Công nghệ mỏ

Nguyễn Hải An. Tổng Công ty thăm dò Khai thác Dầu khí.

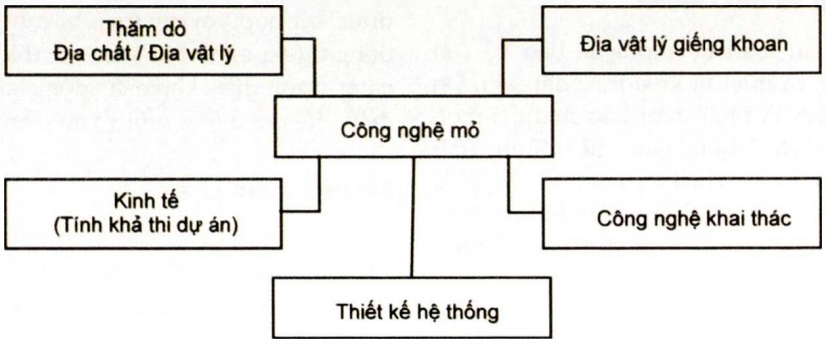
Nguyễn Hoàng Đức. Tổng Công ty thăm dò Khai thác Dầu khí.

Giới thiệu

Công nghệ Mỏ phát triển nhanh chóng trong khoảng chục năm lại đây. Ngành công nghiệp dầu khí đang khoan rất nhiều giếng với mật độ thưa hơn, thu hồi được nhiều dầu hơn. Kỹ thuật tốt hơn, công cụ tốt hơn và kiến thức cơ bản về vỉa chứa cũng được cải thiện hơn. Bên cạnh các tiến bộ chung trên, cũng còn nhiều vỉa chứa hiện nay đang được phát triển và quản lý một cách kém hiệu quả, nhiều yếu tố kỹ thuật cốt yếu bị xem nhẹ hoặc bỏ qua, dẫn đến các kết quả hoạt động còn kém hơn cả chục năm trước. Các kỹ sư công nghệ mỏ thường không có sự nhất trí với nhau trong việc minh giải các động thái mỏ. Thường hai kỹ sư sẽ có hai quan điểm hoàn toàn trái ngược nhau trước khi có một cuộc thỏa thuận. Việc bất đồng ý kiến này sẽ gây nên bối rối và khó khăn cho việc quản lý của lãnh đạo công ty, những người không có chuyên môn sâu về lĩnh vực này. Liệu họ dám nhận trách nhiệm trong khi họ còn những câu hỏi về sự bất đồng kỹ thuật giữa các thành viên trong nhóm kỹ thuật, những người mà bản thân họ không có sự thống nhất với nhau?

Luôn luôn có sự khác biệt trong khi xem xét các vấn đề công nghệ mỏ giữa các đội ngũ kỹ sư của các công ty khác nhau. Sự khác biệt giữa người kỹ sư giỏi và những người làm việc không hiệu quả xảy ra từ những vấn đề nhỏ là sự khác biệt về kiến thức cơ bản cho đến những vấn đề lớn về việc nhấn mạnh đâu là yếu tố quan trọng. Một số công ty hoặc nhóm làm việc nhấn mạnh về quy trình tính toán và cơ chế vỉa, nhưng lại ít chú ý đến các vấn đề địa chất. Một số khác lại nhấn mạnh về vấn đề địa chất và cố gắng xác định được các vỉa chứa riêng biệt từ đó suy ra được động thái mỏ trong quá trình phát triển mỏ hoặc trong thời gian khai thác sớm. Họ sử dụng các phương trình công nghệ mỏ và các quy trình tính toán sơ bộ như là các công cụ bổ sung cho việc hiểu rõ được động thái mỏ. Các cách tiếp cận của nhóm công ty này thường thành công.

