

Thử nghiệm xây dựng mô hình hai độ rỗng cho thân dầu đá móng mỏ Bạch Hổ

Bùi Huy Hoàng^{1,2}, Hà Ngọc Hiến^{1,2,*}, Nguyễn Thế Đức³,
Nguyễn Văn Út⁴, Phan Ngọc Trung⁵

¹Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, Hà Nội, Việt Nam

²Trường Đại học Công nghệ, ĐHQGHN, 144 Xuân Thủy, Hà Nội, Việt Nam

³Viện Dầu khí Việt Nam, 167 Trung Kính, Yên Hòa, Hà Nội, Việt Nam

⁴Liên doanh Việt-Nga "Vietsovpetro", 105 Lê Lợi, Vũng Tàu, Việt Nam

⁵Tập đoàn Dầu khí Việt Nam, 18 Láng Hạ, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 10 tháng 11 năm 2015

Chỉnh sửa ngày 5 tháng 01 năm 2016; Chấp nhận đăng ngày 13 tháng 9 năm 2016

Tóm tắt: Bạch Hổ là mỏ dầu khí lớn nhất Việt Nam đã được đưa vào khai thác cho tới nay. Từ khi đưa vào khai thác năm 1988, mô hình mô phỏng khai thác thân dầu đá móng mỏ Bạch Hổ đã được xây dựng, cải tiến và nâng cấp nhiều lần bởi XNLD Vietsovpetro. Các mô hình mô phỏng này đã được sử dụng hiệu quả trong việc thiết kế và quản lý khai thác mỏ. Cũng như phần lớn các mô hình mô phỏng mô dạng móng granitoid nứt nẻ tại Việt Nam, mặc dù được xây dựng công phu, sau một thời gian sử dụng vẫn cho những kết quả dự báo sai lệch đáng kể so với thực tế. Mô hình mô phỏng khai thác mới nhất hiện nay là mô hình một độ rỗng chạy trên phần mềm mô phỏng vỉa ECLIPSE của công ty Schlumberger. Mô hình một độ rỗng này cho kết quả mô phỏng tương đối tốt, tuy nhiên vẫn không đáp ứng được cho công tác dự báo dài hạn do cần phải hiệu chỉnh liên tục theo thời gian. Một trong các lý do có thể là các vỉa/thân dầu dạng nứt nẻ ứng xử như mô hình hai độ rỗng mà mô hình một độ rỗng không đáp ứng được. Vì vậy, trong nghiên cứu này, một mô hình hai độ rỗng cho thân dầu đá móng mỏ Bạch Hổ đã được xây dựng trên cơ sở các số liệu thực tế và các số liệu chuyển đổi từ mô hình một độ rỗng. Trong đó, các tham số trong mô hình một độ rỗng được coi như là tham số *hiệu dụng tổng cộng* của môi trường đá nứt nẻ. Kết quả nhận được ban đầu cho thấy sự phù hợp với số liệu thực đo của mô hình hai độ rỗng là khá tốt và tin cậy hơn so với mô hình một độ rỗng.

Từ khóa: Mỏ Bạch Hổ, thân dầu móng nứt nẻ, matrix, hai độ rỗng, phần mềm ECLIPSE.

1. Mở đầu

Bạch Hổ là một trong những mỏ dầu khí lớn nhất trên thềm lục địa của Việt Nam nằm ở

trung tâm bể Cửu Long. Theo các số liệu khảo sát, thân dầu móng mỏ Bạch Hổ là loại đá chứa dầu nứt nẻ -hang hốc bao gồm các hệ thống nứt nẻ micro, macro và các hang hốc, có độ bất đồng nhất cao. Vấn đề xử lý số liệu phục vụ xây dựng, chính xác hóa mô hình mô phỏng khai thác mỏ là đặc biệt cần thiết cho công việc thiết

* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-918943667
Email: hien_hangoc@yahoo.com

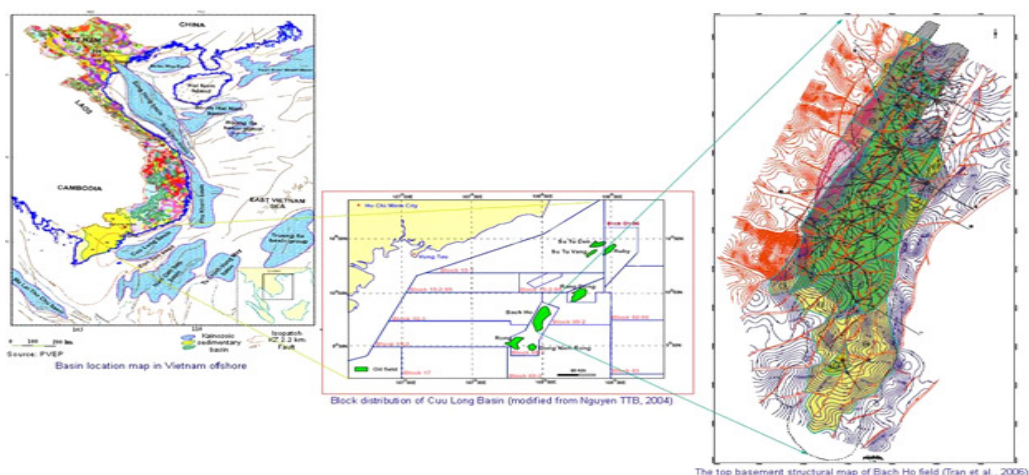
kế công nghệ, lập kế hoạch và quản lý khai thác mỏ dầu khí. Sơ đồ vị trí và cấu trúc đỉnh móng mỏ Bạch Hổ được trình bày trên Hình 1 [1].

