TẠP CHÍ DẦU KHÍ
Số 3 - 2020, trang 32 - 40
ISSN-0866-854X

GIẢI PHÁP ĐA DẠNG HÓA NGUỒN NGUYÊN LIỆU CHO NHÀ MÁY LỌC DẦU DUNG QUẤT

Đặng Ngọc Đình Điệp, Nguyễn Mạnh Thịnh, Đào Thanh Hải, Nguyễn Trọng Tuyên
Công ty CP Lọc hóa dầu Bình Sơn
Email: diepdnd@bsr.com.vn

Tóm tắt

Bài viết giới thiệu giải pháp tìm kiếm, đánh giá, lựa chọn các nguồn dầu thô để thay thế một phần hoặc hoàn toàn dầu thô Bạch Hổ nhằm đa dạng hóa nguồn nguyên liệu, đảm bảo ổn định công suất chế biến cho Nhà máy Lọc dầu Dung Quất mà không phải thay đổi thiết kế của Nhà máy.

Giải pháp đã xác định được 67 loại dầu thô tiềm năng có thể phối trộn với dầu thô Bạch Hổ, trong đó gồm 9 loại dầu Việt Nam và 58 loại dầu nhập khẩu. Trên thực tế đã chế biến được 19 loại dầu thô khác nhau ngoài dầu thô Bạch Hổ, góp phần đảm bảo đủ nguồn nguyên liệu dầu thô cho Nhà máy Lọc dầu Dung Quất đồng thời mang lại hiệu quả kinh tế cao.

Từ khóa: Cửa sổ vận hành, đa dạng hóa nguyên liệu, dầu thô Bạch Hổ, Nhà máy Lọc dầu Dung Quất.

1. Đặt vấn đề

Nhà máy Lọc dầu Dung Quất được thiết kế để chế biến 100% dầu thô Bạch Hổ (dầu ngọt) hoặc hỗn hợp 85% dầu thô Bạch Hổ và 15% dầu thô Dubai (dầu chua).

Trong giai đoạn đầu, Nhà máy chỉ có Phân xưởng thu hồi lưu huỳnh (SRU) với công suất 5 tấn/ngày và chưa được lắp đặt cụm thiết bị $DeSO_x$, xử lý khí thải có chứa các hợp chất SO_x (được thiết kế tương ứng với trường hợp chế biến hỗn hợp dầu thô Bạch Hổ và Dubai) nên chỉ được vận hành trên cơ sở chế biến 100% dầu thô Bạch Hổ và/hoặc dầu thô có tính chất tương đương Bạch Hổ.

Kể từ năm 2009, khi Nhà máy Lọc dầu Dung Quất đi vào hoạt động, sản lượng khai thác dầu thô Bạch Hổ sụt giảm và không còn đáp ứng đủ nhu cầu nguyên liệu vận hành tại 100% công suất thiết kế (6,5 triệu tấn dầu thô/năm, tương đương 148.000 thùng dầu thô/ngày). Ngoài ra, chất lượng dầu thô Bạch Hổ ngày càng thay đổi, hàm lượng cặn carbon conradson (CCR) và tạp chất kim loại Fe/Ca trong dầu ngày càng tăng lên. Do đó, lượng dầu thô Bạch Hổ khai thác không thể chế biến được hoàn toàn tại Nhà máy Lọc dầu Dung Quất mà phải xuất bán một phần ra thị trường bên ngoài.

Ngày nhận bài: 23/9/2019. Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 26/9/2019 - 12/3/2020. Ngày bài báo được duyệt đăng: 13/3/2020.

Trước vấn đề nguồn cung dầu thô Bạch Hổ không còn đáp ứng đủ nhu cầu nguyên liệu để vận hành tại 100% công suất thiết kế, Nhà máy phải đối mặt với các lựa chọn sau:

- Giảm công suất chế biến;
- Đầu tư một số phân xưởng/cụm thiết bị công nghệ để có thể chế biến các loại dầu thô khác ngoài dầu thô Bạch Hổ;
- Khẩn trương tìm kiếm, nghiên cứu, đánh giá và lựa chọn dầu thô mới có thể làm nguyên liệu thay thế dầu thô Bạch Hổ cho Nhà máy.

Trong đó, phương án nghiên cứu, tìm kiếm, đánh giá và lựa chọn nguồn dầu thô khác thay thế dầu thô Bạch Hổ có thể xem là giải pháp tối ưu do không phải giảm công suất Nhà máy Lọc dầu Dung Quất nên vẫn đảm bảo hiệu quả kinh tế và không đòi hỏi phải thay đổi cấu hình công nghệ gây tốn chi phí đầu tư bổ sung.

2. Cơ sở khoa học - phương pháp luận

Ban đầu, nhiệm vụ nghiên cứu tìm nguồn dầu thô thay thế dầu Bạch Hổ cho Nhà máy Lọc dầu Dung Quất được Tập đoàn Dầu khí Việt Nam (PVN) giao cho Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Chế biến Dầu khí (PVPro) thuộc Viện Dầu khí Việt Nam (VPI) thực hiện thông qua triển khai đề tài "Nghiên cứu khả năng chế biến dầu thô thay thế dầu thô Bạch Hổ cho Nhà máy Lọc dầu Dung Quất".

Quá trình nghiên cứu của PVPro gồm 2 giai đoạn, thực hiện từ năm 2007 - 2008. Phương pháp luận của quá trình nghiên cứu là tiến hành phân tích, đánh giá toàn diện tính chất của từng loại dầu thô được sàng lọc từ ngân hàng dữ liệu gồm hơn 2.000 báo cáo phân tích chất lượng dầu (crude assay) của PetroTech Intel (PTI) và so sánh với báo cáo phân tích chất lượng của dầu Bạch Hổ cơ sở (dùng để thiết kế Nhà máy Lọc dầu Dung Quất). Sau khi xác định được các loại dầu thô có tính chất tương đồng với dầu Bạch Hổ thì sẽ tiến hành đánh giá khả năng thay thế của từng loại dầu đối với dầu Bạch Hổ bằng phương pháp kết hợp giữa quy hoạch tuyến tính (LP programming) và mô phỏng công nghệ (process simulation). Kết quả nghiên cứu cho thấy, không có loại dầu thô nào có tính chất tương đương như dầu Bạch Hổ để có thể thay thế hoàn toàn dầu thô này làm nguyên liệu cho Nhà máy Lọc dầu Dung Quất. Thay vào đó, chỉ có thể xác định được các loại dầu thô có khả năng thay thế một phần dầu Bạch Hổ, điển hình gồm 4 loại sau:

