

Nghiên cứu cải tiến quy trình và phương pháp tái lập lịch sử mô hình mô phỏng khai thác dầu khí cho đối tượng đá móng nứt nẻ

Phần 1 - Tổng quan, lựa chọn giải pháp và đề xuất quy trình, phương pháp hiệu chỉnh

TS. Phan Ngọc Trung
TS. Nguyễn Thế Đức
Viện Dầu khí Việt Nam

Tóm tắt

Để nâng cao chất lượng dự báo của mô hình mô phỏng khai thác (mô hình MFKT) cho đối tượng móng nứt nẻ chứa dầu khí, một trong những định hướng nghiên cứu quan trọng là cải tiến phương pháp xây dựng mô hình MFKT, bao gồm tất cả các khâu: từ lựa chọn phương pháp mô hình đến cải tiến quy trình và phương pháp hiệu chỉnh thông số theo số liệu khai thác (tái lập lịch sử khai thác).

Phần 1 của bài báo trình bày nghiên cứu đề xuất quy trình và phương pháp hiệu chỉnh. Từ tổng quan phân tích những thách thức và giải pháp trong xây dựng mô hình MFKT cho mỏ nứt nẻ nói chung và đối tượng móng nứt nẻ nói riêng, một quy trình hiệu chỉnh thông số đã được đề xuất cho đối tượng móng nứt nẻ. Quy trình được xây dựng trên nguyên tắc đi từ hiệu chỉnh tổng thể đến hiệu chỉnh phân bố chi tiết và đi từ hiệu chỉnh các thông số không chắc chắn trước. Trong các bước hiệu chỉnh, phương pháp hiệu chỉnh chung được xây dựng trên cơ sở áp dụng các kỹ thuật tái lập lịch sử với trợ giúp của máy tính (Computer-Assisted History Matching). Thiết kế chi tiết phương pháp hiệu chỉnh được xây dựng trên cơ sở cải tiến những nhược điểm có thể có của cách hiệu chỉnh thường dùng.

Nội dung Phần 2 (sẽ đăng tải số tiếp theo) trình bày về các chương trình máy tính được xây dựng nhằm thực hiện quy trình và phương pháp hiệu chỉnh đề xuất. Kết quả áp dụng thử nghiệm cho tầng móng mỏ Bạch Hổ cũng sẽ được trình bày để minh họa khả năng của hệ phương pháp đề xuất.

1. Giới thiệu

Thực tế khai thác dầu khí ở Việt Nam cho thấy phần lớn mô hình MFKT móng nứt nẻ, mặc dù được xây dựng công phu và cho kết quả tái lập lịch sử tốt, sau một thời gian sử dụng vẫn cho những kết quả dự báo sai lệch khá nhiều với thực tế. Hiện tượng này đưa đến một suy đoán rằng những quy trình và cách làm mô hình hóa thông thường (với đối tượng trầm tích lục nguyên) có thể có những điểm nào đó chưa phù hợp với đối tượng móng granit nứt nẻ. Vì vậy, cần thiết phải đặt lại vấn đề nghiên cứu cải tiến quy trình và phương pháp mô hình hóa cho đối tượng móng nứt nẻ.

Một cách trực quan, để có thể có được một mô hình MFKT tốt, trước hết cần nắm bắt và thể hiện được một

phân bố thấm chứa ban đầu phù hợp. Với lý do đó, nhiều nghiên cứu đã được thực hiện cho các móng nứt nẻ ở Việt Nam theo hướng cải tiến phương pháp xây dựng mô hình địa chất (mô hình ĐC) nhằm nhận thức tốt hơn về phân bố nứt nẻ thông qua các kỹ thuật thu thập, minh giải dữ liệu địa chất, địa vật lý khác nhau.

Tuy nhiên, cải thiện phương pháp xây dựng mô hình ĐC để có một nhận thức tốt về vỉa chứa bao hàm cả phân bố nứt nẻ không phải là yếu tố đủ để đảm bảo có được một mô hình MFKT tốt. Với nền tảng dựa trên quan điểm môi trường liên tục và với yêu cầu bắt buộc phải sử dụng một hệ lưới thô và có cấu trúc (structured grid), có thể thấy phương pháp mô hình MFKT thông dụng hiện nay không đủ khả năng tận dụng được hết những thông tin chi tiết về vỉa chứa, bao gồm cả hệ thống nứt nẻ, với giả



thiết là có được những thông tin đó ([4], [5]). Nếu chúng ta không có được một phương pháp xây dựng mô hình MFKT khách quan, đủ nhanh và đủ tin cậy thì rất khó có thể đánh giá được một công việc nghiên cứu cải tiến phương pháp xây dựng mô hình ĐC có đạt mong muốn không. Vì vậy, nghiên cứu cải tiến phương pháp xây dựng mô hình MFKT cần được tiến hành song song với nghiên cứu cải tiến phương pháp xây dựng mô hình ĐC. Thậm chí, công việc nghiên cứu cải tiến phương pháp xây dựng mô hình MFKT cần được tiến hành trước một bước nào đó.

Như đã biết, xây dựng mô hình MFKT dầu khí từ đối tượng móng nút nê nói riêng và các dạng mỏ nút nê nói chung là một nhiệm vụ khó khăn không chỉ ở Việt Nam mà cả đối với công nghiệp khai thác dầu khí trên toàn thế giới ([1] - [2]). Sự tồn tại của nút nê được biết là ảnh hưởng đến cơ chế khai thác dầu khí từ vỉa chứa ([1] - [3]). Một ảnh hưởng dễ nhận thấy là các nút nê trở thành các đường dẫn cho lưu thể, gây nên sự xuất hiện nước hay khí sớm trong các giếng khai thác dầu khí. Ngược lại, động thái dòng chảy trong nút nê cũng có một số điểm lợi cho khai thác dầu, ví dụ mặt phân cách dầu - nước có thể được kéo xuống để làm hở phần khung đá và kích thích quá trình tháo xả dầu do trọng lực ([6], [7]). Hiển nhiên là các quá trình xảy ra trong các hệ không nút nê truyền thống đều xuất hiện trong các hệ nút nê như sự nén của đất đá, nở của chất lưu, hiệu ứng nhớt, mao dẫn, chuyển dịch do trọng lực... Tuy nhiên, mức độ quan trọng của những quá trình này là khác nhau giữa hai hệ (ví dụ xem [1], [2], [4]). Sự khác nhau về mức độ quan trọng của các quá trình giữa hai hệ này là nguyên nhân chính gây nên tình trạng các phương pháp xây dựng mô hình cho mỏ truyền thống không còn phù hợp với dạng mỏ nút nê. Lý do là nhiều quá trình quan trọng trong nút nê đã bị bỏ qua hoặc không được tính đến một cách đầy đủ trong các phương pháp mô hình truyền thống.

Trong cố gắng nhằm có được các mô hình MFKT tốt hơn cho mỏ nút nê, nhiều nghiên cứu đã được thực hiện nhằm cải tiến cả phương pháp xử lý thông tin địa chấn - địa vật lý lẫn phương pháp mô hình MFKT cho mỏ nút nê (như mô tả trong phần tiếp theo). Một số phương pháp cải tiến cũng đã được đưa vào các phần mềm thương mại. Việc áp dụng những phương pháp, phần mềm cải tiến này đã cho một số thành công nhất định trong việc phản ánh một số động thái đặc trưng của mỏ nút nê. Tuy nhiên, nhiều khó khăn liên quan đến điều kiện tính toán và số liệu đã phần nào hạn chế khả năng áp dụng của các dạng phương pháp, phần mềm này.

