

OME-1 – CHƯƠNG TRÌNH ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP LOPATIN ĐỂ ĐÁNH GIÁ ĐỘ TRƯỞNG THÀNH CỦA VẬT CHẤT HỮU CƠ TRONG ĐÁ MẸ

My Tiến Thắng⁽¹⁾, Hồ Trọng Long⁽²⁾

⁽¹⁾Công ty Thăm dò và Khai thác Dầu khí (PVEP), ⁽²⁾Trường ĐH Bách Khoa – ĐHQG-HCM
(Bài nhận ngày 04 tháng 08 năm 2003)

TÓM TẮT: Phương pháp địa hóa đã được áp dụng rộng rãi trong công tác thăm dò dầu khí và đã được chứng minh tính hiệu quả qua nhiều giai đoạn thăm dò, đặc biệt là trong giai đoạn đầu khi chưa có giếng khoan.

Độ trưởng thành của đá mẹ phụ thuộc vào nhiều yếu tố nhưng thời gian và nhiệt độ là hai yếu tố chính. Lopatin đã đưa ra một phương pháp đơn giản qua đó có thể khảo sát ảnh hưởng của thời gian và nhiệt độ trong việc tính toán mức độ trưởng thành của vật chất hữu cơ trong các tập trầm tích.

Bằng cách sử dụng phương pháp Lopatin, chúng tôi xây dựng một phần mềm mang tên OME-1 để đánh giá độ trưởng thành của vật chất hữu cơ. Chương trình này đặc biệt ưu điểm đối với những vùng có độ biến thiên lớn về độ sâu nước biển và gradient địa nhiệt. Hơn nữa, chương trình có thể tính liên tục dựa trên các điểm nổ dọc theo các tuyến địa chấn, mô hình địa chất – địa hóa vì vậy cũng được thay đổi theo từng điểm tính và kết quả có thể xác định được của số và thời gian tạo dầu, khí. Kết quả này cũng có thể được dùng để vẽ các bản đồ phân bố độ trưởng thành của đá mẹ trong vùng nghiên cứu.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Hiện nay có rất nhiều phương pháp tính toán độ trưởng thành vật chất hữu cơ của đá mẹ. Có thể kể đến là Lopatin (1971) [3], LOM (Hood và nnk - SHELL, 1975) [3], Tissot-Espitalié (1975) [3], Gulf (Toth và nnk, 1983) [3] và các phương pháp nội bộ ở các công ty không công bố.

Theo Lopatin, thời gian và nhiệt độ là hai yếu tố quan trọng trong quá trình thành tạo và bảo tồn hydrocacbon. Năm 1971, ông đã công bố một phương pháp đơn giản qua đó có thể khảo sát ảnh hưởng của thời gian và nhiệt độ trong việc tính toán độ trưởng thành nhiệt của vật chất hữu cơ trong trầm tích. Phương pháp này cho phép tiên đoán được vị trí và thời gian hydrocarbon được sinh ra. Cũng từ phương pháp này ông đã đưa ra chỉ số TTI (Time-Temperature Index) thể hiện mối tương quan giữa thời gian và nhiệt độ trong sự trưởng thành vật chất hữu cơ trong đá mẹ.

LOM (Level of Organic Metamorphism) là một phương pháp được phát triển bởi công ty dầu khí Shell (Hood và nnk, 1975 [3]). Trong phương pháp này, các giá trị LOM được tính toán dựa vào thời gian mà đá bị phân hủy hết trong khoảng 15°C của nhiệt độ bề mặt cổ tối đa, thời gian này và giá trị nhiệt độ sau đó được dùng để tính LOM trên toán đồ. LOM ưu điểm hơn Lopatin ở chỗ tính toán đơn giản, không cần xây dựng đường cong lịch sử chôn vùi, chính vì vậy LOM đã đơn giản hóa ảnh hưởng của nhiệt độ lên độ trưởng thành vật chất hữu cơ. Trong nhiều trường hợp thì giả thiết này có thể chấp nhận được, tuy nhiên trong những trường hợp khác thì không thể chấp nhận. Hơn nữa, phương pháp LOM không đánh giá được timing (mối tương quan về độ trưởng thành của đá mẹ với thời điểm hình thành bấy) trong sự sinh thành vật chất hữu cơ.

