

PHÁT TRIỂN NHIÊN LIỆU ĐẶC CHỦNG PHỤC VỤ QUỐC PHÒNG - AN NINH: BÀI TOÁN CÔNG NGHỆ TẠI NHÀ MÁY LỌC DẦU DUNG QUẤT

Lê Mạnh Hùng¹, Bùi Minh Tiến¹, Lê Xuân Huyền¹

Bùi Ngọc Dương², Nguyễn Văn Hội², Khương Lê Thành², Nguyễn Việt Thắng², Mai Tuấn Đạt²

¹Tập đoàn Công nghiệp - Năng lượng Quốc gia Việt Nam (PVN)

²Công ty Cổ phần Lọc hóa dầu Bình Sơn (BSR)

Email: datmt@bsr.com.vn

<https://doi.org/10.47800/PVSI.2025.02-02>

Tóm tắt

Nhiên liệu đặc chủng đóng vai trò quan trọng trong lĩnh vực quốc phòng - an ninh, đòi hỏi chất lượng cao, đáp ứng các tiêu chuẩn kỹ thuật nghiêm ngặt. Trong bối cảnh Việt Nam đang hướng tới tự chủ về nguồn cung nhiên liệu, việc phát triển các dòng sản phẩm nhiên liệu đặc chủng tại Nhà máy Lọc dầu Dung Quất là một yêu cầu cấp thiết. Tuy nhiên, quá trình này gặp nhiều thách thức về công nghệ, từ những giới hạn trong thiết kế ban đầu của nhà máy đến các yêu cầu khắt khe về chất lượng sản phẩm. Bài báo phân tích những rào cản công nghệ trong giai đoạn đầu nghiên cứu (2012 - 2014) và giới thiệu một số giải pháp mà Công ty cổ phần Lọc hóa dầu Bình Sơn đã thực hiện nhằm làm chủ công nghệ sản xuất nhiên liệu đặc chủng trong nước.

Từ khóa: Nhiên liệu đặc chủng, Nhà máy Lọc dầu Dung Quất, công nghệ lọc dầu, quốc phòng - an ninh.

1. Giới thiệu

Nhà máy Lọc dầu Dung Quất là nhà máy lọc dầu đầu tiên của Việt Nam, được xây dựng tại huyện Bình Sơn, tỉnh Quảng Ngãi, với tổng mức đầu tư trên 3 tỷ USD do Tập đoàn Công nghiệp - Năng lượng Quốc gia Việt Nam (Petrovietnam) làm chủ đầu tư, công suất chế biến theo thiết kế là 6,5 triệu tấn dầu thô/năm. Hiện nay, nhà máy do Công ty cổ phần Lọc hóa dầu Bình Sơn (BSR) chịu trách nhiệm quản lý và vận hành.

Từ khi chính thức đi vào hoạt động, các sản phẩm xăng dầu của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất đã đáp ứng khoảng 30% nhu cầu tiêu thụ của thị trường trong nước, góp phần giảm sự phụ thuộc vào nguồn cung nhập khẩu. Tuy nhiên, đối với nhiên liệu đặc chủng - yêu cầu đặc biệt phát sinh do phần lớn các trang bị vũ khí của Quân đội Nhân dân Việt Nam có nguồn gốc từ Liên bang Nga - đòi hỏi sử dụng các loại nhiên liệu phù hợp với tiêu chuẩn công nghệ quân sự Nga. Vì vậy, để đảm bảo cung cấp nhiên liệu cho các trang thiết bị quân sự, Bộ Quốc phòng phải nhập khẩu hoàn toàn nhiên liệu đặc chủng từ Liên bang Nga. Điều này tiềm ẩn nguy cơ gián đoạn nguồn

cung, đặc biệt trong bối cảnh căng thẳng địa chính trị, bất ổn thương mại hoặc các tình huống xung đột quân sự. Sự gián đoạn này có thể ảnh hưởng trực tiếp đến công tác huấn luyện và khả năng sẵn sàng chiến đấu của quân đội, do đó đặt ra yêu cầu cấp bách về phát triển năng lực sản xuất nhiên liệu đặc chủng trong nước. Từ đó, giúp nâng cao tính tự chủ chiến lược, góp phần gia tăng khả năng dự trữ và chủ động điều phối nguồn cung nhiên liệu trong mọi tình huống.

Từ năm 2012, Bộ Quốc phòng đã chủ động dự báo tình hình, sớm triển khai cho Cục Xăng dầu (Tổng cục Hậu cần - Kỹ thuật) và Trung tâm Nhiệt đới Việt Nga phối hợp với Petrovietnam và BSR nghiên cứu sản xuất các loại nhiên liệu đặc chủng (gồm nhiên liệu máy bay phản lực và dầu diesel) tại Nhà máy Lọc dầu Dung Quất.

