

XÂY DỰNG MÔ HÌNH SỐ THỦY ĐỘNG CỦA CÁC THÂN DẦU TRONG ĐÁ MÓNG NÚT NẸ

TS. Phạm Quang Ngọc

Trường Đại học Bà Rịa - Vũng Tàu

Việc xây dựng mô hình thủy động, tính toán các chỉ số công nghệ khai thác đóng vai trò quan trọng trong thiết kế các mỏ dầu khí, dự báo sản lượng dầu hàng năm và đánh giá khả năng tận thu hồi đến cuối đời mỏ. Đối với các mỏ nứt nẻ, việc xây dựng mô hình số thủy động phù hợp với đặc trưng địa chất - khai thác gặp nhiều khó khăn, kết quả đạt được hạn chế. Trong nghiên cứu này, tác giả đề cập đến vấn đề xây dựng mô hình thủy động của các thân dầu trong đá móng nứt nẻ, phân tích nguyên nhân gây khó khăn khi xây dựng mô hình và đề xuất một số giải pháp khắc phục.

1. Đặt vấn đề

Trên thế giới đã phát hiện hơn 200 mỏ dầu, khí trong đá móng nứt nẻ. Ở Việt Nam, đến hết 2009 đã phát hiện 19 mỏ và thân dầu trong đá móng nứt nẻ [8]. Các mỏ này có đặc trưng địa chất - khai thác rất đặc biệt, khác với các mỏ trong đá trầm tích nên việc xây dựng mô hình số thủy động gặp nhiều khó khăn.

Mô hình hóa các thân dầu bằng mô hình số thủy động học đã được nghiên cứu, áp dụng từ giữa thế kỷ XX và phát triển mạnh trong thời gian gần đây. Việc sử dụng mô hình số thủy động để kiểm soát và tính toán dự báo các chỉ số công nghệ khai thác hiện đang được áp dụng rộng rãi ở tất cả các công ty khai thác dầu khí trên thế giới.

2. Mô hình hóa các thân dầu trong đá móng nứt nẻ

Các mỏ dầu khí thường có cấu trúc địa chất rất phức tạp, việc tính toán các chỉ số khai thác như sản lượng chất lưu (dầu, khí, nước), năng lượng vỉa (áp suất, nhiệt độ, tác động của nước đáy, nước rìa), tình trạng ngập nước của thân dầu... rất khó khăn. Mô hình hóa quá trình khai thác bằng mô hình số thủy động đã giải quyết được những khó khăn gặp phải, tính toán các chỉ số công nghệ cần thiết và xác lập những đặc trưng chung nhất của mỏ. Quá trình khai thác dầu, khí diễn ra duy nhất cho một đời mỏ, vì vậy việc mô hình hóa các thân dầu cho phép lặp đi lặp lại quá trình đó nhiều lần, với nhiều phương án thu hồi dầu khác nhau. Kết quả tính toán các chỉ số công nghệ khai thác trên mô hình số đã cung cấp bức tranh tổng thể về quá trình khai thác, từ khi đưa các đối tượng vào hoạt động cho đến cuối đời mỏ. Những đặc trưng chung về quá trình khai thác của một mỏ nhận được trên mô hình sẽ giúp xác định chế độ khai thác hợp lý, áp dụng các giải pháp công nghệ cho từng giai đoạn, đưa ra dự báo các chỉ

số công nghệ, hệ số thu hồi dầu và hiệu quả kinh tế có thể đạt được. Những kết quả này sẽ được chính xác hóa trong từng giai đoạn của quá trình khai thác.

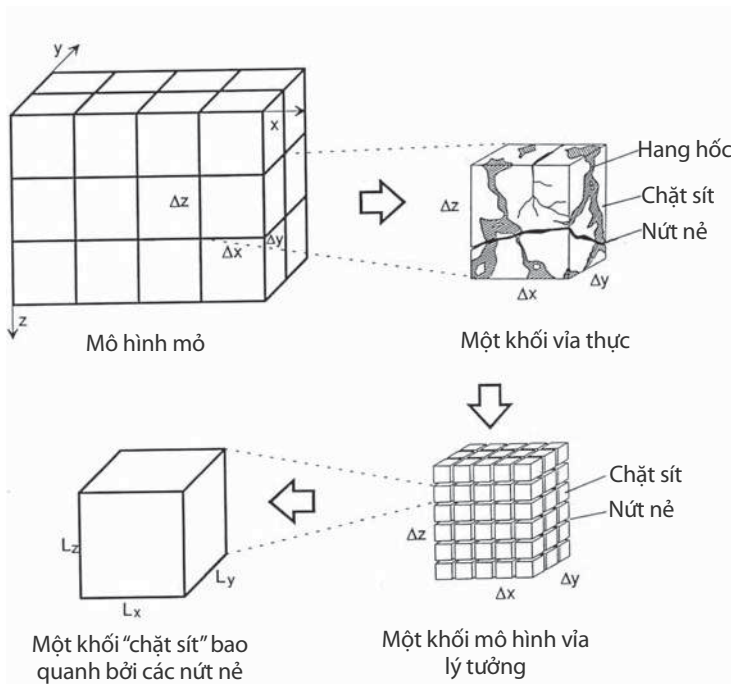
2.1. Một số đặc trưng địa chất - khai thác cơ bản của các thân dầu trong đá móng nứt nẻ

Để xây dựng mô hình số thủy động phù hợp với các đối tượng khai thác cần hiểu rõ một số đặc trưng địa chất - khai thác cơ bản của các thân dầu trong đá móng nứt nẻ. Theo nghiên cứu [9], đặc trưng cơ bản của các thân dầu trong đá móng nứt nẻ là nằm rất sâu từ hơn 2.000m đến trên 5.500m và có chiều dày hiệu dụng khá lớn từ 250 - 1.700m; độ rỗng chung không vượt quá 1%; các nứt nẻ có tính hệ thống và độ thấm có giá trị khá lớn; các thông số thủy động của dầu thay đổi theo chiều sâu; dòng thấm tuân theo quy luật phi tuyến.