Phương pháp được công bố sớm nhất để tính toán các khoảng sinh hydrocarbon là phương pháp của Tissot (1969) [3], Tissot và Espitalié (1975) [3] được phát triển tại Viện dầu khí Pháp. Mô hình Tissot-Espitalié mang tính toán học cao và khó sử dụng. Một trong những điểm yếu chính của mô hình này là các dữ liệu địa chất đầu vào ít, vì vậy không tận dụng được đường cong lịch sử chôn vùi. Thứ hai, việc tính toán sử dụng mô hình này sẽ cho kết quả nhiệt độ cao hơn và thời gian địa chất lâu hơn cho sự thành tạo dầu so với các phương pháp khác, dẫn đến đánh giá thấp độ trưởng thành vật chất hữu cơ.

Trong thực tế, chúng ta rất khó lựa chọn một phương pháp thích hợp nhất để đánh giá độ trưởng thành vật chất hữu cơ, tất cả các phương pháp trên đều cho kết quả gần đúng. Tuy nhiên, chúng tôi chọn phương pháp Lopatin cho chương trình OME-1 vì tính phổ biến hiện nay và phương pháp này đã kiểm chứng qua tài liệu các giếng khoan và được đánh giá là khá tin cậy qua nhiều giai đoạn thăm dò ở Việt Nam.

2. CHƯƠNG TRÌNH OME-1

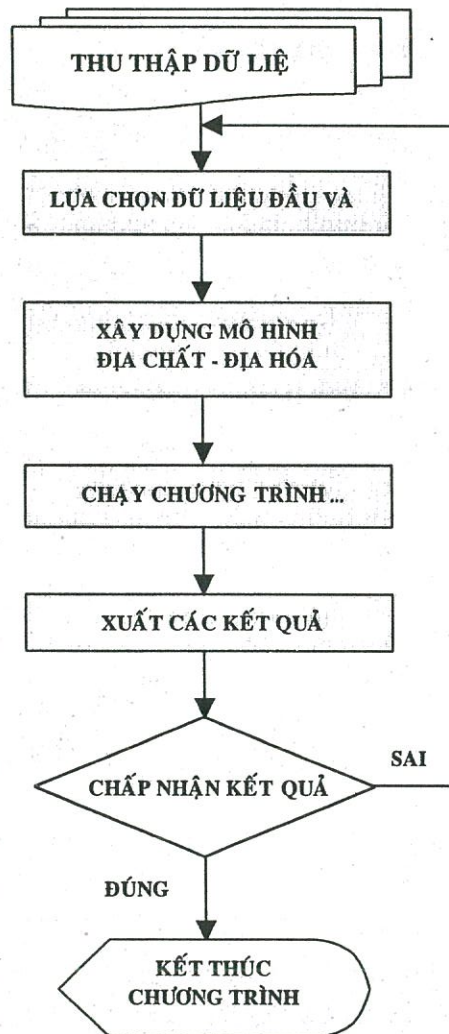
OME-1 là chương trình tính toán các thông số địa hóa viết bằng ngôn ngữ Visual Basic được xây dựng trên cơ sở phương pháp của N.V. Lopatin để đánh giá mức độ trưởng thành vật chất hữu cơ. Hình 1 là sơ đồ tính toán của chương trình.

Theo phương pháp này, việc tính toán mức độ trưởng thành của vật chất hữu cơ được tiến hành bằng cách xác định giá trị chỉ số thời gian nhiệt độ TTI và giá trị phản xạ vitrinite R_o tại từng vị trí, thường là vị trí giếng khoan.

Mô hình bề 1D sử dụng phần mềm OME-1 cũng tiến hành tương tự nhưng cho phép tính hàng loạt các giá trị R_o tại các vị trí giếng khoan hoặc các điểm nổ dọc theo tuyến địa chấn một cách nhanh chóng. Đây chính là ưu điểm của OME-1 so với các chương trình khác như BSS (Basin Study System) của Japan Exploration Company và JGI chỉ tính được cho từng điểm (giếng khoan hoặc điểm nổ địa chấn). Hơn nữa, OME-1 còn cho phép xét đến sự thay đổi của gradient địa nhiệt theo từng khoảng độ sâu khác nhau và ảnh hưởng của nhiệt độ đáy biển, đặc biệt là những khu vực ở Việt Nam có độ biến thiên mực nước biển lớn dẫn đến nhiệt độ đáy biển thay đổi lớn, ảnh hưởng đến quá trình tính toán.

