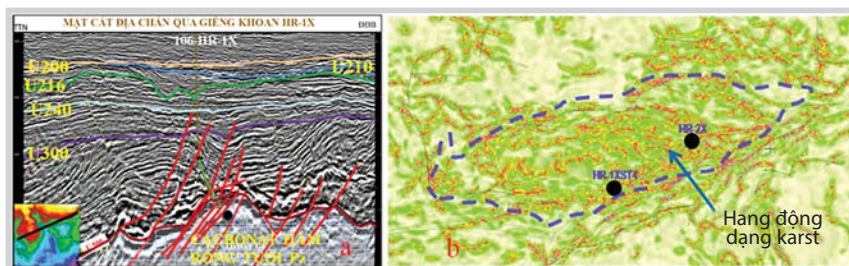
| Độ sâu nóc (m) | Độ sâu đáy (m) | Đới nứt nẻ | Độ dày (m) | Góc nghiêng chính | Đường phương | Phương vị đường phương | Phân loại mật độ nứt nẻ (theo Den.) | Mật độ nứt nẻ cao nhất (theo Den.) | Mật độ nứt nẻ trung bình (theo Den.) | Độ rỗng, độ thấm trung bình (theo p.p STAR-HD) | Độ rỗng thứ sinh (theo p.p STAR-HD) | Độ rỗng trung bình (theo Den Neu) | Độ thấm trung bình theo p.p hấp thụ sóng (mD) |
|----------------|----------------|------------|------------|-------------------|--------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|
| 3.859,85       | 3.874,37       | 1          | 14,52      | 52                | 245          | BTB - NĐN              | Trung bình - cao                    | 8                                  | 6                                    | Không dữ liệu                                  | Không dữ liệu                       | Không dữ liệu                     | Không dữ liệu                                 |
| 3.848,88       | 3.859,85       | 2          | 10,57      | 42                | 283          | BTB - NTN              | Trung bình                          | 5                                  | 4,3                                  | 0,0142                                         | 0,0033                              | 0,0148                            | 20,3316                                       |
| 3.819,83       | 3.848,88       | 3          | 29,05      | 57                | 244          | NTN - NĐN              | Trung bình - cao                    | 8                                  | 6,8                                  | 0,0091                                         | 0,0019                              | 0,0095                            | 0,0316                                        |
| 3.807,65       | 3.819,83       | 4          | 12         | 53                | 275          | BTB - NTN              | Trung bình                          | 6                                  | 5,5                                  | 0,0144                                         | 0,0027                              | 0,0179                            | 0,0276                                        |
| 3.751,94       | 3.807,65       | 5          | 55,71      | 66                | 243          | ĐB - TN                | Thấp                                | 4                                  | 2,6                                  | 0,0142                                         | 0,0018                              | 0,0136                            | 1,4360                                        |
| 3.639,93       | 3.751,94       | 6          | 112,01     | 49                | 228          | TB - ĐN                | Thấp - trung bình                   | 5                                  | 4,1                                  | 0,0135                                         | 0,0023                              | 0,0143                            | 0,9655                                        |
| 3.617,93       | 3.639,93       | 7          | 22         | 79                | 284          | ĐB - TN                | Thấp                                | 4                                  | 2,7                                  | 0,0117                                         | 0,0027                              | 0,0140                            | 0,5241                                        |
| 3.607,63       | 3.617,93       | 8          | 10,30      | 45                | 240          | BTB - NTN              | Trung bình                          | 5                                  | 4,5                                  | 0,0071                                         | 0,0019                              | 0,0079                            | 0,0393                                        |
| 3.438,25       | 3.607,63       | 9          | 169,38     | 24                | 204          | Đ - T                  | Trung bình                          | 6                                  | 3,8                                  | 0,0203                                         | 0,0029                              | 0,0352                            | 0,6157                                        |

chôn vùi và phơi bày trên mặt [6, 7]. Hệ thống độ rỗng trong các đá carbonate đa dạng, gồm cả lỗ hổng nguyên sinh và thứ sinh. Độ rỗng có thể trùng hoặc không trùng hợp với tướng môi trường trầm tích. Hệ thống này cũng có thể được phát triển lưu thông nhưng cũng có thể bị bịt kín trong giai đoạn về sau theo lịch sử phát triển địa chất.

