

# DẤU ẤN KH&CN TRONG NGÀNH LỌC - HÓA DẦU

GS Hồ Sĩ Thoảng

Nhà máy lọc dầu (NMLD) Dung Quất - đứa con đầu lòng của ngành công nghiệp chế biến dầu khí Việt Nam, là một trong những công trình trọng điểm quốc gia lớn nhất được đưa vào vận hành trong giai đoạn đầu thế kỷ XXI. Từ khi vận hành đến nay (2008-2019), nhà máy đã nộp ngân sách trên 7 tỷ USD, chế biến khoảng 68 triệu tấn dầu thô, cho ra thị trường trên 62 triệu tấn sản phẩm; hàng năm cung cấp từ 30-40% nhu cầu sản phẩm xăng dầu cho đất nước, góp phần đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia; thúc đẩy công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, tạo nền tảng cho sự phát triển công nghiệp khu vực miền Trung...

Trong quá trình xây dựng, vận hành Nhà máy, hoạt động khoa học và công nghệ (KH&CN) của đội ngũ kỹ sư, công nhân đóng vai trò đặc biệt quan trọng, vì đây là lần đầu tiên Việt Nam tiếp nhận và điều hành một công trình đồ sộ với công nghệ, kỹ thuật hiện đại và hết sức phức tạp. Bài viết khái quát một số thành tựu sáng tạo kỹ thuật và công nghệ trong việc hoàn thiện và tối ưu hóa các quy trình sản xuất, làm lợi hàng trăm triệu USD và đặc biệt là vận hành Nhà máy an toàn, ổn định.

## Giải pháp kiểm soát và nâng cao độ an toàn vận hành nhà máy

NMLD Dung Quất (được vận hành bởi Công ty lọc - hóa dầu Bình Sơn BSR) là công trình hiện đại, quy mô lớn, công nghệ phức tạp, với chuỗi kết nối hàng trăm nghìn thiết bị được sản xuất từ nhiều nước trên thế giới lần đầu tiên xuất hiện ở Việt Nam. Trong khi đó đội ngũ nhân sự của nhà máy chưa có kinh nghiệm về tổ chức, quản lý, vận hành NMLD. Vì vậy, ngay từ đầu, vấn đề then chốt được BSR đặt ra là tập trung nghiên cứu xử lý các vấn đề kỹ thuật, cải tiến công nghệ để nâng cao độ ổn định, độ tin cậy trong vận hành của các thiết bị và hệ thống công nghệ trong nhà máy. Các nghiên cứu được thực hiện trên nền tảng kết hợp phân tích lý thuyết và kiểm nghiệm thực tế.

Theo thống kê của tổ chức Marsh, từ năm 1974 đến năm

2013, ngành công nghiệp dầu khí trên thế giới đã chứng kiến hơn 10.000 vụ tổn thất lớn do tai nạn, sự cố. Trong số 100 vụ tổn thất lớn nhất gây tổng thiệt hại khoảng 34 tỷ USD, các nhà máy lọc - hóa dầu chiếm khoảng 52% với nguyên nhân chủ yếu là cháy, nổ. Số tai nạn do độ tin cậy của mặt bích kém chiếm tỷ lệ khoảng 30%. Việc kiểm soát rò rỉ, nâng cao độ tin cậy vận hành cho mặt bích được xác định là một trong những biện pháp chính để giảm nguy cơ cháy nổ. Các van cũng là nguồn chính phát khí thải, chiếm đến 50% tổng khí thải từ nhà máy, khoảng 90% rò rỉ là từ bộ phận làm kín van. Tại Mỹ, khí thải từ rò rỉ van, bơm và mặt bích được đánh giá là hơn 300.000 tấn/năm chiếm khoảng 1/3 tổng thất thoát hợp chất hữu cơ từ các nhà máy hóa chất. Ngoài ảnh hưởng về môi trường, đây còn là tổn thất về mặt kinh tế, bởi vì mất một lượng

nhiên liệu giá trị.