Ngoài ra, các thân dầu trong đá móng nứt nẻ còn là các vi nứt nẻ không nằm độc lập mà liên kết, bám xung quanh các nứt nẻ lớn. Đây là đặc trưng cơ bản giúp lựa chọn mô hình thủy động hợp lý.

2.2. Các dạng mô hình thân dầu trong đá nứt nẻ

Môi trường đá nứt nẻ chứa dầu có hệ thống nứt nẻ, xen lẫn các hang hốc rất đa dạng và phức tạp, do đó việc mô hình hóa môi trường rất khó khăn. Để nghiên cứu các hiện tượng vật lý diễn ra trong các thân dầu đá chứa nứt nẻ hang hốc, đối tượng khai thác được lý tưởng hóa dạng khối hộp, bị chia cắt bởi mạng lưới các nứt nẻ (Hình 1). Hệ thống nứt nẻ được xem như mạng lưới phân chia thân dầu thành nhiều ô nhỏ với độ rỗng Φ_{Ni} , độ thấm K_{Ni} ; mỗi ô lưới là một khối matrix nhỏ có độ rỗng Φ_i , độ thấm K_i . Như vậy xét tổng thể, môi trường đá chứa nứt nẻ, hang hốc chứa dầu là môi trường hai độ rỗng, hai độ thấm. Giữa các nứt nẻ, hang hốc và chặt sít có sự vận động trao đổi chất lưu.



Hình 1. Mô hình nứt nẻ Warren - Roots

Theo nghiên cứu, có hai loại mô hình đá nứt nẻ chứa dầu thường gặp trên thế giới: mô hình Kazemi - mô hình phân lớp áp dụng cho đá chứa nứt nẻ; mô hình nứt nẻ Warren - Roots áp dụng cho đá chứa nứt nẻ hang hốc, bất đồng nhất. Mô hình nứt nẻ Warren - Roots được sử dụng nhiều, khá phù hợp với thực tế (Hình 1); mô hình Kazemi ít được sử dụng vì đá nứt nẻ không có đặc trưng phân lớp.

2.3. Một số khó khăn khi xây dựng mô hình thủy động đá móng nứt nẻ

Các thân dầu trong đá móng nứt nẻ thường nằm rất sâu nên việc khoan thăm dò, thu thập các dữ liệu, thiết lập bản đồ cấu trúc rất khó khăn và độ chính xác bị hạn chế. Tính chất bất đồng nhất cao về thạch học, về tính chất thấm chứa đã gây khó khăn cho việc đánh giá trữ lượng ban đầu của đối tượng khai thác. Đánh giá trữ lượng dầu, khí ban đầu có thể tiến hành theo hai phương pháp, theo phương pháp thể tích cho sai số khá lớn và khác biệt nhiều so với phương pháp áp dụng nguyên lý cân bằng vật chất. Trữ lượng đánh giá theo nguyên lý cân bằng vật chất có độ chính xác cao hơn vì các thông số đưa vào tính toán gắn với sự hoạt động của mỏ. Tuy nhiên, ở giai đoạn thiết kế ban đầu, việc tính toán trữ lượng theo nguyên lý cân bằng vật chất bị hạn chế vì mỏ chưa hoạt động hoặc có rất ít giếng làm việc.

Các thông số PVT trong đá móng nứt nẻ biến đổi khá mạnh theo chiều sâu. Những thông số (như áp suất vỉa, nhiệt độ, độ nhớt, độ thấm...) thay đổi rõ rệt khi chiều sâu tăng lên, ngoài ra ở một số mỏ các thông số thay đổi theo

khu vực. Ví dụ với thân dầu đá móng mỏ Bạch Hổ, thông số PVT ở khối trung tâm khác biệt khá rõ so với ở các khối phía Bắc. Đối tượng khai thác trải rộng trên một diện tích khá lớn, nên việc thu thập các số liệu hạn chế. Vì thiếu thông tin, trong một số trường hợp phải sử dụng số liệu của các mô tương tự (về thạch học, độ thấm chứa...) để đưa vào tính toán.

2.4. Xây dựng trường độ thấm của mô hình thủy động

Có nhiều phương pháp xây dựng trường độ thấm của mô hình số thủy động, song những phương pháp đã áp dụng chưa thật phù hợp với thực tế của mỏ cả về định tính và định lượng. Dưới đây, tác giả phân tích hạn chế của một số phương pháp đã áp dụng trong xây dựng trường độ thấm.