Trong tình trạng mà việc xây dựng mô hình MFKT cho mỏ nút nê nói chung vẫn đang còn phải đối mặt với nhiều thách thức, việc xây dựng mô hình MFKT cho các đối tượng móng nút nê ở Việt Nam nói riêng lại gặp phải những khó khăn đặc thù. Lý do là đối tượng móng nút nê có một số đặc trưng khác biệt. Ví dụ điển hình là không có dòng trong phần khung đá (matrix). Điều này có thể dẫn đến ngay cả những kỹ thuật xử lý số liệu, phương pháp mô hình hóa và cả phần mềm mô phỏng cho đối tượng mỏ nút nê nói chung cũng không còn phù hợp với đối tượng móng nút nê nữa.

Nghiên cứu trình bày trong bài báo nằm trong định hướng công việc cải tiến phương pháp xây dựng mô hình MFKT cho đối tượng móng nút nê nói trên, bao gồm tất cả các khâu: từ lựa chọn phương pháp mô hình đến cải tiến quy trình và phương pháp hiệu chỉnh thông số theo số liệu khai thác (tái lập lịch sử khai thác)...

2. Tổng quan giải pháp và lựa chọn phương pháp mô hình

Lược đồ trên Hình 1 minh họa những nguyên nhân chính gây nên khó khăn cho công việc xây dựng mô hình mô phỏng cho mỏ nút nê nói chung:

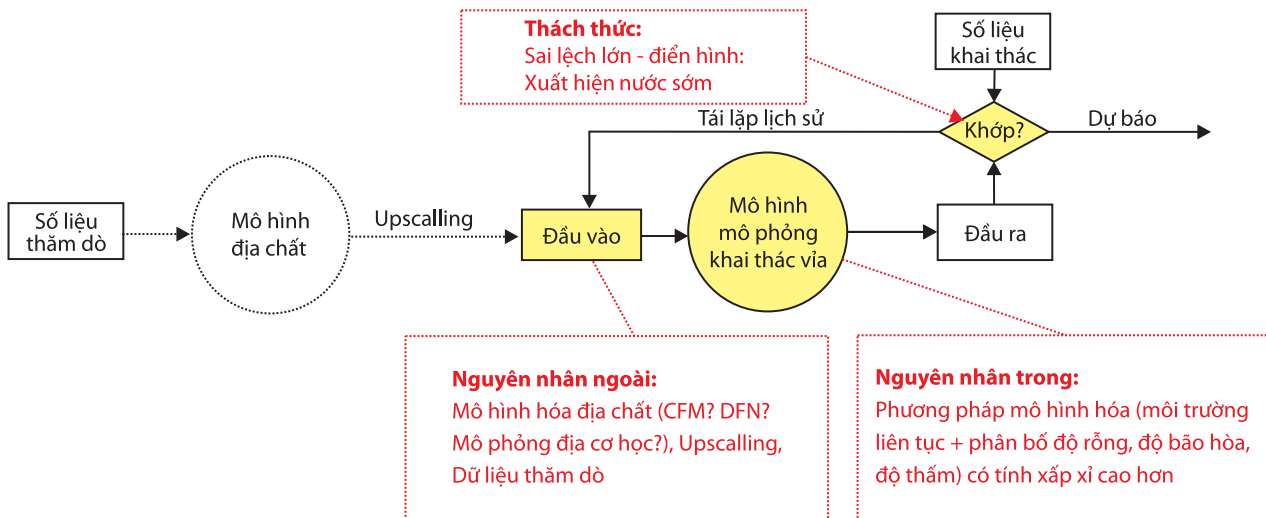
- + Nguyên nhân thứ nhất liên quan đến những khó khăn trong việc xây dựng phân bố thẩm chứa ban đầu làm cơ sở cho việc xây dựng mô hình khai thác (nguyên nhân bên ngoài).

- + Nguyên nhân thứ hai liên quan đến bản chất bên trong của phương pháp mô hình mô phỏng khai thác trong các phần mềm thương mại thông dụng (nguyên nhân bên trong).

Phần tiếp theo của mục này sẽ trình bày một tổng quan và phân tích ngắn gọn về những hướng cải tiến cho mỏ nút nê trên thế giới và sự lựa chọn theo quan điểm của chúng tôi cho đối tượng móng nút nê của Việt Nam.

2.1. Khó khăn trong xây dựng phân bố rỗng thẩm ban đầu và giải pháp

Như minh họa trên Hình 1, để có thể xây dựng được một phân bố thẩm chứa ban đầu (input) hợp lý cho công việc xây dựng và hiệu chỉnh mô hình mô phỏng khai thác cần phải làm tốt cả ba phần công việc: thu thập dữ liệu địa chất - địa vật lý, xử lý số liệu tĩnh (geological modelling) và chuyển về dạng phù hợp với mô hình mô phỏng khai thác (upscaling):



Hình 1. Thách thức với xây dựng mô hình mô phỏng khai thác mỏ nứt nẻ và những nguyên nhân chính

Khi làm việc với dạng mô truyền thống, thường chúng ta có thể nhận được một đánh giá ban đầu hợp lý về mô từ tổ hợp các thông tin về cấu trúc địa chất, đặc tính đất đá và chất lưu, số liệu đo giếng, đo đạc đặc tính địa cơ học và dữ liệu thử vỉa. Ngoài ra, những kỹ thuật thu nổ và xử lý địa chấn mới cũng cung cấp nhiều thông tin có giá trị phục vụ để xác định các đặc tính cơ bản của mỏ. Tuy nhiên, đối với dạng mỏ nứt nẻ, việc thu được dữ liệu tin cậy để phục vụ xây dựng mô hình mô phỏng khai thác là khó khăn hơn so với dạng mô truyền thống. Do sự tồn tại của nứt nẻ trong thành hệ mỏ, cần thiết phải có thêm những thông tin mô tả các đặc trưng phân bố nứt nẻ về cỡ, mức độ liên kết, độ dẫn, phân bố và sau đó chuyển những thông tin này thành dạng dữ liệu ban đầu phục vụ xây dựng mô hình mô phỏng khai thác. Việc chuyển những thông số nứt nẻ thành dạng dữ liệu phục vụ xây dựng mô hình mô phỏng khai thác cũng không phải là một công việc dễ dàng do khái niệm thấm chứa theo phương pháp mô hình trong các phần mềm mô phỏng khai thác thông dụng không có liên hệ rõ ràng với các đặc tính nứt nẻ.

Để cải thiện công việc xây dựng phân bố rỗng thấm ban đầu cho mô hình mô phỏng khai thác mỏ nứt nẻ, một số phương pháp xử lý dữ liệu tĩnh đặc trưng cho đối tượng mỏ nứt nẻ đã được đề xuất và áp dụng. Những phương pháp này đi theo 3 hướng chính sau:

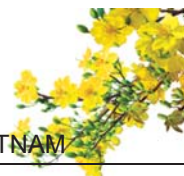
1. Dạng phương pháp thứ nhất về cơ bản dựa trên thông tin địa chấn về nứt nẻ. Phân bố rỗng thấm xung quanh các đứt gãy được xác định theo một kỹ thuật ngoại suy nào đó. Một trong những phương pháp dạng này sử dụng ngoại suy khoảng cách đơn giản thường được biết tới với tên 'Halo model'. Các kỹ thuật nội ngoại suy phức

tạp hơn cũng được nhiều tác giả nghiên cứu sử dụng [8]. Dạng phương pháp này đã được áp dụng rộng rãi trong các công việc xử lý số liệu tĩnh mỏ nứt nẻ. Ưu điểm nổi bật của cách làm này là sự phù hợp với quan điểm liên tục của phương pháp mô hình trong các phần mềm mô phỏng khai thác hiện dùng. Tuy nhiên, việc sử dụng các kỹ thuật ngoại suy khoảng cách đơn giản không tính đến độ cong của đứt gãy thường bị phê phán. Nghiên cứu cải tiến cách làm này với các kỹ thuật phân tích nội ngoại suy mới (như ANN) đang được quan tâm rộng rãi trên thế giới (ví dụ [9] - [11]).