### 3.1. Kết quả nghiên cứu các khe nứt - đứt gãy và tham số chứa qua giếng khoan Hàm Rồng, Núi Lịch tuổi Paleozoic

- Các giếng khoan tìm kiếm thăm dò HR-1X, HR-2X, YT-1X, YT-2X, HRN-1X, HRD-1X đã phát hiện dầu khí trong các thành tạo carbonate nứt nẻ, hang hốc với lưu lượng lớn. Để đánh giá trữ lượng mỏ, Petronas và PVEP [8] đã tiến hành phân tích các hình ảnh ghi được trong quá trình khoan và sử dụng phần mềm chuyên dụng để phân tích hệ thống nứt nẻ, vi đứt gãy, hệ thống hang động dạng karst trong thành giếng khoan Hàm Rồng và Yên Tử.

Phân tích chi tiết từ các biểu đồ các nứt nẻ và đứt gãy của mỗi đới cấu trúc



**Hình 4.** Mặt cắt địa chấn qua cấu tạo Hàm Rồng (a). Các hang động dạng karst phân bố khu vực mỏ Hàm Rồng (màu nâu) theo phân tích biên độ địa chấn (b), PVEP, 2005

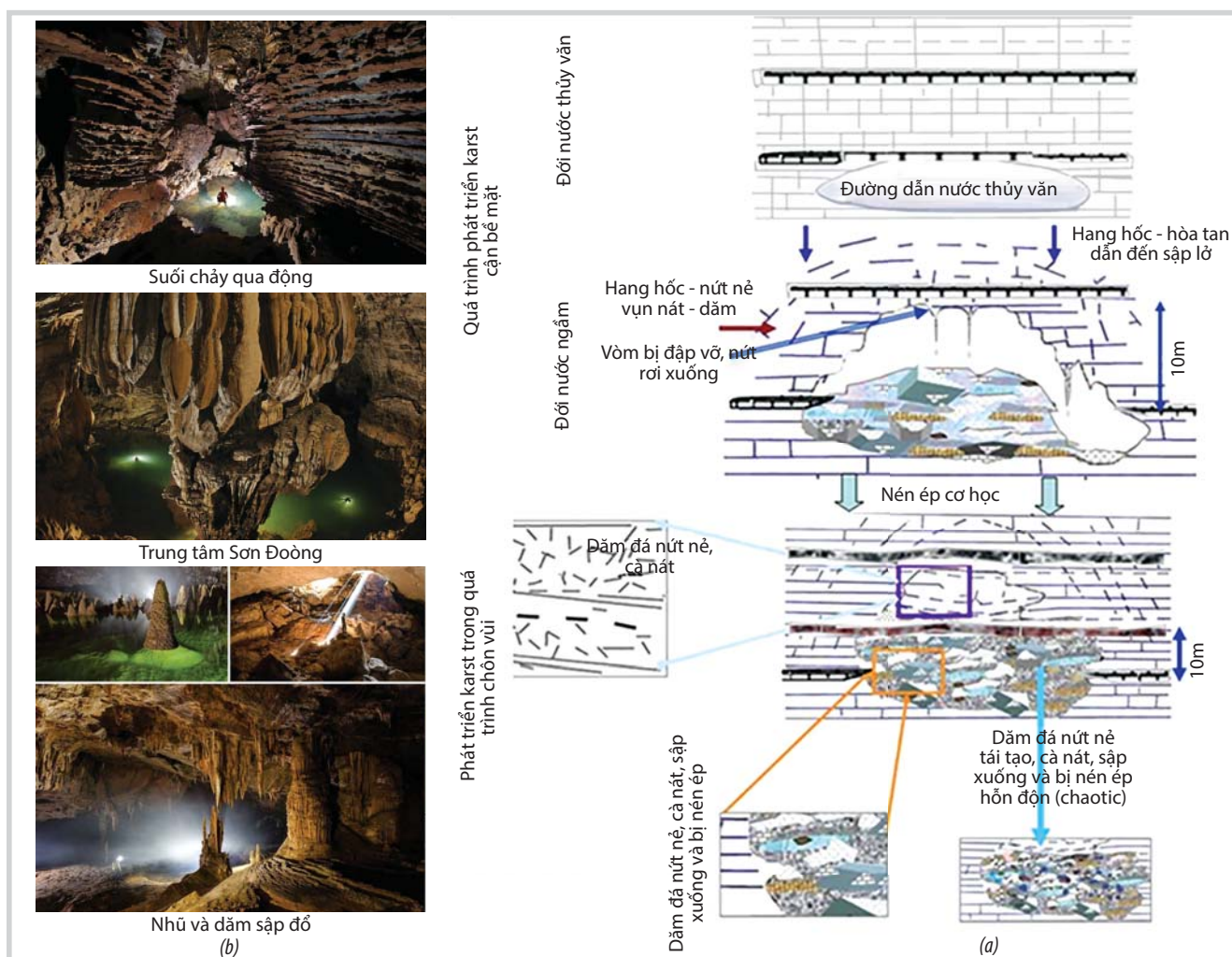
theo tài liệu ảnh thành giếng khoan (FMI) của các giếng khoan HRN-1X, HRD-1X cho 2 hướng phương vị chung: Tây Bắc - Đông Nam và Đông Bắc - Tây Nam qua khoảng chiều sâu nghiên cứu. Mật độ nứt nẻ được tính toán theo phương trình Terzhagi.