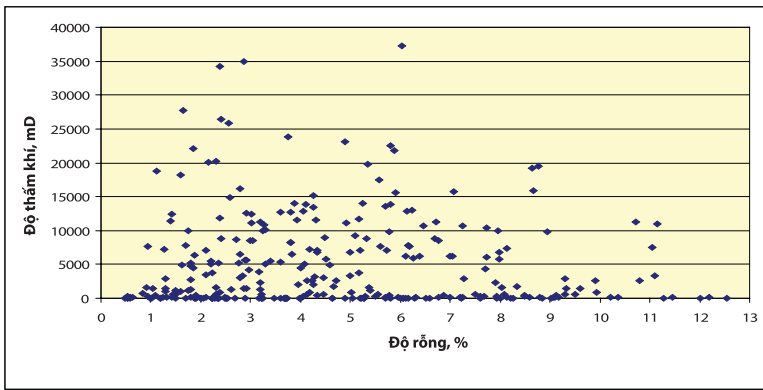
2.4.1. Xây dựng trường độ thấm theo tài liệu địa vật lý giếng khoan

Trường độ thấm được xây dựng trên cơ sở mô hình địa chất và số liệu độ thấm xác định theo khí. Độ thấm của đá móng có thể được xác định một cách liên tục trên cơ sở số liệu địa vật lý giếng khoan, các thông tin có được trong quá trình khoan giếng. Mức độ phù hợp của kết quả nhận được phụ thuộc vào kích thước của những đoạn trung bình hóa tại từng giếng. Phương pháp này có hạn chế là độ thấm xác định gián tiếp, kết quả thu được phụ thuộc vào chất lượng số liệu đo Neutron-Neutron, siêu âm, đường kính giếng... Độ thấm xác định theo khí, theo tài liệu địa vật lý giếng khoan trung gian qua nhiều thông số khi giếng chưa làm việc, chưa có dòng dầu chảy qua, vì vậy mức độ tương hợp với thực tế của giếng bị hạn chế.

2.4.2. Xây dựng trường độ thấm theo quan hệ giữa độ thấm và độ rỗng

Giữa độ rỗng và độ thấm của đá chứa không có quan hệ phụ thuộc trực tiếp [2]. Nhưng do yêu cầu tính toán, phương pháp sử dụng quan hệ phụ thuộc giữa độ rỗng và độ thấm làm cơ sở để xây dựng trường độ thấm vẫn được áp dụng. Trên cơ sở số liệu độ thấm thu được, xem xét quan hệ phụ thuộc với độ rỗng, xây dựng trường độ thấm cho cả thân dầu.

Kết quả phân tích kỹ các mẫu đo được, dễ dàng nhận thấy giữa độ rỗng và độ thấm không hề có quan hệ phụ thuộc nào (Hình 2). Chỉ có xu hướng độ rỗng tăng cao thì độ thấm cũng tăng với nhiều mức độ khác nhau. Đối với



Hình 2. Quan hệ giữa độ thấm và độ rỗng của đá móng mỏ Bạch Hổ

từng giếng khoan cụ thể, khi tiến hành thí nghiệm trên mẫu lõi, quan hệ phụ thuộc giữa độ rỗng và độ thấm không thể hiện rõ. Có thể cùng một giá trị độ rỗng nhưng có nhiều giá trị độ thấm ở nhiều mẫu lõi và ngược lại. Vì vậy, cần có những nghiên cứu nhằm chính xác hóa giá trị độ thấm xác định theo phương pháp này.

Phương pháp sử dụng quan hệ phụ thuộc giữa độ rỗng và độ thấm không được áp dụng cho môi trường đá chứa nứt nẻ hang hốc. Vì đá chứa nứt nẻ hang hốc có tính hệ thống, không có xu hướng độ rỗng tăng cao tương quan khi độ thấm tăng cao (Hình 2).

2.4.3. Xây dựng trường độ thấm theo các đứt gãy

Một số tác giả đã xây dựng trường độ thấm các thân dầu trong đá móng trên cơ sở giả thiết các đứt gãy là miền dập nát, có độ thấm tốt; giá trị độ thấm phụ thuộc vào mức độ dập vỡ, đứt gãy của đá [3]. Độ thấm có giá trị lớn nhất nằm ở tâm đứt gãy, càng xa tâm đứt gãy giá trị độ thấm giảm dần. Tuy nhiên, vị trí của tâm đứt gãy, nơi có giá trị độ thấm được cho là cực đại không thể xác định được. Trường độ thấm xây dựng theo phương pháp này mang tính suy diễn, áp đặt, không phù hợp với thực tế.

Từ thực tế khai thác ở thân dầu đá móng mỏ Bạch Hổ, có nhiều đứt gãy trực tiếp cắt ngang qua giếng khai thác nhưng không có độ thấm. Do đó, giả thiết trên có thể đúng ở một số trường hợp riêng, sự suy giảm của độ thấm khi càng xa tâm đứt gãy không có cơ sở khoa học để khẳng định (về mặt lý thuyết cũng như thực nghiệm). Việc áp đặt một số giá trị độ thấm đo được tại các giếng hoạt động làm giá trị K_{max} ở tâm đứt gãy là không hợp lý. Vì vậy, xây dựng trường độ thấm theo phương pháp này có độ tin cậy thấp và quá trình lập lại lịch sử khai thác rất khó khăn.

Hệ thống nứt nẻ của đá chứa có vai trò lớn của trường độ thấm, là các "kênh" dẫn dầu, liên thông từ miền này

sang miền khác không được đề cập đến trong phương pháp này.

