

# TỐI ƯU HÓA PHÁT TRIỂN VÀ KHAI THÁC CỤM MỎ HẢI THẠCH - MỘC TINH, LÔ 05-2 VÀ 05-3 BỂ NAM CÔN SƠN

Phạm Tiến Dũng

Tổng Giám đốc Công ty Điều hành Dầu khí Biển Đông

Công ty Điều hành Dầu khí Biển Đông (Biển Đông POC) đã triển khai thành công Dự án Biển Đông 01, nhằm phát triển và khai thác hiệu quả 2 mỏ khí và condensate Hải Thạch và Mộc Tinh tại Lô 05-2 và 05-3 ở bồn trũng Nam Côn Sơn. Dù đối mặt với thách thức từ điều kiện địa chất phức tạp và yêu cầu kỹ thuật cao, Dự án đã đạt được mục tiêu vận hành an toàn và duy trì sản lượng ổn định, góp phần vào việc đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia.

## Đặc điểm mỏ và điều kiện địa chất

Các mỏ khí - condensate Hải Thạch (Lô 05-2) và Mộc Tinh (Lô 05-3) nằm trong bồn trũng Nam Côn Sơn thuộc thềm lục địa Việt Nam, 2 mỏ này nằm cách nhau 20 km và cách TP Vũng Tàu khoảng 320 km về phía Đông Nam. Điểm đặc biệt là vị trí mỏ ở điều kiện nước sâu - cận sâu (-118 đến -145 m), xa bờ và nằm trong khu vực có dị thường áp suất rất lớn, áp suất cao (890 atm), nhiệt độ cao (hơn 190°C). Mỏ Hải Thạch được phát hiện năm 1995 bằng giếng khoan B-1X, sau đó được thăm lượng bằng giếng B-2X năm 1996 và B-3X/3XZ năm 2002. Mỏ Mộc Tinh được phát hiện năm 1995 bằng giếng khoan A-1X và được thăm lượng bằng giếng khoan A-1RX năm 1996. Sau khi phát triển thành công, mỏ được đưa vào khai thác an toàn, hiệu quả với cường độ cao từ ngày đón dòng khí thương mại đầu tiên (06/09/2013) cho đến hiện nay.

Mỏ Mộc Tinh ban đầu bao gồm 2 vỉa cát kết Miocen trên (UMA10, UMA20) được phát

hiện bởi giếng khoan thăm dò A-1X, sau đó khi khoan giếng thăm lượng A-1RX đã phát hiện thêm vỉa cát kết chứa khí UMB20. Dựa trên kết quả nghiên cứu từ 2 giếng khoan thăm dò này và các tài liệu địa chấn 3 chiều thu nổ năm 1994, tài nguyên tại chỗ của mỏ Mộc Tinh đã được đánh giá hoàn thiện vào năm 2000. Theo đó, các vỉa cát kết chứa khí đã xác minh (gồm UMA10, UMA20 và UMB20), ngoài ra còn có vỉa UMB15 theo kết quả trên tài liệu địa chấn cho thấy có dị thường biên độ, tuy nhiên vẫn còn nhiều rủi ro do chưa có giếng khoan thăm dò nào cắt qua. Năm 2001, nhà thầu đã tiến hành thu nổ địa chấn 3 chiều mật độ cao bao phủ các Lô 05-2 và 05-3, các phân tích và minh giải trên tài liệu này đã khẳng định sự phân bố của các vỉa chứa. Dựa trên các kết quả mới này, lượng khí tại chỗ của mỏ Mộc Tinh được sơ bộ đánh giá lại vào năm 2006 là 19 tỷ m<sup>3</sup>.