Bảng 5 là kết quả minh giải hệ thống khe nứt trong đá carbonate chứa khí, mỏ Hàm Rồng Lô 106, bể Sông Hồng. Trong khoảng chiều sâu từ 3.438,25m đến 3.859,85m giếng khoan 106-HRN-1X, minh giải được 9 đới nứt nẻ, độ dày trung bình của các đới thay đổi từ 10 - 169m, góc nghiêng từ 24 - 79° và các tham số độ rỗng trung bình của các đới nứt nẻ.

- Độ mở của khe nứt được tính dọc theo thành giếng khoan.
- Dấu hiệu độ thấm theo phương pháp hấp thụ năng lượng được minh giải từ siêu âm lượng cực kể từ đỉnh thành tạo carbonate đến đáy giếng khoan.

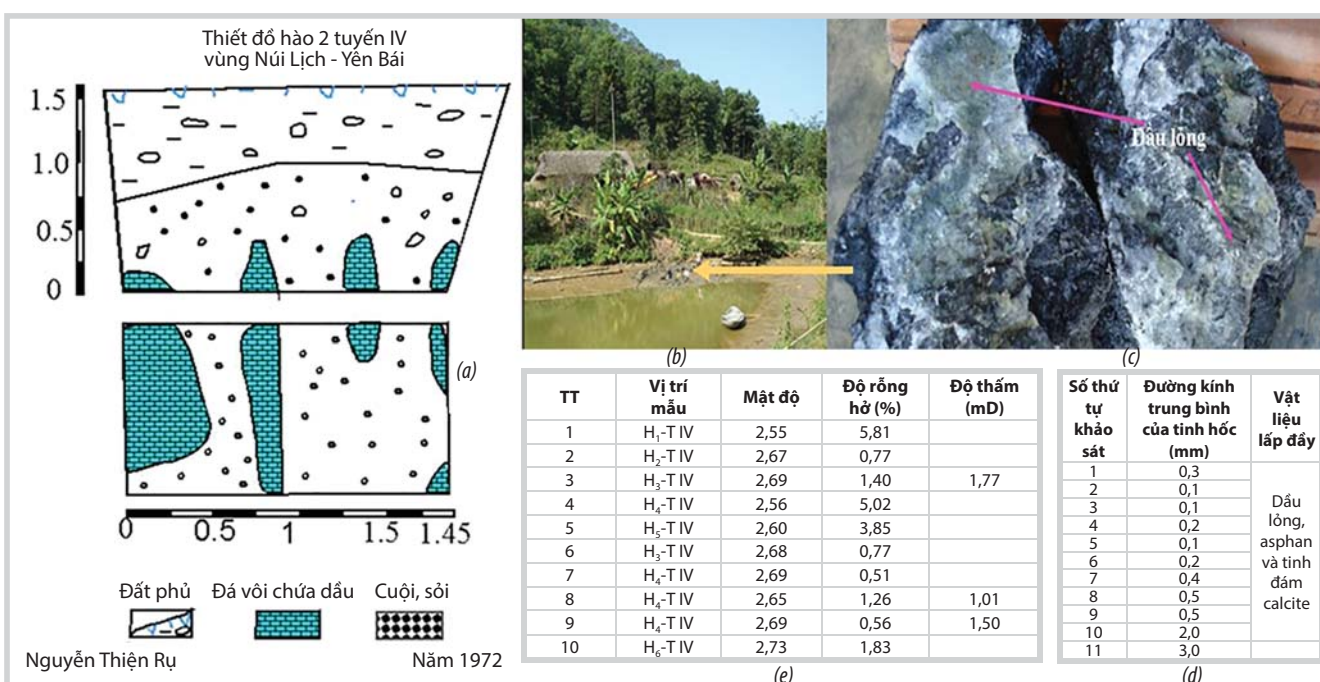
Hình 4 là mặt cắt địa chấn qua cấu tạo Hàm Rồng, thành tạo đá carbonate chứa dầu khí (a) tuổi Paleozoic ở giếng khoan 106-HR-1X và bản đồ minh họa diện phân bố các hang động dạng karst qua phân tích biên độ địa chấn (b).