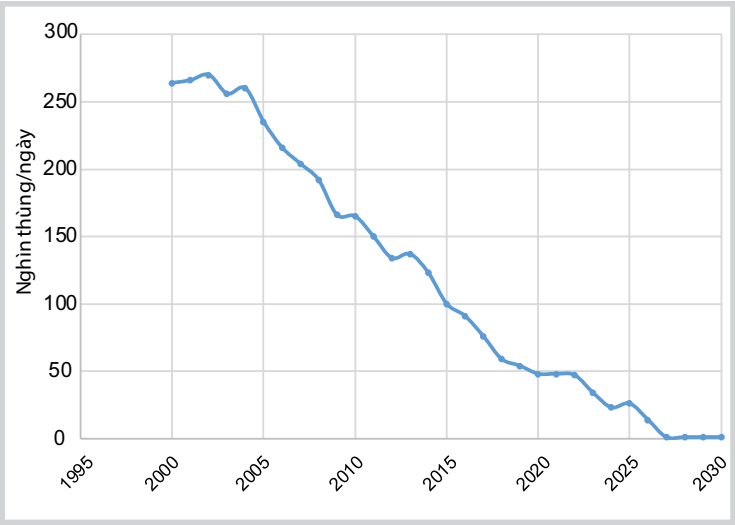
- Dầu thô Sư Tử Vàng (Việt Nam), khả năng thay thế dầu Bạch Hổ là 31% khối lượng;

- Dầu thô Azeri Light (Azerbaijan), khả năng thay thế dầu Bạch Hổ là 7% khối lượng;

- Hỗn hợp dầu thô đã phối trộn Lalang (Indonesia) + Benchamas (Thái Lan), khả năng thay thế dầu Bạch Hổ là 79% khối lượng;

- Hỗn hợp dầu thô đã phối trộn Nile Blend (Sudan) + Belanak (Indonesia), khả năng thay thế dầu Bạch Hổ là 28% khối lượng.

Kết quả nghiên cứu trên là một trong những cơ sở tham chiếu quan trọng cho công tác đánh giá, lựa chọn dầu thô về sau của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất. Tuy nhiên khi ứng dụng vào thực tế, việc phối trộn một loại dầu đơn lẻ với dầu Bạch Hổ đã bộc lộ hạn chế là khả năng thay thế dầu Bạch Hổ không cao do khó tìm kiếm được dầu thô có tính chất tương đồng dầu Bạch Hổ hoặc nếu có khả năng thay thế cao thì sản lượng cung cấp không đáp ứng đủ nhu cầu



Hình 1. *Dự báo sản lượng dầu thô Bạch Hổ đến năm 2030 [1]*

vận hành Nhà máy Lọc dầu Dung Quất tại 100% công suất thiết kế (như hỗn hợp dầu Lalang và Benchamas có khả năng thay thế dầu Bạch Hổ là 79% khối lượng, tuy nhiên khả năng cung cấp các loại dầu này tại thời điểm nghiên cứu có tổng sản lượng chỉ khoảng 1,2 triệu tấn/năm tương đương 18% công suất chế biến của Nhà máy).

Nhằm khắc phục hạn chế trên, Công ty CP Lọc hóa dầu Bình Sơn (BSR) đã chủ động tự nghiên cứu và thay đổi phương pháp luận theo hướng phân loại dầu thô thành các nhóm. Trong đó, các chỉ tiêu chất lượng chính gần giống nhau sau đó kết hợp 2 hoặc 3 nhóm dầu thô có tính chất bổ trợ nhau (ví dụ dầu thô có thành phần cặn chưng cất ở áp suất khí quyển - CKQ cao phối với dầu thô có thành phần CKQ thấp hoặc trung bình) để tạo ra hỗn hợp dầu có tính chất gần giống với dầu Bạch Hổ cơ sở. Tiếp đến tiến hành đánh giá khả năng thay thế dầu Bạch Hổ của dầu hỗn hợp sau phối trộn. Phương pháp nghiên cứu này sẽ làm tăng khả năng thay thế dầu Bạch Hổ của các loại dầu vì có thể dung hòa, khắc phục được các hạn chế về mặt kỹ thuật.

Nguyên tắc của quá trình nghiên cứu đánh giá, lựa chọn dầu thô mới là hạn chế việc chế biến thử nghiệm 2 loại dầu mới cùng một lúc để giảm thiểu các rủi ro ảnh hưởng kỹ thuật tiềm ẩn của từng loại dầu thô mà chưa thể nhận diện được thông qua báo cáo phân tích chất lượng của các loại dầu đó. Tuy nhiên, khi một loại dầu thô đã được chế biến thử nghiệm thành công thì loại dầu đó được xếp vào giỏ dầu thô cơ sở của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất cùng với dầu Bạch Hổ. Như vậy, trong quá trình tìm kiếm, đánh giá dầu thô mới tiếp theo, dầu thô cơ sở có thể là dầu Bạch Hổ hoặc là hỗn hợp dầu Bạch Hổ và dầu đã chế biến thành công. Điều này sẽ làm tăng độ linh động trong việc lựa chọn dầu thô mới phù hợp.

Quá trình thực hiện theo phương pháp luận nghiên cứu mới được thể hiện thông qua việc xây dựng kỹ thuật đánh giá dầu thô và phương án lựa chọn dầu thô như dưới đây.

2.1. Kỹ thuật đánh giá dầu thô

Quá trình đánh giá khả năng chế biến của một loại dầu thô mới đối với cấu hình công nghệ và thiết kế chi tiết hiện hữu của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất được thực hiện trên nền

tảng: (i) xây dựng các cơ sở tham chiếu, so sánh, đánh giá; (ii) thiết lập quy trình đánh giá.

Việc xây dựng các cơ sở đánh giá gồm các bước như sau:

- Phân tích đánh giá tính chất, chất lượng dầu thô Bạch Hổ. Lựa chọn các chỉ tiêu chất lượng quan trọng có ảnh hưởng lớn đến khả năng vận hành của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất (hàm lượng lưu huỳnh, chỉ số acid - TAN, hàm lượng CCR, cơ cấu các phân đoạn sản phẩm) làm cơ sở để so sánh với dầu thô mới.

- Nghiên cứu cấu hình, thiết kế của của từng phân xưởng công nghệ, hệ thống nhập, tồn chứa dầu thô và sản phẩm của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất để xác định được các "cửa sổ vận hành" hiện hữu, đó là các giới hạn kỹ thuật mà Nhà máy Lọc dầu Dung Quất có thể vận hành an toàn, ổn định, tin cậy và đáp ứng được yêu cầu các quy định hiện hành về chất lượng sản phẩm và phát thải.

- Thiết lập cơ sở dữ liệu (database) của các loại dầu thô trên thế giới (nguồn gốc, trữ lượng, chất lượng, thương mại, vận chuyển, công thức tính giá) nhằm phục vụ công tác tìm kiếm, lựa chọn, phân loại dầu thô.

- Xây dựng các mô hình mô phỏng điều kiện hoạt động bằng các phần mềm quy hoạch tuyến tính (LP) và mô phỏng công nghệ (PetroSim) nhằm dự đoán cơ cấu sản phẩm, điều kiện vận hành, hiệu quả kinh tế của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất khi chế biến dầu thô mới. Kết quả tính toán từ các phần mềm LP và PetroSim sẽ giúp ước tính được tỷ lệ phối trộn tối đa của dầu thô mới cũng như xác định được các quan ngại kỹ thuật đòi hỏi phải tập trung lưu ý và có giải pháp khắc phục phòng ngừa trong quá trình chế biến thử nghiệm lô dầu đầu tiên, hạn chế tối đa các vấn đề kỹ thuật phát sinh trong quá trình chế biến lô dầu, tăng tính đảm bảo an toàn vận hành.