Đã có nhiều mô hình mô phỏng khai thác móng Bạch Hổ được xây dựng, tuy nhiên giống như phần lớn các mô hình mô phỏng mỏ dạng móng granitoid nứt nẻ tại Việt Nam, mặc dù được xây dựng công phu, sau một thời gian sử dụng vẫn cho những kết quả dự báo sai lệch khá nhiều so với thực tế. Một trong những lý do là hiện nay các mô hình mô phỏng đều sử dụng mô hình kinh điển một độ rỗng, trong khi các thân dầu dạng nứt nẻ có thể ứng xử như mô hình hai độ rỗng. Thân dầu đá móng mỏ Bạch Hổ là một khối đá chứa nứt nẻ ở nhiều cấp độ khác nhau do đó có thể coi chúng như một môi trường hai độ rỗng, trong đó các hệ thống nứt nẻ micro trong phần đá chặt xít đóng vai trò chứa dầu và hệ thống nứt nẻ macro đóng vai trò chứa dầu và dẫn thủy lực. Có sự khác biệt lớn giữa mô hình một độ rỗng và hai độ rỗng về các cơ chế thủy động lực học vì thế các mô hình một độ rỗng dù được cải tiến, cập nhật liên tục cũng không thể phục vụ cho công tác quản lý và dự báo dài hạn cho mỏ dầu thực tế ứng xử như một môi trường hai độ rỗng. Đặc biệt trong giai đoạn bơm ép nước, các hiệu ứng của môi trường hai độ rỗng là không thể bỏ qua. Vì vậy vấn đề xây dựng mô hình hai độ rỗng cho thân dầu đá móng mỏ Bạch Hổ cần được đặt ra.

Bài báo này trình bày kết quả xây dựng mô hình hai độ rỗng cho thân dầu đá móng mỏ Bạch Hổ trên cơ sở các số liệu thực tế và các số liệu của mô hình một độ rỗng (kể thừa các kết quả từ mô hình một độ rỗng đã được sử dụng hiệu quả cho mỏ Bạch Hổ), trong đó các tham số của mô hình một độ rỗng được coi như là tham số *hiệu dụng tổng cộng* của hệ thống nứt nẻ-matrix.

2. Phương pháp xử lý số liệu mô hình hai độ rỗng

Bản chất của mô hình hai độ rỗng là xem xét môi trường đá nứt nẻ như hệ thống hai môi trường rỗng liên tục lồng vào nhau. Môi trường thứ nhất có tính chứa dầu cao nhưng độ dẫn thủy lực kém (bao gồm nứt nẻ micro, đá chứa dầu ...) được gọi là *hệ thống matrix*, môi trường thứ hai có tính chứa kém hơn nhưng độ dẫn thủy lực tốt (bao gồm hệ thống nứt nẻ macro, đứt gãy dẫn thủy lực, ...) được gọi là *hệ thống nứt nẻ*. Chất lỏng trong hai môi trường chuyển động tuân theo các quy luật của các môi trường rỗng độc lập và giữa chúng có sự trao đổi chất (dầu, nước,...) xác định theo một số mô hình nhất định [2].



Hình 1. Vị trí và bản đồ cấu tạo nóc móng mỏ Bạch Hổ.

Bảng 1. Tỷ phần độ rỗng nứt nẻ macro/micro tại 12 vùng

Vùng	Độ rỗng Nhỏ nhất	Độ rỗng Lớn nhất	Độ rỗng Trung bình	Tỷ phần độ rỗng macro/micro
1	0.00%	0.39%	0.00%	4.55%
2	0.39%	0.50%	0.45%	1.79%
3	0.50%	0.59%	0.55%	1.04%
4	0.59%	0.68%	0.64%	1.61%
5	0.68%	0.77%	0.72%	2.05%
6	0.77%	0.87%	0.82%	2.11%
7	0.87%	0.97%	0.92%	2.08%
8	0.97%	1.09%	1.03%	2.97%
9	1.09%	1.24%	1.16%	2.74%
10	1.24%	1.44%	1.33%	3.43%
11	1.44%	1.77%	1.59%	3.64%
12	1.77%	5.04%	2.21%	6.90%

Đối với mỏ Bạch Hổ, nứt nẻ micro và phần đá móng thấm kém chứa dầu đóng vai trò là hệ thống matrix, hệ thống nứt nẻ macro và hang hốc lớn đóng vai trò là hệ thống nứt nẻ trong mô hình hai độ rỗng. Các mô hình một độ rỗng cho mỏ Bạch Hổ đã hoạt động khá tốt, vì thế có thể coi các tham số độ rỗng, độ thấm... của mô hình một độ rỗng là các tham số *hiệu dụng tổng cộng* đại diện cho cho toàn bộ hệ thống. Phân chia cấu trúc không gian lỗ hổng của mỏ Bạch Hổ có thể thực hiện như sau [3]:

- Loại khe nứt và hang hốc lớn (macro) có độ mở kích thước $b > 60\mu\text{m}$ đóng vai trò truyền dẫn chất lỏng (hệ thống nứt nẻ trong mô hình hai độ rỗng)

- Các vi nứt nẻ và vi hang hốc (micro) có độ mở kích thước $b \leq 60\mu\text{m}$ có tính thấm kém, chất lỏng chuyển động trong các vi kênh dẫn này chủ yếu nhờ vào các hiệu ứng mao dẫn (hệ thống matrix trong mô hình hai độ rỗng).

2.1. Xử lý độ rỗng

Độ rỗng sử dụng trong mô hình một độ rỗng là tổng độ rỗng của hệ thống matrix (nứt nẻ micro) và độ rỗng của hệ thống nứt nẻ macro [4]:

$$\phi_T = \phi_m + \phi_f \quad (1)$$

Trong đó: ϕ_T : là độ rỗng hiệu dụng tổng cộng

ϕ_m : độ rỗng của matrix

ϕ_f : độ rỗng của nứt nẻ

Độ rỗng của hệ thống nứt nẻ macro thường nhỏ hơn nhiều lần độ rỗng của hệ thống nứt nẻ micro.

Từ phương trình (1), độ rỗng của hai hệ thống được xác định trên cơ sở tỷ phần nứt nẻ macro/micro cho từng khu vực.

Trên cơ sở phân tích số liệu địa vật lý giếng khoan (ĐVLGK) của 163 giếng vào đối tượng móng mỏ Bạch Hổ, tỷ phần độ rỗng nứt nẻ macro/micro được phân chia thành 12 vùng (theo phân vùng của mô hình một độ rỗng) và có giá trị cho trong Bảng 1.

2.2. Xử lý độ thấm

Phân chia độ thấm giữa độ thấm của hệ thống matrix (nứt nẻ micro) và độ thấm của hệ thống nứt nẻ (nứt nẻ macro) tuân theo nguyên tắc:

1. Độ thấm hiệu dụng bằng tổng độ thấm của hai hệ thống

$$K_T = K_m + K_f \quad (2)$$

Trong đó: K_T là độ thấm hiệu dụng tổng cộng

K_m : độ thấm của hệ thống matrix

K_f : độ thấm của hệ thống nứt nẻ

Trong trường hợp hệ thống nứt nẻ phức tạp, độ thấm hiệu dụng có thể cần tính theo các phương pháp khác [4].

2. Độ thấm matrix có quan hệ chặt chẽ với độ rỗng của matrix

Từ những kết quả nghiên cứu độ thấm trên mẫu lõi, các chuyên gia của SSI [5] đã đề xuất một quan hệ giữa độ thấm (K_m , mD) và độ rỗng (ϕ_m , %) của matrix của móng mỏ Bạch Hổ như sau:

$$K_m = 10^{(0.5\phi_m - 3.0)} \quad (3)$$

Như vậy sau khi tính được ϕ_m từ bước xác định độ rỗng, K_m được xác định theo (3) và từ đó tính K_f theo phương trình (2).

2.3. Xử lý độ thấm pha

Đường cong thấm pha của hai hệ thống của mô hình hai độ rỗng nhận được từ đường cong thấm pha tổng cộng của mô hình một độ rỗng cần thỏa mãn các tính chất sau:

+ K_{rwm} của hệ thống nứt nẻ macro lớn hơn của matrix

+ S_{wc} , S_{or} lần lượt độ bão hòa nước sót, dầu dư của hệ thống nứt nẻ macro nhỏ hơn của matrix

Thông thường đường cong thấm pha của nứt nẻ được thiết lập theo dạng chữ X (X-style) và được coi như đã biết, khi đó đường cong thấm pha của matrix có thể được xác định theo công thức (Shaohua Gu, 2014 [6]):

$$k_{rwm} = k_{rwT} (\alpha + 1) - \alpha \cdot k_{rwf} \quad (4)$$

$$k_{rom} = k_{roT} (\alpha + 1) - \alpha \cdot k_{rof} \quad (5)$$

Trong đó: k_{rwm} : độ thấm tương đối của nước trong matrix

k_{rwf} : độ thấm tương đối của nước trong nứt nẻ

k_{rom} : độ thấm tương đối của dầu trong matrix

k_{rof} : độ thấm tương đối của dầu trong nứt nẻ

k_{rwT} : độ thấm tương đối hiệu dụng của pha nước

k_{roT} : độ thấm tương đối hiệu dụng của pha dầu

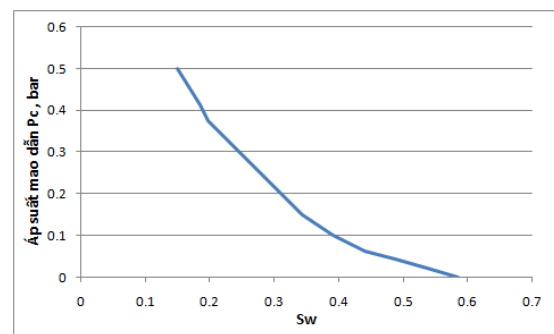
α : hệ số tỷ lệ được tính theo công thức:

$$\alpha = (k_{ff} / k_m) \cdot (\phi_f / \phi_m) \quad (6)$$

Trong đó: k_{ff} : là độ thấm nội tại của nứt nẻ (intrinsic fracture permeability); k_m : là độ thấm của matrix; ϕ_f , ϕ_m : là độ rỗng của nứt nẻ và matrix tương ứng.

2.4. Áp suất mao dẫn

Như đã biết, áp suất mao dẫn P_c (Capillary pressure) đóng vai trò rất quan trọng trong mô hình hai độ rỗng. Nhờ có áp suất mao dẫn mà nước có thể thấm thấu và di chuyển vào matrix để đẩy dầu ra khỏi matrix. Các nghiên cứu về áp suất mao dẫn của mỏ Bạch Hổ là không có nhiều và trong mô hình một độ rỗng xây dựng cho mỏ Bạch Hổ [1] đã không tính đến ảnh hưởng của áp suất mao dẫn ($P_c=0$), tuy nhiên trong mô hình hai độ rỗng thì thì hiệu ứng mao dẫn là không thể bỏ qua. Nghiên cứu này sử dụng đường cong áp suất mao dẫn lý thuyết dựa theo Kazemi (1976) [2]. Hình 2 trình bày một ví dụ về đường cong mao dẫn ứng với một vùng phân chia độ thấm pha của móng mỏ Bạch Hổ được sử dụng trong mô hình hai độ rỗng.



Hình 2. Đường cong áp suất mao dẫn của matrix trong mô hình hai độ rỗng.

2.5. Hệ số trao đổi

Quá trình trao đổi chất lỏng giữa matrix – nứt nẻ phụ thuộc vào đặc điểm không gian rộng của matrix và hình dạng và kích thước của hệ thống khe nứt. Trong tính toán dòng chảy, người ta đưa vào hệ số đặc trưng cho quá trình này gọi là hệ số trao đổi hình dạng σ . Có nhiều cách xác định hệ số trao đổi này, tuy nhiên nghiên cứu này sử dụng một lựa chọn của phần mềm ECLIPSE [7] theo công thức của Kazemi [2]:

$$\sigma = 4 \left(\frac{1}{L_x^2} + \frac{1}{L_y^2} + \frac{1}{L_z^2} \right) \quad (7)$$

Trong đó: L_x, L_y, L_z là kích thước của matrix trong ô lưới theo các chiều tương ứng.

3. Xây dựng mô hình

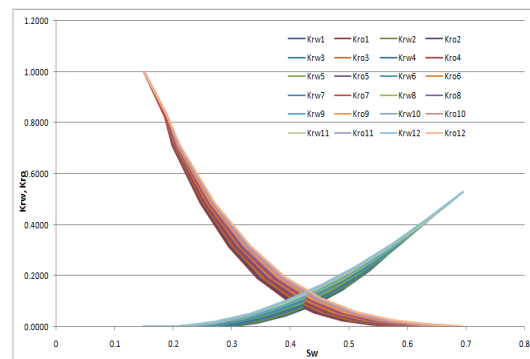
3.1. Xử lý số liệu mô hình hai độ rỗng

Toàn bộ mô hình móng mỏ Bạch Hồ được chia theo lát cắt ngang thành 44 lớp. Số lượng ô lưới theo các trục $X=88, Y=232, Z=44$ (việc chia lưới và phân lớp mô hình số kế thừa từ nghiên cứu xây dựng mô hình 1 độ rỗng của Vietsopetro [1]). Số liệu về độ thấm, độ rỗng, cũng như các tham số PVT được gán theo từng ô lưới. Mặt phân cách dầu nước được giả sử tại độ sâu 6000m. Các đường cong thấm pha khác nhau đã được sử dụng trong mô hình mô phỏng vỉa cho 12 vùng của vỉa với tương đá khác nhau. Thời gian mô phỏng cho toàn bộ móng Bạch Hồ là 24 năm (từ 1988 đến 2012). Trong mô hình hai độ rỗng, mỗi ô lưới đại diện cho hai môi trường rỗng matrix và nứt nẻ lồng vào nhau, vì vậy số ô lưới tham gia tính toán được nhân đôi.

