

## CÔNG NGHỆ THU GOM, XỬ LÝ VÀ VẬN CHUYỂN KHÍ ĐỒNG HÀNH Ở CÁC MỎ DẦU KHÍ CỦA LIÊN DOANH VIỆT - NGA "VIETSOVPETRO" TẠI LÔ 09-1

**Tống Cảnh Sơn<sup>1</sup>, Cao Tùng Sơn<sup>1</sup>, Lê Việt Dũng<sup>1</sup>, Lê Đăng Tâm<sup>1</sup>, Phạm Thành Vinh<sup>1</sup>, Phùng Đình Thực<sup>2</sup>, Nguyễn Thúc Kháng<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro"

<sup>2</sup>Hội Dầu khí Việt Nam

Email: sontc.rd@vietsov.com.vn

### Tóm tắt

Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro" bắt đầu thu gom và vận chuyển khí đồng hành vào bờ từ giữa năm 1995. Đến 31/12/2019, Vietsovpetro đã thu gom, xử lý và cung cấp vào bờ hơn 35 tỷ m<sup>3</sup> khí, trong đó, hơn 22 tỷ m<sup>3</sup> từ các mỏ dầu khí ở Lô 09-1. Bài báo giới thiệu sự hình thành hệ thống thu gom, xử lý và vận chuyển khí đồng hành tại các mỏ của Vietsovpetro ở Lô 09-1 và các giải pháp kỹ thuật công nghệ để vận chuyển khí đồng hành vào bờ.

**Từ khóa:** Khí đồng hành, thu gom, xử lý, vận chuyển, Lô 09-1, bể Cửu Long.

### 1. Giới thiệu

Đốt bỏ khí đồng hành gây lãng phí nguồn tài nguyên thiên nhiên. Ước tính, mỗi năm trên thế giới có khoảng 150 tỷ m<sup>3</sup> khí đồng hành bị đốt bỏ, tương đương 10 tỷ USD doanh thu bán khí với mức giá 2 USD/triệu Btu.

Vào cuối thế kỷ XX, đầu thế kỷ XXI, các công ty khai thác dầu khí trên thế giới đã đẩy mạnh việc thu gom, xử lý và sử dụng khí đồng hành. Mỹ, Canada, Na Uy và các nước khác đã xây dựng ngành công nghiệp khí đồng hành với mức độ sử dụng lên đến 95% hoặc cao hơn [1].

Ở Việt Nam, khai thác dầu khí được Vietsovpetro thực hiện từ năm 1986 ở mỏ Bạch Hổ, Lô 09-1, ngoài khơi thềm lục địa Việt Nam. Quy hoạch mỏ ban đầu do các chuyên gia Liên Xô đề xuất: không thu gom khí đồng hành, mà đốt bỏ trên đước ở các giàn khai thác cố định (MSP) và các giàn công nghệ trung tâm (CTP) ngoài khơi. Từ giữa năm 1995, Vietsovpetro đã bắt đầu thực hiện thu gom khí đồng hành mỏ Bạch Hổ và vận chuyển vào bờ, mở ra kỷ nguyên sử dụng khí đồng hành cho các ngành công nghiệp ở Việt Nam.

### 2. Cơ sở hình thành hệ thống công nghệ thu gom, xử lý và vận chuyển khí đồng hành ở các mỏ dầu khí ngoài khơi, Lô 09-1

Năm 1991, Tổng công ty Dầu khí Việt Nam (Petrovietnam) giao nhiệm vụ cho Công ty Khí đốt Việt Nam (tiền thân của Tổng công ty Khí Việt Nam - PV GAS) với vai trò là chủ đầu tư phối hợp với Vietsovpetro lập luận chứng kinh tế kỹ thuật hệ thống thu gom và vận chuyển khí đồng hành mỏ Bạch Hổ vào bờ. Trên cơ sở đó, Vietsovpetro đã giao nhiệm vụ cho Viện Nghiên cứu Khoa học và Thiết kế Dầu khí biển (NIPI) thực hiện đề tài này với đề xuất như sau:

- Tận dụng hợp lý nguồn tài nguyên là một trong những nhiệm vụ cấp bách cho phát triển kinh tế xã hội của Việt Nam, đặc biệt đối với khu vực phía Nam, nơi đang thực hiện khai thác dầu và khí ở mỏ Bạch Hổ, ngoài khơi Lô 09-1.

- Khí đồng hành bị đốt bỏ ở đước trên các giàn khai thác ngoài khơi cần được sử dụng tối đa, mục đích đầu tiên là làm nhiên liệu của các trạm phát điện, phục vụ cho nhu cầu phát triển công nghệ ở nội bộ mỏ Bạch Hổ, tối ưu hóa các quá trình khai thác dầu khí, gia tăng hệ số thu hồi dầu. Phần còn lại, vận chuyển vào bờ cho nhu cầu nhiệt điện và các ngành công nghiệp khác.

- Nội dung chính của luận chứng kinh tế là sớm đưa khí vào bờ, đáp ứng nhu cầu nhiên liệu cho các nhà máy nhiệt điện ở phía Nam Việt Nam và nguyên liệu cho các nhà máy sản xuất hóa chất.

Ngày nhận bài: 19/3/2020. Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 19/3 - 26/5/2020.

Ngày bài báo được duyệt đăng: 27/7/2020.

- Kết quả phân tích thành phần khí đồng hành mỏ Bạch Hổ cho thấy, khí hydrocarbon tách ra có chất lượng cao với hàm lượng condensate lớn, cho phép xây dựng nhà máy chế biến khí hóa lỏng (LPG), cung cấp sản phẩm có giá trị cho thị trường trong nước và thế giới. Bên cạnh đó, việc sử dụng khí khô (thành phần chính là hỗn hợp khí methane và ethane) cho nhu cầu công nghiệp ở Việt Nam sẽ thay thế được các nguồn nguyên liệu lỏng khác đang phải nhập ngoại.

- Cơ sở để xem xét trong luận chứng kinh tế kỹ thuật trên là nguồn khí đồng hành ở mỏ Bạch Hổ, Rồng và Đại Hùng; 8 phương án thu gom, xử lý và vận chuyển khí đồng hành ngoài khơi Lô 09-1 đến Thủ Đức, Tp. Hồ Chí Minh đã được xem xét [2]. Việc đánh giá hiệu quả kinh tế trong luận chứng dựa trên các phương án sử dụng số liệu của nguồn khí đồng hành ở mỏ Bạch Hổ và Rồng.

- Trong luận chứng không đề xuất việc sản xuất LPG. Tuy nhiên, trong đánh giá hiệu quả kinh tế của dự án vận chuyển khí vào bờ đã tính đến xây dựng nhà máy sản xuất LPG tại tỉnh Bà Rịa, Vũng Tàu.

- Kết quả cho thấy, sớm triển khai dự án thu gom và sử dụng khí đồng hành mỏ Bạch Hổ, Rồng và vận chuyển vào bờ sẽ có hiệu quả kinh tế cao, đặc biệt cho phát triển kinh tế của các tỉnh phía Nam Việt Nam.