Quy trình đánh giá dầu thô mới bao gồm các bước như sau:

- Bước 1: Tiếp nhận, xử lý dữ liệu báo cáo phân tích chất lượng dầu thô

Báo cáo phân tích chất lượng của các loại dầu thô khác nhau trên thế giới thường được cung cấp bởi các doanh nghiệp sản xuất, kinh doanh dầu (PVOIL, BP, Royal Dutch Shell, Chevron, Total, ExxonMobil, Petronas). Tuy nhiên, nhằm chủ động hơn trong công tác tìm kiếm, lựa chọn nguồn dầu thô thích hợp, BSR đã trang bị thêm Hệ thống quản lý thông tin dầu thô (Crude Information Management System - CIMS) cung cấp bởi Haverly Systems, Inc. Khi một loại dầu thô mới được lựa chọn đánh giá, dữ liệu báo cáo phân tích chất lượng mới nhất của dầu thô này sẽ được sử dụng để đảm bảo tính đại diện của mẫu dầu cần nghiên cứu.

Báo cáo phân tích chất lượng của loại dầu thô cần đánh giá sẽ kiểm tra có đầy đủ thông tin tối thiểu cần thiết cho quá trình đánh giá. Nếu báo cáo thiếu các chỉ tiêu chất lượng quan trọng thì mẫu của dầu thô mới sẽ lấy về và phân tích các chỉ tiêu đó tại phòng thí nghiệm của BSR hoặc đơn vị phân tích bên ngoài để bổ sung.

Sau khi đảm bảo các thông tin trên báo cáo phân tích chất lượng là phù hợp cho quá trình đánh giá, các thông tin này sẽ được tiếp tục xử lý/tổng hợp trên phần mềm quản lý dữ liệu dầu thô H/CAMS của Haverly Systems, Inc để chuyển thành các báo cáo phân tích chất lượng điện tử là thông tin đầu vào (inputs) của các phần mềm mô phỏng LP và PetroSim.

- Bước 2: Đánh giá sơ loại dầu đơn

Căn cứ vào thông tin trên các báo cáo phân tích chất lượng, các chỉ tiêu chất lượng quan trọng của loại dầu thô mới có liên quan đến vận chuyển và tồn chứa (như điểm chảy, độ nhớt, áp suất hơi RVP) sẽ được xem xét và đối chiếu với thiết kế của hệ thống nhập và tồn chứa dầu thô của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất. Ngoài ra, các chỉ tiêu chất lượng liên quan đến hàm lượng tạp chất trong dầu thô (S, TAN, CCR) cũng được xem xét và so sánh với dầu cơ sở để ước tính sơ bộ khả năng phối trộn của dầu mới. Nếu như tính chất của dầu thô mới không vượt quá giới hạn thiết kế/vận hành của hệ thống nhập và tồn chứa dầu thô hoặc tỷ lệ phối trộn của dầu thô mới với dầu thô cơ sở là quá thấp (< 5% thể tích) thì dầu thô này sẽ bị loại bỏ.

- Bước 3: Đánh giá khả năng phối trộn

Dầu thô mới sau khi qua bước đánh giá sơ bộ sẽ tiếp tục được xem xét khả năng thay thế dầu cơ sở thông qua xác định tỷ lệ phối trộn tối đa của dầu thô mới với dầu cơ sở và các loại dầu thô khác (đã được đánh giá và chế biến dài hạn tại Nhà máy Lọc dầu Dung Quất). Điều này đảm bảo hỗn hợp dầu thô sau phối trộn gần như tương đồng với dầu thô cơ sở và công suất chế biến, tính chất nguyên liệu/sản phẩm/khí thải của các phân xưởng công nghệ khi chế biến hỗn hợp dầu thô này nằm trong "cửa sổ vận hành".

Mô hình mô phỏng điều kiện hoạt động của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất bằng phần mềm LP (Princeps) được sử dụng để đánh giá tổng thể điều kiện hoạt động gồm đầu vào (tính chất nguyên liệu), nội tại (cân bằng vật chất, cân

bằng năng lượng, tiêu thụ năng lượng, phụ trợ) và đầu ra (tính chất sản phẩm và chất lượng khí thải).

Nguyên lý đánh giá dầu thô theo phương pháp quy hoạch tuyến tính là xác định tỷ lệ phối trộn dầu thô tối ưu nhằm thỏa mãn mục tiêu tối đa lợi nhuận chế biến. Trong đó, ma trận hệ số các điều kiện ràng buộc được xây dựng từ các hàm (phương trình/bất phương trình) tuyến tính mô tả mối quan hệ giữa điều kiện đầu vào (tính chất của nguyên liệu), điều kiện nội tại (cân bằng vật chất, cân bằng năng lượng, tiêu thụ năng lượng, phụ trợ) và điều kiện đầu ra (chất lượng sản phẩm). Tổ hợp hệ số của các hàm tuyến tính nói trên (shift vectors) được quy hoạch thực nghiệm từ dữ liệu vận hành thực tế của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất thông qua các phương pháp hồi quy tuyến tính hoặc được tạo ra bởi các mô hình mô phỏng các phân xưởng công nghệ trên nền tảng PetroSim. Các điều kiện ràng buộc của ma trận tuyến tính được lấy từ "cửa sổ vận hành" hiện hữu của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất. Giá dầu thô và sản phẩm sử dụng trong quá trình tính toán tối ưu được tham khảo từ bộ giá dự báo mới nhất của Wood Mackenzie.

Các phân xưởng công nghệ của Nhà máy sẽ được mô phỏng trên LP bằng kỹ thuật "base-delta". Đây là kỹ thuật mô phỏng mới của các phần mềm quy hoạch tuyến tính (LP) hiện đại được áp dụng đối với các quá trình công nghệ hóa học phức tạp, trong đó kết quả mô phỏng (cân bằng vật chất, tính chất, hiệu suất sản phẩm, tiêu thụ năng lượng, phụ trợ) của một phân xưởng công nghệ ứng với một điều kiện sản xuất thực tế được sử dụng làm trường hợp cơ sở (base-case). Khi có sự thay đổi về đầu vào (tính chất nguyên liệu, điều kiện vận hành) so với trường hợp cơ sở, phần mềm LP sẽ dự đoán đầu ra (điều kiện sản xuất mới của phân xưởng công nghệ) căn cứ vào mức độ thay đổi (delta) của dữ liệu đầu vào so với trường hợp cơ sở và dựa vào các hệ số tuyến tính (shift vectors).