2. Dạng giải pháp thứ hai để xây dựng phân bố thấm chứa ban đầu cho mô hình mô phỏng khai thác mỏ nứt nẻ sử dụng mạng nứt nẻ rời rạc (DFN - Discrete Fracture Network) (ví dụ [12] - [14]). Cơ sở của giải pháp dựa trên quan sát rằng phân bố nứt nẻ dường như có tính ngẫu nhiên. Theo cách làm này, dữ liệu nứt nẻ thu nhận từ log hình ảnh và mẫu lõi tại các giếng được sử dụng để nhận được phân bố thống kê của các đặc trưng nứt nẻ khác nhau. Mặc dù có thể thu nhận được những hình ảnh nứt nẻ hấp dẫn, dạng phương pháp này có nhiều nhược điểm:

a. Trước hết, việc sử dụng các thuật giải ngẫu nhiên để thu nhận phân bố nứt nẻ của dạng phương pháp này thường bị phản đối. Lý lẽ quan trọng nhất là nứt nẻ được tạo ra trong quá trình kiến tạo cần phải tuân theo những quy luật động lực nào đó.

b. Nhược điểm quan trọng thứ hai liên quan đến tính đại diện của dữ liệu nứt nẻ quan sát tại giếng: Với lưu ý rằng nứt nẻ trong các vỉa thường có hướng thẳng đứng



nên khả năng bắt gặp được các nứt nẻ tại các giếng khoan thường khó xảy ra nên mô hình DFN có thể dẫn đến những đánh giá sai về mức độ nứt nẻ của mỏ.

c. Nhược điểm quan trọng thứ ba liên quan đến sự phù hợp với phương pháp mô hình theo quan điểm môi trường liên tục của các công cụ mô phỏng khai thác hiện dùng: Các mô hình DFN được xây dựng bằng cách sinh ra một số lớn các đối tượng rời rạc trong mỏ mà chúng biểu diễn các nứt nẻ. Tuy nhiên, việc chuyển đổi (upscaling) các thông tin rời rạc này sang phân bố thấm rỗng cho mô hình mô phỏng khai thác là không dễ dàng và thường dựa trên những công thức chưa thuyết phục.

3. Dạng giải pháp thứ ba để cải thiện phân bố thấm chứa ban đầu cho mô hình mô phỏng khai thác mỏ nứt nẻ sử dụng các mô hình địa cơ học (Geomechanics Model) (ví dụ [15] - [16]). Tư tưởng của cách làm này là tính tới lịch sử kiến tạo của mỏ nứt nẻ. Nhược điểm quan trọng của cách làm này liên quan đến tính phức tạp của việc lập lại những mô phỏng địa cơ học chi tiết. Thông thường, những giả thiết đơn giản hóa như coi đặc tính đất đá là đẳng hướng, đồng nhất thường được sử dụng. Thêm vào đó, xác định đầu vào của các mô phỏng địa cơ học (trạng thái ứng suất, đặc tính đất đá) thường cũng là một công việc tương đối khó và chứa đựng nhiều sai số. Điều này hạn chế rất nhiều độ tin cậy của kết quả nhận được.

Có thể thấy rằng cả ba hướng cải thiện công việc xây dựng phân bố thấm chứa ban đầu cho mô hình mô phỏng khai thác mỏ nứt nẻ đều có những nhược điểm lớn. Những quan điểm khác nhau, phê phán lẫn nhau vẫn tồn tại trong các công bố trên thế giới. Qua nghiên cứu tổng quan, khó có thể khẳng định dạng phương pháp nào là phù hợp nhất cho đối tượng đá móng nứt nẻ Việt Nam. Để có thể có được những kết luận cần thiết phải có nhiều nghiên cứu hơn nữa, trong đó đặc biệt quan trọng là chúng ta cần trực tiếp phát triển công cụ tính toán và kiểm định các phương pháp nói trên trên đối tượng đá móng nứt nẻ của chúng ta.

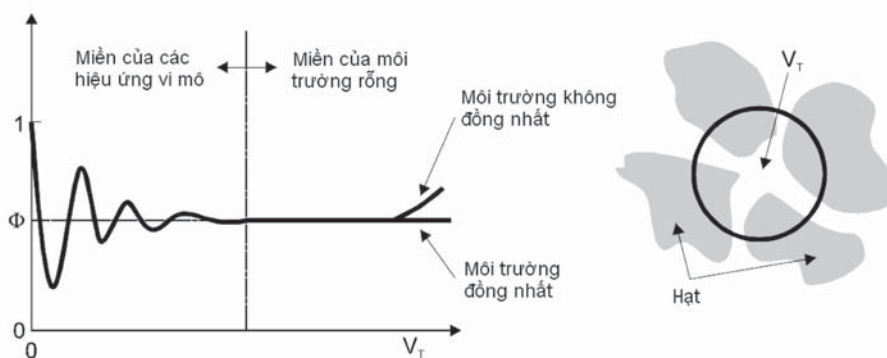
Với tình trạng hiện nay của 3 hướng xử lý dữ liệu tính đặc trưng cho mỏ nứt nẻ nói trên, có thể nói rằng phân bố thấm chứa ban đầu đưa ra của mô hình địa chất với mỏ nứt nẻ có độ tin cậy chưa cao. Những nhược điểm của các hướng xử lý dữ liệu tính cho

mỏ nứt nẻ nói trên là rất khó để giải quyết trong tương lai gần. Tình trạng này cũng cho thấy tầm quan trọng của công việc hiệu chỉnh tham số dựa trên phân tích dữ liệu động (tái lập lịch sử khai thác cho mô hình MFKT). Thực hiện công việc tái lập lịch sử với quy trình hợp lý hơn và nhanh hơn sẽ cho phép chúng ta kiểm định được nhiều phân bố thấm chứa ban đầu hơn.

2.2. Tính không phù hợp của phương pháp mô hình hóa và giải pháp

Cần lưu ý rằng ngay cả khi chúng ta đã thu thập được dữ liệu địa chất - địa vật lý và có phương pháp minh giải chúng ở mức độ hoàn hảo, với giả sử rằng chúng ta đã có được hiểu biết đầy đủ về hệ thống nứt nẻ trong mỏ, những vấn đề gặp phải trong mô phỏng khai thác cũng không hề mất đi. Những vấn đề này thực chất gây nên bởi một nguyên nhân quan trọng khác. Nguyên nhân này liên quan đến bản chất của phương pháp mô hình mô phỏng khai thác.