- Đề xuất triển khai dự án thu gom và tận dụng khí đồng hành mỏ Bạch Hổ và Rồng bằng cách xây dựng hệ thống thu gom và vận chuyển đến Thủ Đức, Tp. Hồ Chí Minh để cung cấp khí cho các nhà máy nhiệt điện và nhà máy sản xuất hóa chất, gồm các hạng mục chính sau: Hệ thống thu gom khí đồng hành ở mỏ Bạch Hổ và Rồng, các giàn nén khí ở mỏ Bạch Hổ và Rồng, và đường ống dẫn khí Bạch Hổ - Thủ Đức Tp. Hồ Chí Minh.

### **3. Các giải pháp công nghệ thu gom, xử lý và vận chuyển khí đồng hành vào bờ**

Quá trình triển khai, thực hiện theo luận chứng kinh tế kỹ thuật về hệ thống thu gom và vận chuyển khí Bạch Hổ - Thủ Đức, Tp. Hồ Chí Minh sẽ tốn rất nhiều thời gian. Trong khi đó, Vietsovpetro đã đưa tầng móng mỏ Bạch Hổ vào khai thác từ giữa năm 1988, với trữ lượng thu hồi và nguồn năng lượng vỉa rất lớn. Sản lượng khai thác dầu và khí mỏ Bạch Hổ gia tăng đáng kể. Lượng khí đồng hành tách ra ở ngoài khơi cũng tăng mạnh, nhưng đều bị đốt bỏ trên các công trình biển. Để giảm đốt bỏ khí đồng hành tách ra ở ngoài khơi mỏ Bạch Hổ, việc nghiên cứu đề ra giải pháp sử dụng và vận chuyển vào bờ thực sự cần thiết và cấp bách. Các giải pháp kỹ thuật công nghệ đã được

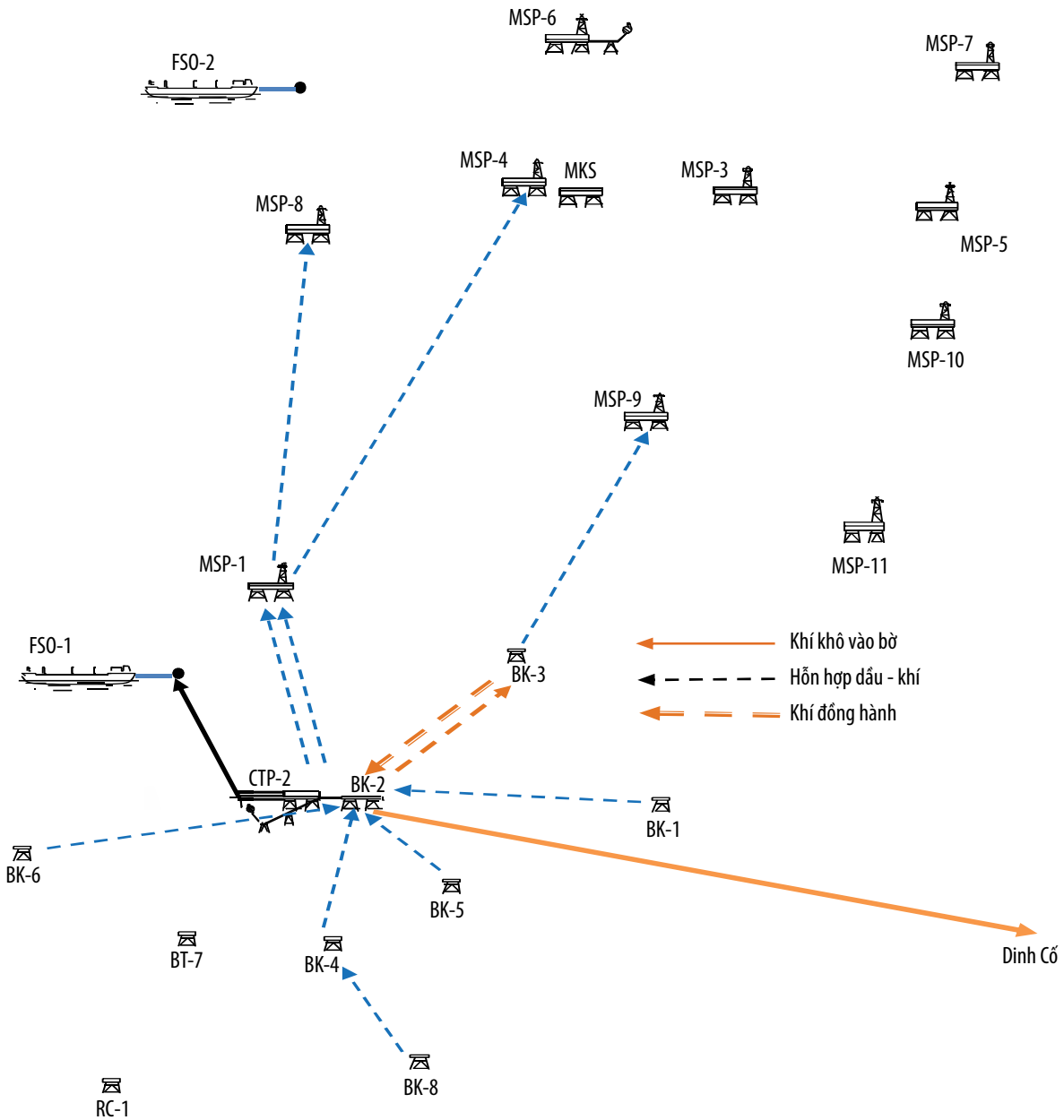
Vietsovpetro đề xuất nghiên cứu và tổ chức triển khai thực hiện gấp, trong đó có: Dự án kỹ thuật hệ thống thu gom khí và vận chuyển khí vào bờ (1991), Sơ đồ công nghệ phát triển và xây dựng mỏ dầu và khí Bạch Hổ (1993).

Năm 1993, PV GAS đã thuê SNC Lavalin (Canada) thực hiện thiết kế tổng thể (Front-End Engineering Design - FEED) cho dự án vận chuyển và sử dụng khí đồng hành mỏ Bạch Hổ vào bờ. Tuy nhiên, việc triển khai các dự án trên cần có thời gian và qua nhiều giai đoạn thực hiện, trong khi nhu cầu sử dụng khí vào đầu những năm 1990 ở mức 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày, dùng làm nhiên liệu thay thế dầu DO cho Nhà máy Nhiệt điện Bà Rịa rất cấp thiết. Nhận thấy sản lượng ở mỏ Bạch Hổ có thể đảm bảo vận chuyển vào bờ 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày, Vietsovpetro đã đề xuất thực hiện phương án sớm thu gom khí đồng hành mỏ Bạch Hổ và vận chuyển vào bờ cho nhu cầu nhiên liệu Nhà máy Nhiệt điện Bà Rịa.