2.4.4. Xây dựng trường độ thấm theo phương pháp thống kê

Số liệu độ thấm của thân dầu được xác định theo nhiều phương pháp: đóng giếng, khảo sát sự phục hồi áp suất vỉa; phương pháp khảo sát dòng với nhiều chế độ làm việc của giếng (PLT); theo mẫu lõi; theo mặt cắt dòng nhiệt; theo đường biểu đồ. Trên cơ sở thống kê số liệu giá trị độ thấm theo diện tích và theo lát cắt, sẽ được phân tích

cẩn thận để thiết lập trường độ thấm. Trường độ thấm xây dựng theo phương pháp này đòi hỏi phải có khối lượng số liệu khá lớn, mất nhiều thời gian xử lý nhưng kết quả thu được có độ tin cậy cao, phù hợp với thực tế hoạt động của các giếng.

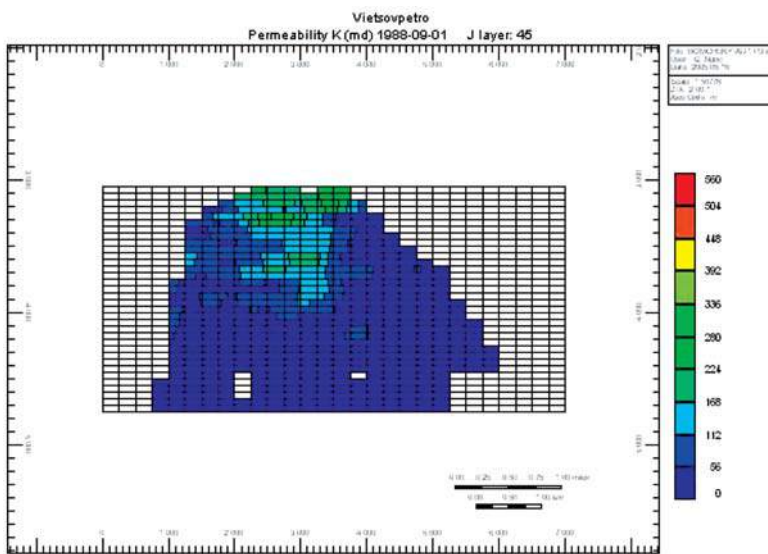
2.5. Xây dựng các đường thấm pha

Đường thấm pha có ý nghĩa hết sức quan trọng trong quá trình tính toán, lập lại lịch sử khai thác của thân dầu. Việc xuất hiện nước sớm hoặc muộn trên mô hình đều phụ thuộc vào giá trị ban đầu của đường thấm pha.

Ảnh hưởng của đường thấm pha và trường độ thấm lên kết quả lập lại lịch sử khai thác rất lớn. Việc chọn giá trị tới hạn của mỗi đường thấm pha quyết định sự xuất hiện nước sớm hay muộn tại giếng khai thác. Theo kết quả khảo sát, khi lấy giá trị độ bão hòa nước ban đầu thấp làm giá trị tới hạn của nước tham gia vào chuyển động thì nước xuất hiện rất sớm trên mô hình, thậm chí ngay ở thời điểm bắt đầu tính toán. Với cùng tập dữ liệu ban đầu giống nhau, chỉ thay đổi trường độ thấm đã có bằng trường độ thấm khác thì nước sẽ xuất hiện sớm hoặc muộn hơn. Như vậy, để điều khiển sự xuất hiện nước ở giếng khai thác đúng thời điểm trên mô hình, có thể hiệu chỉnh đường thấm pha hoặc trường độ thấm nói chung và mảng độ thấm giữa giếng bơm ép và giếng khai thác nói riêng.

2.6. Hệ thống ô lưới của mô hình thủy động

Việc xây dựng hệ thống ô lưới của mô hình thủy động có vai trò quan trọng trong tính toán, lập lại lịch sử khai thác của mỏ. Khi xây dựng hệ thống có khối lượng ô lưới lớn thì có ưu điểm thân dầu được mô tả chi tiết, cấu trúc mỏ được thể hiện rõ ràng. Tuy nhiên, do không có nhiều số liệu độ thấm để gán cho các ô lưới, dẫn đến tình trạng đưa nhiều số liệu mang tính chủ quan, áp đặt. Hệ quả là



Hình 3. Sơ đồ phân bố độ thấm lớp 45, phương J của mô hình thủy động “giả mô độ rỗng” của thân dầu móng mỏ Bạch Hổ xây dựng theo quan hệ “rỗng - thấm”

thời gian tính toán mỗi vòng tính kéo dài (thực tế có thể lên đến 3 ngày), kết quả nhận được sai lệch nhiều so với thực tế. Quá trình tính toán đòi hỏi phải thực hiện vài trăm vòng tính mới có thể lập lại lịch sử khai thác của một mỏ. Rõ ràng mô hình với thời gian tính như trên không phù hợp với yêu cầu công việc.

Thực tế cho thấy, không nên xây dựng hệ thống ô lưới với số lượng quá lớn, tùy theo kích thước của thân dầu, số ô lưới của mô hình có thể từ 300 - 500.000 là hợp lý. Nhiều khi tốc độ tính rất chậm dù số ô lưới không lớn, nằm trong giới hạn cho phép. Trong trường hợp này, cần xem xét lại sự tương hợp giữa các số liệu đưa vào mô hình, đặc biệt là trường độ thấm. Để điều chỉnh trường độ thấm cần dựa vào nguyên tắc “liên tục về áp suất và liên tục về dòng chảy” khi chuyển tính toán từ ô lưới này sang ô lưới khác, cụ thể:

$$P_i = P_{i+1}; k_i \frac{\partial P_i}{\partial x_i} \Big|_L = k_{i+1} \frac{\partial P_{i+1}}{\partial x_{i+1}} \Big|_L$$

Trong đó:

P_i, P_{i+1} : Áp suất vỉa ở ô lưới thứ i ;

$i + 1; k_i, k_{i+1}$: Độ thấm ở ô lưới thứ i và $i + 1$;

L : Biên giữa hai ô lưới thứ i và $i + 1$.