Mô phỏng khai thác mỏ dầu khí thực chất là mô phỏng dòng chảy nhiều pha (dầu, khí, nước) trong môi trường rỗng (xem [4] - [5]). Do tính phức tạp của môi trường rỗng thực tế, phương pháp mô hình mô phỏng khai thác khả thi hiện nay đều được xây dựng dựa trên quan điểm môi trường liên tục. Quan điểm môi trường liên tục với phân bố rỗng thấm này trở nên kém thích hợp hơn khi sử dụng cho dạng mỏ nứt nẻ. Mức độ kém thích hợp của phương pháp mô hình truyền thống khi áp dụng cho mỏ nứt nẻ có thể được thấy rõ trong hình vẽ minh họa khái niệm độ rỗng trên Hình 2. Như thấy trên Hình 2, khái niệm độ rỗng trong phương pháp mô hình truyền thống được định nghĩa là tỷ số của thể tích phần rỗng chia cho thể tích tổng ($\phi = \frac{V_P}{V_T}$). Vấn đề là tỷ số này phụ thuộc vào thể tích tổng của khối thể tích kiểm soát đại diện lấy quanh điểm đó. Để giải quyết vấn đề này, phương pháp



Hình 2. Khái niệm thể tích kiểm soát đại diện trong định nghĩa độ rỗng

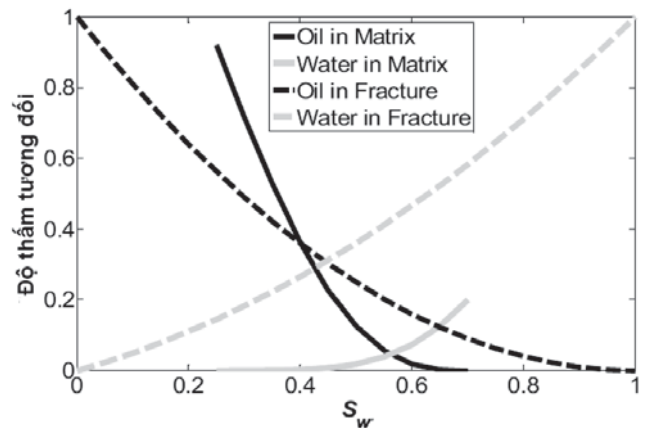
mô hình hóa theo quan điểm liên tục phải giả thiết rằng độ rỗng sẽ được xác định với một độ lớn thể tích kiểm soát đại diện đủ lớn để tỷ số phần thể tích rỗng và thể tích tổng không thay đổi. Giả thiết này hợp lý với môi trường đồng nhất do tỷ số này sẽ gần như không thay đổi khi thể tích kiểm soát đại diện tăng lên (Hình 2). Tuy nhiên, với môi trường không đồng nhất cao trong mỏ nứt nẻ, định nghĩa độ rỗng theo phương pháp mô hình truyền thống trở nên kém hợp lý. Hệ quả tiếp theo là khái niệm thẩm pha truyền thống không mô tả chính xác động thái các dòng chất lưu trong vỉa.

Nghiên cứu cải tiến phương pháp mô hình mô phỏng khai thác nhằm phản ánh tốt hơn động thái dòng chảy trong môi trường nứt nẻ đi theo 2 hướng chính: sử dụng mô hình 2 độ rỗng hoặc sử dụng khái niệm độ thấm tương đối đại diện (pseudo relative permeability):

1. Theo hướng thứ nhất, với quan niệm vĩ mô, các nứt nẻ mở có liên kết với nhau được giả sử là tạo thành một môi trường liên tục thứ hai [17]. Dạng phương pháp mô hình môi trường rỗng này được gọi là mô hình 2 độ rỗng với việc đưa thêm môi trường liên tục với độ rỗng thứ hai cho môi trường nứt nẻ. Như vậy với mô hình 2 độ rỗng, các thành phần rỗng nứt nẻ (fracture) và rỗng giữa hạt (matrix) được xem là nằm trong 2 môi trường liên tục riêng và giữa chúng có thể có sự trao đổi chất lưu. Với việc sử dụng khái niệm độ thấm tương đối để đặc trưng cho dòng chảy chất lưu nhiều pha trong môi trường rỗng, sự khác biệt về động thái dòng chảy trong hai môi trường rỗng nứt nẻ và rỗng giữa hạt có thể được hình dung trên Hình 3. Cụ thể là chất lưu trong phần nứt nẻ có độ bão hòa dư gần bằng không và đường cong độ thấm tương đối có xu hướng gần với đường thẳng do chịu ảnh hưởng của sự dính kết với thành cứng ít hơn nhiều (hiệu ứng Piston) so với dòng chất lưu trong môi trường rỗng giữa hạt.

Những nghiên cứu và áp dụng mô hình 2 độ rỗng trên thế giới đã chỉ ra rằng phương pháp mô hình này có khả năng mô phỏng được các đặc tính quan trọng nhất của dòng chảy trong mỏ nứt nẻ, đặc biệt là hiện tượng xuất hiện nước (hay khí) sớm hơn mong đợi ([17] - [18]). Tuy nhiên, mô hình 2 độ rỗng có những nhược điểm mà chúng hạn chế khả năng áp dụng cho đối tượng mỏ thực tế, đặc biệt là các mỏ lớn. Cụ thể có thể kể đến hai nhược điểm chính sau:

a. Thứ nhất, việc đưa thêm một môi trường liên tục thứ hai đòi hỏi thêm một loạt các tham số cần phải xác định. Trước hết là phân bố rỗng thấm của cả hai phần



Hình 3. Đặc trưng thẩm pha của dầu và nước trong môi trường rỗng giữa hạt (Matrix) và nứt nẻ (Fracture)

rỗng giữa hạt và phần rỗng nứt nẻ. Thêm vào đó là khó xác định các tham số đặc trưng cho sự trao đổi chất lưu giữa phần rỗng giữa hạt và phần rỗng nứt nẻ. Sự không chắc chắn của những tham số này có thể dẫn đến sự mất tin cậy của kết quả mô phỏng, dự báo.

b. Thứ hai, do số lượng phương trình cần phải giải của mô hình 2 độ rỗng tăng lên, thời gian mô phỏng với mô hình 2 độ rỗng lớn hơn nhiều lần so với mô hình một độ rỗng (tăng theo cấp số nhân). Số lượng tham số cần hiệu chỉnh trong công việc tái lập lịch sử khai thác cũng tăng lên rất nhiều. Thêm vào đó là những vấn đề về mất ổn định trong phương pháp giải số cũng xảy ra thường xuyên hơn. Những thử nghiệm tại thế giới và Việt Nam hầu hết đều chỉ ra rằng khả năng máy tính hiện nay là khó đáp ứng cho mô phỏng các mỏ thực tế lớn bằng mô hình 2 độ rỗng.

2. Hướng cải thiện thứ hai cho phương pháp mô hình mỏ nứt nẻ sử dụng khái niệm độ thấm pha đại diện (pseudo relative permeability). Theo cách làm này, môi trường rỗng bao gồm phần rỗng nứt nẻ và rỗng giữa hạt không tách ra làm hai môi trường liên tục riêng. Tuy nhiên, với thực tế là đặc tính thấm của chất lưu trong hai phần rỗng nứt nẻ và giữa hạt là khác nhau, cần thiết phải có một đường cong độ thấm trung gian nào đó để mô tả tốt hơn động thái dòng chảy trong môi trường gộp này. Đường cong độ thấm này mang tính đại diện.

Ý tưởng sử dụng đường cong thẩm pha đại diện trong mô phỏng mỏ nứt nẻ đặc biệt hấp dẫn do mang tính khả thi hơn so với dạng mô hình 2 độ rỗng. Giải pháp này cũng đã được quan tâm nghiên cứu ở Việt Nam khá sớm (ví dụ [19] - [20]). Tuy nhiên, khó khăn chủ yếu của cách làm này



liên quan đến việc xác định đường cong thấm pha đại diện do rất khó lấy các mẫu lõi có tính chất đại diện cho cả hai phần rỗng giữa hạt và rỗng nứt nẻ... Cách xác định hợp lý nhất là giải bài toán ngược từ số liệu khai thác, thực chất là tái lập lịch sử bằng cách hiệu chỉnh đường cong thấm pha. Cách làm này thường được thực hiện với các kỹ thuật phân tích đơn giản. Trong nghiên cứu trình bày ở đây, chúng tôi đề xuất sử dụng phương pháp phân tích tối ưu để giải bài toán ngược nói trên một cách chính xác và toàn diện hơn.