Mỏ Hải Thạch gồm các vỉa chứa sản phẩm được phát hiện trong 3 tầng cát kết Miocen trên,

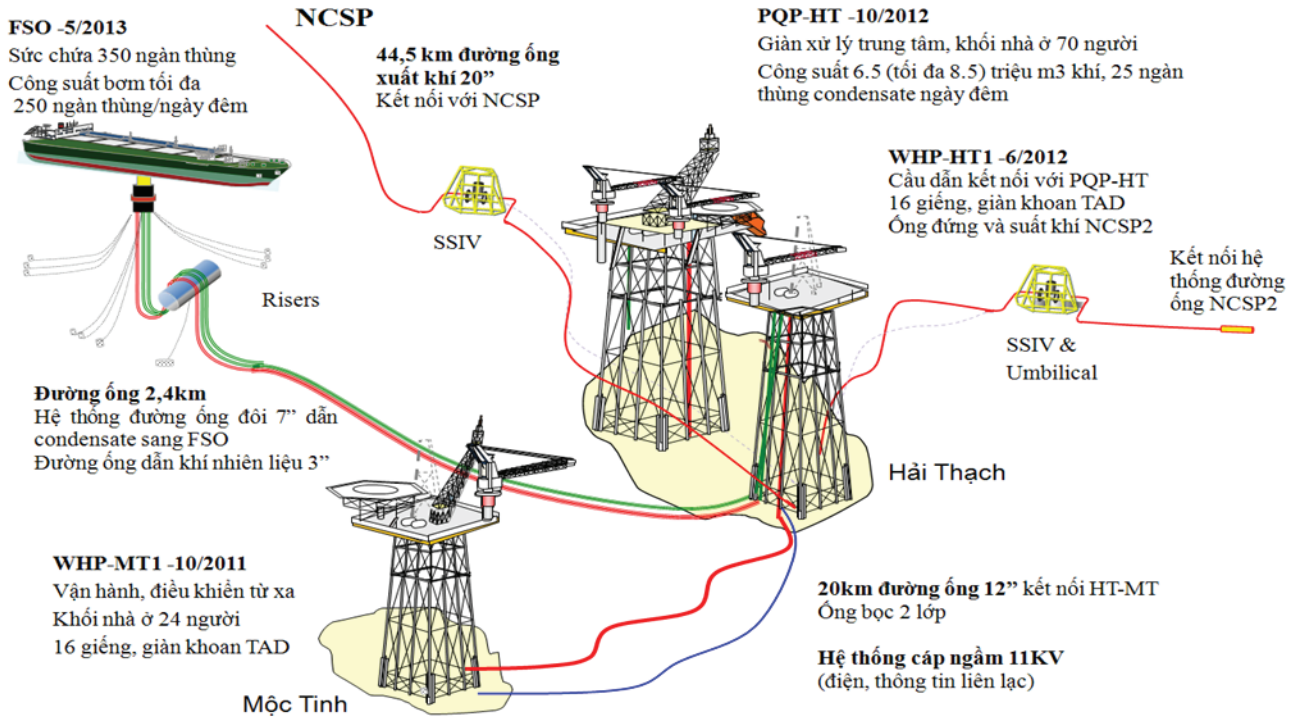
Miocen giữa và Miocen dưới ở khối nâng chính của mỏ; và vỉa cát kết thuộc Miocen giữa ở phần cánh của mỏ. Cấu trúc mỏ Hải Thạch rất phức tạp, bao gồm tất cả 18 vỉa chứa và bị phân chia ra hàng chục khối lớn/nhỏ khác nhau. Ngay sau khi có kết quả của 2 giếng khoan thăm dò B-1X và B-2X, tài nguyên tại chỗ của mỏ Hải Thạch đã được tính toán vào năm 1997. Sau khi thu nổ địa chấn 3 chiều mật độ cao ở khu vực Lô 05-2 và có thêm kết quả giếng khoan thăm lượng B-3X, lượng khí tại chỗ của mỏ đã được đánh giá lại và kết quả được phê duyệt vào năm 2006 là 36,4 tỷ m<sup>3</sup>.