Khả năng phối trộn của dầu thô mới sẽ được thực hiện nghiên cứu trên nhiều trường hợp khác nhau (study-cases), trong đó công suất chế biến và hỗn hợp dầu thô cơ sở phối trộn cùng với dầu thô mới được lấy từ kế hoạch sản xuất của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất trong tương lai (6 - 12 tháng so với thời điểm nghiên cứu). Khả năng phối trộn tối đa của của dầu thô mới được xác định thông qua tỷ lệ phối trộn lớn nhất của dầu thô này ứng với một trường hợp nghiên cứu mà tại đó công suất chế biến, tính chất nguyên liệu/sản phẩm/khí thải của các phân xưởng công nghệ đã bắt đầu nằm trong lân cận giới hạn của "cửa sổ vận hành" hiện hữu.

- Bước 4: Đánh giá kỹ thuật

Sau khi đã xác định được khả năng phối trộn dầu thô mới với dầu cơ sở ứng với các trường hợp nghiên cứu khác nhau, quá trình đánh giá sẽ tiếp tục với việc xem xét ảnh hưởng của việc chế biến hỗn hợp dầu thô phối trộn tương ứng với các trường hợp nghiên cứu này đến điều kiện vận hành các phân xưởng công nghệ.

Ở bước đánh giá này, tính chất của dầu thô đơn, dầu thô hỗn hợp và tất cả các dòng công nghệ bao gồm nguyên liệu và sản phẩm của từng phân xưởng công nghệ sẽ được xem xét chi tiết trên mọi khía cạnh kỹ thuật và đối chiếu với các quy định kỹ thuật, tiêu chuẩn chất lượng. Điều kiện hoạt động mới của các phân xưởng công nghệ trong đó có tính đến các thiết bị chính như thiết bị trao đổi nhiệt, lò đốt, thiết bị phản ứng, thiết bị tái sinh cũng được xem xét và so sánh với giới hạn vận hành cho phép hiện tại. Ngoài ra, kinh nghiệm chế biến dầu thô mới tại các nhà máy lọc dầu trên thế giới được tham khảo để phục vụ công tác đánh giá kỹ thuật.

Tính chất nguyên liệu, sản phẩm, điều kiện hoạt động của từng thiết bị, cân bằng vật chất, năng lượng trong từng phân xưởng công nghệ khi chế biến hỗn hợp dầu thô nghiên cứu sẽ được dự đoán thông qua các mô hình mô phỏng trên phần mềm PetroSim của KBC. Các mô hình mô phỏng này là tổ hợp các phương trình phi tuyến mô tả các quá trình công nghệ hóa học trong nhà máy lọc dầu (chưng cất, reforming, cracking) được xây dựng trên thư viện cơ sở dữ liệu (các hệ nhiệt động, các hệ cấu tử gồm các tính chất vật lý và hóa lý của chúng), các thuật toán liên quan đến việc tính toán các tính chất hóa lý của các cấu tử và hỗn hợp cấu tử cũng như tính toán các thông số của thiết bị và các thông số công nghệ của quá trình công nghệ được mô phỏng.

Quá trình mô phỏng các phân xưởng công nghệ của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất trên nền tảng PetroSim cũng được thực hiện bằng kỹ thuật "base-delta". Theo đó, một trường hợp cơ sở gồm các dữ liệu thiết kế ban đầu của Nhà máy được sử dụng để xây dựng mô hình các thiết bị/phân xưởng công nghệ chính. Tiếp đến, các bộ dữ liệu đầy đủ và tin cậy (gồm các thông số công nghệ, cân bằng vật chất, cân bằng năng lượng và tính chất nguyên liệu, sản phẩm) thu thập từ vận hành thực tế của từng phân xưởng công nghệ sẽ được xử lý và nhập vào PetroSim để thực hiện tinh chỉnh các mô hình. Trong quá trình tinh chỉnh các mô hình từ dữ liệu thực tế, PetroSim sẽ tạo ra các hệ số thực nghiệm (calibration factors) tương tự như các shift vectors của các mô hình trên LP. Khi có sự thay đổi

về đầu vào (tính chất nguyên liệu, điều kiện vận hành) so với trường hợp cơ sở, các mô hình sẽ dự báo đầu ra (điều kiện sản xuất mới của phân xưởng công nghệ) căn cứ vào mức độ thay đổi (delta) của dữ liệu đầu vào so với trường hợp cơ sở và dựa vào các hệ số thực nghiệm (calibration factors) như trình bày ở trên.

BSR so sánh kết quả chạy mô phỏng của PetroSim cho các trường hợp nghiên cứu trên với cửa sổ vận hành của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất. Nếu có thông số công nghệ của thiết bị/phân xưởng hoặc có chỉ tiêu chất lượng nào của nguyên liệu, sản phẩm hoặc khí thải vượt quá giới hạn của "cửa sổ vận hành" cần nghiên cứu điều chỉnh tỷ lệ phối trộn của dầu thô mới hoặc giảm công suất chế biến (quay lại quá trình đánh giá tại bước 3). Các thông số công nghệ, chỉ tiêu chất lượng nào vượt quá giới hạn hoặc lân cận giới hạn của "cửa sổ vận hành" sẽ được xếp vào danh sách các quan ngại kỹ thuật (technical concerns). Ngoài ra, thông tin từ các sự cố, các tồn tại kỹ thuật ghi nhận được tại các nhà máy lọc dầu khác khi chế biến loại dầu thô đang đánh giá cũng được xem như là các quan ngại kỹ thuật. Đây là các cơ sở tham chiếu quan trọng trong công tác lập kế hoạch và chuẩn bị các phương án theo dõi, khắc phục phòng ngừa (countermeasures) trong quá trình chế biến thử nghiệm lô dầu thô mới đầu tiên trên thực tế (fist cargo test run), đảm bảo Nhà máy Lọc dầu Dung Quất vận hành an toàn, ổn định và tin cậy, giảm thiểu các vấn đề kỹ thuật phát sinh trong quá trình chế biến dầu thô mới.

- Bước 5: Chế biến thử nghiệm dầu thô mới

Dầu thô mới sau khi đã được xác định khả năng chế biến qua 2 bước đánh giá nói trên sẽ được bổ sung vào "giỏ" dầu thô nguyên liệu để mua chế biến thử nghiệm thực tế khi có cơ hội. Quá trình chuẩn bị và triển khai thử nghiệm một lô dầu thô mới gồm các giai đoạn chính:

+ Lập kế hoạch mua chế biến thử nghiệm 1 lô dầu thô mới. Khối lượng lô thử nghiệm tùy thuộc khả năng vận chuyển từ cảng đến Nhà máy Lọc dầu Dung Quất. Nếu dầu thô mới là dầu nội địa hoặc ở khu vực lân cận Việt Nam, có thể vận chuyển bằng tàu Aframax (tải trọng 80.000 - 120.000 tấn) hoặc nhỏ hơn, thì khối lượng dự kiến mua là 300.000 - 600.000 thùng dầu/lô. Nếu dầu thô mới được nhập từ các khu vực xa Việt Nam (Tây Phi, Mỹ...), phải vận chuyển bằng tàu Suezmax (tải trọng khoảng 160.000 tấn), thì khối lượng dự kiến mua khoảng 900.000 - 1.000.000 thùng dầu/lô.