Khi sự “liên tục về áp suất và liên tục về dòng chảy” được đảm bảo, tốc độ tính sẽ tăng đáng kể.

2.7. Lập lại lịch sử khai thác

Mục đích của việc lập lại lịch sử khai thác là chính xác hóa mô hình địa chất của thân dầu, điều chỉnh một

số thông số cần thiết như: độ thấm, độ rỗng, trữ lượng dầu cân đối ban đầu và sự phân bố trữ lượng theo diện tích và theo lát cắt, hệ số nén của thân dầu, các đường thấm pha... Kết quả lập lại lịch sử khai thác tốt cho phép tính toán dự báo các chỉ số công nghệ khai thác ở những năm tiếp theo với độ tin cậy cao.

Để có thể lập lại lịch sử hoạt động của các giếng trên mô hình, cần phải hiểu rõ cấu trúc địa chất của thân dầu, quá trình hoạt động của từng giếng và khả năng hiệu chỉnh dữ liệu ở cấp độ cho phép. Thông thường có thể hiệu chỉnh các thông số như: độ rỗng, hệ số nén của thân dầu (cho phép đảm bảo có được trữ lượng cần thiết của mỏ); độ thấm (cho phép điều khiển lượng dầu thu hồi, thời gian xuất hiện nước và khối lượng nước trong sản phẩm, sự sụt áp suất vỉa ở vùng cận đáy giếng). Bên cạnh đó, đường thấm pha có ảnh hưởng rất lớn đến thời điểm xuất hiện nước trong sản phẩm và khối lượng nước thu hồi trong giai đoạn tính toán dự báo, do vậy cần thận trọng khi phân tích và thiết lập các đường thấm pha cho mô hình thủy động.

Có thể lập lại lịch sử khai thác của các giếng bằng nhiều tổ hợp dữ liệu ban đầu khác nhau và nhận được cùng một kết quả [1]. Như vậy, sẽ có nhiều kết quả dự báo khi có cùng một lịch sử khai thác. Để khắc phục tình trạng này cần thu thập, xử lý và chuẩn bị số liệu ban đầu chính xác, phù hợp với thực tế khai thác, đảm bảo tính logic trước khi đưa vào mô hình.

Khi các chỉ số công nghệ khai thác của cả thân dầu tương đối phù hợp, sẽ tiến hành hiệu chỉnh các chỉ số ở từng giếng để chính xác hóa các kết quả cần có. Kết quả tính toán trên mô hình cần được so sánh với thực tế hoạt động của mỏ. Trong nhiều chỉ số công nghệ khai thác, cần đặc biệt chú ý kiểm soát các chỉ số: năng lượng vỉa, cụ thể là áp suất vỉa, sản lượng dầu thu hồi, tỷ lệ nước trong sản phẩm.

2.8. Dự báo khai thác

Vấn đề dự báo hoạt động khai thác của mỏ trong đá nứt nẻ gặp nhiều khó khăn bởi những lý do sau:

+ Thứ nhất, dựa vào kinh nghiệm khai thác dầu ở các mỏ trong đá nứt nẻ đã chấm dứt hoạt động ở Liên bang Nga, các mỏ sau khi đạt sản lượng đỉnh (thời gian khoảng 3 - 5 năm) thường chấm dứt hoạt động đột ngột, khi sản lượng dầu khai thác còn ở mức cao (Hình 4). Nguyên nhân của hiện tượng này là do dầu bị ép đẩy trong các đá nứt nẻ

theo nguyên lý “piston”, có nghĩa giọt dầu cuối cùng trước khi mở chấm dứt hoạt động vẫn chảy khá mạnh. Điều này dễ dẫn đến hiểu nhầm mỏ vẫn còn hoạt động tốt. Vì thế, cần đánh giá đúng vị trí ranh giới dầu nước trong thân dầu ở từng giai đoạn để kết hợp dự báo chính xác.

+ Thứ hai, đối với các giếng khai thác hoạt động mỏ trong đá nứt nẻ, chỉ số “nước trong sản phẩm” của từng giếng có đặc trưng quan trọng, khi tỷ lệ nước trong sản phẩm thấp hơn 10% thì giếng hoạt động với lượng dầu thu hồi ổn định; trường hợp tỷ lệ nước trong sản phẩm cao hơn 10% thì tính ổn định của sản lượng dầu bị phá vỡ. Nước tăng đột biến lên đến 65 - 85% và ổn định ở mức cao; lượng dầu thu hồi giảm nhanh đột ngột. Ở giai đoạn khai thác thứ 3 hoặc thứ 4 thường gặp hiện tượng này ở các giếng bị ngập nước. Giếng cũng có thể bị ngập nước sớm (khoảng 2 năm) sau khi bơm ép nước như ở mỏ Bạch Hổ. Trên mô hình thủy động của đá nứt nẻ, hiện tượng này có thể lặp lại dễ dàng, nhưng rất khó khăn khi sử dụng mô hình thủy động của đá trầm tích để tính cho đá nứt nẻ.

+ Thứ ba, giữa hai giai đoạn thứ 3 và thứ 4 của quá trình khai thác không có ranh giới rõ ràng và mỏ có thể chấm dứt hoạt động đột ngột, sớm hơn dự tính (Hình 4).