#### **3.1. Giải pháp công nghệ sớm thu gom và vận chuyển khí đồng hành mỏ Bạch Hổ vào bờ không cần máy nén**

Năm 1993, các chuyên gia dầu khí của Vietsovpetro và PV GAS tiến hành tổ chức thực hiện dự án fastrack, sớm thu gom khí đồng hành và vận chuyển vào bờ cho nhu cầu nhiệt điện đất liền với lưu lượng dự kiến 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày. Công tác thiết kế hệ thống thu gom khí đồng hành mỏ Bạch Hổ bắt đầu được triển khai, bao gồm: hệ thống thu gom và tách condensate ngưng tụ ngoài khơi trên giàn công nghệ trung tâm số 2 (CTP-2), đường ống dẫn khí Bạch Hổ - Dinh Cố - Bà Rịa - Phú Mỹ - Thủ Đức, trạm xử lý khí Dinh Cố và trạm phân phối khí Bà Rịa. Tuyến đường ống dưới biển, từ mỏ Bạch Hổ đến bờ biển Long Hải, bọc bê tông dài 106,5 km, dày 11,9 mm và 14,3 mm, chôn sâu dưới đáy biển ở độ sâu 0,9 - 3 m và tuyến đường ống Long Hải - Bà Rịa dài 16,72 km dày 9,5 mm, chôn sâu dưới đất được tổ chức thực hiện. Đường ống và các thiết bị trạm phân phối khí (1 dây chuyển cấp khí công suất 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày, gồm các thiết bị lọc, gia nhiệt, điều khiển áp suất và bộ đo đếm khí) đến Nhà máy Nhiệt điện Bà Rịa đã được thiết kế lắp đặt theo tiêu chuẩn NACE MR 175 dành cho khí chưa qua xử lý.

Kết quả tính toán nhiệt thủy lực vận chuyển khí qua đường ống Bạch Hổ - Dinh Cố cho thấy, để vận chuyển khí đồng hành, lưu lượng 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày từ mỏ Bạch Hổ đến Dinh Cố, tổn hao áp suất sẽ ở mức 15 - 17 atm. Như vậy, nếu áp suất khí tại Dinh Cố duy trì 20 atm, thì áp suất tại đầu vào đường ống trên CTP-2 ở mỏ Bạch Hổ phải không thấp hơn 35 atm. Tại mỏ Bạch Hổ, sản phẩm các giếng khai thác ở tầng móng trung tâm, trên giàn nhẹ BK-2 có lưu



Hình 1. Sơ đồ nguyên tắc thu gom và vận chuyển khí đồng hành vào bờ không cần máy nén

lượng khoảng 1.000 tấn/ngày, áp suất miệng giếng đến 40 atm, nhiệt độ đạt 100 °C được thu gom và chuyển đến bình tách khí trên giàn CTP-2 để tách ở áp suất 37 - 38 atm.

Ngày 17/4/1995, lần đầu tiên, Vietsovpetro đã thực hiện thu gom và vận chuyển dòng khí đồng hành vào bờ. Công nghệ thu gom khí đồng hành mỏ Bạch Hổ và vận chuyển vào bờ qua đường ống fastrack CTP-2 - Dinh Cố - Bà Rịa, không cần máy nén được thực hiện như sau:

Hỗn hợp dầu khí từ các giếng ở tầng móng trên BK-2 có áp suất miệng giếng cao, khoảng 40 atm và nhiệt độ 100 °C được đưa đến bình tách khí cao áp. Tại đây, thực hiện tách khí ở áp suất 37 - 38 atm, khí tách ra ở nhiệt độ 100 °C và áp suất bình tách được làm lạnh bằng cách

đưa vào đường ống ngầm dưới đáy biển từ BK-2 đến BK-3, đường kính 325 × 16mm, chiều dài 2,9 km và ngược lại từ BK-3 về CTP-2 dài 2,9 km (Hình 1).

Trong quá trình vận chuyển khí từ BK-2 đến BK-3 rồi về CTP-2, nhiệt độ dòng khí giảm nhanh và bằng nhiệt độ nước biển ở vùng cận đáy (ở mức 22 - 25 °C), một lượng lớn chất lỏng trong dòng khí được tách ra. Hỗn hợp lỏng khí này được vận chuyển đến bình tách lỏng (Slugcatcher) đặt trên CTP-2. Sau khi tách chất lỏng, khí ở áp suất 35 atm được đưa đến đường ống fastrack CTP-2 - Dinh Cố, vận chuyển vào bờ đến Nhà máy Nhiệt điện Bà Rịa. Áp suất khí trong đường ống đến Dinh Cố ở mức 22 atm, nhiệt độ điểm sương của khí khoảng 22 °C. Lưu lượng khí đồng

hành vận chuyển vào bờ đạt 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày, đến Nhà máy Nhiệt điện Bà Rịa, làm nhiên liệu thay thế nguồn DO.

Như vậy, việc xây dựng nhanh đường ống Bạch Hổ - Dinh Cố - Bà Rịa và sớm đưa khí đồng hành vào bờ bằng nguồn năng lượng vỉa của các giếng dầu tầng móng mỏ Bạch Hổ ở Vietsovpetro không cần máy nén đã đánh dấu lần đầu tiên công tác thu gom và sử dụng khí đồng hành tại các mỏ ngoài khơi Lô 09-1 được thực hiện, mang lại hiệu quả kinh tế cao và góp phần giảm lượng khí đồng hành bị đốt bỏ ngoài khơi các mỏ của Vietsovpetro.

### **3.2. Giải pháp thu gom và vận chuyển 2 triệu m<sup>3</sup> khí/ngày vào bờ**

Cùng với sự phát triển của nền kinh tế đất nước, nhu cầu về điện năng của Việt Nam ngày càng tăng. Các nhà máy nhiệt điện Phú Mỹ tại Bà Rịa, Vũng Tàu được dự kiến xây dựng và phát triển. Nhu cầu về khí làm nhiên liệu cho nhà máy nhiệt điện gia tăng. Năm 1996, dự án kỹ thuật thu gom và vận chuyển khí vào bờ với công suất 2 triệu m<sup>3</sup>/ngày được đề xuất nghiên cứu và tổ chức thực hiện, để cung cấp khí cho Nhà máy Nhiệt điện Phú Mỹ 1. Thực hiện dự án này, tuyến đường ống Bà Rịa - Phú Mỹ và các trạm phân phối khí tại Phú Mỹ được nghiên cứu, tổ chức thiết kế và xây dựng.

Tại mỏ Bạch Hổ, Vietsovpetro đã thực hiện nghiên cứu, triển khai xây dựng để thu gom khí đồng hành với lưu lượng vận chuyển vào bờ đạt mức 2 triệu m<sup>3</sup> khí/ngày. Kết quả xác định nhiệt thủy lực cho thấy để cung cấp lưu lượng khí nói trên vào bờ đến các nhà máy nhiệt điện Bà Rịa và Phú Mỹ, áp suất khí tại đầu vào đường ống ở mỏ Bạch Hổ phải đạt mức 56 - 60 atm. Trong khi đó, để thực hiện khai thác dầu khí hiệu quả, lưu lượng sản phẩm giếng không giảm, áp suất tới hạn của hỗn hợp dầu khí tại đầu giếng trên các giàn nhẹ BK ở mỏ Bạch Hổ cần phải duy trì ở mức 23 - 25 atm hoặc thấp hơn. Việc gia tăng áp suất miệng giếng trên 25 atm sẽ làm giảm lưu lượng sản phẩm của các giếng, ảnh hưởng đến khai thác dầu tầng móng mỏ Bạch Hổ [3].