Các loại nhiên liệu đặc chủng sử dụng trong quân đội đòi hỏi tiêu chuẩn kỹ thuật khắt khe nhằm đảm bảo tính an toàn, hiệu suất cao khi vận hành trên các trang thiết bị quân sự, đồng thời duy trì tính ổn định về đặc tính hóa lý trong suốt quá trình tồn trữ dài hạn. Đây là những sản phẩm không thuộc danh mục thiết kế ban đầu của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất. Với cấu hình công nghệ hiện có, vốn được tối ưu hóa cho một tập hợp giới hạn các loại dầu thô, việc điều chỉnh nguồn nguyên liệu đầu vào cũng như



Ngày nhận bài: 12/3/2025.

Ngày phân biên đánh giá và sửa chữa: 13/3 - 2/4/2025.

Ngày bài báo được duyệt đăng: 2/4/2025.

cải tiến quy trình sản xuất để đáp ứng yêu cầu kỹ thuật của nhiên liệu đặc chủng đặt ra thách thức lớn đối với đội ngũ cán bộ, kỹ sư của nhà máy, đòi hỏi sự nghiên cứu chuyên sâu và đổi mới công nghệ toàn diện.

Bài báo giới thiệu những thách thức về mặt công nghệ BSR phải đối mặt trong giai đoạn đầu nghiên cứu sản xuất nhiên liệu đặc chủng (2012 - 2014) và các giải pháp cải tiến công nghệ đã được áp dụng nhằm phát triển thành công sản phẩm mới của nhà máy.

2. Cấu hình công nghệ của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất

Theo thiết kế, Nhà máy Lọc dầu Dung Quất có thể chế biến dầu thô Bạch Hổ (có hàm lượng lưu huỳnh khoảng 0,03% khối lượng) hoặc hỗn hợp dầu thô bao gồm 85% dầu thô Bạch Hổ và 15% dầu thô Dubai (có hàm lượng lưu huỳnh khoảng 2,1% khối lượng) với công suất 148.000 thùng/ngày. Danh mục sản phẩm của nhà máy gồm LPG, nhựa PP, xăng RON 92/95, nhiên liệu phản lực, dầu hỏa dân dụng, dầu diesel, dầu nhiên liệu và lưu huỳnh. Nhà máy có 15 phân xưởng công nghệ và 10 phân xưởng phụ trợ, khu bể chứa dầu thô, khu bể chứa trung gian và khu bể chứa sản phẩm cùng với hệ thống

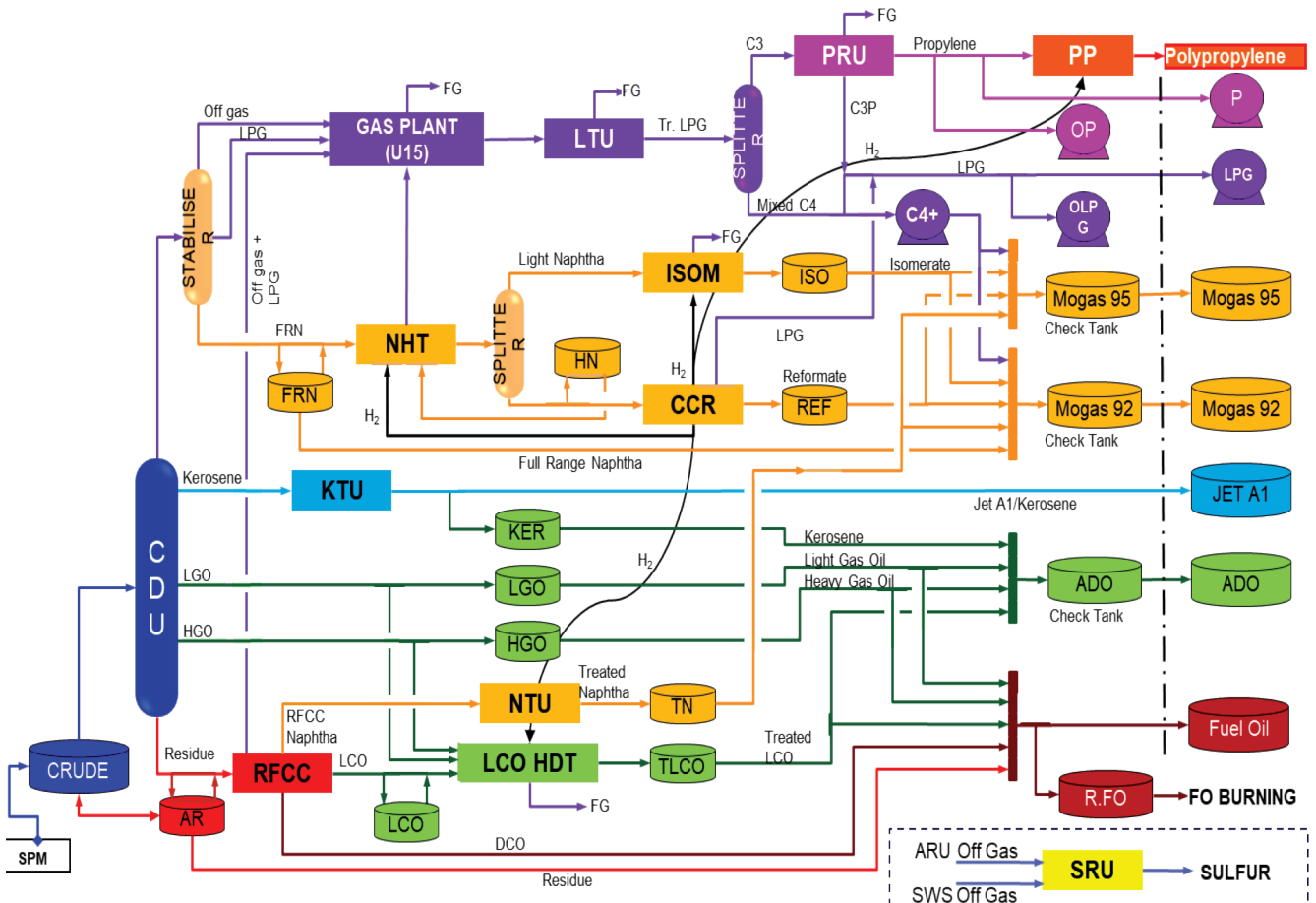
xuất nhập. Cấu hình công nghệ của nhà máy được mô tả như trong Hình 1.