Theo OME-1, mô hình địa chất – địa hóa được thiết lập dựa trên các giá trị đầu vào là:

- Tuổi địa chất của các tầng.
- Độ sâu chôn vùi hiện tại của mỗi tầng.
- Nhiệt độ đáy biển.
- Gradient địa nhiệt tương ứng với từng khoảng độ sâu (nếu có sự biến đổi).



Hình 1: Sơ đồ tính toán của chương trình OME-1.

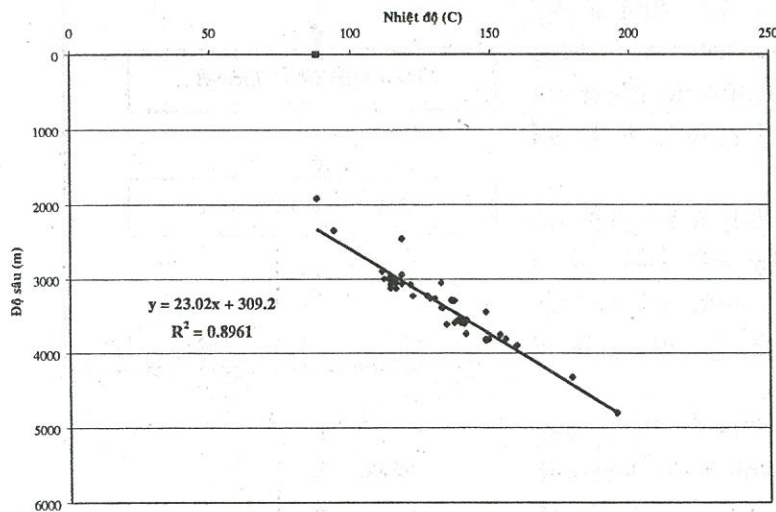
Mô hình này sẽ tự thay đổi cho phù hợp với mỗi điểm tính, do vậy kết quả thu được là đủ độ tin cậy để có thể được dùng kết hợp trong việc đánh giá tiềm năng của đá sinh, đặc biệt là những vùng chưa có nhiều giếng khoan thăm dò hay thiết lập được các bản đồ đẳng giá trị R_0 , đẳng giá trị TTI trong khoảng thời gian rất ngắn.

Dựa vào mạng lưới các tuyến địa chấn đã được minh giải, chúng ta xây dựng được mô hình địa chất để làm dữ liệu đầu vào cho chương trình (tham khảo hình 4). Bảng 1 là một ví dụ của dữ liệu đầu vào, được lấy từ bồn trũng Nam Côn Sơn, thềm lục địa Nam Việt Nam.

Tầng địa chấn	Tuổi Địa chất	Tuổi tuyệt đối (triệu năm)
Blue	Đáy Plioxen	5,5
Green	Bất chỉnh hợp Mioxen Giữa	12,0
Red	Gần nóc Mioxen Dưới	16,5
Orange	Gần nóc Oligoxen	25,5
Brown	Móng trước Đệ Tam	36,0

Bảng 1: Kết quả minh giải địa chấn làm dữ liệu đầu vào cho OME-1

Mô hình nhiệt độ thông thường được xây dựng theo hai giả thiết sau:



Hình 2: Quan hệ nhiệt độ – độ sâu tại các giếng khoan TL1X, TL2X, KCT1X, HT2X thuộc bồn trũng Nam Côn Sơn.

- Gradient địa nhiệt không thay đổi trong suốt các thời kỳ phát triển địa chất và có cùng giá trị với gradient địa nhiệt hiện nay. Theo các số liệu gradient địa nhiệt thu thập được từ các giếng khoan ở bồn trũng Nam Côn Sơn (hình 2) gradient địa nhiệt từ bề mặt đến độ sâu 2384m là $2,6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ và từ 2384m trở xuống là $4,25^{\circ}\text{C}/100\text{m}$:

$$y = 23,02 x + 309,2$$

$$(R^2=0,8961)$$

y – độ sâu (m), x – nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$).