Cuối năm 1996, giàn nén khí nhỏ (MKS) ở mỏ Bạch Hổ xây dựng xong và đưa vào vận hành. Công suất nén của MKS đạt 1 triệu m<sup>3</sup> khí/ngày, áp suất khí tại đầu ra là 105 atm, dự kiến cung cấp cho các nhu cầu ở nội bộ mỏ Bạch Hổ. Kết quả tính toán nhiệt thủy lực đường ống khí Bạch Hổ - Dinh Cố - Phú Mỹ, cho thấy, để vận chuyển 2 triệu m<sup>3</sup> khí/ngày vào bờ, đến Phú Mỹ, áp suất tại đầu vào ở mỏ Bạch Hổ cần duy trì ở mức không thấp hơn 57 atm. Để thực hiện điều này, Vietsovpetro đã nghiên cứu các

giải pháp công nghệ và đề xuất lắp đặt bộ phối trộn khí (ejector) tại ống đứng trên CTP-2 mỏ Bạch Hổ. Ejector có đặc tính kỹ thuật trộn dòng khí áp suất cao với dòng khí áp suất thấp để được dòng khí áp suất trung. Với việc sử dụng giải pháp này, khí trộn dòng khí 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày từ MKS có áp suất 105 atm với dòng khí 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày sau các bình tách trên CTP-2 có áp suất khoảng 28 atm trong bình ejector, sẽ thu được dòng khí lưu lượng 2 triệu m<sup>3</sup>/ngày với áp suất tại đầu ra đạt 57 - 58 atm. Sơ đồ nguyên tắc thu gom và vận chuyển 2 triệu m<sup>3</sup>/ngày khí đồng hành mỏ Bạch Hổ vào bờ thể hiện ở Hình 2.

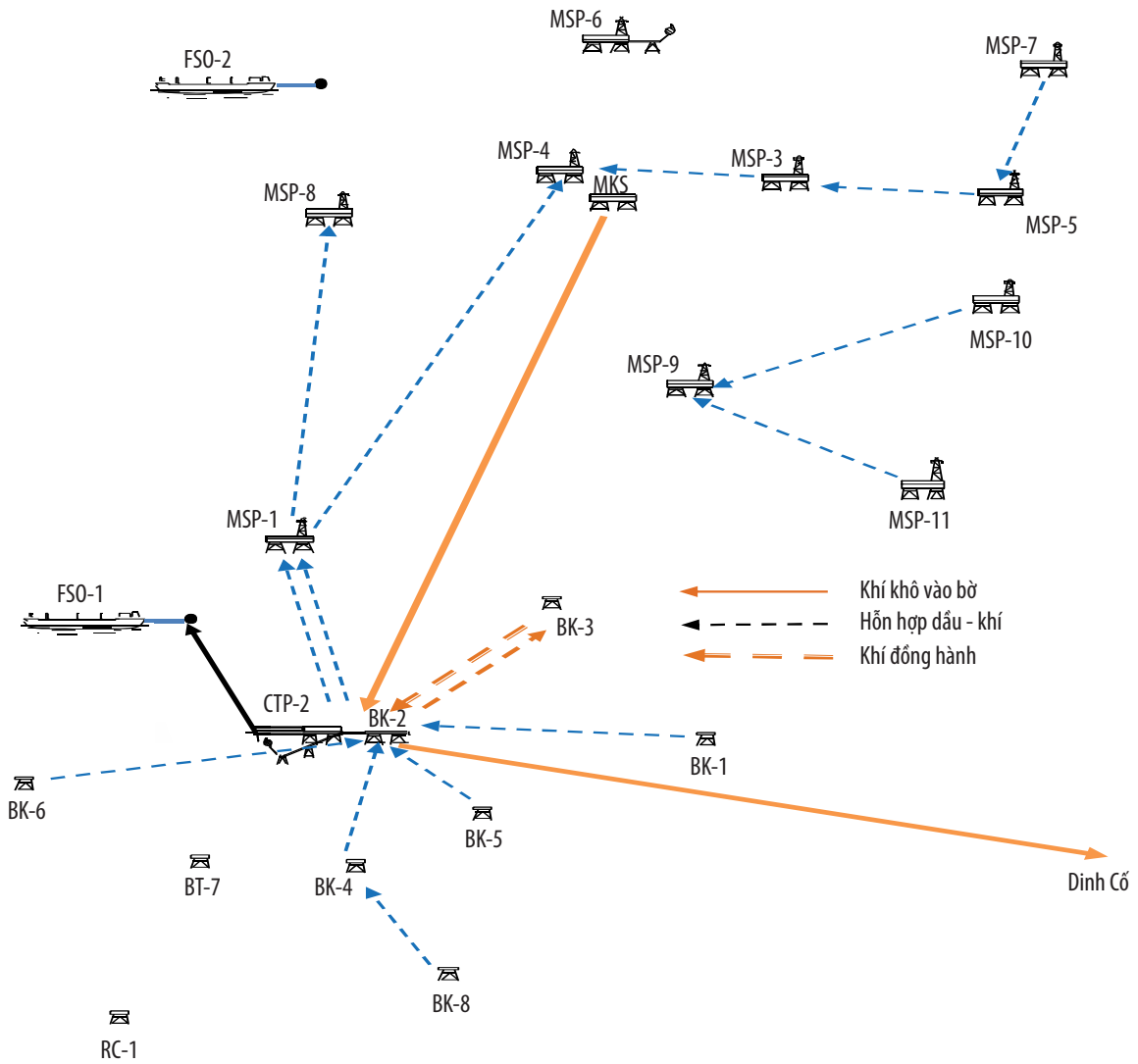
Việc nghiên cứu, áp dụng giải pháp công nghệ nêu trên đã cho phép Vietsovpetro tận dụng tối đa các trang thiết bị hiện có ngoài khơi mỏ Bạch Hổ để thu gom và vận chuyển 2 triệu m<sup>3</sup>/ngày khí đồng hành vào bờ, đến Nhà máy Nhiệt điện Phú Mỹ. Đây là giải pháp tạm thời trong thời gian chờ xây dựng giàn nén khí trung tâm (CCP) mỏ Bạch Hổ, nhưng đã đem lại hiệu quả kinh tế rất lớn trong thời gian 1996 - 1997, cho phép Petrovietnam tiết kiệm được hàng trăm tỷ đồng. Điều quan trọng là đã thu gom và vận chuyển khí đồng hành từ mỏ Bạch Hổ vào bờ đủ cung cấp cho các nhà máy điện Bà Rịa và Phú Mỹ 1 với tổng công suất phát điện gần 600 MW trong điều kiện chưa có giàn nén khí trung tâm.