+ Thứ tư, môi trường đá chứa nứt nẻ có tính chất không thuận nghịch, có nghĩa không phải lấy bao nhiêu dầu và bơm vào bấy nhiêu nước là đảm bảo áp suất vỉa ổn

định. Do đó, khi tính toán dự báo dễ rơi vào tình trạng áp suất vỉa bị suy giảm trầm trọng, sai lệch nhiều với thực tế mỏ hoạt động ở những năm tiếp theo.

+ Thứ năm, việc các giếng bị ngập nước mạnh ở mức cao đồng nghĩa với việc phải đóng giếng hoặc điều chỉnh chế độ hoạt động của các giếng một cách linh hoạt, yêu cầu này rất khó đáp ứng khi tính toán dự báo trên mô hình.

+ Thứ sáu, kết quả tính toán trên mô hình chỉ gần với thực tế trong khoảng thời gian ngắn từ 1 - 3 năm, nên gặp khó khăn trong việc tính toán dự báo với thời gian dài hơn, với độ chính xác cần thiết.

Để tính toán dự báo các chỉ số công nghệ khai thác có thể thực hiện theo hai cách sau đây: cho trước lưu lượng chất lưu Q, dự báo các chỉ số công nghệ khai thác; cho trước chênh áp ΔP (giữa áp suất vỉa và áp suất đáy), tính toán các chỉ số công nghệ khai thác.

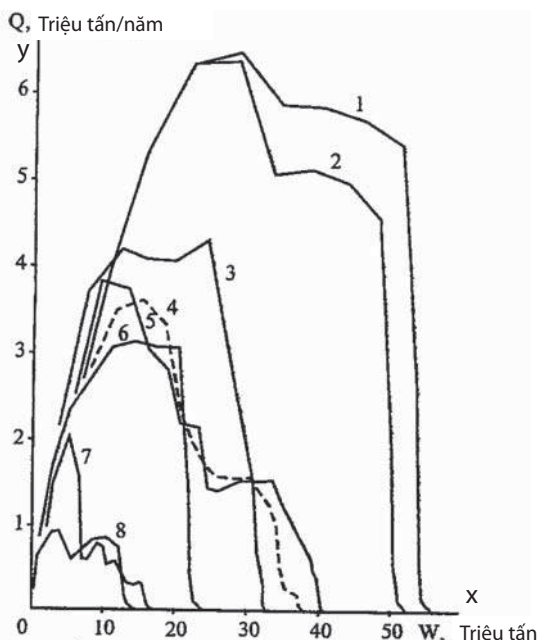
Ưu điểm của phương pháp cho trước lưu lượng chất lưu Q, dễ dàng có được sản lượng chất lưu cần thu hồi theo lịch sử, để áp đặt lưu lượng theo dự báo. Nhược điểm của phương pháp này là ở một số trường hợp, để có được sản lượng dầu cao như dự kiến sẽ tạo nên chênh áp khá lớn, không phù hợp với thực tế.

Phương pháp cho trước chênh áp ΔP có ưu điểm: sự biến đổi áp suất trong thân dầu tương hợp với các thông số khác, lưu lượng chất lưu thu được nằm trong giới hạn cho phép.

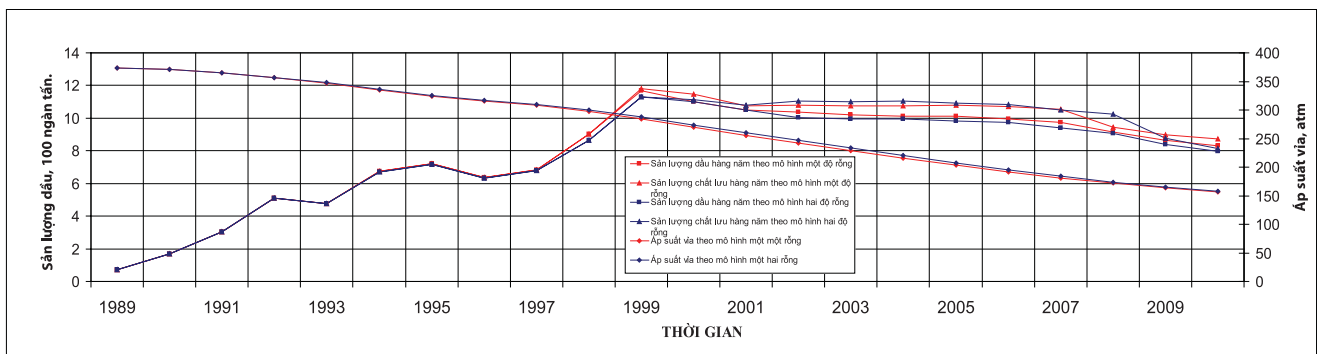
Đối với các giếng mới đưa vào hoạt động trong thời gian dự báo, việc áp đặt một lưu lượng chất lưu cho trước (theo dự tính) sẽ không đạt được, do không tương hợp với những thông số khác. Trong trường hợp này, cần điều chỉnh giá trị độ thấm và độ rỗng ở lân cận giếng, để có được lưu lượng chất lưu cần thiết.