Theo thống kê từ các công trình nghiên cứu trên thế giới cho thấy trữ lượng và sản lượng khai thác dầu khí trong các thành tạo đá carbonate dạng



Hình 5. Phác họa quá trình hình thành và biến đổi thành phần trong một hang động karst (a) ở các khu vực liên với nước trên mặt và nước ngầm (theo Loucks, 1999).

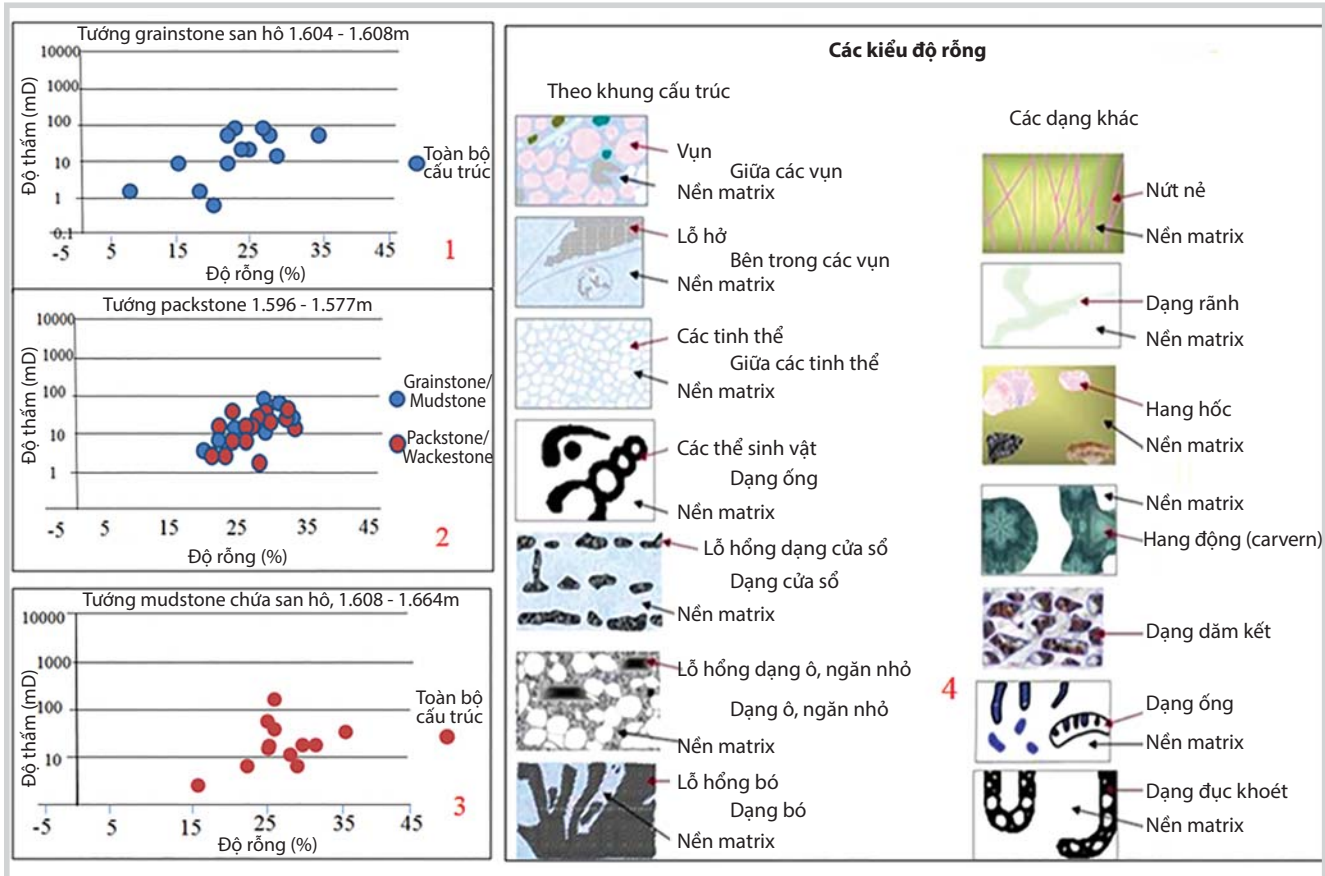
Các minh chứng quá trình tạo hang động và cột nhũ sập đổ trong hang Sơn Đoòng, Quảng Bình (b)