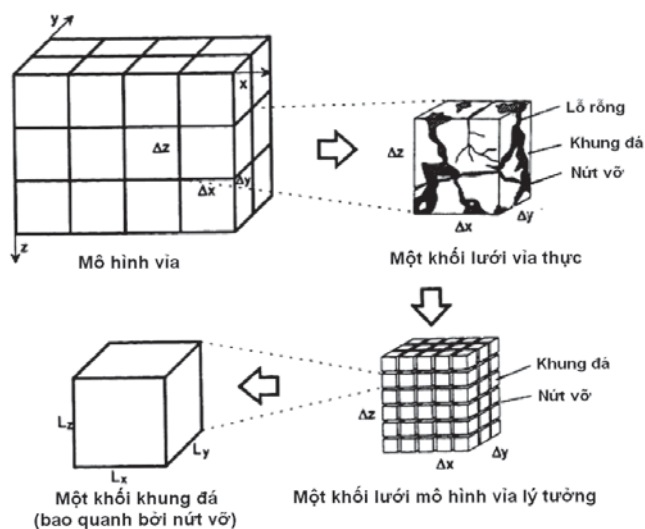
2.3. Lựa chọn phương pháp mô hình hóa cho dạng mỏ móng nứt nẻ

Với nhiều đặc điểm khác biệt của đối tượng móng nứt nẻ tại Việt Nam, lựa chọn phương pháp mô hình hóa phù hợp là một công việc khó khăn nhưng có ý nghĩa quyết định thành công trong việc xây dựng mô hình mô phỏng khai thác. Để có thể có được lựa chọn chính xác, cần xem xét bản chất của các phương pháp mô hình hóa được tích hợp trong các phần mềm mô phỏng vỉa thông dụng hiện nay và đối chiếu với các đặc điểm cơ bản của dạng mỏ móng nứt nẻ.

Khái niệm về phương pháp mô hình một độ rỗng được mô tả trên Hình 2. Mô tả chi tiết về phương pháp mô hình 2 độ rỗng có thể tham khảo trong các tài liệu gốc [17]. Dựa trên giả thiết về dòng chảy, có thể phân mô hình 2 độ rỗng ra làm hai dạng:

- Dạng mô hình thứ nhất được gọi là mô hình 2 độ rỗng 1 độ thấm, trong đó một thể tích phần tử đại diện của vỉa được mô hình hóa gồm nhiều khối khung đá chứa phần rỗng giữa hạt được phân tách bởi các nứt vỡ liên kết với nhau (Hình 4). Trong mô phỏng số, một khối chứa rỗng giữa hạt không được xét như một ô lưới riêng biệt. Ô lưới trong mô phỏng số sẽ được lấy bằng cả thể tích phần tử đại diện, trong đó tập hợp tất cả các nứt vỡ thông nhau được xét như một môi trường liên tục (fracture), đồng thời các phần rỗng giữa hạt được gộp vào một môi trường liên tục thứ hai (matrix). Trong phương pháp mô hình hóa hai độ rỗng, các nứt vỡ liên thông với nhau như một môi trường liên tục và tạo thành một mạng lưới mang dòng chảy nối với giếng khoan. Ngược lại, các khối rỗng giữa hạt được giả sử là không liên thông dòng chảy. Vì vậy, không có dòng chảy giữa các khối rỗng giữa hạt, nhưng có dòng chảy từ phần rỗng giữa hạt sang nứt vỡ.

- Dạng mô hình hai độ rỗng thứ hai thường được gọi là mô hình 2 độ rỗng, 2 độ thấm. Điểm khác biệt so với



Hình 4. Mô hình hóa vỉa nứt nẻ theo phương pháp mô hình 2 độ rỗng

dạng trên của dạng này là coi các khối rỗng giữa hạt có liên thông dòng với nhau, hay nói cách khác, tồn tại thêm dòng giữa các khối rỗng giữa hạt cùng với dòng từ rỗng giữa hạt sang nứt vỡ.

Với phương pháp mô hình hóa 2 độ rỗng như trình bày ở trên, có thể nói rằng cả 2 dạng mô hình 2 độ rỗng (1 độ thấm hoặc 2 độ thấm) đều không mô tả được chính xác cơ chế lưu thông dòng cơ bản trong các đối tượng móng nứt nẻ ở Việt Nam. Như đã chỉ ra bởi nhiều nhà nghiên cứu (ví dụ [21]), một trong những đặc điểm quan trọng của móng nứt nẻ là phần khung đá (matrix) không chứa dầu và cũng không có độ thấm với dầu. Dầu được tập trung trong các hốc, vi rãnh và đặc biệt là trong các đứt gãy hở. Với đặc điểm như vậy, có thể nói rằng phương pháp mô hình 2 độ rỗng khó phản ánh chính xác bản chất của động thái dòng chảy trong móng nứt nẻ. Cộng với những khó khăn về tính đầy đủ của số liệu đầu vào và năng lực máy tính, việc sử dụng mô hình 2 độ rỗng cho móng nứt nẻ có thể gây nên những sai số dự báo do sai khác giữa giả thiết của mô hình 2 độ rỗng với động thái dòng chảy thực tế diễn ra trong đối tượng móng nứt nẻ. Cố gắng mô phỏng móng nứt nẻ bằng mô hình 2 độ rỗng, trong đó vi nứt nẻ (micro fracture) đóng vai trò khung đá (matrix) và nứt nẻ lớn (macro fracture) đóng vai trò nứt nẻ (fracture), chỉ làm phức tạp thêm vấn đề vì lúc đó lại cần đến 2 đường cong thấm pha đại diện đều khó xác định (tăng thêm tham số không chắc chắn). Với đặc điểm như mô tả, móng nứt nẻ nên được xem như là một môi trường rỗng có tính bất đồng nhất cao và phương pháp mô hình một độ rỗng với đường cong thấm pha đại diện là lựa chọn phù hợp hiện nay.

3. Đề xuất quy trình và phương pháp hiệu chỉnh mô hình mô phỏng khai thác móng nút nẻ

3.1. Lựa chọn thông số và quy trình hiệu chỉnh đề xuất

Các dạng thông số được lựa chọn để hiệu chỉnh bao gồm: các đặc tính vùng nước nuôi (aquifer); phân bố độ thấm; đường cong thấm pha, phân bố độ rỗng và độ nén đất đá.

Quy trình chung để xuất để hiệu chỉnh mô hình mô phỏng khai thác móng nút nẻ gồm các bước sau:

Bước 1: Hiệu chỉnh đồng thời đường cong thấm pha đại diện và mức độ bất đẳng hướng tổng thể của độ thấm.

Bước 2: Hiệu chỉnh đồng thời tổng thể tích phần rỗng hiệu dụng, hệ số nén đất đá và các thông số nguồn nuôi thủy lực.

Bước 3: Hiệu chỉnh phân bố độ thấm đứng.

Bước 4: Hiệu chỉnh các phân bố độ thấm ngang.

Bước 5: Hiệu chỉnh phân bố độ rỗng.

3.2. Cơ sở đề xuất quy trình hiệu chỉnh

Quy trình đề xuất theo các nguyên tắc:

- Thực hiện giai đoạn hiệu chỉnh tổng thể trước, giai đoạn hiệu chỉnh phân bố chi tiết sau.

- Trong mỗi giai đoạn, thực hiện hiệu chỉnh thông số chắc chắn thấp trước, hiệu chỉnh thông số chắc chắn cao hơn sau.

- Các dạng thông số có ảnh hưởng tương tự (cùng ảnh hưởng nhiều đến năng lượng vỉa/hoặc cùng ảnh hưởng nhiều đến liên thông vỉa) được hiệu chỉnh đồng thời.

Liên quan đến tính chắc chắn của các dạng thông số, tham khảo [5] về sắp xếp mức độ không chắc chắn thông thường với các thông số mô hình MFKT của mỏ truyền thống. Theo đó, với các dạng thông số hiệu chỉnh đã chọn thì có thể sắp xếp theo mức độ không chắc chắn như sau với đối tượng mỏ truyền thống:

(1) Các đặc tính vùng nuôi (kích cỡ, các thông số thấm, chứa, bán kính ảnh hưởng...).