- Nhiệt độ bề mặt cổ dùng trong tính toán được giả thiết bằng nhiệt độ bề mặt hiện nay. Dựa theo số liệu đo đạc của nhà thầu British Gas, nhiệt độ đáy biển có thể được tính theo phương trình trong hình 3:

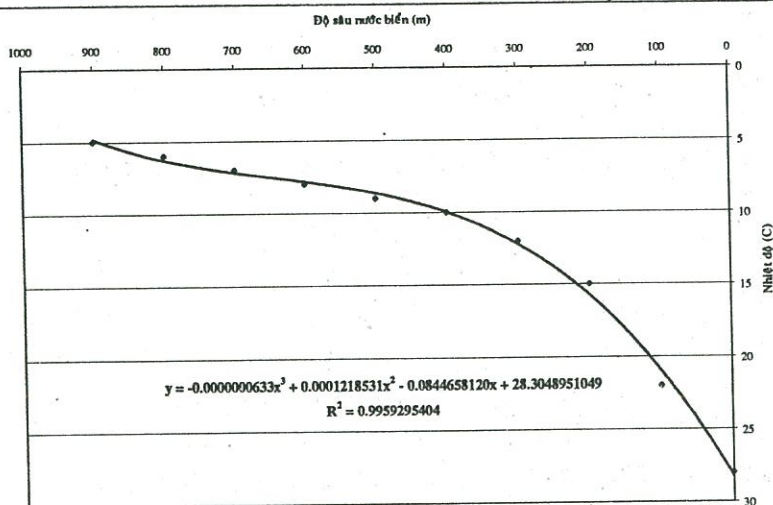
$$y = -0,0000000633 x^3 + 0,0001218531 x^2 - 0,0844658120x + 28,3048951049$$

$$(R^2 = 0,9959295404)$$

y – nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$),

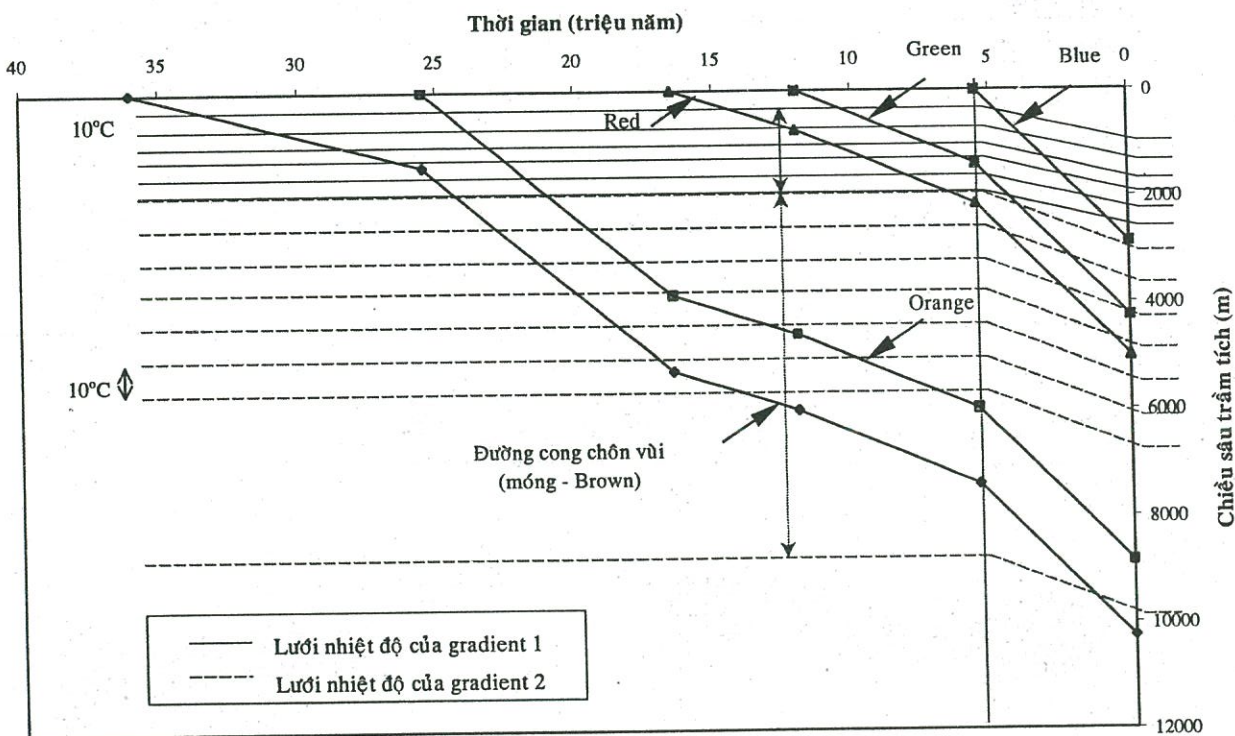
x – độ sâu nước biển (m).