Hình 6. Thiết kế hào (a), (b) đào Ngòi Ấc, đá vôi chứa dầu lỏng ở tinh hốc và khe nứt (c), asphan, dầu lỏng lấp đầy khe nứt (d) độ rỗng và độ thấm đá vôi phân tích các mẫu lấy ở các hào (e)

**Bảng 6.** Độ rỗng và độ thấm trong các loại đá vôi ở mỏ Cá Voi Xanh, Lan Tây - Lan Đỏ

| Mỏ               | Đá vôi                   |                           |                            |                            |
|------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                  | Mudstone $\Phi/K$ (%/mD) | Packstone $\Phi/K$ (%/mD) | Wackestone $\Phi/K$ (%/mD) | Grainstone $\Phi/K$ (%/mD) |
| Cá Voi Xanh      | 26,1/55,5                | 26,5/28,5                 | 26,5/28,5                  | 32,9/123                   |
| Lan Tây - Lan Đỏ | 29,3/270                 | 34,4/133                  | 26/233                     | 27,8/102                   |

**Hình 7.** Mối tương quan giữa độ rỗng và độ thấm (1, 2, 3) carbonate chứa khí hệ tầng Tri Tôn và các loại cấu trúc bên trong của đá (4)

địa hình karst chiếm tỷ trọng khá lớn trong số các thành tạo đá chứa khác. Tỷ lệ này chiếm khoảng 11% trong tổng trữ lượng dầu khí tiềm năng chứa trong đá lục nguyên và đá carbonate. Đá chứa trong các thành tạo carbonate dạng karst được hình thành ở các địa hình chôn vùi dưới một hay nhiều bất chỉnh hợp địa tầng và bất chỉnh hợp góc với nhiều loại bẫy khác nhau.

Hình 5 thể hiện khái niệm hình thành các hang động karst và quá trình sập lở, tạo nên các đá dăm do nén ép cơ học và các hoạt động kiến tạo của Loucks công bố năm 1999 (a). Kích thước các khối đá dăm hỗn độn này có khi đạt tới 15 - 18m. Khoảng trống giữa các mảnh vụn, dăm được lấp đầy từng phần hoặc toàn bộ các vật liệu trong khối carbonate vỡ vụn rơi xuống hoặc theo các nguồn nước ngầm vận chuyển đến. Hình ảnh hang Sơn Đoòng (b) tỉnh Quảng Bình minh họa một phần quá trình trên.

Độ rỗng và độ thấm trung bình cao hơn nhiều lần so với các thành tạo đá chứa carbonate không có dạng địa hình karst.

Các thể đá chứa dạng karst có thể được nghiên cứu và thăm dò theo nhiều phương pháp khác nhau: địa chất trên mặt, địa chất dưới sâu, địa chấn khu vực, khoan thăm dò, địa vật lý giếng khoan.

- Tại vùng Núi Lịch [8] gặp nhiều biểu hiện dầu lỏng, asphan trong các tinh hốc, khe nứt của đá vôi màu xám đen, đá vôi màu xám trắng. Khe nứt lấp đầy calcite màu trắng (khoáng vật phân bố chủ yếu trong các loại đá vôi ngậm dầu). Mật độ khe nứt tập trung nhiều trong loại đá vôi dạng dải và thấu kính màu xám đen. Hình 7 là ảnh mẫu lấy từ hào đào số II, chân Núi Lịch, minh chứng các khe nứt hờ chứa các tinh đám calcite, có chứa dầu lỏng (c). Kết quả nghiên cứu mật độ, kích thước của khe nứt trên 1cm<sup>2</sup>, độ rỗng độ thấm (e, d).