Với mục tiêu khắc phục các nhược điểm trên của phương pháp quản lý rò rỉ, BSR đã tập trung nghiên cứu xây dựng hệ thống quản lý rò rỉ tại các mặt bích, triển khai áp dụng các giải pháp kỹ thuật công nghệ kiểm soát rò rỉ hiệu quả nhằm đảm bảo an toàn vận hành, nâng cao độ tin cậy và giảm thiểu chi phí bảo dưỡng sửa chữa nhà máy. Các giải pháp quản lý rò rỉ hydrocarbon do BSR nghiên cứu và triển khai áp dụng bao gồm các nội dung sau: (a) Nghiên cứu đặc tính vật lý và hóa học của các hợp chất dễ cháy trong các đường ống công nghệ; (b) Phân tích điều kiện địa lý, thời tiết tại nhà máy và nhận dạng nguy cơ rò rỉ, các hậu quả khi rò rỉ xảy ra; (c) Đánh giá cơ sở hạ tầng về hệ thống quản lý thiết bị của nhà máy và lựa chọn giải pháp phù hợp về mặt kinh tế và hiệu

năng sử dụng; (d) Đánh giá thực trạng về trình độ chuyên môn, kỹ năng nghề nghiệp để triển khai công tác đào tạo chuyển giao sử dụng phù hợp; và (e) Kế thừa kinh nghiệm và kết quả nghiên cứu trên thế giới để áp dụng linh hoạt.

Kiểm soát rò rỉ mặt bích là tổ hợp của các giải pháp sau: i) Quản lý mối ghép mặt bích: lập và quản lý hồ sơ chi tiết mặt bích, nhất là mặt bích quan trọng; kiểm tra bảo dưỡng định kỳ mối ghép; thực hiện chương trình LDAR (phương pháp phát hiện và dò tìm rò rỉ: dùng máy chụp ảnh khí để quét rò rỉ và máy dò khí để định lượng rò rỉ); ii) Xây dựng công nghệ thực hành: trong thời gian tháo lắp thiết bị, lựa chọn và thực hành những giải pháp kỹ thuật lắp ráp và siết chặt bu lông bảo đảm chất lượng mối ghép mặt bích đi đôi với việc nâng cao nhận thức về quy trình thực hành trong toàn bộ nhà máy; iii) Đánh giá mức độ quan trọng và phân loại các mặt bích ứng với tần suất kiểm tra rò rỉ phù hợp; iv) Tất cả nhân sự liên quan đến tính an toàn của mối ghép mặt bích đều được đào tạo kiến thức và nâng cao năng lực về quản lý, kiểm soát mục tiêu, xử lý sự cố tại hiện trường; v) Cải tiến và hoàn thiện quy định về kiểm soát rò rỉ và áp dụng giải pháp mới.

Thực tế cho thấy, kỹ thuật kiểm tra mới theo chương trình LDAR đã thể hiện tính ưu việt và trở thành phương pháp chi phối các hoạt động kiểm tra rò rỉ khẩn cấp. Trong khi phương pháp chụp ảnh khí cho phép kiểm tra nhanh, hiệu quả rò rỉ ở những vị trí có nhiệt độ cao/ở trên cao mà bình thường không thể tiếp cận được thì phương pháp đo định lượng cho phép kiểm soát tính toán



Nhà máy lọc hóa dầu Dung Quất.

lượng rò rỉ một cách chính xác để có thể dùng công cụ máy tính tính toán tổn thất và theo dõi xu hướng rò rỉ.

Kết quả đạt được là hàng tháng đã chủ động phát hiện hàng chục trường hợp rò rỉ lớn và đã xử lý kịp thời, ngăn ngừa sự cố cháy nổ có thể xảy ra, đảm bảo nhà máy vận hành an toàn, ổn định và đạt hiệu quả cao. Để đảm bảo sự tuân thủ và chất lượng thực hiện công tác quản lý mặt bích, quy trình siết mặt bích với tiêu chí “không rò rỉ” đã được xây dựng và triển khai rộng rãi, đặc biệt trong giai đoạn bảo dưỡng tổng thể. Công tác quản lý mặt bích đã được tăng thêm hiệu quả bằng cách sử dụng nhân sự có năng lực trong công tác tháo lắp. Các hoạt động như xác định lực siết, công cụ siết thủy lực, phương pháp lắp ráp tối ưu cho từng nhóm vật liệu và kích cỡ mặt bích được thực hiện đã góp phần đảm bảo độ tin cậy của mặt bích sau khi lắp đặt lại.