## Quản lý và phát triển

Sau khi tiếp nhận các Lô 05-2 và 05-3 từ Nhà thầu BP, Biển Đông POC đã nghiên cứu và lựa chọn phương án phát triển sử dụng giàn xử lý trung tâm PQP-HT, tàu chứa nổi condensate FSO và 2 giàn đầu giếng (WHP-HT1 và WHP-MT1); đồng thời đóng mới giàn khoan nửa chìm,



## Khoa học - Công nghệ và Đổi mới sáng tạo



Dự án Biển Đông 01 đang được Biển Đông POC khai thác.

nửa nổi Semi-TAD 15K (PVD-V) để khoan từ các giàn đầu giếng cố định WHP. Đây được cho là lựa chọn then chốt để đưa Dự án đến thành công, tiết kiệm chi phí, rút ngắn tiến độ, giúp công tác vận hành khai thác đơn giản và thuận lợi hơn rất nhiều. Các hạng mục chính của Dự án Biển Đông 01 bao gồm: xây dựng 2 giàn đầu giếng (1 ở mỏ Mộc Tinh, 1 ở mỏ Hải Thạch) và 1 giàn xử lý trung tâm đặt tại mỏ Hải Thạch (nơi có lượng condensate nhiều hơn); tàu chứa condensate (dung tích 350.000 thùng) được neo đậu tại khu vực mỏ Hải Thạch để tiếp nhận condensate từ giàn xử lý trung tâm; xây dựng và hoàn thiện 44,5 km đường ống 20" xuất khí từ giàn đầu giếng Hải Thạch đến đường ống Nam Côn Sơn hiện hữu (NCSP), 20 km đường ống 2 pha 12 inches dẫn khí và condensate từ giàn đầu giếng

Mộc Tinh đến xử lý trung tâm ở mỏ Hải Thạch; sử dụng giàn khoan Semi-TAD để khoan 16 giếng khai thác, 7 giếng khai thác tại mỏ Mộc Tinh; 9 giếng khai thác tại mỏ Hải Thạch. Công suất thiết kế của Dự án là 7,6 triệu m<sup>3</sup> khí/ngày (tối đa có thể đạt 10 triệu m<sup>3</sup> khí/ngày), công suất xử lý 25.000 thùng condensate/ngày.

### Giải pháp kỹ thuật

Quản lý và khai thác hiệu quả 2 mỏ khí - condensate Hải Thạch và Mộc Tinh đòi hỏi việc áp dụng các giải pháp kỹ thuật tiên tiến do sự khác biệt lớn về đặc điểm của mỗi mỏ. Mỏ Hải Thạch có đặc trưng bởi độ thấm vỉa thấp, phân bố đá chứa không đều, tỷ số condensate/khí và áp suất điểm sương chất lưu cao. Đặc biệt, tại Hải Thạch, nhiều tập vỉa được khai thác đồng thời trong một giếng, làm tăng nguy

cơ ngưng tụ condensate ở vùng cận đáy giếng.

Trong khi đó, mỏ Mộc Tinh lại có độ thấm vỉa tốt hơn, với tỷ số condensate/khí thấp hơn so với Hải Thạch. Tuy nhiên, mỏ này đối mặt với thách thức đáng kể từ sự xâm nhập của nước vỉa, ảnh hưởng đến hiệu suất khai thác và làm giảm hệ số thu hồi.

Để giải quyết những thách thức này, cần phải triển khai các giải pháp kỹ thuật tiên tiến. Đối với Hải Thạch, việc áp dụng các kỹ thuật hạn chế ngưng tụ condensate và cải thiện độ thấm của vỉa là cần thiết. Còn tại Mộc Tinh, trọng tâm là phát triển các phương pháp để kiểm soát sự xâm nhập của nước vỉa và nâng cao hiệu quả khai thác từ các vỉa chứa khí. Việc áp dụng công nghệ tiên tiến, cùng với quy trình quản lý và vận hành khoa học sẽ

giúp tối ưu hóa quá trình khai thác và tăng cường hiệu suất thu hồi tại cả 2 mỏ.