+ Căn cứ vào khối lượng dầu thô mới dự kiến mua, công suất vận hành dự kiến, khả năng chế biến của dầu mới đã đánh giá ở bước 4 để xác định khoảng thời gian chế biến thử nghiệm.

+ Xác định khối lượng và tỷ lệ phối trộn dự kiến của dầu thô cơ sở trong giai đoạn chế biến thử nghiệm dầu thô mới.

+ Xác định bộ giá dự kiến của dầu thô cơ sở và các sản phẩm (gồm cả chi phí vận chuyển và các phụ phí khác) theo trung bình 3 tháng quá khứ và tháng hiện tại tính đến ngày mua lô dầu thô mới.

+ Sử dụng phần mềm LP tính toán lợi nhuận chế biến gộp (gross margin) cho trường hợp có dầu thô mới và trường hợp không có dầu thô mới để xác định hiệu quả kinh tế của riêng lô dầu thô mới (chi tiết trình bày bước 6). Nếu dầu thô mới của hiệu quả chế biến cao hơn dầu cơ sở tại thời điểm đánh giá thì sẽ tiến hành mua 1 lô dầu thô mới về chế biến.

+ Khởi tạo hồ sơ quản lý sự thay đổi (Management of change - MOC) chế biến thử nghiệm dầu thô mới với tỷ lệ ban đầu dựa vào kết quả đánh giá kỹ thuật. Việc khởi tạo MOC nhằm đảm bảo việc thay đổi nguyên liệu chế biến, các tác động đến điều kiện vận hành, các vấn đề kỹ thuật phát sinh trong quá trình thử nghiệm và kết quả thử nghiệm được lưu vào hồ sơ quản lý.

+ Phân tích mối nguy, rủi ro tiềm ẩn trong quá trình chế biến thử nghiệm dựa vào các quan ngại kỹ thuật trong bước đánh giá kỹ thuật và đưa ra các giải pháp khắc phục, phòng ngừa đối với từng mối nguy, rủi ro.

+ Lên phương án chuẩn bị triển khai các giải pháp khắc phục, phòng ngừa.

+ Khi dầu thô mới được nhập về, tiến hành thử nghiệm theo quy trình thử nghiệm dầu thô mới đã được phê duyệt.

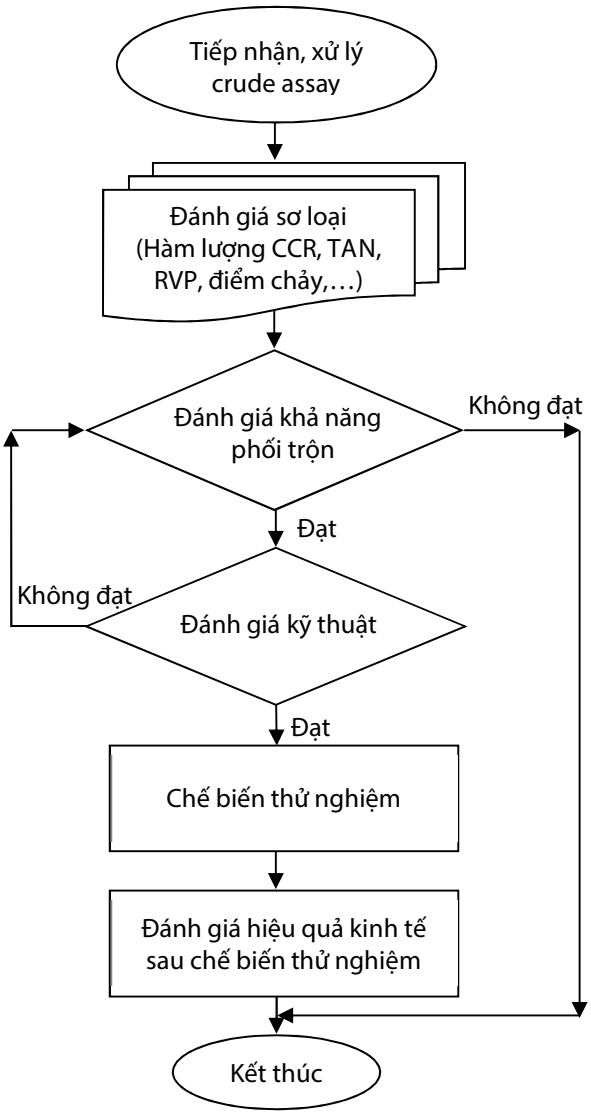
- Bước 6: Đánh giá kết quả chế biến thử nghiệm dầu thô mới

Dữ liệu vận hành của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất trong giai đoạn chế biến thử nghiệm sẽ được thu thập để đánh giá hiệu quả kinh tế của lô dầu thô mới sau khi hoàn thành chế biến thử nghiệm, bao gồm:

+ Cân bằng vật chất, tiêu thụ xúc tác, hóa phẩm, năng lượng phụ trợ.

+ Giá trung bình các loại dầu thô đã mua và chế biến; giá trung bình các loại sản phẩm xuất bán và các chi phí liên quan gồm: chi phí vận chuyển, dịch vụ bay, bảo hiểm, giám định, tàu lai, chi phí mua ngoại tệ, phí bảo lãnh thanh toán… trong giai đoạn chế biến lô dầu thô mới.

Sử dụng phần mềm LP để tính toán hiệu quả kinh tế



Hình 2. *Quy trình đánh giá dầu thô mới*

của việc chế biến lô dầu thô mới với phương pháp luận như sau:

+ Thiết lập một trường hợp cơ sở trên LP để mô phỏng quá trình vận hành trên thực tế trong giai đoạn chế biến thử nghiệm lô dầu thô mới. Trong đó, các thông tin thu thập bao gồm: khối lượng và thành phần dầu thô chế biến, công suất vận hành thực tế các phân xưởng công nghệ, hiệu suất, chất lượng sản phẩm, tiêu thụ năng lượng, phụ trợ, giá dầu thô và sản phẩm xuất bán.

+ So sánh kết quả chạy mô phỏng trên LP và kết quả thực tế. Thực hiện các điều chỉnh cần thiết (tuning) để đạt được kết quả tính toán bằng LP sát với kết quả thực tế. Lợi nhuận chế biến gộp (gross margin) tính toán được cho trường hợp cơ sở sẽ gần đúng bằng lợi nhuận chế biến gộp trên thực tế trong giai đoạn chế biến lô dầu thô mới;

+ Sử dụng phần mềm LP để tính toán lợi nhuận chế biến gộp trong trường hợp thay thế lô dầu thô mới bằng dầu thô cơ sở.

+ So sánh lợi nhuận của 2 trường hợp: trường hợp có chế biến và không chế biến lô dầu thô mới để tính toán hiệu quả kinh tế của riêng lô dầu thô mới (Crude added value - CAV).

Lưu đồ các bước đánh giá khả năng chế biến dầu thô mới được trình bày tại Hình 2.