### Nghiên cứu lựa chọn dầu thô thay thế dầu Bạch Hổ

NMLD Dung Quất được thiết kế để chế biến 6,5 triệu tấn/năm với 100% dầu thô Bạch Hổ hoặc hỗn hợp 85% dầu Bạch Hổ và 15% dầu Dubai. Tuy nhiên, với cấu hình công nghệ hiện tại, nhà máy có phân xưởng thu hồi lưu huỳnh (SRU) công suất 5 tấn/ngày nhưng không có cụm thiết bị khử lưu huỳnh DeSOx và khử nitơ DeNOx (được sử dụng trong trường hợp chế biến dầu thô hỗn hợp), cho nên chỉ có thể chế biến 100% dầu thô Bạch Hổ hoặc dầu thô tương đương. Khi đi vào hoạt động năm 2009, BSR đã phải đối mặt với nguy cơ thiếu nguyên liệu khi mỏ Bạch Hổ đã ở vào thời kỳ suy giảm sản lượng nên lượng dầu thô cung cấp cho nhà máy giảm dần hàng năm. Ngoài ra, chất lượng dầu Bạch Hổ cũng ngày càng thay đổi theo chiều hướng xấu đi khi dầu càng nặng, tạp chất lưu huỳnh, nitơ, kim loại tăng, nên nhà máy cũng không

thể tiếp nhận, chế biến toàn bộ khối lượng dầu thô Bạch Hổ.

Trước tình huống đó, nhiệm vụ cấp bách của BSR là phải kịp thời tìm kiếm những nguồn dầu thô thích hợp để pha trộn với dầu Bạch Hổ. Một đề tài nghiên cứu đã được tiến hành với sự phối hợp của Viện Dầu khí Việt Nam. Kết quả khảo sát đánh giá trên 2.000 mẫu thử nghiệm cho thấy, không có loại dầu nào có tính chất tương đương dầu Bạch Hổ. Như vậy, giải pháp chỉ có thể là phối trộn một số loại dầu khác nhau với dầu Bạch Hổ theo những tỷ lệ nhất định. Đây là bài toán vô cùng khó, trong khi việc mua dầu thô từ các nguồn khác nhau trên thị trường là thương vụ hết sức phức tạp và khó khăn, phụ thuộc rất ít vào ý muốn chủ quan của người mua.

Trước hết, phải xây dựng phương pháp luận của đề tài để tối ưu hóa con đường khảo sát và thực nghiệm dẫn đến những công thức phối trộn phù hợp với cấu hình công nghệ của nhà máy, bao gồm: khả năng nhập, tồn chứa và phối trộn dầu thô; tính chất ăn mòn; sự phân bố sản phẩm chung cất; ảnh hưởng điều kiện vận hành của các phân xưởng công nghệ; phối trộn sản phẩm; và hiệu quả kinh tế. Với phương pháp luận đó, đã đánh giá được 67 loại dầu thô thay thế dầu Bạch Hổ (bao gồm 9 loại dầu nội địa và 58 loại dầu nhập khẩu), các bước thực nghiệm được tiến hành như sau:

Đánh giá sơ loại (carbon condradson CCR, lưu huỳnh, độ acid, Hg và các kim loại khác...) → Đánh giá khả năng chế biến (sử dụng phần mềm LP) để loại bỏ những loại dầu không đáp ứng) → Đánh giá ảnh hưởng vận hành các phân xưởng công nghệ

(sử dụng phần mềm Petrosim) → Đánh giá hiệu quả kinh tế → Mua, chế biến thử nghiệm → Đánh giá sau khi thử nghiệm. Kết quả cho thấy, trong số 19 loại dầu được chế biến thử nghiệm, chỉ có 14 loại dầu (từ các mỏ của Việt Nam và nước ngoài) có khả năng phối trộn với dầu Bạch Hổ với các tỷ lệ khác nhau là đáp ứng yêu cầu làm nguyên liệu chế biến cho nhà máy. Tuy nhiên, trong số các loại dầu thô được đánh giá có thể chế biến cùng với dầu Bạch Hổ thì số lượng dầu có khả năng phối trộn với tỷ lệ cao là rất ít hoặc có sản lượng thấp nên khó đảm bảo được nguồn cung ổn định. Ngoài ra, nếu chỉ dựa vào việc phối trộn đơn lẻ một loại dầu với dầu Bạch Hổ thì kế hoạch sản xuất cũng như hiệu quả kinh tế sẽ bị ràng buộc vào một nguồn cung. Vì vậy, nhất thiết phải nghiên cứu giải pháp phối trộn từ hơn hai loại dầu khác nhau với dầu Bạch Hổ để tăng tính linh động. Việc thực hiện giải pháp này được tóm lược như sau: (i) Xếp các loại dầu tiềm năng vào các nhóm (07 nhóm) khác nhau theo nguyên tắc dầu thô trong cùng một nhóm phải có tính chất, chất lượng tương tự nhau; (ii) Đánh giá khả năng chế biến khi phối trộn dầu trong các nhóm với nhau theo nguyên tắc bổ trợ cho nhau, ví dụ dầu 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 ít naphtha, nhiều residue sẽ phối trộn cùng dầu có nhiều naphtha, ít residue...; (iii) Lập các hàm mục tiêu theo tính chất của dầu thô và các giới hạn vận hành của các phân xưởng, thiết bị để xác định công thức phối trộn tối ưu của từng nhóm dầu; hỗn hợp nguyên liệu sau khi phối trộn sẽ có tính chất/chất lượng tương đương dầu Bạch Hổ

và phù hợp với cấu hình công nghệ nhà máy.