Sự khác biệt trong hoạt động thực tế cho thấy rằng rất nhiều người, bao gồm các nhà quản lý, điều hành mỏ, các nhà khoa học và các kỹ sư công nghệ mỏ không hiểu hết được phạm vi của ngành công nghệ mỏ hoặc không hiểu làm thế nào có thể sử dụng các kỹ sư công nghệ mỏ một cách hiệu quả nhất. Để giải quyết được vấn đề này cần phải hiểu rõ được vị trí [H.1] và các chức năng cơ bản của công nghệ mỏ cùng với đó là cách để nó có thể hoạt động hiệu quả nhất.



Hình 1. Vị trí của Công nghệ mỏ trong mối quan hệ giữa các hoạt động dầu khí.

Mục đích của công nghệ mỏ

Mục tiêu chung của công nghệ là sự tối ưu. Do vậy mà mục tiêu của công nghệ mỏ là đưa ra được các nhận biết thực sự về mỏ, các thông tin và kiến thức cần thiết để kiểm soát các hoạt động nhằm đạt được hệ số thu hồi cao nhất với chi phí thấp nhất có thể. Vì hệ số thu hồi tối đa thường không đạt được với chi phí thấp nhất, người kỹ sư cần phải tìm được sự tối ưu giữa các vấn đề thu hồi, chi phí và các yếu tố lợi ích khác. Khái niệm "tối ưu" phụ thuộc vào các chính sách của các nhà điều hành và khó có thể diễn giải chính xác hoặc cụ thể hóa.

Theo quan điểm của nhà điều hành, bất cứ một quy trình hay một quá trình hoạt động nào mà kết quả thu được một sự tối ưu về lợi nhuận cho công ty thì đó là công nghệ hiệu quả, còn ngược lại thì không. Có hai lý do mà tại sao các công ty thường không có được các công nghệ hiệu quả. Đó là các kỹ sư không được đào tạo đầy đủ và không làm đúng nhiệm vụ của mình. Cho dù công ty có thể thuê các kỹ sư giỏi và có được các sự hiệu quả của họ, nhưng công ty đó vẫn làm việc kém hiệu quả về mặt công nghệ mỏ. Ví dụ như một kỹ sư có thể làm tốt công việc bơm ép nước vào vỉa, thế nhưng công ty còn có thể thu được lợi ích lớn hơn nếu như thực hiện chương trình bơm ép nước từ năm năm trước đó, do vậy mỏ đã không được điều hành hiệu quả. Để thu được lợi ích tối ưu, tất cả các hoạt động phải được tiến hành đúng thời điểm. Do vậy, công nghệ mỏ hiệu quả là phải sớm đưa ra được các nhận biết đúng đắn về mỏ để có thể kiểm soát mỏ hiệu quả nhất.

Hệ thống kỹ thuật dầu khí

Có thể mô tả một hệ thống kỹ thuật dầu khí cơ bản gồm 3 hệ thống thành phần sau: (1) việc hình thành và hoạt động của các giếng khoan, (2) hệ thống xử lý các chất lưu dưới vỉa, (3) các chất lưu và động thái của chúng ở dưới vỉa. Hai hệ thống đầu phụ thuộc vào cái cuối cùng. Tính chất tự nhiên của vỉa chứa và chất lưu sẽ quyết định cần bao nhiêu giếng khoan, vị trí khoan, cách hoàn thiện giếng và khai thác, các thiết bị xử lý cần thiết để có được lợi nhuận tối ưu. Để đạt được hiệu quả về mặt công nghệ mỏ, các hệ thống trên không được tách rời nhau, chúng phải được xem như là các thành phần liên kết trong một thể thống nhất. Kỹ thuật dầu khí là sự áp dụng cho toàn bộ hệ thống còn công nghệ mỏ chỉ áp dụng cho một hệ thống thành phần. Tuy nhiên việc kiểm soát toàn bộ hệ thống chỉ thực hiện được khi ta kiểm soát được động thái mỏ, do vậy sự khác biệt giữa kỹ thuật dầu khí và công nghệ mỏ là không lớn.