2.2. Phương án lựa chọn dầu thô

Quá trình lựa chọn dầu thô sẽ được thực hiện trên Hệ thống quản lý thông tin dầu thô - CIMS. Việc lựa chọn dầu thô sẽ được thực hiện thông qua việc phân nhóm dầu thô theo các yếu tố như sau:

- Phân nhóm theo địa chính trị

Việc phân nhóm nhằm lựa chọn các loại dầu thô thuộc các quốc gia có tình hình chính trị ổn định, không có chiến tranh hay khủng bố dẫn đến "tình trạng bất khả kháng - force majeure" khi thực hiện hợp đồng cung cấp dầu thô. Ngoài ra, khả năng vận chuyển từ cảng đến Nhà máy Lọc dầu Dung Quất, quan hệ thương mại giữa nước sở tại với Việt Nam (liên quan đến vấn đề thuế nhập khẩu) cũng được xem xét trong quá trình lựa chọn. Theo đó, các nguồn dầu nội địa (tiêu biểu là Bạch Hổ, Rồng, Sư Tử Đen, Tê Giác Trắng...) và khu vực Đông Nam Á (tiêu biểu Champion - Brunei, Kimanis/Kikeh - Malyasia) được ưu tiên xem xét lựa chọn đánh giá do có khoảng cách địa lý gần Nhà máy và có tình hình chính trị ổn định. Các nguồn dầu từ các vùng có khoảng cách xa khu vực Nhà máy (ví dụ như Bắc Mỹ, Bắc Á...) đòi hỏi thời gian vận chuyển dài ngày và phải vận chuyển bằng tàu kích cỡ lớn (thông thường là VLCC, ULCC) vượt quá khả năng tiếp nhận của hệ thống nhập dầu thô thì khi lựa chọn đánh giá cần tìm hiểu thêm về khả năng vận chuyển, phân phối nguồn dầu thô này (khả năng sang chuyển các lô dầu từ tàu có tải trọng lớn qua các tàu có tải trọng thấp hơn trước khi vận chuyển về Nhà máy Lọc dầu Dung Quất).

- Phân nhóm theo sản lượng

Việc phân nhóm nhằm lựa chọn các loại dầu thô có sản lượng cung ứng lớn và ổn định trên thị trường dầu thô thế giới, đảm bảo nguồn cung nguyên liệu ổn định và phù hợp với công suất chế biến của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất. Theo đó, các loại dầu có sản lượng cung ứng trên 20.000 thùng/ngày trở lên (tương đương với tỷ lệ phối trộn trên 10% thể tích khi Nhà máy Lọc dầu Dung Quất vận hành tại 108% công suất thiết kế) được ưu tiên

lựa chọn. Các loại dầu có sản lượng thấp hơn chỉ được xem xét nếu khả năng thay thế dầu thô cơ sở trên 20% thể tích và thông thường được mua theo chuyến (dạng spot).

- Phân nhóm theo tính chất

Các loại dầu thô nằm trong vùng có địa chính trị tốt, có sản lượng cao và ổn định sẽ được ưu tiên lựa chọn và tiếp tục phân nhóm theo tính chất. Theo đó, các loại dầu thô có tính chất gần giống nhau sẽ được xếp cùng một nhóm. Việc phân nhóm nhằm xác định nhóm dầu thô có tính chất gần giống với dầu thô Bạch Hổ, hoặc xác định được phương án phối trộn các nhóm có tính chất bổ trợ nhau để hỗn hợp sau phối trộn sẽ có tính chất tương đương dầu Bạch Hổ.

Thông thường, trên thị trường giao dịch dầu thô, tỷ trọng API của dầu thô, chỉ số acid của dầu (TAN) và hàm lượng lưu huỳnh trong dầu thô là 3 chỉ tiêu chất lượng chính được tham chiếu để quyết định giá bán của từng loại dầu (chưa tính đến chi phí vận chuyển và các loại phụ phí khác). Tuy nhiên, do đặc thù của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất có Phân xưởng RFCC (cracking phân đoạn CKQ của dầu thô bằng xúc tác tầng sôi) là phân xưởng chính sản xuất các phân đoạn chính pha xăng và dầu diesel nên công suất chế biến và điều kiện vận hành của phân xưởng này sẽ ảnh hưởng lớn đến hiệu quả chế biến. Vì vậy, việc lựa chọn, phối trộn dầu thô sẽ được nghiên cứu theo định hướng hiệu suất phân đoạn CKQ của dầu thô tương đương với dải công suất vận hành tiêu biểu của RFCC và hàm lượng cặn CCR trong phân đoạn này nằm trong khoảng giới hạn không ảnh hưởng lớn đến cân bằng nhiệt cũng như tuần hoàn xúc tác của phân xưởng. Theo đó, 2 chỉ tiêu chất lượng này được lựa chọn để phân nhóm dầu thô giúp thuận tiện trong việc đánh giá, khảo sát khả năng phối trộn của các loại dầu thô để chế biến cùng với Bạch Hổ. Mức giới hạn của các chỉ tiêu này được xác định thông qua các cơ sở sau:

+ Giản đồ phân bố dầu thô theo hàm lượng CCR và hiệu suất phân đoạn CKQ xây dựng từ ngân hàng dữ liệu dầu thô trên hệ thống CIMS (Hình 3).

+ Công suất vận hành thông thường của phân xưởng RFCC là 96%, tương đương hiệu suất phân đoạn CKQ của nguyên liệu dầu thô khoảng 45% thể tích.

+ Giới hạn hàm lượng CCR trong nguyên liệu CKQ của phân xưởng RFCC là 2 - 3,5% khối lượng, tương đương các mức 1 - 1,7% khối lượng trong dầu thô nếu hiệu suất phân đoạn CKQ của dầu thô khoảng 45% thể tích (~ 48% khối lượng).

Qua các cách phân nhóm trên, các loại dầu thô sẽ được phân thành 7 nhóm khác nhau:

+ Nhóm 1: có hàm lượng CCR thấp, nhỏ hơn 1% khối lượng; hiệu suất phân đoạn CKQ nhỏ hơn 20% thể tích.

+ Nhóm 2: có hàm lượng CCR thấp, nhỏ hơn 1% khối lượng; hiệu suất phân đoạn CKQ từ 20 - 30% thể tích.

+ Nhóm 3: có hàm lượng CCR thấp, nhỏ hơn 1% khối lượng; hiệu suất phân đoạn CKQ từ 30 - 45% thể tích.