Bằng cách xác định nhóm dầu thô phối trộn hợp lý có thể xây dựng được các tổ hợp nguyên liệu với tỷ lệ cao các dầu được khảo sát, thậm chí về lý thuyết, có thể thay thế hoàn toàn dầu Bạch Hổ làm nguyên liệu cho Nhà máy. Kết quả thực nghiệm cho thấy, với ba đến bốn loại dầu thô được khảo sát, tổng tỷ lệ phối trộn có thể đạt tới 60-70% hoặc cao hơn. Việc nghiên cứu và áp dụng thành công giải pháp đánh giá và lựa chọn dầu thô phối trộn đã góp phần đảm bảo nguồn dầu thô cung cấp đủ cho nhà máy vận hành tại 100% công suất thiết kế hoặc cao hơn trong bối cảnh sản lượng dầu Bạch Hổ ngày càng sụt giảm và mang lại hiệu quả kinh tế cao. Tổng giá trị làm lợi mang lại từ giải pháp này cho đến năm 2015 là hơn 37 triệu USD so với trường hợp chỉ chế biến 100% dầu Bạch Hổ.

### **Nghiên cứu tối ưu hóa cơ cấu sản phẩm**

Trong quá trình vận hành nhà máy lọc dầu, các yếu tố về thành phần dầu thô, tiêu chuẩn chất lượng, nhu cầu và giá bán mỗi loại sản phẩm luôn thay đổi. Vì vậy, việc điều chỉnh cơ cấu sản phẩm đáp ứng linh hoạt theo nhu cầu của thị trường và mang lại hiệu quả kinh tế cao nhất là thách thức lớn đối với mỗi nhà máy. Để thực hiện được điều này, BSR phải nghiên cứu tìm giải pháp điều chỉnh đồng bộ giữa chế độ vận hành của các phân xưởng công nghệ, thành phần nguyên liệu và công thức phối trộn sản phẩm.

Theo thiết kế của nhà máy, mỗi phân xưởng công nghệ có độ linh động nhất định về công suất và điều kiện vận hành. Với

thành phần và tính chất dầu thô nguyên liệu đưa vào chế biến luôn biến đổi, BSR phải nghiên cứu để đưa ra các điều chỉnh chế độ vận hành của các phân xưởng công nghệ phù hợp với thành phần dầu thô chế biến và tận dụng hết công suất vận hành của mỗi phân xưởng để sao cho cơ cấu sản phẩm cuối cùng tạo ra có hiệu quả kinh tế cao nhất, đặc biệt là tỷ lệ xăng và diesel, nhằm đáp ứng nhu cầu thị trường.

Các tính toán phương án vận hành tối ưu được thực hiện bằng mô hình quy hoạch tuyến tính LP kết hợp tinh chỉnh bằng phần mềm mô phỏng công nghệ Petrosim. Ở mỗi phân xưởng công nghệ chính, các điểm giới hạn về thiết bị và điều kiện vận hành có ảnh hưởng đến cơ cấu sản phẩm đều được nghiên cứu để tận dụng tối đa trong giới hạn thiết kế nhằm mang lại cơ cấu sản phẩm tốt nhất.

Trong mô hình LP, việc tính toán sự thay đổi tính chất mỗi loại sản phẩm rút ra từ tháp chưng cất được thực hiện bằng kỹ thuật điều chỉnh điểm cắt phân đoạn trung gian (swing-cut). Dầu nguyên liệu vào tháp chưng cất được phân chia thành các phân đoạn có khoảng nhiệt độ sôi (TBP) liên tiếp nhau. Các phân đoạn trung gian xen giữa các phân đoạn có thể rút ra từ tháp chưng cất được điều chỉnh đưa lên phân đoạn có khoảng nhiệt độ sôi thấp hơn (tăng điểm cắt) hoặc đưa xuống phân đoạn có khoảng nhiệt độ sôi cao hơn (giảm điểm cắt) để tính toán các tính chất của các dòng sản phẩm rút ra. Các phân xưởng công nghệ có xảy ra quá trình biến đổi hóa học sẽ được mô phỏng bằng kỹ thuật base-delta (so sánh kết quả mô phỏng với dữ liệu vận hành thực tế để dự đoán các thay đổi điều kiện công