3. Nghiên cứu xây dựng mô hình số thủy động cho đá móng nứt nẻ

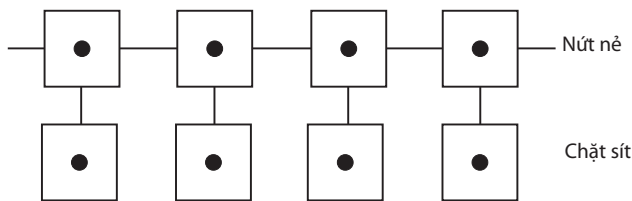
Mô hình số thủy động hai độ thấm, hai độ rỗng cho đá chứa nứt nẻ được xây dựng đầu tiên năm 1998 ở Viện Nghiên cứu Khoa học và Thiết kế Dầu khí Biển (NIPI) thuộc Liên doanh Vietsovpetro và được đưa vào sơ đồ công nghệ mỏ Bạch Hổ [4]. Mô hình số thủy động hai độ thấm, hai độ rỗng được xây dựng cho các khối phía Bắc của thân dầu móng, mỏ Bạch Hổ. Kết quả nhận được đã so sánh đối chứng với kết quả theo mô hình số của đá trầm tích. Hình 5 là kết quả so sánh các chỉ số công nghệ về sản lượng dầu, chất lưu khai thác hàng năm và áp suất vỉa (các đường màu xanh của mô hình hai độ thấm, hai độ rỗng;



Hình 4. Sản lượng dầu cộng dồn của các mỏ Mangabec-Voznesenco-Alircov (1, 2); Starogroznhenco (3); Eandarovo (4); Braganu (5); Samgori (6); Octiabr (7); Carabulac-Atralucki (8) (Liên bang Nga), sau khi đạt giá trị đỉnh sụt giảm nhanh chóng. Ở đây trục Oy - sản lượng dầu khai thác hàng năm; trục Ox - sản lượng dầu cộng dồn đến cuối đời mỏ



Hình 5. So sánh kết quả tính toán các chỉ số công nghệ khai thác theo mô hình một độ rỗng và hai độ rỗng của đá móng mỏ Bạch Hổ



Hình 6. Mô hình số thủy động chuẩn hai độ rỗng

các đường màu đỏ của mô hình một độ rỗng). Nghiên cứu bước đầu này đã cho thấy sự khác biệt giữa kết quả tính toán giữa hai mô hình. Trong mô hình hai độ thấm, hai độ rỗng, nước thu hồi nhiều hơn, dẫn tới sản lượng dầu khai thác sụt giảm, kém hơn. Kết quả này phù hợp với đặc trưng của nước vận động nhanh trong đá nút nê.

Những nghiên cứu tiếp theo chỉ được thực hiện khi phương pháp mới xác định giá trị độ thấm các khoảng làm việc của giếng được áp dụng và công bố ở [7]. Từ bộ giá trị độ thấm được tính toán theo số liệu đo dòng (PLT) của các giếng hoạt động ở thân dầu đá móng mỏ Bạch Hổ, NIPI đã hợp tác cùng các chuyên gia xây dựng thành công thuật toán phân bố các số liệu thu được theo diện tích và theo lát cắt [6].

Để lựa chọn mô hình số thủy động hai độ thấm, hai độ rỗng phù hợp với đá chứa nút nê, tác giả dựa trên luận điểm: đá móng có hệ thống các nút nê, hang hốc chứa dầu; các nút nê lớn là những kênh chính dẫn dầu tới giếng khai thác; các vi nút nê không nằm độc lập mà liên kết, bám xung quanh các nút nê lớn, không cho dầu chảy qua, chỉ đóng vai trò nguồn nuôi.

Theo Công ty CMG (Canada), có một số dạng mô hình thủy động (chi tiết hóa từ mô hình nút nê Warren - Roots) áp dụng cho đá nút nê chứa dầu. Mô hình số thủy động phù hợp với đá móng nút nê với đặc trưng nêu trên là mô hình chuẩn hai độ rỗng (standard dual-porosity model, Hình 6). Trong mô hình này lưới các nút nê sẽ là kênh dẫn chính đưa dầu đến các giếng khai thác, các chặt sít liên kết với các vi nút nê.

Mô hình số thủy động chuẩn hai độ rỗng được xây dựng thử nghiệm với số ô lưới theo các trục $Ox = 28$, $Oy = 78$, $Oz = 34$.

Kết quả tính toán các chỉ số công nghệ cơ bản theo mô hình số thủy động chuẩn hai độ rỗng dẫn ở Bảng 1, thời gian tính trên 20 năm. Bảng 1 cho thấy rõ quá trình lặp lại lịch sử cho kết quả tốt, cho phép tiến hành dự báo khai thác theo các phương án thu hồi dầu.

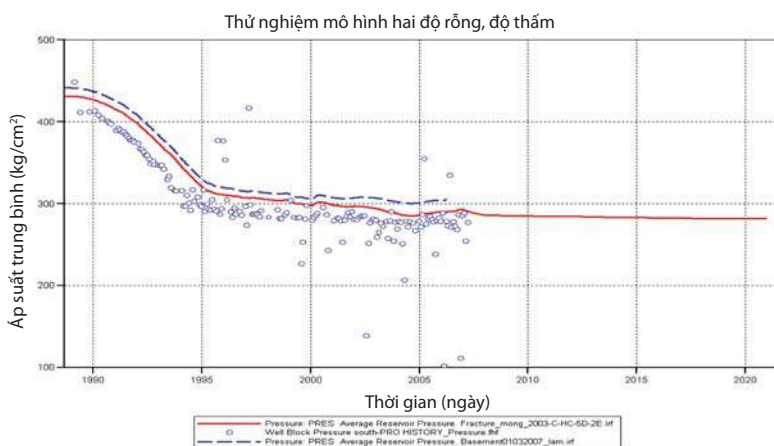
Áp suất vỉa được kiểm soát phù hợp với hoạt động của mỏ trong suốt quá trình tính toán và khá trùng hợp với áp suất vỉa đo tại các giếng (đường đỏ Hình 7), tốt hơn nhiều so với kết quả tính theo mô hình một độ rỗng (đường xanh Hình 7).