(2) Phân bố độ thấm.

(3) Đường cong độ thấm tương đối và áp suất mao dẫn.

(4) Phân bố độ rỗng.

(5) Độ nén đất đá.

Lưu ý rằng với phương pháp mô hình lựa chọn cho đối tượng móng nút nẻ ở đây, đường cong thấm pha mang tính giả, đại diện và không thể xác định bằng đo đạc như với dạng mỏ truyền thống, vì vậy trở thành dạng thông số không chắc chắn nhất.

Nghiên cứu tổng quan cho thấy rằng đối với phân bố rỗng, thấm ban đầu của đối tượng móng nút nẻ, cả hai dạng thông số này đều có tính không chắc chắn cao hơn nhiều so với đối tượng mỏ truyền thống. Tuy nhiên, tương tự với dạng mỏ truyền thống, với mỏ nút nẻ, trong phần lớn các trường hợp thì độ thấm vẫn có tính không chắc chắn cao hơn độ rỗng. Một lý do là ngoài những khó khăn về lấy mẫu và đo đạc tương tự như độ rỗng, dòng chảy trong phần nút nẻ thực tế không thể mô phỏng đầy đủ bởi Định luật Darcy và độ thấm đưa vào mô hình có tính chất của một dạng thông số giả (pseudo). Thêm vào đó thì vẫn rất khó định lượng chính xác ảnh hưởng của hướng, độ mở và mật độ nút nẻ lên mức độ bất đẳng hướng của độ thấm.

Giai đoạn hiệu chỉnh tổng thể bao gồm bước 1 và bước 2, thực hiện hiệu chỉnh các thông số chung có ảnh hưởng mang tính tổng thể. Lý do thực hiện hiệu chỉnh đường cong thấm pha đại diện và đặc tính thấm bất đẳng hướng tổng thể (bước 1) trước là căn cứ vào mức độ không chắc chắn của thông số. Hiệu chỉnh các dạng thông số không chắc chắn trước là một yêu cầu quan trọng vì nếu làm ngược lại có thể dẫn đến những hiệu chỉnh sai mặc dù mức khớp lịch sử có thể được cải thiện. Ví dụ trong giai đoạn hiệu chỉnh tổng thể, nếu thực hiện bước 2 (hiệu chỉnh tổng độ rỗng và các thông số aquifer) trước bước 1 (hiệu chỉnh đường cong thấm pha và tính bất đẳng hướng tổng thể của độ thấm), để khớp với dữ liệu lịch sử ngập nước bất thường của đối tượng móng nút nẻ, chúng ta có thể thực hiện những hiệu chỉnh tổng độ rỗng và thông số nguồn nuôi thủy lực không chính xác.

Giai đoạn hiệu chỉnh phân bố chi tiết bao gồm các bước 3, 4, 5. Thứ tự dạng thông số hiệu chỉnh được đưa ra theo nguyên tắc dựa trên mức độ không chắc chắn đã nói. Trong các phân bố độ thấm, phân bố độ thấm đứng có thể được xem là không chắc chắn bằng phân bố độ thấm ngang do độ thấm thu nhận từ phân tích thử giếng thường phản ánh độ thấm ngang nhiều hơn. Vì vậy, phân bố độ thấm đứng được hiệu chỉnh trước phân bố độ thấm ngang trong quy trình đề xuất.



3.3. Phương pháp hiệu chỉnh đề xuất

* Kỹ thuật hiệu chỉnh

Phương pháp hiệu chỉnh thông số mô hình trong các bước được đề xuất dựa trên các kỹ thuật tái lập lịch sử với trợ giúp của máy tính (Computer-Assisted History Matching). Mô tả chung về mục tiêu hiệu chỉnh, nguyên lý đặt giá trị ban đầu và giới hạn cho thông số hiệu chỉnh, tiêu chí kết thúc hiệu chỉnh trình bày tiếp theo trong mục này. Để có thể thực hiện phương pháp hiệu chỉnh, các chương trình máy tính hỗ trợ đã được xây dựng. Mô tả lược đồ, thuật toán, thuật giải của các chương trình máy tính hỗ trợ được trình bày trong bài báo tiếp theo của chúng tôi.

* Mục tiêu hiệu chỉnh

Mục tiêu hiệu chỉnh chung của tất cả các bước là giảm thiểu sai số giữa đo đạc và tính toán của hai dạng dữ liệu: mức độ ngập nước (phản ánh qua lưu lượng nước khai thác lẫn) và áp suất các giếng khai thác (phản ánh qua áp suất đóng giếng). Giá trị hàm mục tiêu cần giảm thiểu được tính toán để định lượng mức độ sai số của tất cả các bộ dữ liệu đo đạc và tính toán. Giá trị đó được tính là tổ hợp hai trung bình chuẩn độ lệch giữa tính toán và đo đạc tại mọi giếng và tại mọi thời điểm đo đạc:

$$E = (\alpha_R^2 \cdot E_R^2 + \alpha_p^2 \cdot E_p^2)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

Trong đó:

E_R là trung bình chuẩn độ lệch lưu lượng nước tổng hợp (xem công thức (2)).

E_p là trung bình chuẩn độ lệch áp suất tổng hợp (xem công thức (4)).

α_R và α_p là các trọng số.

Trung bình chuẩn độ lệch lưu lượng nước tổng hợp được xác định từ độ lệch giữa đo đạc với tính toán theo mô hình của lưu lượng nước khai thác của tất cả các giếng và tại mọi thời điểm khai thác:

$$E_R = \left(\frac{\sum_{j=1}^{NW} \sum_{i=1}^{NO_j} (qw_{j,i}^{obs} - qw_{j,i}^{sim})^2}{\sum_{j=1}^{NW} NO_j} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Với j là chỉ số giếng, NW là số lượng giếng có số liệu đo đạc, i là chỉ số các thời điểm so sánh giữa đo đạc và tính toán (cụ thể là tại các thời điểm có dữ liệu đo đạc hàng

tháng theo dữ liệu lịch sử khai thác được cung cấp), NO_j là số thời điểm đo đạc hàng tháng của giếng thứ j , $qw_{j,i}^{obs}$ là lưu lượng nước đo đạc của giếng và $qw_{j,i}^{sim}$ là lưu lượng nước tính toán của giếng tại các thời điểm so sánh hàng tháng i . Mẫu số trong công thức (2), tổng $\sum_{j=1}^{NW} NO_j$ biểu diễn tổng số số liệu đo đạc lưu lượng nước của tất cả các giếng.

Mức độ tái lập lịch sử lưu lượng nước của từng giếng j được định lượng bằng công thức sau:

$$E_{R,j} = \left(\frac{\sum_{i=1}^{NO_j} (qw_{j,i}^{obs} - qw_{j,i}^{sim})^2}{NO_j} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

Tương tự, trung bình chuẩn tổng hợp độ lệch áp suất giữa đo đạc và tính toán E_p của các giếng được tính theo biểu thức:

$$E_p = \left(\frac{\sum_{j=1}^{NW} \sum_{i=1}^{NO_j} (p_{j,i}^{obs} - p_{j,i}^{sim})^2}{\sum_{j=1}^{NW} NO_j} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Trong đó $p_{j,i}^{obs}$ là áp suất đo đạc của giếng và $p_{j,i}^{sim}$ là áp suất tính toán của giếng tại các thời điểm so sánh hàng tháng i của giếng thứ j ; các ký hiệu khác có ý nghĩa tương tự như công thức (2).