Tại hào 1 tuyến III, hào 1, 2, 3 tuyến IV, hào 4 tuyến V, đều gặp đá carbonate chứa dầu nhờn, quánh, màu nâu đen trong các loại khe nứt và tinh hốc khác nhau.

Khe nứt lấp đầy dầu lỏng màu nâu, nâu vàng, mặt khe nứt lồi lõm có dạng gặm mòn. Trong các khe nứt hở dầu tạo thành những màng mỏng có màu nâu, để dưới ánh sáng mặt trời một thời gian dầu bị oxy hóa và để lại những vết bám màu nâu đen. Trong đá vôi còn gặp nhiều tinh hốc có hình dạng tròn, bầu dục. Đây là lỗ hổng thứ sinh, do hiện tượng hòa tan tạo nên.

### **3.2. Đặc điểm chứa của các thành tạo đá carbonate ở mỏ khí Cá Voi Xanh, Lan Tây - Lan Đỏ, tuổi Cenozoic**

Các kiểu độ rỗng, sự phát triển độ rỗng trong đá vôi và dolomite đã được nghiên cứu, đề cập đến, đặc biệt trong các công trình đánh giá khả năng chứa dầu khí của các thành tạo này. Nghiên cứu hệ thống độ rỗng trong các thành tạo đá carbonate phức tạp hơn nhiều so với các thành tạo đá cát kết chứa dầu khí.

Khu vực phía Nam vịnh Bắc Bộ, đá carbonate Đà Nẵng phát triển chính ở phạm vi đới nâng Tri Tôn. Thành phần đá carbonate chủ yếu là đá vôi ám tiêu san hô đa tướng. Trong phụ bản Huế loại đá carbonate dạng ám tiêu phát triển ít hơn và khả năng chứa kém. Đá carbonate chứa khí Đà Nẵng gồm 2 loại chính:

- Đá dolomite màu nâu, nâu sáng, màu sữa. Thành phần đá chủ yếu là tảo và trùng lỗ. Tỷ lệ dolomite tăng dần theo chiều sâu;

- Đá vôi bao gồm sự xen kẽ mudstone, wackestone, packstone san hô, wackestone, grainstone chứa trùng lỗ và tảo, rhodoid binstone, đá có màu trắng, xám vàng sẫm, nâu và xám tối. Cấu trúc khối, đôi chỗ phân lớp mỏng, độ cứng từ mềm đến cứng, rắn chắc. Kiến trúc từ vi tinh - kết tinh đến ẩn tinh, có nơi tái kết tinh.

Độ rỗng và độ thấm trong các loại đá vôi giàu san hô ở 2 mỏ thay đổi rất lớn theo các kiểu cấu trúc, sắp xếp kiểu hang hốc trong khối đá vôi (Bảng 6).

Hình 7 là kết quả nghiên cứu mối quan hệ giữa độ rỗng và độ thấm (1, 2, 3) theo từng loại cấu trúc qua phân tích thạch học lát mỏng (4) ở các giếng khoan mỏ khí Cá Voi Xanh.

### **4. Kết luận và trao đổi**

- Đá carbonate là một trong ba thành tạo chứa dầu khí và được tìm kiếm thăm dò trên lãnh thổ Việt Nam, số

lượng mỏ đưa vào khai thác chưa nhiều nhưng tiềm năng phát hiện mỏ mới rất lớn.

- Các mỏ dầu khí chứa trong các thành tạo carbonate có tuổi Paleozoic và Cenozoic, trong các bể Sông Hồng trên đất liền và ngoài khơi, bể Nam Côn Sơn.

- Thành phần thạch học và trầm tích đá carbonate chứa dầu khí tuổi Paleozoic, bao gồm đá dolomite, dolomite kết tinh, các loại đá vôi wackestone, packstone, giàu trùng lỗ, san hô và Echinoderm, phổ biến các loại đường khâu và bị nứt nẻ mạnh.

- Các thành tạo carbonate trong các hệ tầng: Sông Hương, Tri Tôn, Tuy Hòa, Thông, Măng Cầu, Nam Côn Sơn tuổi Cenozoic chủ yếu có 2 loại chính: đá vôi, dolomite.