Theo nghiên cứu của SSI [5] và Nguyễn Chu Chuyên [8] thì mật độ nứt nẻ trung bình của móng mỏ Bạch Hồ khoảng 3 nứt nẻ/m, và có xu hướng giảm theo chiều sâu. Trong nghiên cứu này, một số giá trị mật độ nứt nẻ khác nhau đã tiến hành tính toán mô phỏng, kết quả cho

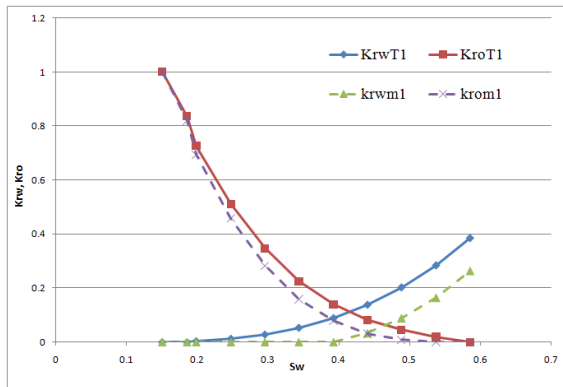
thấy khi giả thiết khoảng cách giữa các nứt nẻ của toàn mỏ Bạch Hồ trung bình là 1.2 m thì kết quả tính toán mô hình là hợp lý. Với giả thiết này, khi áp dụng công thức của Kazemi, hệ số trao đổi nhận được là $\sigma=8$.

Sau khi sử dụng phương pháp xử lý số liệu độ thấm và độ rỗng như trình bày ở trên, kết quả nhận được như sau: giá trị độ rỗng của matrix biến thiên trong khoảng [0-0.0476], của nứt nẻ trong khoảng [0-0.005]; giá trị độ thấm của matrix biến thiên trong khoảng [0-0.246] mD, của nứt nẻ trong khoảng [0-1718.5] mD. Số liệu thấm pha của dầu/nước thay đổi theo từng vùng.



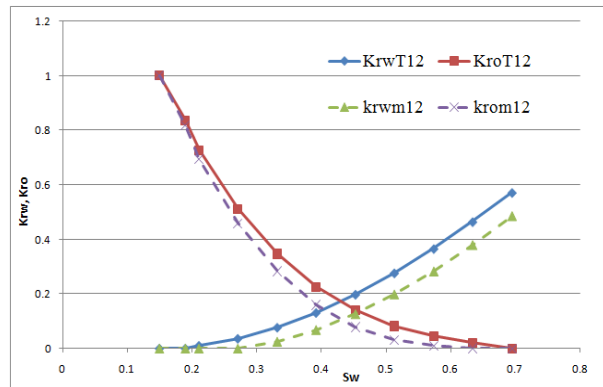
Hình 3. Đường đặc trưng thấm pha của matrix theo từng vùng của móng mỏ Bạch Hồ.

Hình 3 biểu diễn đường đặc trưng thấm pha của matrix cho 12 vùng sau khi xử lý. Có thể nhận thấy, giá trị độ bão hòa nước sót S_{wc} được lấy bằng 0.15 cho toàn bộ 12 vùng. Giá trị độ thấm tương đối lớn nhất của pha nước biến thiên trong khoảng từ 0.323 (vùng 1) đến 0.528 (vùng 12). Giá trị này nhỏ hơn giá trị độ thấm tương đối hiệu dụng lớn nhất trong khoảng từ 0.385 (vùng 1) đến 0.571 (vùng 12). Với hệ thống nứt nẻ, nghiên cứu này giả thiết đặc trưng thấm pha của nứt nẻ là dạng chữ X.



Hình 4. So sánh các đường cong thấm pha hiệu dụng và matrix cho vùng 1.

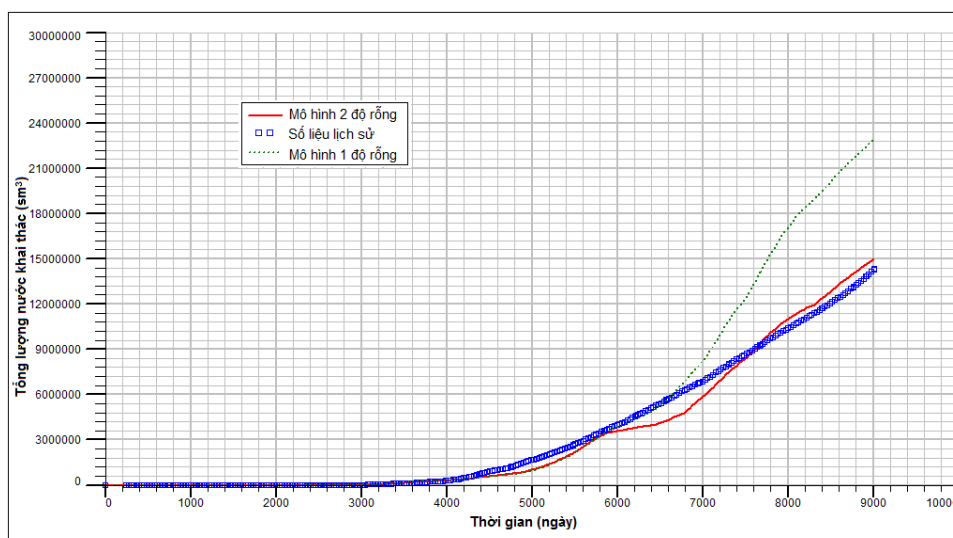
So sánh các đường cong thấm pha hiệu dụng và thấm pha của matrix sau khi biến đổi cho hai vùng 1 và 12 được thấy trên Hình 4 và Hình 5. Có thể thấy rằng, so với các đường cong thấm pha hiệu dụng, các giá trị độ bão hòa nước sót của đường cong thấm pha matrix lớn hơn, ngược lại, giá trị độ bão hòa dầu dư của đường cong thấm pha matrix nhỏ hơn so với đường cong thấm pha hiệu dụng. Giá trị độ thấm tương đối lớn nhất của pha nước của matrix có xu hướng giảm đi so với độ thấm tương đối hiệu dụng tương ứng.