Mức độ tái lập lịch sử áp suất của từng giếng j được định lượng bằng công thức sau:

$$E_{p,j} = \left(\frac{\sum_{i=1}^{NO_j} (p_{j,i}^{obs} - p_{j,i}^{sim})^2}{NO_j} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

Việc giảm thiểu hàm mục tiêu tính toán theo các công thức (1) - (5) đồng nghĩa với việc giảm thiểu trung bình sai số giữa đo đạc và tính toán của tất cả các giếng và tại tất cả các thời điểm đo đạc.

Cần lưu ý rằng cách tính toán độ lệch trung bình nói trên cũng có thể sử dụng để đánh giá kết quả hiệu chỉnh của công việc tái lập lịch sử theo phương pháp thủ công. Cách làm này sẽ giúp người kỹ sư có thể nhanh chóng biết được hiệu chỉnh vừa thực hiện có thực sự tăng mức khớp lịch sử theo nghĩa trung bình cho các giếng khác nhau hay không, tránh tình trạng cải thiện được khớp lịch sử cho một giếng nhưng lại làm giảm mức khớp lịch sử của nhiều giếng khác.

Các phương pháp tối ưu sẽ được sử dụng tìm vị trí tương ứng với giá trị cực tiểu hàm mục tiêu. Trong một số trường hợp, để tránh phân bố độ rỗng hiệu chỉnh không khác quá xa phân bố độ rỗng ban đầu từ mô hình địa chất, phương pháp chính tắc hóa [22] được sử dụng. Khi đó hàm mục tiêu cần hiệu chỉnh (1) sẽ có dạng sau:

$$E = (\alpha_R^2 \cdot E_R^2 + \alpha_P^2 \cdot E_P^2)^{\frac{1}{2}} + \sigma_r \left[\sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_y} \sum_{k=1}^{N_z} (\phi_{ijk}^{new} - \phi_{ijk}^{prior})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

Trong đó, N_x, N_y, N_z là số ô lưới theo các chiều x, y, z , ϕ_{ijk}^{prior} là giá trị độ rỗng tại các ô lưới nhận được từ mô hình địa chất và ϕ_{ijk}^{new} là giá trị hiệu chỉnh tương ứng, σ_r là hệ số chính tắc hóa.

** Giá trị ban đầu và các giá trị biên của thông số hiệu chỉnh*

Giá trị ban đầu của các thông số cần cho làm giá trị xuất phát cho các thuật toán tối ưu. Tốc độ hội tụ đến lời giải của một thuật toán phụ thuộc vào phần nào vào giá trị ban đầu của các thông số. Nói chung giá trị ban đầu của các thông số sẽ được cho bằng giá trị đang sử dụng của các thông số đó.

Các giá trị biên có thể được cho trước nhằm áp đặt miền biến đổi của thông số (bao gồm biên trên và biên dưới). Co hẹp miền xác định sẽ giúp giảm thời gian tính toán, tuy nhiên có thể bỏ qua những lời giải tối ưu tốt. Nói chung, các giá trị biên trên và biên dưới cần được cho sao cho hợp lý về mặt vật lý, địa chất... và có thể theo yêu cầu của người quản lý mỏ. Trong trường hợp giá trị tối ưu nhận được trùng hoặc gần sát với một giá trị biên, cần xem xét lại giá trị biên đó trên cơ sở kiểm tra tính chắc chắn của mô hình địa chất, đo đạc thí nghiệm...

** Tiêu chí kết thúc các bước hiệu chỉnh*

Về mặt lý thuyết, một bước hiệu chỉnh cần kết thúc và chuyển sang bước hiệu chỉnh tiếp theo khi mức độ không chắc chắn của các thông số đang hiệu chỉnh giảm dưới mức độ không chắc chắn của các thông số được hiệu chỉnh trong bước tiếp theo. Tuy nhiên, định lượng mức độ không chắc chắn của các giá trị thông số đang hiệu chỉnh là việc cực kỳ khó. Vì vậy, nói chung khó có thể dùng được tiêu chí hiệu chỉnh lý tưởng trong thực tế.

Tương tự như vấn đề tiêu chí kết thúc toàn bộ công việc tái lập lịch sử, một số quan điểm khác về tiêu chí kết thúc các bước hiệu chỉnh có thể được đưa ra như:

1. Công việc hiệu chỉnh càng kéo dài càng tốt trong giới hạn thời gian và tiền bạc cho phép.

2. Kết thúc khi thỏa mãn một số tiêu chuẩn định lượng về sai số giữa đo đạc với tính toán.

Thực tế thì cả hai quan điểm trên đều không hoàn toàn hợp lý. Mức độ khớp lịch sử định lượng bằng giá trị hàm mục tiêu không thể giảm mãi được và cũng không thể chắc chắn nó có thể giảm đến một con số định lượng là bao nhiêu. Lý do là mức độ khớp lịch sử tốt nhất có thể đạt được trong bước hiệu chỉnh đang thực hiện (giá trị hàm mục tiêu tối thiểu) còn phụ thuộc vào các thông số khác không hiệu chỉnh trong bước. Mức khớp lịch sử tốt nhất có thể đạt được còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác như: mô hình địa chất, phương pháp MFKT, hệ lưới tính...

Với lý do kể trên, các bước hiệu chỉnh với cách làm sử dụng trợ giúp máy tính cần kết thúc khi giá trị hàm mục tiêu E tính theo công thức (1) giảm không đáng kể. Cụ thể là sẽ kết thúc ở lần hiệu chỉnh thứ k nếu:

$$\frac{|E^k - E^{k-1}|}{E^k} \leq \varepsilon \quad (7)$$

Trong đó:

E^{k-1} và E^k là giá trị hàm mục tiêu đạt được ở các lần hiệu chỉnh thứ $k-1$ và k tương ứng.

ε là một dung sai hiệu chỉnh tối thiểu cho phép.

Tiêu chí kết thúc bước hiệu chỉnh nói trên được đưa vào các chương trình máy tính hỗ trợ hiệu chỉnh với giá trị ε được đưa vào bởi người chạy chương trình. Thay đổi giá trị ε sẽ làm thay đổi thời gian thực hiện các bước. Một giá trị dung sai hiệu chỉnh tối thiểu bằng 0,001 thường được coi là hợp lý. Tuy nhiên, nếu thời gian dành cho công việc tái lập lịch sử bị giới hạn, một giá trị dung sai hiệu chỉnh bằng 0,01 là có thể chấp nhận được.

3.4. Cơ sở đề xuất phương pháp hiệu chỉnh

Phương pháp hiệu chỉnh thông số mô hình MFKT được các tác giả thực hiện để tài xây dựng trên cơ sở phân tích, cải tiến những nhược điểm có thể của cách tái lập lịch sử thông thường vẫn dùng phổ biến với các đối tượng đá móng nứt nẻ ở Việt Nam hiện nay:

- Trước hết, các kỹ thuật hiệu chỉnh theo cách làm thủ công khó đáp ứng được yêu cầu hiệu chỉnh đồng thời một số lượng thông số khá lớn trong mỗi bước. Vì vậy, cần thiết phải thay thế bằng các kỹ thuật tái lập lịch sử với trợ giúp của máy tính.