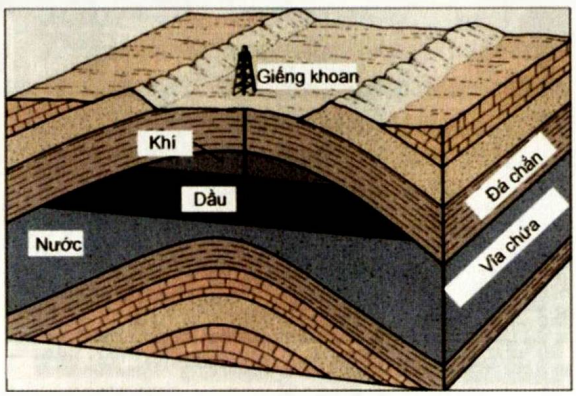
Người kỹ sư công nghệ mỏ cần nghiên cứu về các chất lưu trong vỉa và động thái của chúng trên cơ sở kết hợp với các nghiên cứu địa chất, môi trường thành tạo và đặc tính của từng vỉa chứa. Để đơn giản hóa thì các vỉa chứa riêng biệt cùng với các chất lưu trong đó có thể được xem như là một hệ thống vỉa chứa.

Các công việc của công nghệ mỏ

Người kỹ sư công nghệ mỏ phải dùng kiến thức tổng quát về động thái vỉa áp dụng cho từng trường hợp mỏ cụ thể. Hệ thống vỉa chứa dầu khí thực tế thường phức tạp, bao gồm nhiều vỉa chứa riêng lẻ, các biên của dòng chảy, hệ thống đứt gãy và sự phân bố không theo quy luật của các tính chất vật lý. Có được các hiểu biết chính xác về hệ thống dầu khí là cực kỳ khó khăn. Chúng ta không thể áp dụng cho các hệ thống vỉa chứa cụ thể nếu như chúng ta chưa có được các hiểu biết đầy đủ về từng thành phần của chúng. Thế nhưng mọi người hầu như đều quên điều này. Hầu hết đều đưa ra những điều kiện lý tưởng về tính đồng nhất, liên tục, chiều dày vỉa và các yếu tố khác. Rồi sau đó áp dụng các phương trình tổng quát và thu được lời giải tổng quát cho một vỉa chứa lý tưởng. Đây không được gọi là công nghệ mỏ. Công nghệ mỏ thực sự là ta phải tìm được các lời giải cụ thể cho từng hệ thống vỉa chứa cụ thể.

Đánh giá hệ thống vỉa chứa

Điều xem xét đầu tiên và chức năng cơ bản của kỹ sư công nghệ mỏ là xác định và đánh giá hệ thống vỉa chứa [H.2]. "Xác định" có nghĩa là chỉ rõ được diện tích, chiều dày, độ dốc vỉa, giới hạn khai thác và môi trường địa chất của từng tập vỉa riêng biệt trong hệ thống vỉa chứa. "Đánh giá" có nghĩa là chỉ rõ được các tính chất vật lý của từng tập vỉa riêng biệt và các chất lưu trong đó, sự biến đổi tính chất vật lý trong suốt hệ thống, các bất đồng nhất, đứt gãy, biên chắn, v.v..., những cái ảnh hưởng đến dòng chảy. Chỉ khi các giới hạn và tính chất của từng tập vỉa riêng biệt được xác định đủ thì người kỹ sư mới đủ hiểu biết về hệ thống vỉa để có được những suy luận chính xác về động thái của mỏ trong tương lai.



Hình 2. Hệ thống vỉa chứa dầu khí.

Hầu hết các kỹ sư công nghệ mỏ đều đồng ý về sự cần thiết phải xác định và đánh giá hệ thống vỉa

chứa. Thế nhưng, rất ít người thực sự cố gắng làm điều này. Thông thường họ chỉ dựa vào bản đồ cấu trúc và các bản đồ đẳng dày. Bản đồ đẳng dày có thể có ích cho việc đánh giá trữ lượng tại chỗ nhưng nó ít có giá trị trong việc đánh giá các động thái mỏ nếu hệ thống vỉa chứa có nhiều tập vỉa con.