### **Chiến lược hạn chế ngưng tụ condensate cận đáy giếng**

Trong các vỉa khí-condensate, khi áp suất vỉa giảm xuống dưới áp suất điểm sương của chất lưu, hiện tượng ngưng tụ condensate bắt đầu xuất hiện, đặc biệt là gần đáy giếng. Điều này dẫn đến việc tăng lượng condensate ngưng tụ ở khu vực cận đáy giếng, gây cản trở dòng chảy của khí-condensate và làm giảm hiệu suất khai thác của giếng. Để giải quyết vấn đề này, Biển Đông POC đã tập trung nghiên cứu các phương pháp xử lý condensate ngưng tụ và đề ra các bước cụ thể để thực hiện cho từng phương pháp.

Mặc dù áp suất của vỉa ở mỏ Hải Thạch cao, nhưng sự giảm áp suất trong quá trình khai thác là đáng kể, gây ra ngưng tụ condensate sớm hơn. Một trong những giải pháp hiệu quả là tăng tiết diện tiếp xúc giữa giếng khai thác và vỉa, cho phép duy trì sản lượng mong muốn mà không cần giảm áp suất đáy giếng nhiều. Phương pháp này bao gồm khoan giếng với góc xiên lớn, được tính toán kỹ lưỡng trong quá trình khoan.

Đối với condensate đã ngưng tụ ở đáy giếng, Biển Đông POC áp dụng các biện pháp xử lý trực tiếp, bao gồm việc bơm hóa chất xuống giếng để hòa tan condensate ngưng tụ. Các thí nghiệm bơm ép methanol vào giếng khai thác B-3P đã được thực hiện với mục tiêu đảm bảo

quá trình vận hành an toàn, không gây hại cho vỉa, hệ thống khai thác cũng như môi trường. Mặc dù kết quả thử nghiệm ban đầu chưa đạt kỳ vọng, nhưng Biển Đông POC vẫn tiếp tục nghiên cứu và thử nghiệm trên mẫu lõi tại điều kiện áp suất và nhiệt độ vỉa để cải thiện và áp dụng phương pháp này một cách thực tế hơn.

### **Chiến lược hạn chế nước xâm nhập vào giếng khai thác**

Ở mỏ Mộc Tinh, sự xâm nhập của nước từ tầng nước đáy và nước rìa vào các vỉa chứa khí và condensate gây ra nhiều vấn đề, không chỉ làm giảm khả năng khai thác của giếng, mà còn có thể dẫn đến việc giếng bị hư hỏng (chết giếng) và giảm hệ số thu hồi của khí và condensate.

Để phát triển một chiến lược khai thác tối ưu, việc kiểm soát lượng nước xâm nhập vào giếng là đặc biệt quan trọng. Biển Đông POC đã sử dụng mô hình mô phỏng để nghiên cứu vỉa khí - condensate và tầng nước đáy. Mô hình này giúp xác định ảnh hưởng của tầng chứa nước đối với quá trình khai thác, từ đó phát triển các kế hoạch và phương án khai thác tối ưu để hạn chế và ngăn chặn sự xâm nhập của nước.

Bên cạnh việc sử dụng mô hình mô phỏng, Biển Đông POC cũng thực hiện việc đo độ bão hòa nước định kỳ, giúp theo dõi sự dịch chuyển của ranh giới giữa khí và nước qua thời gian. Việc này cung cấp thông tin quan trọng cho việc quản lý mỏ hiệu quả và tăng cường tính khả thi của các

biện pháp ngăn chặn nước xâm nhập. Từ đó, Biển Đông POC có thể phát triển các phương án cần thiết cho những giếng khai thác có nguy cơ cao bị ảnh hưởng bởi sự xâm nhập của nước.

### **Giải pháp hạn chế cát xâm nhập vào giếng khai thác**

Sự xâm nhập của cát vào các giếng khai thác, đặc biệt là ở các giếng khí có tầng nước đáy hoạt động mạnh, có thể gây ra nhiều vấn đề nghiêm trọng. Điều này không những làm giảm hệ số thu hồi khí và condensate, mà còn gây ra sự xâm thực và bào mòn nhanh chóng đối với các thiết bị khai thác, từ lòng giếng đến bề mặt. Hơn nữa, cát xâm nhập còn có thể gây hư hại nghiêm trọng cho các van an toàn, đặc biệt trong các giếng có áp suất cao, dẫn đến nguy cơ mất an toàn cho toàn bộ hệ thống.