Theo lý thuyết tốc độ phản ứng hóa học người ta đã thừa nhận rằng độ trưởng thành phụ thuộc hàm mũ vào nhiệt độ và khi nhiệt độ phản ứng tăng lên mỗi 10°C thì tốc độ trưởng thành sẽ gia tăng theo hệ số r. Như vậy đối với một khoảng nhiệt độ bất kỳ, hệ số nhiệt độ sẽ là $\gamma = r^n$.



Hình 3: Quan hệ nhiệt độ đáy biển – độ sâu mực nước ở bồn trũng Nam Côn Sơn.

Việc chọn hệ số r và chỉ số n đã được nhiều nhà khoa học tranh luận. Ở đây chúng tôi áp dụng hệ số nhiệt của công ty Enterprise Oil công bố (1980) [1]. Việc xác định hệ số này dựa trên việc thống kê nhiều mẫu đo từ nhiều mô hình địa chất ở các bồn trũng lân cận và chọn giá trị nào cho mỗi liên hệ tốt nhất giữa các mức trưởng thành đo được và mức trưởng thành tính toán được (bảng 2). Mô hình địa chất – địa hóa được xây dựng như hình 4. Lopatin đã chọn chỉ số n=0 trong khoảng nhiệt độ 100-110 °C.



Hình 4: Mô hình địa chất – địa hóa của khu vực nghiên cứu xây dựng trên OME-1

Độ trưởng thành của vật chất hữu cơ là một quá trình tích lũy theo thời gian và chịu ảnh hưởng sâu sắc của nhiệt độ. Độ trưởng thành của một tập trầm tích được tính bằng tổng độ trưởng thành của các tập nhỏ ứng với mỗi khoảng thời gian là ΔT bởi vậy chỉ số thời gian – nhiệt độ (TTI) của một tập được tính như sau:

$$TTI = \sum_{i=i_{\min}}^{i_{\max}} \Delta T(i)TF(i)$$

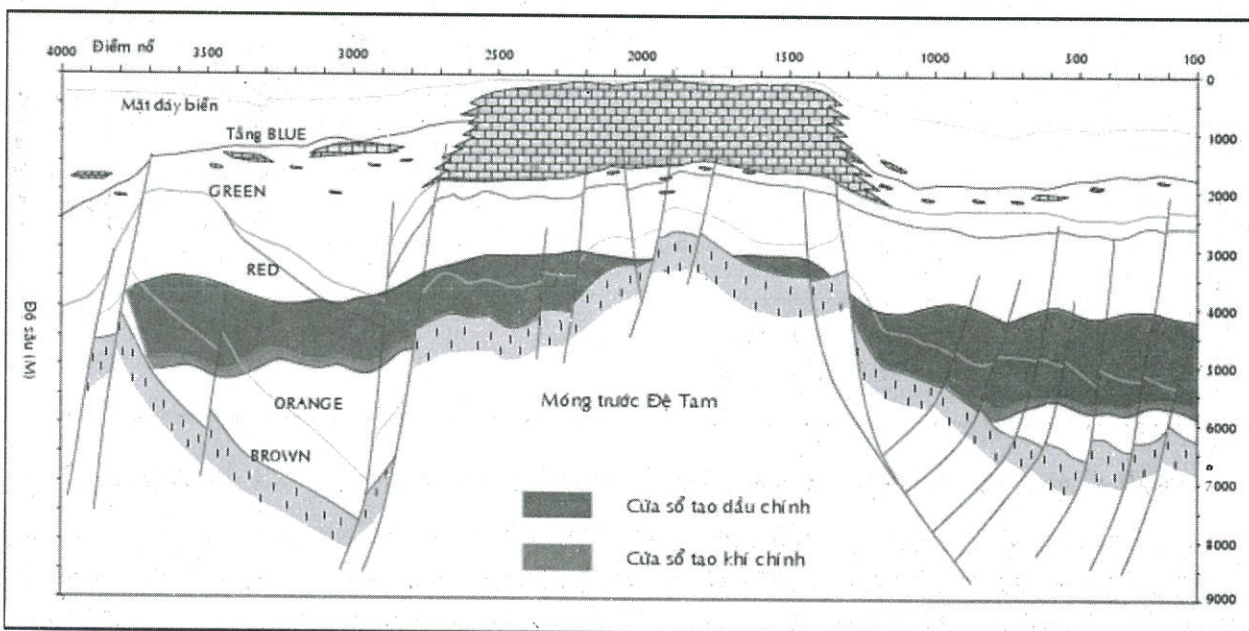
Chỉ số Vitrinite R_o được xác định thông qua TTI bằng hàm mũ hồi quy :