Áp dụng các cơ chế thu hồi dầu khí

Cơ chế thu hồi [H.3] đóng vai trò cực kỳ quan trọng và đều được các kỹ sư công nghệ mỏ quan tâm. Thế nhưng trong thực tế rất nhiều người chỉ đánh giá các đường cong khai thác và dựa vào đó để dự báo động thái mỏ. Phương pháp này chỉ đúng khi thời gian khai thác là đủ để các động thái của mỏ xảy ra. Nó cho độ chính xác cao, tuy nhiên rất khó sử dụng để tối ưu mỏ. Nghiên cứu các cơ chế thu hồi của mỏ sẽ đưa ra được nhiều phương pháp đánh giá và dự báo, do vậy sẽ dễ dàng khai thác tối đa và tối ưu được lợi nhuận.

Tính quan trọng của thời điểm

Vấn đề tối ưu yêu cầu phải xem xét đến yếu tố thời gian. Thông thường, thời điểm để thực hiện một hoạt động quan trọng hơn là cái hoạt động phải làm đó. Mọi người cũng đang bắt đầu để ý đến vấn đề thời điểm và xem đó là nhân tố quan trọng của công nghệ mỏ. Vấn đề tìm ra thời điểm đúng đắn cho từng trường hợp mỏ cụ thể là vấn đề khó khăn. Tuy nhiên với sự quan tâm và đầu tư của các nhà công nghệ mỏ thì việc tìm ra đúng thời điểm để áp dụng các hoạt động công nghệ mỏ sẽ sớm được thực hiện.

Sử dụng các mô hình

Do tính phức tạp của vỉa chứa, ta không thể xây dựng một mô hình đúng như thực tế vỉa. Tất cả mô hình mà ta sử dụng đều là hệ thống mỏ đơn giản hóa. Mô hình cung cấp cho ta các thông tin có giá trị về tính chất tự nhiên của mỏ và động thái dòng chảy, từ mô hình ta cũng đánh giá được các cơ chế khai thác của mỏ.

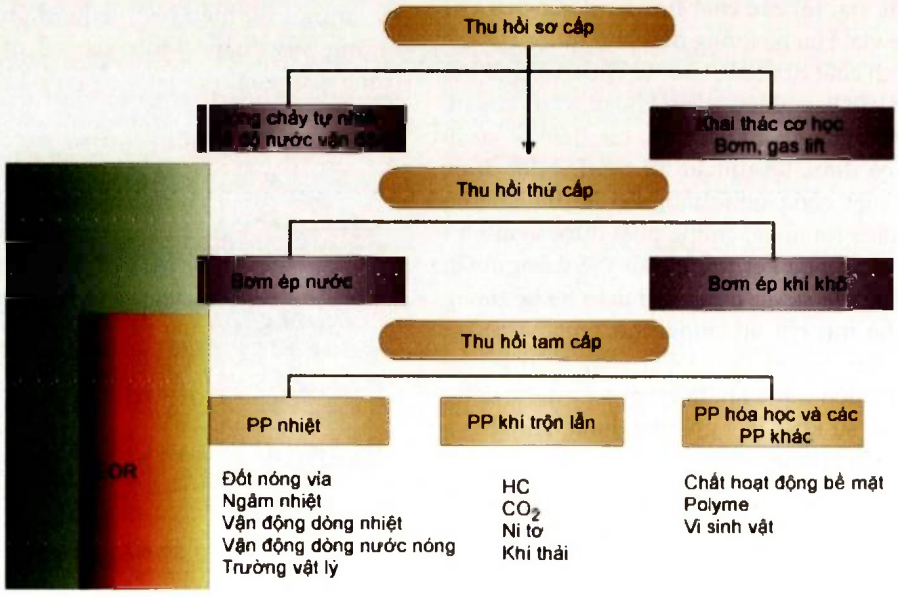
Với sự tiến bộ của công nghệ máy tính, hiện nay có thể xây dựng và giải được các mô hình toán học cho dòng chảy đa pha, đa chiều trong vỉa chứa [H.4]. Các mô hình này sẽ sớm mô phỏng được đúng thực tế của vỉa chứa và bổ sung thêm cho việc đánh giá động thái mỏ. Đây là công cụ mới của các nhà công nghệ mỏ và nó có tính ưu việt so với các phương pháp khác. Tuy nhiên cũng không được quên rằng đó cũng chỉ là một mô hình vỉa chứa được đơn giản hóa, và nó cũng không đưa ra được các câu trả lời chính xác nếu các thông tin đầu vào bị sai.