Để giải quyết vấn đề này, Biển Đông POC đã phát triển một quy trình toàn diện bao gồm việc nghiên cứu, quản lý và giảm thiểu tối đa sự xâm nhập của cát vào giếng khai thác. Quy trình này bao gồm các bước: tiến hành thí nghiệm địa cơ học trên mẫu lõi từ vỉa khai thác để hiểu rõ hơn về đặc điểm của vỉa; xây dựng mô hình để phân tích, xác định điều kiện dễ sinh ra cát; lắp đặt các thiết bị theo dõi tại đầu giếng để giám sát sự di chuyển của cát; phát triển công cụ theo dõi tình trạng của giếng một cách liên tục theo thời gian thực; cuối cùng là xây dựng các phương pháp quản lý hiệu quả để hạn chế cát xâm nhập trong quá trình vận hành thực tế của giếng khai thác.





**Khai thác dầu khí tại cụm mỏ Hải Thạch - Mộc Tinh.**

### **Kế hoạch phát triển cho tương lai**

Biển Đông POC đang lên kế hoạch mở rộng hoạt động khai thác tại các mỏ Hải Thạch và Mộc Tinh, với dự kiến sẽ tiếp tục khoan thêm giếng để gia tăng sản lượng và kéo dài tuổi thọ mỏ. Chiến lược quản lý rủi ro tương tự như các giếng khai thác ở mỏ giếng Hải Thạch sẽ được áp dụng cho các giếng đan dày. Kế hoạch khoan giếng đan dày sẽ mang lại lợi ích kinh tế gia tăng đáng kể cho toàn Dự án và kéo dài đời mỏ dự kiến đến năm 2040 hoặc lâu hơn. Song song với kế hoạch khoan đan dày, các Lô 05-2 và 05-3 (trong diện tích phát triển chung của Dự án) hiện có tỷ lệ khoan thăm dò thành công rất lớn (tỷ lệ khoan thăm dò/thăm lượng thành công là 7/8, đạt xấp xỉ 86%), được đánh giá là vùng

có tiềm năng dầu khí thuộc loại tốt nhất của bồn trũng Nam Côn Sơn. Vì vậy, trong những năm qua, Biển Đông POC đã tích cực nghiên cứu, tổng hợp các số liệu thực tế và làm sáng tỏ hơn cấu trúc địa chất, hệ thống dầu khí cũng như các điều kiện về sinh, dịch chuyển và hình thành các tích tụ dầu khí.

Ngoài 2 mỏ Hải Thạch và Mộc Tinh đang được khai thác, hiện nay còn phát hiện dầu khí tại cấu tạo Kim Cương Tây; trong Lô 05-2 và 05-3 còn có 11 cấu tạo triển vọng cao khác như Mộc Tinh Tây, Mộc Tinh Đông, Kim Cương Bắc, Hải Thạch Đông... Các đối tượng thăm dò tiềm năng tập trung chủ yếu vào tầng Mioxen hạ, Mioxen trung, với lượng dầu khí tiềm năng ước tính là 3,7 tỷ thùng dầu quy đổi (lớn

gấp 5 lần lượng khí - condensate tại 2 mỏ Hải Thạch và Mộc Tinh). Với điều kiện thương mại, cơ sở hạ tầng và công nghệ mà Biển Đông POC có được, những cấu tạo tiềm năng này sẽ là mục tiêu cho chiến dịch khoan thăm dò mở rộng trong thời gian tới.

\*  
\* \*

Có thể khẳng định, Dự án Biển Đông 01 đã chứng minh khả năng của Biển Đông POC trong việc quản lý và phát triển mỏ khí - condensate ở điều kiện địa chất phức tạp. Sự thành công của Dự án không chỉ đóng góp vào việc đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia mà còn góp phần vào việc bảo vệ chủ quyền biển đảo của Tổ quốc ✍