### **3.3. Giải pháp thu gom và vận chuyển vào bờ 4,3 - 5,6 triệu m<sup>3</sup>/ngày**

Để đáp ứng nhu cầu vận chuyển khí đồng hành vào bờ ngày càng tăng với mục đích cung cấp nhiên liệu cho các nhà máy nhiệt điện Phú Mỹ 1, 2, 3 cũng như gaslift tại các mỏ, Vietsovpetro đã triển khai thực hiện dự án giàn nén khí trung tâm CCP nhằm thu gom toàn bộ khí cao áp tách ra trên các công trình khai thác BK, MSP và CTP ở mỏ Bạch Hổ. Giàn nén khí trung tâm CCP được thiết kế, công suất 8,1 triệu m<sup>3</sup>/ngày, gồm 5 máy nén, với 4 máy vận hành và 1 máy dự phòng. Cấu trúc của CCP gồm 2 phần: phần chân đế và phần thượng tầng. Phần thượng tầng được thiết kế thành một khối thống nhất kích thước 52 x 36 m, chiều cao khoảng 40 m được đặt trên khối chân đế riêng biệt và nối với giàn CTP-2 bằng một cầu.

Sơ đồ công nghệ của giàn nén khí trung tâm CCP, được thiết kế gồm các quá trình công nghệ chính sau:

- Tách khí, nước và condensate ở đầu vào hệ thống thu gom;
- Nén khí cao áp, mỗi tổ máy nén có các đặc tính kỹ thuật sau:



Hình 2. Sơ đồ nguyên tắc thu gom và vận chuyển 2 triệu m<sup>3</sup>/ngày khí đồng hành vào bờ

- + Máy nén DRESSER RAND;
  - + Công suất 1,62 triệu m<sup>3</sup>/ngày,
  - + Áp suất khí đầu vào 9,5 atm;
  - + Áp suất khí đầu ra 127,5 atm;
  - + Các turbine khí ổ MARS-100N công ty SOLAR n = 8.790 - 9.500 vòng/phút;
  - + Trong tổ nén có thiết bị bình tách;
  - Làm khô khí
- Phương pháp làm khô khí ở đây là sử dụng triethylene glycol (TEG) hấp phụ nước. Hai tháp hấp phụ được lắp đặt có công suất mỗi tháp 4,05 triệu m<sup>3</sup>/ngày, áp suất làm việc 126,6 atm, nhiệt độ 45 °C, hàm lượng nước đầu vào là 55,8 kg/triệu m<sup>3</sup>.
- Nén khí thấp áp (khí bậc cuối cùng của các bình tách dầu khí)

Sử dụng máy nén piston của hãng Nuovo Pignone với công suất 240 nghìn m<sup>3</sup>/ngày.

- + Áp suất đầu vào: 1 atm;
- + Áp suất nén: 10,84 atm.
- Xử lý nước thực hiện ở bình tách 3 pha, sau khi xử lý đáp ứng yêu cầu kỹ thuật, nước được xả xuống biển

Trong thành phần của giàn nén khí trung tâm còn có:

- + Xử lý condensate đen gồm cả các phân đoạn nhẹ, bơm và đo khối lượng, nhiệt độ, áp suất và tỷ trọng;
- + Xử lý condensate trắng gồm cả loại nước, bơm và đo khối lượng áp suất, nhiệt độ và tỷ trọng;
- + Hệ thống đốc áp suất cao và áp suất thấp; hệ thống thải gồm cả kín và hở.

Ở mỏ Bạch Hổ, Vietsovpetro đã xây dựng và vận hành hệ thống đường ống thu gom, vận chuyển khí đồng hành



từ bậc tách thứ nhất (NGS) trên các giàn MSP-1, MSP-6, MSP-8, MSP-9, MSP-10, từ bình tách khí sơ bộ (UPOG) trên BK-3, BK-4, BK-5, BK-6... đến CCP và từ MSP-3, MSP-4, MSP-5, MSP-6, MSP-7 đến MKS. Khí từ UPOG trên các BK và NGS trên các MSP đến CCP có nhiệt độ bằng nhiệt độ nước biển ở vùng cận đáy (22 - 25 °C). Quá trình khí giảm nhiệt độ khi đến CCP sẽ làm chất lỏng ngưng tụ (condensate) bên trong đường ống. Vì vậy, tại đầu vào của CCP được thiết kế và lắp đặt bình tách chất lỏng (slugcatcher) để thu hồi condensate ngưng tụ. Ngoài condensate không ổn định (condensate trắng), còn có một lượng condensate đen do dầu bị cuốn theo dòng khí đến CCP cũng được thu hồi.

Thời gian đầu, khí giàn nén khí trung tâm CCP mới đi vào vận hành, lưu lượng khí đồng hành vận chuyển vào bờ chỉ đạt mức 3 triệu m<sup>3</sup>/ngày, đáp ứng nhu cầu khí nhiên liệu cho 2 nhà máy điện Bà Rịa và Phú Mỹ 1. Năm 1999, khi nhà máy khí hóa lỏng (LPG) Dinh Cố được đưa vào vận hành, giàn nén khí trung tâm CCP đã nâng lưu lượng khí vận chuyển vào bờ lên mức 4,2 - 4,3 triệu m<sup>3</sup>/ngày. Như vậy, phần lớn lượng khí đồng hành cao áp tách ra trên các BK, MSP và CTP ở mỏ Bạch Hổ đã được thu gom. Khi Nhà máy Nhiệt điện Phú Mỹ 2 được đưa vào hoạt động, lưu lượng khí vận chuyển vào bờ đạt mức 5,6 triệu m<sup>3</sup>/ngày.

### 3.4. Giải pháp thu gom khí áp suất thấp ở mỏ Bạch Hổ

Khí thấp áp (khí từ bình tách BE) trên các giàn cố định và các giàn trung tâm ở mỏ Bạch Hổ bị đốt bỏ trên các đuốc. Để thực hiện thu gom và sử dụng khí thấp áp tách ra ở mỏ Bạch Hổ, Vietsovpetro đã nghiên cứu và sử dụng giải pháp vận chuyển dầu bão hòa khí. Nghĩa là, dầu tách ra từ các bình tách cao áp (NGS) trên MSP, sẽ không đi qua bình tách thấp áp và máy bơm, mà chuyển thẳng đến giàn cố định MSP bên cạnh và tiếp tục đến MSP kế tiếp, sau cùng đến giàn thu gom khí thấp áp trung tâm (điểm cuối của quá trình thu gom khí thấp áp). Ở khu vực phía Bắc mỏ Bạch Hổ, MSP-4 và MSP-9 được quy định là các giàn thu gom khí thấp áp trung tâm, sẽ thực hiện tách khí thấp áp sau cùng trong bình tách BE-100 m<sup>3</sup> để thu gom. Ở khu vực phía Nam, dầu bão hòa khí sau bình UPOG trên các BK được vận chuyển đến CTP-2 và CTP-3. Tại đây, thực hiện tách khí thấp áp để thu gom. Sau khi nghiên cứu lưu lượng chất lỏng dự kiến khai thác tại Sơ đồ công nghệ phát triển mỏ Bạch Hổ năm 2003 và 2008, Vietsovpetro đã đề xuất thiết kế và xây dựng các trạm nén khí tăng áp trên giàn MSP-4 và MSP-9 với tổng công suất dự kiến là 36 nghìn m<sup>3</sup>/ngày (18.000 m<sup>3</sup>/ngày/máy) và trên CTP-2 và CTP-3 các máy tăng áp công suất 150 nghìn m<sup>3</sup>/ngày/máy. Khí sau

trạm tăng áp trên MSP-4 và MSP-9 có áp suất 13 - 14 atm, khí sau máy tăng áp trên CTP-2 và CTP-3 có áp suất 11 - 12 atm, được vận chuyển đến CCP, cụ thể như sau:

+ Thu gom khí thấp áp trên MSP-4: Sản phẩm khai thác trên các giàn MSP-7, MSP-5 và MSP-3 sau khi tách khí cấp 1 (NGS) được vận chuyển ở dạng bão hòa khí đến MSP-4 theo tuyến ống MSP-7 → MSP-5 → MSP-3 → MSP-4 (không qua bình tách BE). Sản phẩm ThCT-1 và MSP-6 sau khi qua bình tách NGS trên MSP-6 ở dạng bão hòa khí được vận chuyển đến MSP-4. Trên MSP-4 thực hiện tách khí thấp áp trong BE ở áp suất 0,5 - 1 atm. Khí sau bình tách BE-100 m<sup>3</sup> trên MSP-4, được đưa vào máy tăng áp, để nén lên áp suất 13 atm và vận chuyển đến giàn CCP bên cạnh CTP-2 để tiếp tục nén lên 125 atm;

+ Thu gom khí thấp áp trên MSP-9: Tương tự như MSP-4, trên MSP-10 thực hiện tách khí bậc 1 trong NGS sản phẩm khai thác của BK-15 và MSP-10, sau đó ở dạng bão hòa khí vận chuyển đến MSP-9. Trên MSP-9 thực hiện tách khí thấp áp trong bình 100 m<sup>3</sup> ở áp suất 0,5 - 1,5 atm. Khí tách ra được chuyển đến máy tăng áp, nén lên áp suất 13 atm và vận chuyển về giàn nén khí trung tâm CCP;

+ Thu gom khí thấp áp trên CTP-2 và CTP-3: Trên CTP-2 và CTP-3 thực hiện tách dầu bão hòa khí đến từ BK-1, BK-2, BK-3, BK-4, BK-5, BK-6, BK-8, BK-9, mỏ Thỏ Trắng, Gấu Trắng, BK-14 và BK-16. Lưu lượng khí thấp áp tách ra sau các bình tách BE-100 m<sup>3</sup> trên các giàn này rất lớn. Vì vậy, để thu gom toàn bộ lượng khí thấp áp tách ra trên các CTP-2 và CTP-3, Vietsovpetro đã nghiên cứu lắp đặt các bộ máy tăng áp tại đây với công suất nén mỗi giàn là 150 nghìn m<sup>3</sup>/ngày. Khí thấp áp được nén lên áp suất 11 atm, sau đó chuyển đến giàn CCP để nén lên đến 125 atm.

Như vậy, với các giải pháp lắp đặt máy tăng áp trên MSP-4 và MSP-9, CTP-2 và CTP-3 và sử dụng phương pháp vận chuyển dầu bão hòa khí giữa các MSP đến MSP và từ các BK đến CTP-2 và CTP-3 để thu gom khí thấp áp, mỏ Bạch Hổ đã thực hiện thu gom đến hơn 90% khí đồng hành tách ra từ các công trình khai thác ở mỏ Bạch Hổ.

### 3.5. Giải pháp thu gom, vận chuyển và sử dụng khí đồng hành mỏ Rồng

Mỏ Rồng đi vào hoạt động từ năm 1994, bắt đầu từ giàn khai thác cố định RP-1, sau đó là RP-3 và RP-2. Hiện nay, mỏ Rồng có 8 giàn nhẹ: RC-1/RC-3, RC-2, RC-4, RC-5, RC-6, RC-9 và RC-ĐM. Trên RP-1 thực hiện tách khí của sản phẩm đến từ RC-1/RC-3, RC-4, RC-5, RC-6, RC-9 và RC-ĐM. RP-3 tách khí của sản phẩm đến từ RC-2 và chính RP-3. Trên RP-2, tách khí của sản phẩm khai thác trên RP-2 và của mỏ

Cá Tầm. Giai đoạn đầu, khí đồng hành tách ra trên các công trình khai thác ở mỏ này bị đốt bỏ tại các đốc của RP-1, RP-2 và RP-3. Việc thu gom khí đồng hành tách ra ở mỏ Rồng được Vietsovpetro nghiên cứu bằng đề xuất thiết kế và xây dựng giàn nén khí Rồng (KPD) bên cạnh RP-3.

Được sự chấp thuận của Petrovietnam và PV GAS (với vai trò là chủ đầu tư), từ đầu năm 2009, Vietsovpetro đã triển khai dự án thu gom và nén khí mỏ Rồng với công suất nén dự kiến 900.000 - 1 triệu m<sup>3</sup>/ngày. Giàn nén khí KPD được thiết kế và xây dựng để thu gom khí cao áp (NGS) trên các giàn RP-1, RP-2 và RP-3 và khí từ UPOG trên các RC, cụ thể như sau:

- + Khí cao áp tách ra trên RC-DM, RC-5 và RC-9 được thu gom đến RC-4, sau đó cùng khí RC-4 vận chuyển đến RP-3 rồi KPD;

- + Khí cao áp tách ra trên các RP-2, RP-1 và RP-3 được chuyển đến KPD.

Khí sau giàn nén khí KPD có áp suất 110 atm, được sử dụng cho nhu cầu nội bộ mỏ Rồng (thay thế khí gaslift từ giàn nén CCP mỏ Bạch Hổ). Sau khi đi vào hoạt động, với công suất nén khí khoảng 900 nghìn m<sup>3</sup>/ngày, giàn KPD vẫn không đáp ứng đủ để thu gom toàn bộ lượng khí đồng hành tách ra trên các RC và RP ở mỏ Rồng. Việc tăng thêm lưu lượng thu gom và tận dụng khí đồng hành ở mỏ Rồng, được Vietsovpetro đề xuất nghiên cứu lắp đặt các máy tăng áp (booster) công suất 500 nghìn m<sup>3</sup>/ngày/máy, trên KPD và RP-3. Các máy tăng áp sẽ thực hiện thu gom khí cao áp RP-3 và RP-2 còn dư của KPD và nén đến áp suất 25 atm, sau đó vận chuyển đến CCP mỏ Bạch Hổ qua đường ống RP-3→RC-1→BT-7→CTP-3→CTP-2→CCP. Để tối ưu hóa và tận thu khí đồng hành tách ra tại các công trình mới xây dựng ở mỏ Bạch Hổ, trên đường đi của đường ống RP-3→RC-1→BT-7→CTP-3→CTP-2→CCP mỏ Bạch Hổ, đã tiếp nhận thêm khí đồng hành cao áp tách ra từ UPOG của các BK-14 và BK-16.