Khó khăn của công nghệ mỏ

Việc có được hiểu biết đầy đủ về hệ thống vỉa chứa là điều không thể. Người kỹ sư công nghệ mỏ luôn luôn gặp các khó khăn do tính thiếu chính xác của hầu hết các số liệu cần thiết. Số liệu khai thác của nước và khí thường không chính xác, số liệu áp suất có thể không ổn định, các phân tích thu được từ mẫu chất lưu có thể không đại diện cho chất lưu trong vỉa. Do vậy ta không thể mong đợi một lời giải chính xác của các tính toán cho dù đã sử dụng các phương trình chính xác. Điều đó không có nghĩa là các phương trình sử dụng là sai. Nó có nghĩa ta cần phải cân nhắc các tính toán và xem đó là định hướng cho việc đánh giá xu thế động thái mỏ.

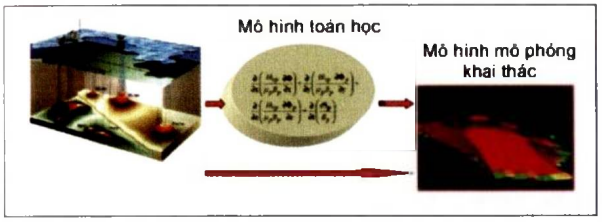
Yêu cầu về kiến thức cơ bản

Do tính đa dạng về chức năng và nhiệm vụ, người kỹ sư công nghệ mỏ thực sự làm một công việc rất khó khăn. Trong giai đoạn khoan và phát triển mỏ, phải đưa ra được chương trình đánh giá



Hình 3. Các cơ chế thu hồi dầu.

vỉa chứa, thiết kế được sơ đồ giếng cần thiết, minh giải các đường log địa vật lý giếng khoan, tính toán trữ lượng thu hồi, xây dựng chương trình thử vỉa, đưa ra các kiến nghị về duy trì áp suất vỉa, ra kế hoạch khai thác thứ cấp, v.v...



Hình 4. Mô hình mô phỏng khai thác trên máy tính.

Để thành công, kỹ sư công nghệ mỏ cần phải phát triển các kiến thức địa chất, kiến thức hóa lý về tính chất các chất lưu trong vỉa chứa và động thái pha của chúng, hiểu được dòng chảy các chất lưu trong môi trường rỗng và các kiến thức toán học về giải tích và phương pháp số. Thêm vào đó cũng phải có sự hiểu biết về các hoạt động lịch sử khai thác của mỏ và công tác hoàn thiện giếng như có bao nhiêu tập vỉa được mở trong mỗi giếng, động thái khai thác của từng giếng. Người kỹ sư công nghệ mỏ đồng thời cũng là một nhà kinh tế, kế toán, chuyên gia đàm phán và phải có kiến thức về luật, thuế. Chuyên gia công nghệ mỏ là một nhà tổng hợp chứ không phải làm việc chuyên sâu.

Tài liệu tham khảo

Dake L. P., 1994. The Fundamental of Reservoir Engineering. *Elsevier*.

Chierici G. L., 1994. Principles of Petroleum Reservoir Engineering. *Springer Verlgag* .Volume 1.

Archer J. S and Wall C. G., 1986. Petroleum Engineering Principles and Practise. *Graham and Trotman*.

Calhoun J. C., 1963. A Definition of Petroleum Engineering, *Jour, Pet, Tech 15*. No. 7.

Lincoln E., 1964. Some Important Precepts in the Practice of Reservoir Engineering. *SPE Distinguished Lecture Series*.

Lake L.W., Holstein E.D., Petroleum Engineering Handbook – Volume V_ Reservoir Engineering and Petrophysic. *Society of Petroleum Engineers*.