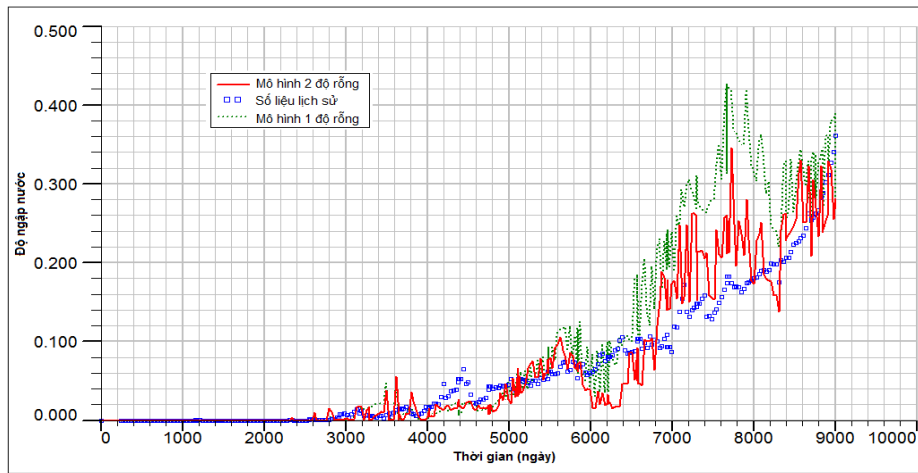
Hình 5. So sánh các đường cong thấm pha hiệu dụng và matrix cho vùng 12.

3.2. Kết quả tính toán mô hình hai độ rỗng

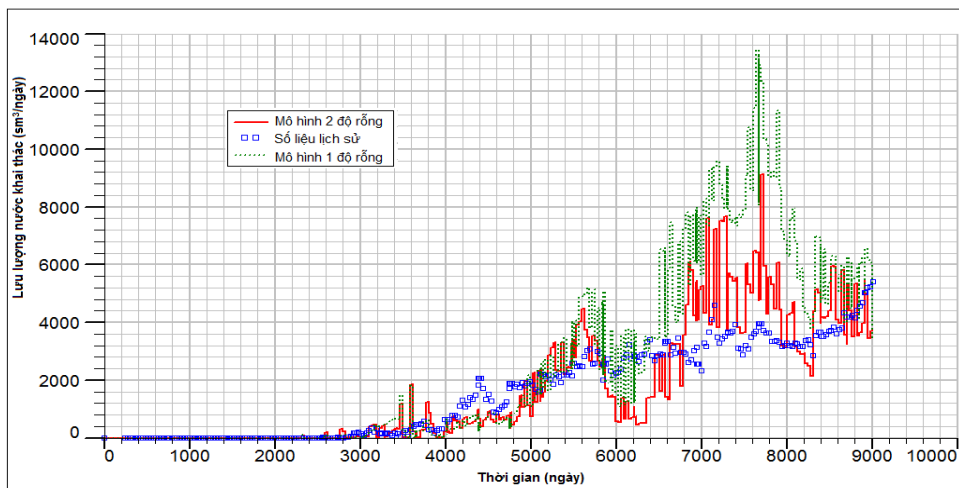
Mô hình sau khi thiết lập được tính toán với chuỗi số liệu lưu lượng nước và áp suất giếng hàng tháng của tất cả các giếng khai thác từ móng mỏ Bạch Hồ trong vòng 24 năm từ 9/1988 đến 9/2012. Đầu ra của mô hình là các chỉ tiêu hoạt động của mỏ: độ ngập nước, tổng lượng nước khai thác và lưu lượng nước khai thác toàn khối móng. Kết quả mô phỏng được trình bày trên các Hình 6, 7 và 8.



Hình 6. So sánh tổng lượng nước khai thác tích lũy giữa đo đạc và mô phỏng cho toàn khối móng.



Hình 7. So sánh độ ngập nước giữa đo đạc và mô phỏng cho toàn khối móng.