nghệ đối với các trường hợp mô phỏng khác nhau) và sử dụng các shift vector (các phương trình thực nghiệm được tạo ra từ phần mềm Petrosim) để mô tả sự thay đổi của hiệu suất và tính chất sản phẩm theo tính chất nguyên liệu. Như vậy, công tác nghiên cứu tập trung vào các điều chỉnh sau đây: (i) Điều chỉnh chế độ vận hành phân xưởng chưng cất khí quyển CDU (điều chỉnh điểm cắt naphtha - kerosene, điểm cắt kerosene - gasoil nhẹ, điểm cắt gasoil nặng HGO - cặn chưng cất khí quyển); (ii) Điều chỉnh chế độ vận hành phân xưởng cracking RFCC (nhiệt độ phản ứng, nhiệt độ nguyên liệu đầu vào, lượng xúc tác bổ sung); (iii) Điều chỉnh chế độ vận hành phân xưởng reforming CCR (mối tương quan giữa độ khắt khe với hiệu suất và trị số octane của xăng); (iv) Điều chỉnh công thức phối trộn sản phẩm (xây dựng công thức biểu diễn mối quan hệ giữa các thành phần phối trộn và các tính chất cần có của sản phẩm, ví dụ, tỷ lệ phối trộn sản phẩm reformat với phân đoạn naphtha từ chưng cất trực tiếp CDU cùng các giá trị octane RON và áp suất hơi RVP); (v) Điều chỉnh thành phần nhiên liệu sử dụng trong nhà máy (tối ưu hóa việc kết hợp sử dụng khí thải fuel gas và các phụ phẩm làm nhiên liệu cho các phân xưởng).

Tính toán để tìm phương án vận hành tối ưu luôn là yêu cầu bắt buộc trong các nhà máy lọc dầu. Không có một công thức chung cố định nào để vận hành một nhà máy lọc dầu hiệu quả, vì cấu hình mỗi nhà máy khác nhau và ngay trong một nhà máy thì các yếu tố đầu vào, đầu ra luôn luôn biến đổi. Những nghiên cứu này đã giúp BSR chủ động trong việc lập kế hoạch sản xuất tối ưu trong điều kiện dầu thô chế biến

ngày càng đa dạng, đảm bảo cơ cấu và chất lượng sản phẩm đáp ứng yêu cầu ngày càng cao của khách hàng và mang lại hiệu quả kinh tế cao nhất.

Ngoài các giải pháp được trình bày trên đây, BSR còn nghiên cứu và áp dụng các giải pháp KH&CN khác để nhà máy được vận hành an toàn với công suất vượt 100% (thực tế đã đạt 110%) và hiệu quả kinh tế cao, tiết kiệm hàng trăm triệu USD. Đó là kết quả nỗ lực không ngừng trong việc triển khai nghiên cứu khoa học và ứng dụng các giải pháp kỹ thuật, công nghệ để nhận diện được các nguy cơ, rủi ro tiềm ẩn nhằm đảm bảo nhà máy được vận hành an toàn, ổn định; giải quyết bài toán về khả năng cung cấp và chất lượng nguồn nguyên liệu dầu thô; đồng thời không ngừng nâng cao hiệu quả sản xuất, kinh doanh cho BSR trong bối cảnh thị trường các sản phẩm xăng dầu trong nước ngày càng cạnh tranh cũng như yêu cầu chất lượng sản phẩm ngày càng cao, đặc biệt khi các thỏa thuận về hội nhập kinh tế tại Việt Nam được áp dụng.

Các thành quả nêu trên là minh chứng cho định hướng, chính sách hoàn toàn đúng đắn của BSR là không ngừng phát huy tối đa tiềm lực trí tuệ, kiến thức chuyên môn cũng như tinh thần say mê nghiên cứu khoa học, tìm tòi, học hỏi, sáng tạo của đội ngũ cán bộ, kỹ sư, công nhân viên, mặc dù còn non trẻ nhưng tràn đầy nhiệt huyết, để triển khai các đề tài khoa học, các sáng kiến, cải tiến kỹ thuật có tính ứng dụng cao trong quá trình sản xuất thực tế và tiến tới nhanh chóng làm chủ được nhà máy lọc dầu đầu tiên của Việt Nam ✍