- Phân tích hệ thống nứt nẻ, vi đứt gãy, hệ thống hang động dạng karst trong thành giếng khoan Hàm Rồng và Yên Tử tuổi Paleozoic, có thể chia thành 9 đới nứt nẻ, độ rỗng trung bình từ 0,013 - 0,036%, độ thấm trung bình từ 0,316 - 20,3316mD.

- Các thành tạo đá vôi có tuổi Paleozoic, Mesozoic được chôn vùi dưới các trầm tích tuổi Cenozoic ở khu vực phía Bắc bể Sông Hồng và các khu vực thềm Tây Nam Cà Mau với sự tồn tại các thành tạo đá carbonate Hà Tiên nứt nẻ, hang động tuổi Paleozoic là các đối tượng cần được nghiên cứu và tìm kiếm thăm dò trong thời gian tiếp theo.

- Các đặc điểm trầm tích, tính chất chứa, mức độ lưu thông chất lỏng trong các thành tạo đá carbonate, đặc biệt trong đá dolomite rất đa dạng đòi hỏi kết hợp nhiều phương pháp mới để nghiên cứu đánh giá và thiết kế khai thác.

### **Tài liệu tham khảo**

1. Nguyễn Du Hưng và nnk. *Báo cáo tính trữ lượng dầu khí mỏ Đại Hùng*. 2005.
2. Petronas Vietnam. *"HR-2X 8.5" carbonate section wireline logging data*. PVEP. 2012.
3. Bui Thi Ngoc Phuong và nnk. *Petrography report wells: 106-HR-1X, HR-1X-ST3, HR-1X-ST4, offshore Vietnam*. Ho Chi Minh City. 2009.
4. Lê Văn Dung và nnk. *Báo cáo minh giải tài liệu vật lý 2D và đánh giá cấu trúc địa chất bể Phú Khánh*. Viện Dầu khí Việt Nam. 2005.
5. Trần Khắc Tân, Ngô Thường San, Vũ Ngọc Diệp. *Địa tầng phân tập carbonate và tiềm năng dầu khí*. 2013 - 2014.

6. S.J.Mazzullo, H.H.Rieke, G.V.Chilingarian. *Carbonate reservoir characterization: A geologic-engineering analysis, part I*. Elsevier Science. 1992; 30.

7. S.J.Mazzullo, H.H.Rieke, G.V.Chilingarian. *Carbonate reservoir characterization: A geologic-engineering analysis, part II*. Elsevier Science. 1996; 44.

8. Baker Hughes. *Geological and petrophysical interpretation of HRN-1X 6-inch section*. PVEP. 2014.

9. Trần Khắc Tân, Phạm Huy Tiến và nnk. *Cấu trúc địa chất và đặc điểm các trầm tích sinh, chứa dầu vùng Núi Lịch, Yên Bái*. 1977.

## Characteristics of carbonate formations containing oil and gas in Vietnam

Tran Khắc Tân<sup>1</sup>, Ngo Thuong San<sup>1</sup>  
 Nguyen Xuan Phong<sup>2</sup>, Nguyen Anh Duc<sup>2</sup>, Tran Nhu Huy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vietnam Petroleum Association

<sup>2</sup>Petrovietnam Exploration Production Corporation

Email: tantk2016@gmail.com

### Summary

**Nowadays, more than 50% of oil in the world are produced from carbonate rocks. In the early 20<sup>th</sup> century, French geologists discovered brown liquid in crystal cavities and fissures on a thin strip of strongly deformed graphitised limestone belonging to the Paleozoic folded basement of Nui Lich mountain, Yen Bai province. In 1987, the first oil was produced with 3,280barrels/day at 2,270 - 2,275m depth from the Miocene carbonate formation of DH-1X well, Nam Con Son basin, offshore Vietnam.**

**In recent years, the Vietnam Oil and Gas Group has accelerated petroleum exploration and production on the entire continental shelf of Vietnam. The result is a series of oil and gas discoveries in Carboniferous - Permian to Miocene carbonate rocks. The paper evaluates the distribution, stratigraphic position, reservoir characteristics, trap types and petroleum potential of carbonate formations containing oil and gas in Vietnam, which help to orientate hydrocarbon prospecting and exploration activities.**

**Key words:** Carbonate formation, Cenozoic, Paleozoic.