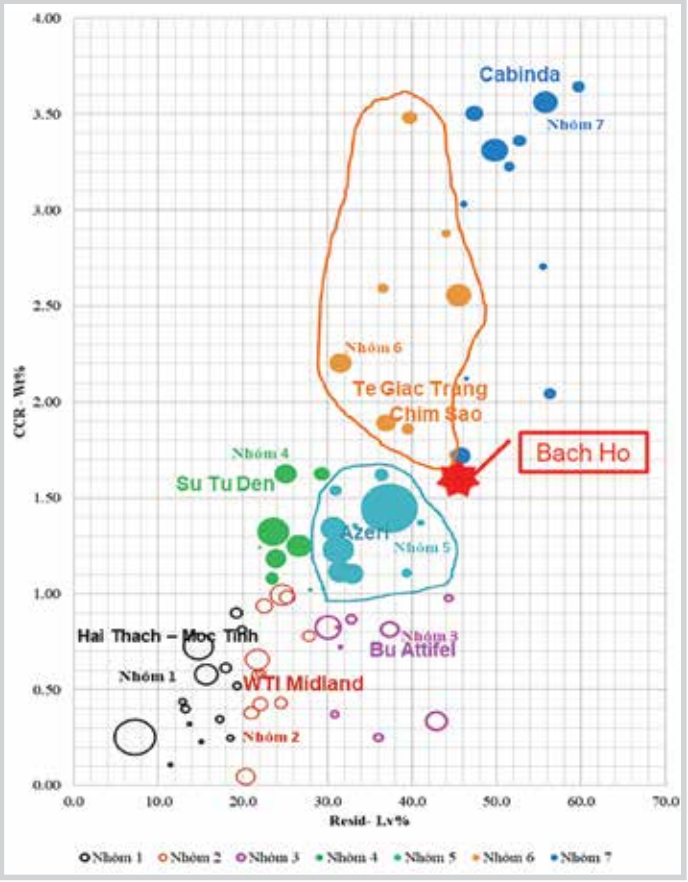
+ Nhóm 4: có hàm lượng CCR từ 1 - 1,7% khối lượng; hiệu suất phân đoạn CKQ từ 20 - 30% thể tích.

+ Nhóm 5: có hàm lượng CCR từ 1 - 1,7% khối lượng; hiệu suất phân đoạn CKQ từ 30 - 45% thể tích.

+ Nhóm 6: có hàm lượng CCR cao, lớn hơn 1,7% khối lượng; thành phần cặn khí quyển từ 30 - 45% thể tích.

+ Nhóm 7: có hàm lượng CCR lớn hơn 1,7% khối lượng; hiệu suất phân đoạn CKQ cao, lớn hơn 45% thể tích.

Phân bố các loại dầu thô theo hàm lượng CCR và hiệu suất phân đoạn CKQ được mô tả trong Hình 3.



Hình 3. *Phân bố dầu thô theo hàm lượng CCR và hiệu suất phân đoạn CKQ (Resid)*

Kết quả phân nhóm dầu thô theo tính chất cho thấy việc tìm kiếm được loại dầu thô mới có tính chất tương đồng, có thể thay thế hoàn toàn dầu thô Bạch Hổ là rất khó khăn. Như vậy, nếu chỉ đánh giá và lựa chọn dầu thô trên cơ sở chỉ phối trộn 1 loại dầu với Bạch Hổ thì rất hạn chế danh sách dầu thô tiềm năng. Thay vào đó, phương án phối trộn nhiều loại dầu thô thuộc các nhóm khác nhau nhưng có tính chất bổ trợ cho nhau (ví dụ dầu thô có hàm lượng CCR cao, lưu huỳnh thấp, sẽ được phối trộn cùng với loại dầu có hàm lượng CCR thấp, lưu huỳnh cao; dầu thô ít naphtha, nhiều CKQ được phối trộn cùng dầu có nhiều naphtha và ít CKQ) để có được hỗn hợp dầu thô có tính chất gần giống dầu thô Bạch Hổ sẽ có tính khả thi cao. Căn cứ vào Hình 3, khả năng phối trộn các nhóm dầu với dầu Bạch Hổ được tóm tắt như sau:

+ Nhóm 1: Phù hợp trộn chung với nhóm 3/5/6/7 để chế biến với dầu thô Bạch Hổ.

+ Nhóm 2: Phương án phối trộn tương tự nhóm 1; tuy nhiên khả năng chế biến cao hơn do có hiệu suất phân đoạn CKQ cao hơn.

+ Nhóm 3: Có thể trộn đơn lẻ với Bạch Hổ với tỷ lệ khá tốt. Có thể trộn với các nhóm còn lại để chế biến với Bạch Hổ.

+ Nhóm 4: Phương án phối trộn tương tự nhóm 2; tuy nhiên khả năng chế biến thấp hơn do có CCR cao hơn.

+ Nhóm 5: Có thể trộn đơn lẻ với Bạch Hổ với tỷ lệ khá tốt. Có thể trộn với các nhóm còn lại để chế biến với Bạch Hổ.

+ Nhóm 6: Phù hợp trộn chung với nhóm 1/2/3/5 để chế biến với Bạch Hổ.

+ Nhóm 7: Phù hợp trộn chung với nhóm 1/2/3 để chế biến với Bạch Hổ.

3. Kết quả

Với phương án phối trộn nhiều loại dầu thô thuộc các nhóm có tính chất bổ trợ nhau, qua các bước đánh giá bằng phần mềm LP và đánh giá kỹ thuật, nhiều loại dầu thô có tính chất "xấu" (đặc điểm riêng lẻ sai biệt nhiều so với dầu thô Bạch Hổ) nhưng vẫn có thể chế biến được tại Nhà máy Lọc dầu Dung Quất với tỷ lệ phối trộn cao và trong nhiều trường hợp, hỗn hợp dầu phối trộn có thể thay thế hoàn toàn dầu thô Bạch Hổ.

Tính đến tháng 9/2019, Nhà máy Lọc dầu Dung Quất đã đánh giá và lựa chọn được 67 loại dầu khác nhau, trong đó có 9 loại dầu thô Việt Nam không tính dầu Bạch Hổ và 58 loại dầu nhập khẩu (16 loại có tiềm năng cao về sản lượng cũng như khả năng chế biến). Ngoài ra, Nhà máy Lọc dầu Dung Quất đã chế biến thử nghiệm thành công 19 loại dầu thô trong đó có 9 loại đã được đưa vào chế biến thường xuyên với tổng tỷ lệ phối trộn có thể thay thế trên 80% dầu thô Bạch Hổ, riêng loại dầu thô Azeri Light (Azerbaijan, sản lượng trung bình 700 nghìn thùng/ngày) có thể thay thế đến 60 - 70% dầu thô Bạch Hổ.