$$R_o = \left(\frac{TTI}{2135} \right)^{\frac{1}{12,19}}$$

Chúng tôi đã sử dụng chương trình này để tính các giá trị R_o dựa theo các tuyến địa chấn đã được minh giải. Tại mỗi điểm tính R_o là một hàm liên tục, dựa trên các kết quả nghiên cứu mẫu lõi và địa hóa ở bồn trũng Nam Côn Sơn, chúng tôi lựa chọn các giá trị $R_o=0.6$ là khởi đầu của quá trình tạo dầu, $R_o=1,2$ bắt đầu sinh khí và khi $R_o > 1.4$ là vượt quá giá trị trưởng thành. Hình 5 là một ví dụ minh họa cho kết quả từ chương trình OME-1.

Khoảng Nhiệt độ (°C)	Chỉ số n	Hệ số nhiệt độ theo Lopatin ($\gamma = r^n$)	Hệ số nhiệt độ được sửa đổi (TF)
70 – 80	-3	2^{-3}	0.0075
80 – 90	-2	2^{-2}	0.04
90 – 100	-1	2^{-1}	0.2
100 – 110	0	1	1
110 – 120	1	2	5.1
120 – 130	2	2^2	26.0
130 – 140	3	2^3	133
140 – 150	4	2^4	677
150 – 160	5	2^5	3470
160 – 170	6	2^6	17596
.....	m	2^m	

Bảng 2: Mối quan hệ giữa nhiệt độ của đá, chỉ số n và hệ số nhiệt độ γ (TF: Temperature Factor)



Hình 5: Mặt cắt minh họa kết quả của chương trình phần mềm OME-1

3. KẾT LUẬN VÀ NHẬN XÉT

Các kết quả minh giải địa chấn thuộc bồn trũng Nam Côn Sơn được dùng làm số liệu để minh họa cho chương trình OME-1. Qua đó chúng ta nhận thấy rằng OME-1 có thể tính các giá trị R_o cho hàng loạt các điểm nổ bất kỳ trên một tuyến địa chấn đã được minh giải.

Chương trình OME-1 là phiên bản đầu tiên nên áp dụng cho mô hình địa chất còn chưa tính đến khoảng thời gian và chiều dày lớp trầm tích bị bóc mòn. Các giá trị nhiệt độ sử dụng trong chương trình đều là giá trị tại thời điểm hiện tại. Chiều dày các lớp trầm tích dùng để xây dựng các biểu đồ chôn vùi là chiều dày quan sát được ở mặt cắt hiện tại chưa tính đến quá trình nén ép theo thời gian. Đây là những hạn chế của chương trình mà chúng tôi sẽ khắc phục trong các phiên bản tiếp theo. Hiện tại OME-1 có thể được sử dụng tốt để đánh giá chung về mức độ trưởng thành của đá sinh trong những vùng mà các thông tin về địa chất còn rất ít.

AN APPLICATION OF LOPATIN'S METHOD FOR EVALUATION ON THE MATURITY OF ORGANIC MATERIALS OF SOURCE ROCK BY OME-1 COMPUTER PROGRAM

My Tien Thang⁽¹⁾, Ho Trong Long⁽²⁾

⁽¹⁾ PVEP, ⁽²⁾University of Technology – VNU-HCM

ABSTRACT: *There are many advanced methods applied in petroleum exploration depend on each object and the amount of available data from the area of interest. One of them is geochemical method. It was proved to be very useful through many exploration periods, especially in the first one when there are no wells in a large region.*

Source rock maturity depend on many elements but time and temperature are two main elements. Lopatin described a simple method by which the effects of both time and temperature could be taken into account in calculating the thermal maturity of organic material in sediments.

By using Lopatin's method, we designed a software named OME-1 to estimate the thermal maturity. It has many advantages and very useful, especially in areas of rapid variability of water depth and geothermal gradient, on the other hand geological modelling also controls uncertainty of results.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] DOULAS W. WAPLES. *Effect of Time and Temperature on Hydrocarbon Generation. Application of Lopatin Method in Petroleum Exploration*, A.A.P.G v.64, No 6, 6/1980.
- [2] *Petroleum Geochemistry*, Robertson Research Center – UK, 1997.
- [3] DOULAS W. WAPLES. *Geochemistry in Petroleum Exploration*, International Human Resources Development Corporation – Boston, 1985.