- Theo cách làm thông thường, theo dõi mức khớp lịch sử đạt được trong quá trình hiệu chỉnh thông số thường được thực hiện qua quan sát đồ thị. Cách đánh giá này mang tính chủ quan, phụ thuộc vào cảm quan và định cỡ trục đồ thị. *Vì vậy, trong cách làm đề xuất ở đây, việc theo dõi mức khớp lịch sử đạt được được thực hiện thông qua đánh giá trung bình chuẩn độ lệch giữa kết quả mô phỏng và số liệu thực tế.*

- Theo cách làm thông thường, quá trình tái lập lịch sử được chia làm các giai đoạn với mục tiêu hướng tới khớp lịch sử các dạng dữ liệu khác nhau. Ví dụ quy trình 'áp suất trước, ngập nước sau' sẽ thực hiện khớp lịch sử dữ liệu áp suất trước, sau đó khớp lịch sử dữ liệu ngập nước sau. Quy trình này bộc lộ hạn chế nếu mức độ ngập nước của mỏ lớn. Lý do là việc khớp lịch sử ngập nước ở giai đoạn sau sẽ ảnh hưởng đến lượng chất lưu lấy ra khỏi mỏ và do đó làm ảnh hưởng đến mức khớp lịch sử áp suất đã thu được từ giai đoạn trước. Nhược điểm này có thể thấy rõ hơn với đối tượng mỏ nút nê - khi mà động thái ngập nước thường rất phức tạp. *Để giải quyết nhược điểm này, trong phương pháp đề xuất ở đây, áp suất và ngập nước sẽ được khớp đồng thời thông qua việc giảm thiểu hàm mục tiêu (công thức (1)) với các trọng số α_r và α_p , phù hợp (adaptive weighted factor).*

- Với các mỏ có số lượng giếng lớn, theo cách thông thường, công việc tái lập lịch sử thường được thực hiện với từng giếng hoặc từng nhóm giếng. Tuy nhiên, do mỏ là khối liên thông thủy lực nên hiệu chỉnh để tăng mức khớp lịch sử tại một nhóm giếng có thể gây ảnh hưởng xấu tới mức khớp lịch sử tại các giếng còn lại. Tình trạng này có thể tạo ra những vòng luẩn quẩn trong toàn bộ quá trình tái lập lịch sử và cuối cùng có thể dẫn đến các mức hiệu chỉnh phân bố quá nhiều và đi quá xa so với phân bố ban đầu đưa ra từ việc xử lý dữ liệu tĩnh (mô hình địa chất). *Để hạn chế tình trạng này, trong phương pháp đề xuất ở đây, mục tiêu đặt ra trong suốt quá trình là tăng mức khớp lịch sử trung bình chuẩn của tất cả các giếng. Cách làm này giảm thiểu những hiệu chỉnh mà chúng làm tăng mức khớp lịch sử tại một vài giếng nhưng lại làm giảm nhiều mức khớp lịch sử của các giếng khác.*

4. Kết luận

- Bản chất của công việc tái lập lịch sử là giải một bài toán có thể có nhiều nghiệm do số ẩn (số tham số) luôn lớn hơn số phương trình (số dữ liệu khai thác). Việc áp dụng một quy trình hiệu chỉnh không đúng như hiệu

chỉnh dạng thông số chắc chắn hơn trước là một nguyên nhân chính dẫn đến tình trạng thu được các mô hình tái lập lịch sử tốt nhưng dự báo sai.

- Trên cơ sở nghiên cứu tổng quan, phân tích tính không chắc chắn của các dạng thông số mô hình, nghiên cứu trình bày trong bài báo đã đề xuất một quy trình tái lập lịch sử hợp lý cho đối tượng móng nút nê. Để thực hiện hiệu quả các bước hiệu chỉnh mà trong đó nhiều giá trị thông số phải được hiệu chỉnh đồng thời, nghiên cứu cũng đề xuất áp dụng phương pháp hiệu chỉnh dựa trên các kỹ thuật tái lập lịch sử với sự trợ giúp của máy tính (Computer-Assisted History Matching).

- Nội dung bài báo tiếp theo sẽ trình bày công việc xây dựng chương trình máy tính hỗ trợ thực hiện quy trình, phương pháp đề xuất và kết quả áp dụng thử nghiệm cho đối tượng móng nút nê thực tế.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này thực hiện thông qua Nhiệm vụ Nghiên cứu Khoa học mã số: 03/KKT/2010/HĐ-NCKH của Tập đoàn Dầu khí Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

1. Aguilera R., 1995. *Natural fractured reservoir*. Pennwell publishing company, Tulsa, Oklahoma, USA.
2. Golf-Racht T., 1982. *Fundamentals of fractured reservoir engineering*. Elsevier Pub.
3. Allan J. et al, 2003. *Controls on recovery factor in fractured reservoirs: Lessons learned from 100 fractured reservoir*, SPE 84590.
4. Bear J., 1975. *Dynamics of fluids in Porous Media*. Elsevier Pub., NY, USA.
5. Mattax C. C., Dalton R. L., 1990. *Reservoir simulation*. SPE Monograph, Vol. 13.
6. Nelson R. A., 1985. *Geologic analysis of naturally fractured reservoir*. Gulf publishing Co.
7. Lemonier P., Bourbiaux B., 2010. *Simulation of natural fractured reservoirs: State of Art - Part 1: Physical mechanisms and simulator formulation*. Oil and Gas Science and Technology, Vol. 65, p. 239 - 262.
8. Ouenes, A. et al., 2004. *Seismically driven Improved fractured reservoir characterization*. SPE 92031.

9. Gauthier B. D. M. et al, 2000. *Integrated fractured reservoir characterization: a case study in a North Africa field*. SPE 65118.

10. Zellou, A. M. et al, 2001. *Intergrated fractured reservoir characterization using neutral network and fuzzy logic: Three case studies*. Journal of Petroleum Geology, Vol. 24, p. 459 - 476.

11. Zellou, A. M. et al, 12 - 15 June 2006. *Fractured reservoir characterization using Post-Stack seismic attributes: Application to a Hungarian reservoir*. EAGE 68th Conference & Exhibition - Vienna, Austria.

12. Daly C., Mueller E., 30/8 - 2/9/2004. *Characterization and modelling of fractured reservoir: Static model*. 9th European Conference on mathematics of oil recovery - Canes, France, Canes, France.

13. Ishibashi T. et al., Oct. 1 - 2, 2009. *Three dimensional analysis of channeling flow by new discrete fractured network model simulation* Geoflow. 15th Formation evaluation symposium of Japan 14. Dershowitz W., et al., Sep. 13 - 14, 2004. *Discrete fractured network modeling: Current status and future trends*. Proc US EPA/NGWA Fractured Rock Conference, Portland, Maine.

15. Sanchez M. A. et al., 1999. *Application of geomechanics in development of naturally fractured carbonates of the Mara Oeste field*. Venezuela, SPE 54008.

16. Bourne S. J. et al., October 15 - 18, 2000. *Predictive modelling of naturally fractured reservoirs using geomechanics and flow simulation*. 9th Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference held in Abu Dhabi, U.A.E.

17. Warren, J.E. and Root, P.J., Sep. 1963. *The behavior of naturally fractured reservoirs*. SPE Journal, p. 245 - 255.

18. Gilman J. R., June 23 - 27, 2003. *Practical aspects of simulation of fractured reservoirs*. International forum on reservoir simulation, Baden-Baden, Germany.

19. Nguyễn Chu Chuyên, 2000. *Nghiên cứu độ thấm của móng granit mở Bạch Hổ, chọn giá trị thích hợp phục vụ tính toán khai thác*. Luận án tiến sỹ. Đại học Mở - Địa chất. Hà Nội.

20. Dang The Ba, 2003. *Construbition a l'etude des ecoulements triphasiques en milieux poroux: Evaluation des modelles at exemple d'application a un reservoir petrole*. These doctoral a l'institut national Polytechnique de Toulouse, France.

21. Ngô Thường San, Cù Minh Hoàng, 11/10/2005. *Chất lượng thấm - chứa của đá móng nứt nẻ ở bể Cửu Long*, Hội nghị KHCN lần thứ 9, Trường ĐH Bách khoa Tp. HCM.

22. Tikhonov, A. N. & Arsenin, V. Y., 1977. *Solutions of Ill-Posed problems*, V.H. Winston & Sons, Washington, D.C.: John Wiley & Sons, New York. Translated from Russian, preface by translation editor Fritz John, Scripta Series in mathematics.