Từ kết quả nghiên cứu, khảo sát, có thể kết luận:

1. Các thân dầu trong đá chứa nút nê có đặc trưng rất riêng biệt, để tính toán các chỉ số công nghệ cơ bản với độ chính xác cao, cần xây dựng mô hình số thủy động phù hợp với môi trường chứa dầu.
2. Cơ sở để lựa chọn mô hình số thủy động chuẩn hai độ rỗng dựa trên đặc trưng cơ bản các vi nút nê không nằm độc lập mà liên kết, bám xung quanh các nút nê lớn.
3. Việc xây dựng thành công mô hình số thủy động chuẩn hai độ rỗng là cơ sở để tính toán các chỉ số công nghệ cơ bản, tiến hành xây dựng các phương án khai thác hợp lý, nâng cao hệ số thu hồi dầu.
4. Lựa chọn mạng ô lưới của mô hình thủy động hợp lý, có ý nghĩa rất lớn về mặt kỹ thuật, giúp giảm thời gian tính toán và dễ dàng hiệu chỉnh số liệu trong quá trình lặp lại lịch sử khai thác.
5. Xây dựng bộ số liệu đầu vào của mô hình logic, phù hợp với các đặc trưng vật lý và thực tế khai thác sẽ cho kết quả dự báo với độ tin cậy cao.
6. Dự báo các chỉ số công nghệ khai thác các thân dầu hoạt động trong đá móng nút nê rất khó khăn, kết

Bảng 1. Kết quả phục hồi lịch sử khai thác theo các chỉ số công nghệ cơ bản

Kết quả	Áp suất, at.	Dầu thu hồi, triệu tấn	Nước thu hồi, triệu m ³	Nước bơm, triệu m ³
Tính toán	273,00	148,25	8,32	200,60
Thực tế	272,67	148,32	8,00	201,99
Sai số (%)	0,12	0,05	4,01	0,68



Hình 7. So sánh động thái áp suất via tính theo mô hình chuẩn hai độ rỗng (đỏ) và theo mô hình một độ rỗng (xanh)

quả đạt được hạn chế, vì vậy cần phải phân tích chi tiết để đánh giá đúng thực trạng của mỏ và thực hiện tính toán phù hợp với thực tế.

Tài liệu tham khảo

- Henry B. Crichlow. *Modern reservoir engineering- asimulation approach* Prentice-Hall.inc. Englewood Cliffs New Jersey 07632. 1979: p. 215.
- Гимматудинов Ш.К., Ширковский А.И. *Физика нефтяного и газового пласта* Москва. 4/1982: p. 310.

- Viện Cơ học và Liên doanh Vietsovetpetro. *Xử lý và phát triển thông tin về độ thấm phục vụ thiết lập mô hình khai thác dầu trong đá móng mở Bạch Hổ*. Tp. Hồ Chí Minh. 1997: p. 185.

- Liên doanh Vietsovetpetro, Viện Nghiên cứu Khoa học và Thiết kế Dầu khí biển. *Hoàn thiện "Chính xác hóa sơ đồ công nghệ khai thác và xây dựng mỏ Bạch Hổ"*. 1998; 1 (2): p. 187.

- Viện Cơ học và Liên doanh Vietsovetpetro. *Nghiên cứu ảnh hưởng của nhịp độ khai thác dầu tầng móng nứt nẻ mở Bạch Hổ đối với hệ số thu hồi dầu trên cơ sở các mô hình thấm*. Hà Nội. 10/2001.

- Dang The Ba, Doan Viet Phan, Pham Quang Ngoc. *Single medium model for fractured reservoir application to the White Tiger basement reservoir fractured basement reservoir Petrovietnam*. Petrovietnam Journal. 2008: p. 278 - 290.

- Phạm Quang Ngọc. *Phương pháp mới xác định độ thấm các khoảng làm việc của giếng theo số liệu đo dòng (PLT)*. Tạp chí Dầu khí. 2010; 7: p. 27 - 31.

- Phùng Đình Thực, Trần Ngọc Cảnh, Nguyễn Văn Minh và nnk. *Phát hiện và khai thác có hiệu quả thân dầu trong đá móng granite trước Đệ tam mỏ Bạch Hổ - những thành tựu khoa học công nghệ và kinh tế xã hội*. Tạp chí Dầu khí. 2010; 9: p. 20 - 27.

- Phạm Quang Ngọc. *Đặc trưng địa chất - khai thác các thân dầu trong đá móng nứt nẻ và sơ đồ khai thác theo phân tầng chiều sâu*. Tạp chí Dầu khí. 2011; 11: p. 45 - 51.

Hydrodynamic modelling for fractured basement reservoirs

Pham Quang Ngoc
Ba Ria - Vung Tau University

Summary

Hydrodynamic modelling and calculation of production technology parameters play an essential role in oil field development, annual output forecast and evaluation of ultimate oil recovery. Building hydrodynamic models for fractured reservoirs that fit their geological and production features is very difficult, that is why the results obtained are extremely limited. In this paper, the author addresses problems and analyses the cause of constraints in building hydrodynamic models for fractured basement reservoirs, and suggests a number of solutions.