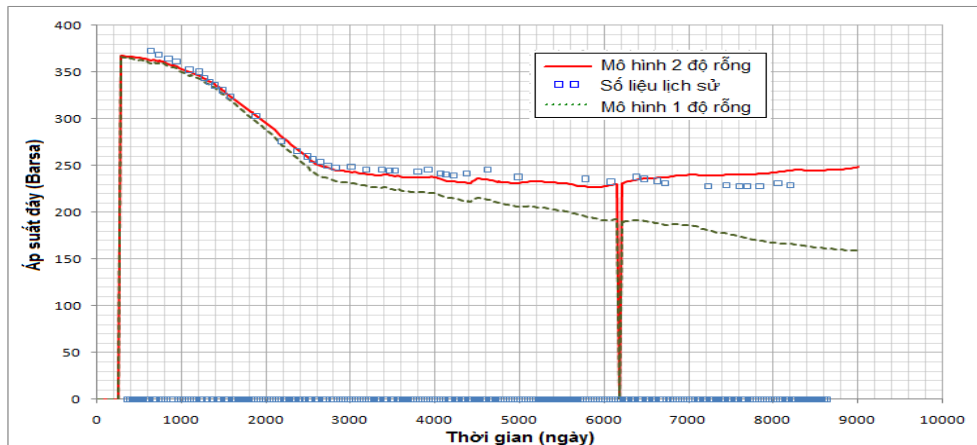


Hình 8. So sánh lưu lượng nước khai thác giữa đo đạc và mô phỏng cho toàn khối móng.

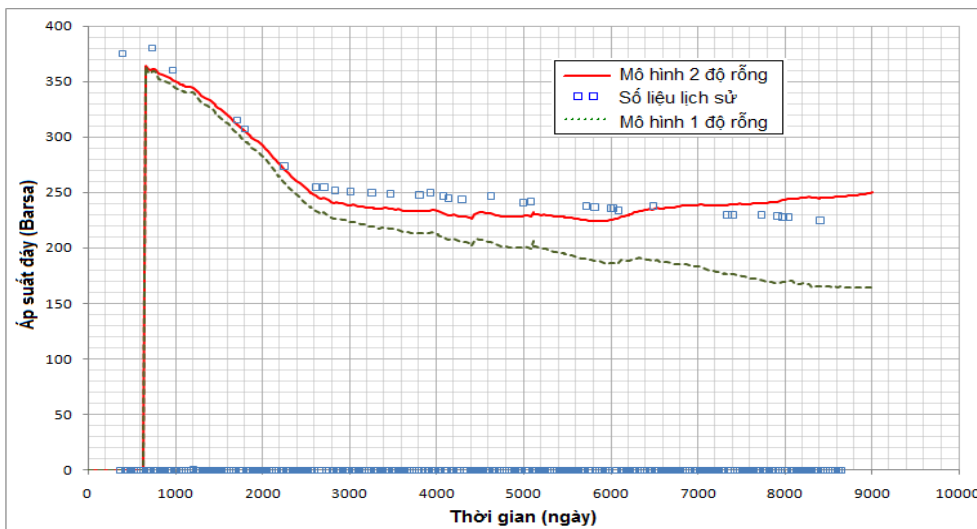
Hình 6 biểu diễn kết quả so sánh tổng lượng nước khai thác tích lũy theo thời gian của toàn mỏ giữa mô hình hai độ rỗng, một độ rỗng và số liệu thực tế. Kết quả nhận thấy mô hình hai độ rỗng tái lập lịch sử tổng lượng nước khai thác toàn mỏ tốt hơn so với mô hình một độ rỗng. Tương tự như vậy với việc tái lập lịch sử độ ngập nước và lưu lượng nước khai thác toàn mỏ (Hình 7, 8), kết quả tái lập lịch sử của mô hình hai độ rỗng là phù hợp hơn so với mô hình một độ rỗng, đặc biệt thấy rõ ở giai đoạn cuối của chuỗi số liệu. Tuy nhiên, tương tự như mô hình một độ rỗng, kết quả mô phỏng của mô

hình hai độ rỗng vẫn cho thấy những dao động lớn về độ ngập nước và lưu lượng nước khai thác trong một số giai đoạn nhất định. Để khắc phục hiện tượng này, các tham số mô hình cần được mô tả chính xác hơn, chi tiết hơn trên cơ sở các kết quả thí nghiệm và các công cụ khảo sát hiện đại hơn. Mô hình hai độ rỗng cần hoàn thiện để nhận được kết quả tốt hơn.

Về áp suất đáy giếng, mô hình hai độ rỗng cũng cho kết quả mô phỏng phù hợp với số liệu thực đo tốt hơn so với mô hình một độ rỗng. Ví dụ về kết quả so sánh áp suất đáy giếng của hai giếng X1 và X2 được trình bày trên Hình 9 và 10.



Hình 9. So sánh áp suất đáy đo đạc và mô phỏng tại giếng X1.



Hình 10. So sánh áp suất đáy đo đạc và tính toán tại giếng X2.

Từ Hình 9 và 10 có thể thấy cả hai mô hình một độ rỗng và hai độ rỗng đều mô phỏng áp suất đáy giếng tương đối phù hợp với số liệu lịch sử trong khoảng thời gian đầu khai thác. Tuy nhiên, trong khoảng thời gian sau thì mô hình một độ rỗng cho kết quả mô phỏng thấp hơn số liệu thực đo (sai khác lớn nhất khoảng 11%), trong khi đó mô hình hai độ rỗng cho kết quả áp suất đáy phù hợp khá tốt với số liệu thực đo (sai khác lớn nhất chỉ 2%) trong cả thời gian hoạt động của mỏ.