#### 4. Thực trạng hệ thống thu gom, xử lý và vận chuyển khí đồng hành tại các mỏ dầu và khí ở Lô 09-1 của Vietsovpetro

Hiện nay, phần lớn khí đồng hành khai thác tại mỏ Bạch Hổ đã được thu gom và sử dụng, như sau:

- + Giàn nén khí nhỏ MKS mỏ Bạch Hổ thực hiện thu gom khí cao áp tách ra từ sản phẩm khai thác trên MSP-7, MSP-5, MSP-3, MSP-4, MSP-6 và khí sau máy tăng áp trên MSP-4;

- + Giàn nén trung tâm CCP thực hiện thu gom khí cao

áp trên MSP-1 (gồm BK-7, MSP-8, MSP-9, MSP-10, MSP-11), khí sau UPOG trên ThTC-1 và ThTC-2, khí từ UPOG trên các BK (BK-6, BK-9, BK-14, GTC-1, BK-16, BK-8, BK-17, BK-4) và khí sau máy tăng áp trên MSP-9 và CTP-2 & CTP3. Ngoài ra, trên CCP còn tiếp nhận khí đồng hành đến từ các mỏ, như: Tê Giác Trắng, Hải Sư Đen, Hải Sư Trắng, Sư Tử Đen, Rạng Đông, Cá Ngừ Vàng... Sơ đồ nguyên lý hệ thống thu gom và vận chuyển khí hiện tại ở Lô 09-1, các mỏ của Vietsovpetro được trình bày trong Hình 3.

Như vậy, theo sơ đồ hiện hữu, giàn MKS và CCP ở mỏ Bạch Hổ tiếp nhận khí đồng hành từ 4 trung tâm trung chuyển, gồm: MSP-4, MSP-9, CTP-2 và CTP-3. Trong đó, CTP-3 thực hiện tách khí của sản phẩm đến từ BK-6, BK-9, BK-14, GTC-1, BK-16, BK-8, BK-17, BK-4, và BK-CNV và CTP-2 thực hiện tách khí của sản phẩm đến từ BK-2, BK-5 và BK-6. Ngoài ra, khí mỏ Rồng sau các máy tăng áp trên KPD và RP-3 cũng được đưa đến CCP qua đường ống fastrack Rồng - Bạch Hổ.

Giàn nén khí KPD tiếp nhận khí sau bình UPOG trên RC-DM, RC-4, RC-5/RC-9, như sau:

- + Khí từ UPOG trên RC-DM, RC-5 và RC-9 được vận chuyển đến RC-4, rồi cùng khí RC-4 đến RP-3 qua KPD theo đường ống RC-DM → RC-4 → RP-3;

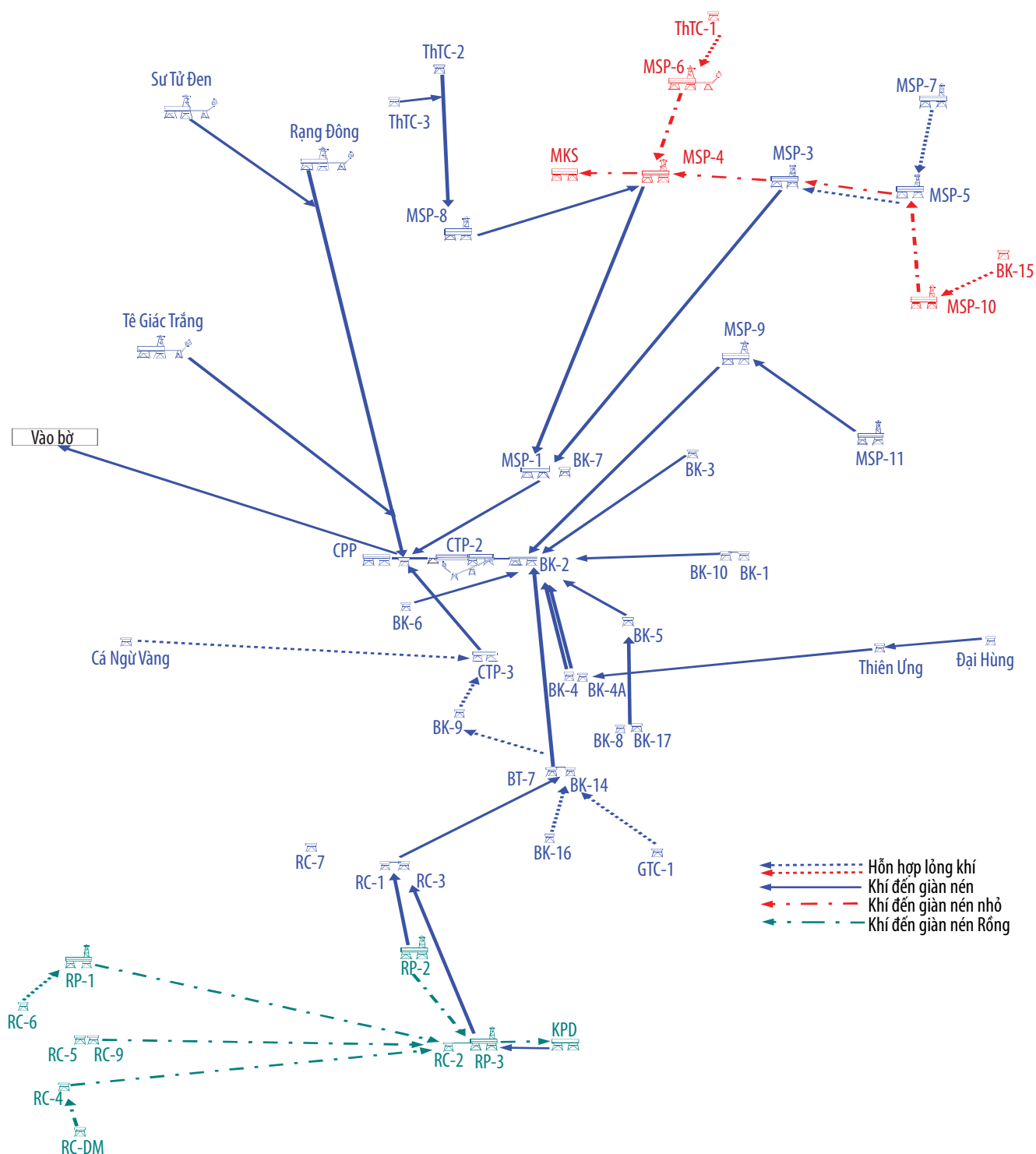
- + Khí RP-1 và RC-6 sau bình tách cao áp trên RP-1 được vận chuyển đến KPD theo đường ống RP-1→RP-3 đến KPD;

- + Khí trên giàn RP-2, được vận chuyển đến giàn KPD bằng đường ống RP-2 - RP-3.

KPD mỏ Rồng đảm bảo cung cấp khí gaslift cho các giếng ở mỏ Rồng và một phần mỏ Đồi Mồi. Sự thiếu hụt khí gaslift ở mỏ Rồng được bù đắp nhờ khí từ giàn nén CCP mỏ Bạch Hổ vận chuyển theo tuyến đường khí cao áp CCP → BK-6 → CTK-3 → BK-9 → BK-8 và CCP → MSP-1 → BK-1/10 → BK-5 → BK-4 → BK-8 → RC-1 → RP-2 → KPD.

Để tiếp tục thu gom khí cao áp ở mỏ Rồng, 2 máy tăng áp công suất 500 nghìn m<sup>3</sup>/ngày/máy được thiết kế và lắp đặt trên RP-3 và KPD, thu gom và nén khí đến áp suất 25 atm. Khí sau máy tăng áp được vận chuyển sang mỏ Bạch Hổ đến CCP. Như vậy, phần lớn khí cao áp tách ra ở mỏ Rồng đã được thu gom, ngoại trừ khí thấp áp hiện đang bị đốt bỏ.