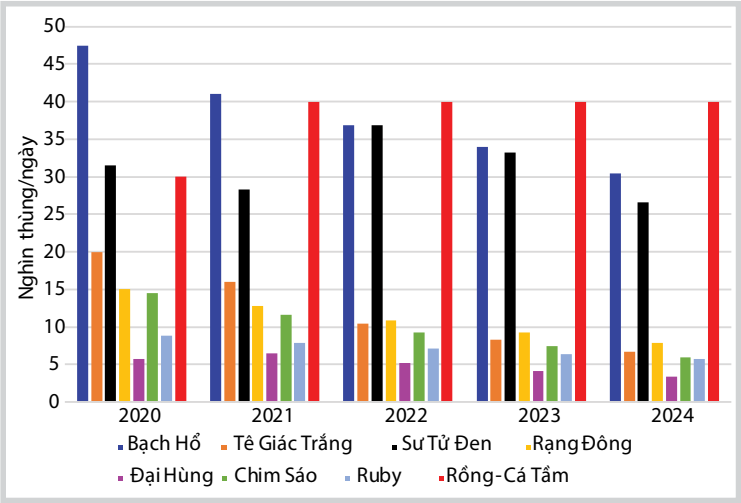
Đặc biệt, trong tháng 5/2019, Nhà máy Lọc dầu Dung Quất đã chế biến thành công lô dầu WTI Midland (USA, có sản lượng khai thác lớn, trung bình 3 triệu thùng/ngày) với tỷ lệ phối trộn lên đến 30% thể tích tại công suất chế biến 108% so với công suất thiết kế. Đây là lô dầu thô có nguồn gốc từ Mỹ lần đầu tiên được nhập khẩu và chế biến thành công tại Việt Nam, có ý nghĩa quan trọng góp phần cải thiện cán cân thương mại giữa Việt Nam và Mỹ.

4. Chiến lược dầu thô trong tương lai

Hiện tại, Nhà máy Lọc dầu Dung Quất vẫn đang chế biến khoảng 85% dầu thô trong nước (chủ yếu là Bạch Hổ, Tê Giác Trắng, Sư Tử Đen, Rồng - Cá Tầm và Rạng Đông) và 15% dầu thô nhập khẩu để tận dụng lợi thế về thời gian và chi phí vận chuyển của các nguồn dầu nội địa. Tuy nhiên, các nguồn dầu thô nội địa khác cũng đang có xu hướng suy giảm sản lượng khai thác (Hình 4) sẽ tiếp tục là thách thức lớn đối với nhiệm vụ duy trì nguồn nguyên liệu ổn định và đủ đáp ứng công suất chế biến hiệu quả của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất trong giai đoạn hiện nay cho đến khi hoàn thành dự án nâng cấp mở rộng (dự kiến vào năm 2024).

Ngoài ra, việc Chính phủ đồng ý giảm thuế nhập khẩu dầu thô từ 5% xuống 0% kể từ ngày 1/11/2019 đã mở ra cơ hội lớn để nhập khẩu dầu thô từ các nguồn dầu có trữ lượng lớn và khả năng chế biến cao tại Nhà máy Lọc dầu Dung Quất (như dầu Azeri Light của Azerbaijan). Vì vậy, kể từ năm 2020 cho đến 2024, BSR sẽ tăng dần tỷ trọng dầu thô nhập khẩu để thay thế dầu thô trong nước ngày càng sụt giảm và mục tiêu có thể đạt đến 51% dầu nhập khẩu ngay trong năm 2020. Điều này không chỉ giúp BSR chủ động nguồn dầu thô đầu vào mà còn tạo thuận lợi cho việc xuất khẩu sản phẩm xăng dầu khi thị trường trong nước gặp khó khăn và lợi thế khi bán dầu thô FO xuất khẩu không phải chịu thuế.

Giai đoạn sau nâng cấp mở rộng, cấu hình Nhà máy Lọc dầu Dung Quất có nhiều thay đổi. Theo đó, công suất chế biến tăng lên 130% so với công suất thiết kế; nguyên liệu dầu thô là 100% dầu nhập khẩu (là hỗn hợp dầu thô



Hình 4. *Dự báo sản lượng dầu thô Việt Nam từ 2019 - 2024 [5]*

ESPO của Liên bang Nga và Murban của UAE) có hàm lượng lưu huỳnh cao gấp 40 lần so với nguyên liệu thiết kế ban đầu (tối đa là 1,2% khối lượng so với ban đầu là 0,03% khối lượng). Nhà máy Lọc dầu Dung Quất được bổ sung thêm một số cụm phân xưởng công nghệ nhằm đảm bảo toàn bộ sản phẩm đáp ứng được tiêu chuẩn chất lượng Euro V, chất lượng của khí thải đáp ứng tiêu chuẩn môi trường. Căn cứ vào "cửa sổ vận hành mới" sau nâng cấp mở rộng, BSR đã xác định sơ bộ được 35 loại dầu thô từ các khu vực khác nhau có thể thay thế 2 loại dầu thô thiết kế ESPO và Murban.

5. Kết luận

Việc nghiên cứu và áp dụng thành công giải pháp đa dạng hóa nguyên liệu có ý nghĩa quan trọng trong bối cảnh hiện nay khi dầu thô Bạch Hổ đang suy giảm nghiêm trọng về sản lượng và tính chất; góp phần đảm bảo nguồn dầu thô cung cấp đủ cho Nhà máy Lọc dầu Dung Quất vận hành ổn định tại 100% công suất thiết kế hoặc cao hơn mà vẫn đảm bảo đáp ứng toàn bộ các tiêu chuẩn sản phẩm và môi trường; đồng thời mang lại hiệu quả kinh tế cao từ việc chế biến các nguồn dầu thô có giá thấp hơn so với dầu Bạch Hổ.

Bên cạnh đó, thành tựu nghiên cứu, kinh nghiệm áp dụng thành công giải pháp tạo tiền đề cho công tác đánh giá và lựa chọn dầu thô cho Nhà máy Lọc dầu Dung Quất sau khi nâng cấp mở rộng, góp phần tiết giảm chi phí sản xuất, tăng hiệu quả sản xuất kinh doanh trong môi trường toàn cầu hóa như hiện nay.

Tài liệu tham khảo

1. WoodMackenzie. *Binh Son Refining & Petrochemical Co*. Crude market study (final report). 15/5/2013.

2. Technip Consortium. *Sổ tay vận hành các phân xưởng công nghệ của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất*. 2010.

3. BSR. *Tiêu chuẩn cơ sở sản phẩm dầu mỏ của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất*. 2019.

4. BSR. *Quy định kỹ thuật - Dầu thô và các dòng công nghệ, phụ trợ, phát thải của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất*. 2018.

5. PVOIL. *Cung cấp thông tin sản lượng dầu thô giai đoạn 2019 - 2024 (cập nhật)*. Công văn số 2930/DVN-DT. 17/4/2018.

SOLUTION TO DIVERSIFY CRUDE FEEDSTOCK FOR DUNG QUAT REFINERY

Dang Ngoc Dinh Diep, Nguyen Manh Thinh, Dao Thanh Hai, Nguyen Trong Tuyen
Binh Son Refining and Petrochemical Joint Stock Company
Email: diepdnd@bsr.com.vn

Summary

The paper presents the solution to search, evaluate and select alternative sources of crude oil to replace Bach Ho crude partly or entirely to diversify the feedstock and ensure stable processing capacity for Dung Quat Refinery without having to revamp the refinery configuration.

The solution has identified 67 kinds of potential alternative crude, including 9 kinds of Vietnamese crude and 58 kinds of imported crude. So far, the refinery has been processing 19 different kinds of alternative crude beside Bach Ho which help to ensure sufficient feed supply for its stable, reliable and beneficial operation.

Key words: Integrity operating window (IOW), diversify crude feedstock, Bach Ho crude, Dung Quat Refinery.