4. Kết luận

Mô hình hai độ rỗng đã được xây dựng cho toàn bộ móng mỏ Bạch Hổ trên cơ sở số liệu mô hình một độ rỗng và các số liệu ĐVLGK. Mô hình đã được hiệu chỉnh với một số phương án khác nhau đối với độ rỗng, độ thấm, đường cong thấm pha và mao dẫn. Kết quả tính toán nhận được từ mô hình hai độ rỗng cho thấy sự phù hợp với số liệu thực tế tốt hơn so với mô hình một độ rỗng. Có thể nhận thấy rằng phương pháp xây dựng mô hình hai độ rỗng trên cơ sở các tham số hiệu dụng tổng cộng của

mô hình một độ rỗng là khả thi và có cơ sở khoa học để nhận được một mô hình mô phỏng mô phù hợp, phục vụ cho quản lý và dự báo sản lượng khai thác giai đoạn cuối tốt hơn.

Để hoàn thiện mô hình hai độ rỗng cần tiến hành bổ sung các nghiên cứu nhằm chính xác hóa tỷ phần nứt nẻ macro/micro, các nghiên cứu trong về đường cong thấm pha, đường cong mao dẫn của hai hệ thống và áp dụng các phương pháp hiệu chỉnh mô hình hiện đại hơn.

Lời cảm ơn

Các tác giả xin chân thành cảm ơn Chương trình KC.09 và Ban chủ nhiệm đề tài KC.09.21/11-15 đã giúp đỡ và cho phép sử dụng kinh phí để hoàn thành nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

- [1] XNLD Vietsovetro, Thiết kế công nghệ khai thác và xây dựng mỏ Bạch Hồ, Vũng Tàu, 2013.

- [2] Kazemi, H. et al., Numerical simulation of water-oil flow in naturally fractured reservoir, Society of Petroleum Engineers Journal, 16, 1976, 317.
- [3] Hoàng Hồng Linh, Đặc tính nứt nẻ của đá móng mỏ Bạch Hồ và nghiên cứu điều chế tampon thích hợp để chống mất dung dịch trong đới nứt nẻ dị thường áp suất thấp, Luận án Tiến sỹ Địa chất, Hà Nội, 2001.
- [4] Van Golf-Racht, Fundamentals of fractured reservoir engineering, Elsevier, 1984.
- [5] Scientific Software Intercomp, Modeling of Basement Reservoir in White Tiger, Volume 3, Petrophysical Analysis, Vũng Tàu 1997.
- [6] Shaohua Gu, Yuetian Liu, Zhangxin Chen, Cuiyu Ma, A method for evaluation of waterflooding performance in fractured reservoirs. Journal of Petroleum Science and Engineering, Vol 120, 2014, 130.
- [7] Schlumberger, ECLIPSE Technical Description, 2009.
- [8] Nguyễn Chu Chuyên, Nghiên cứu độ thấm của móng granit mỏ Bạch Hồ, chọn giá trị thích hợp phục vụ tính toán khai thác, Luận án Tiến sỹ Địa chất, Hà Nội, 2000.

Study for Establishing the Dual-Porosity Model of Bach Ho Oil Fractured Basement Reservoir

Bui Huy Hoang^{1,2}, Ha Ngoc Hien^{1,2}, Nguyen The Duc³,
Nguyen Van Ut⁴, Phan Ngoc Trung⁵

¹*Institute of Environmental Technology, VAST, 18 Hoang Quoc Viet, Hanoi, Vietnam*

²*VNU University of Engineering and Technology, 144 Xuan Thuy, Hanoi, Vietnam*

³*Vietnam Petroleum Institute, 167 Trung Kinh, Yen Hoa, Hanoi, Vietnam*

⁴*Joint venture "Vietsovetro", 105 Le Loi, Vung Tau, Vietnam*

⁵*PetroVietnam, 18 Lang Ha, Hanoi, Vietnam*

Abstract: White Tiger is the largest oil and gas fields in Vietnam being put into operation so far. Since 1988, the reservoir simulation model for Bach Ho oilfield was built, improved and upgraded several times by Vietsovetro. The simulation model has been used effectively in the reservoir design and management. Yet, as well as the majority of the reservoir simulation models for granitoid fractured basement in Vietnam, although they are carefully built, after a period of use, the forecasting

results still give the considerable erroneous forecasts as compared to reality. The latest model simulation is single-porosity model runs on the Schlumberger's ECLIPSE software. This single-porosity model provided the relatively good simulation results, but still cannot meet the long-term forecasting, because it should be continuously corrected over time. One of the reasons may be the reservoir / fractured oil formation behaves like dual porosity model that model of single-porosity fails to satisfy. Therefore, in this study, a model of dual-porosity for Bach Ho fractured basement reservoir was built based on actual data and the data conversion from single-porosity model. In particular, the parameters of single porosity model are considered as *total effective parameters* of fractured porous medium. The initial obtained results of the dual-porosity model show that the suitability of the actually measured data are quite good and more reliable than single-porosity model.

Keywords: White Tiger oilfield, fractured basement reservoir, matrix, dual-porosity, ECLIPSE software.