Đến thời điểm hiện tại, với việc vận hành các giàn nén khí MKS, CCP ở mỏ Bạch Hổ và KPD ở mỏ Rồng, các máy tăng áp trên MSP-4, MSP-9, CTP-2, CTP-3 và trên KPD, RP-3, các đường ống dẫn khí Bạch Hổ vào bờ, phần lớn khí cao áp tách ra ở mỏ Bạch Hổ, Rồng, Thỏ Trắng và Gấu Trắng đã



Hình 3. Sơ đồ vận chuyển khí hiện tại ở các mỏ Bạch Hổ và Rồng, Lô 09-1

được thu gom, cung cấp cho nhu cầu nội bộ các mỏ của Lô 09-1, khai thác dầu bằng gaslift, vận chuyển vào bờ cho các nhà máy nhiệt điện Bà Rịa, Phú Mỹ và các nhà máy sản xuất phân đạm, hóa chất dầu khí. Tính đến cuối năm 2019, việc tối ưu hóa công tác thu gom, xử lý và vận chuyển khí đồng hành các mỏ ở Lô 09-1 đã giúp Vietsovetro tận thu đến trên 90% khí đồng hành tách ra, góp phần đáng kể cho việc tận thu nguồn tài nguyên thiên nhiên, nâng

cao hiệu quả khai thác dầu khí, đóng góp đáng kể cho sự nghiệp phát triển ngành công nghiệp khí nước nhà.

### 5. Kết luận

- Việc nghiên cứu sử dụng nguồn năng lượng vỉa cao của các giếng dầu tầng móng mỏ Bạch Hổ đã cho phép Vietsovetro sớm thu gom và vận chuyển thành công 1 triệu m<sup>3</sup> khí/ngày vào bờ không cần giàn nén khí,



đến Nhà máy Nhiệt điện Bà Rịa, thay thế nguồn nguyên liệu dầu DO nhập ngoại. Thành công này đánh dấu lần đầu tiên vào năm 1995 Việt Nam sử dụng khí đồng hành cho các nhà máy nhiệt điện và các ngành công nghiệp khí ở Việt Nam.

- Giải pháp công nghệ gia tăng sản lượng khí vận chuyển vào bờ bằng cách sử dụng ở quy mô lớn các bộ phối trộn ejector, hòa dòng khí sau bình tách ở điều kiện áp suất thấp (28 atm) với dòng khí của giàn nén khí nhỏ MKS có áp suất cao (105 atm) để được dòng khí có áp suất 57 - 58 atm, đảm bảo vận chuyển được 2 triệu m<sup>3</sup> khí/ngày vào bờ, cung cấp nhiên liệu cho Nhà máy Nhiệt điện Phú Mỹ.

- Việc nghiên cứu, áp dụng giải pháp thu gom khí thấp áp ở các giàn khai thác cố định MSP và giàn công nghệ trung tâm CTP của mỏ Bạch Hổ, bằng cách sử dụng phương pháp vận chuyển dầu bão hòa khí sau bình tách cấp 1, không qua bình tách cấp 2, đến giàn thu gom trung tâm để tách khí thấp áp và lắp đặt máy tăng áp, đã cho phép Vietsovpetro lần đầu thu gom khí thấp áp ở mỏ Bạch Hổ, góp phần giảm thiểu đốt bỏ khí đồng hành ở ngoài khơi Lô 09-1.

- Việc hình thành hệ thống thu gom, xử lý, vận chuyển và sử dụng khí đồng hành ở các mỏ Bạch Hổ và Rồng của Vietsovpetro tại Lô 09-1 đã mở ra những cơ hội lớn trong đầu tư và phát triển thu gom khí đồng hành từ các mỏ dầu lân cận hiện Petrovietnam đã, đang và sẽ khai thác tại thềm lục địa Nam Việt Nam.

- Đến nay, hệ thống thu gom, xử lý và vận chuyển khí đồng hành tại các mỏ Bạch Hổ và Rồng ở Lô 09-1

ngày càng hoàn thiện, mang đến cho Vietsovpetro kết quả sử dụng khí đồng hành hiệu quả đến trên 90%, mà trước đây phải đốt bỏ 100% ngoài khơi. Các công trình của Vietsovpetro tại Lô 09-1, thực sự đã trở thành trung tâm lưu chuyển khí và kết nối các mỏ như: Rồng, Rạng Đông, Sư Tử Đen, Sư Tử Vàng, Sư Tử Trắng, Hải Sư Đen, Hải Sư Trắng, Tê Giác Trắng, Cá Ngừ Vàng, Thiên Ưng, Đại Hùng tại thềm lục địa phía Nam Việt Nam.

#### Tài liệu tham khảo

[1] В.И.Фейгин, О.Б.Брагинский, С.А.Заболотский, И.Г.Кукушкин, А.В.Маевский, Н.И.Масленников, Ю.Г.Рыков *Исследование состояния и перспектив направлений переработки нефти и газа, нефте- и газохимии в РФ*. Библиотека Института современного развития. Москва: Экон-информ, 2011.

[2] “Luận chứng kinh tế kỹ thuật hệ thống thu gom và vận chuyển khí Bạch Hổ - Thủ Đức Tp. Hồ Chí Minh”, Vũng Tàu, 1991.

[3] Phùng Đình Thực và Hà Văn Bích, “Áp suất tới hạn của hỗn hợp dầu - khí - nước và chế độ làm việc của hệ thống khai thác thu gom và vận chuyển dầu khí”, *Tạp chí Dầu khí*, Số 1, tr. 19 - 24, 1995.

[4] В.И.Фейгин, О.Б.Брагинский, С.А.Заболотский, И.Г.Кукушкин и др. Аналитический доклад, “Условия и перспективы развития нефтегазохимии в Российской Федерации”, Институт современного развития при участии Института энергетики и финансов, 2010.

## GATHERING, PROCESSING AND TRANSPORTING TECHNOLOGY FOR ASSOCIATED GAS FROM VIETSOVPETRO'S OIL AND GAS FIELDS IN BLOCK 09-1

**Tong Canh Son<sup>1</sup>, Cao Tung Son<sup>1</sup>, Le Viet Dung<sup>1</sup>, Le Dang Tam<sup>1</sup>, Pham Thanh Vinh<sup>1</sup>, Phung Dinh Thuc<sup>2</sup>, Nguyen Thuc Khang<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Vietsovpetro

<sup>2</sup>Vietnam Petroleum Association

Email: sontc.rd@vietsov.com.vn

### Summary

Vietsovpetro Joint Venture started gathering and transporting associated gas ashore in mid-1995. By 31 December 2019, Vietsovpetro had gathered, processed and supplied more than 35 billion m<sup>3</sup> of gas, of which more than 22 billion m<sup>3</sup> coming from the oil and gas fields in Block 09-1. The paper introduces the formation of the gathering, processing and transportation system for associated gas at Vietsovpetro's fields in Block 09-1 and the engineering solutions to transport associated gas ashore.

**Key words:** Associated gas, gathering, processing, transporting, Block 09-1, Cuu Long basin.