Dầu thô được nhập vào nhà máy để chế biến thông qua hệ thống phao rót dầu một điểm neo (SPM) có khả năng tiếp nhận tàu trọng tải từ 80.000 - 150.000 tấn và đường ống dẫn dầu từ phao đến khu bể chứa dầu thô dài khoảng 4,2 km.

Dầu thô được bơm vào khu bể chứa gồm 8 bể có dung tích bằng nhau, mỗi bể là 65.000 m³. Dầu thô, sau khi tách muối và nước, được bơm vào tháp chưng cất khí quyển có công suất thiết kế 140.000 thùng/ngày để tách thành các phân đoạn như: khí, naphtha, kerosene, gas oil nặng và nhẹ, và cặn khí quyển.

Khí được đưa đến Phân xưởng chế biến khí và thu hồi propylene để cho ra khí hóa lỏng và propylene thì chuyển sang Nhà máy Polypropylene để chế biến hạt nhựa.

Naphtha được đưa vào các phân xưởng công nghệ (Phân xưởng đồng phân hóa - ISOM và Phân xưởng reforming xúc tác - CCR) để nâng cao chỉ số octane phối trộn xăng.



Hình 1. Cấu hình công nghệ Nhà máy Lọc dầu Dung Quất.

Kerosene được chuyển đến Phân xưởng xử lý kerosene (KTU) để cho ra nhiên liệu phản lực và dầu hỏa.

Gas oil nặng (HGO) và nhẹ (LGO) được phối trộn tạo thành dầu diesel.

Cặn khí quyển được đưa đến Phân xưởng cracking xúc tác (RFCC) xử lý để cho ra các sản phẩm LPG, xăng, diesel, dầu nhiên liệu...

Các phân xưởng công nghệ và phụ trợ của nhà máy được điều hành tại nhà điều khiển trung tâm thông qua hệ thống điều khiển phân tán DCS hiện đại có chức năng điều khiển, giám sát, ghi nhận, lưu trữ và hiển thị dữ liệu về quá trình vận hành của nhà máy.

Để phục vụ cho các phân xưởng công nghệ hoạt động, nhà máy có 10 phân xưởng phụ trợ như nhà máy điện, các phân xưởng cung cấp khí nén và khí điều khiển, hóa chất, nước làm mát, nước cứu hỏa và nước sinh hoạt, khí nhiên liệu, dầu nhiên liệu, phân xưởng xử lý nước thải...

Các sản phẩm từ khu vực công nghệ được chuyển đến khu bể chứa trung gian. Tại đây các sản phẩm được kiểm tra chất lượng và phối trộn với tỷ lệ hợp lý trước khi đưa đến khu bể chứa sản phẩm qua đường ống dài khoảng 7 km.

Các sản phẩm của nhà máy được chứa trong 22 bể chứa thành phẩm để xuất bán bằng đường bộ và đường biển. Cảng xuất đường biển nằm trong vịnh Dung Quất cách khu bể chứa sản phẩm khoảng 3 km. Cảng có 6 bến xuất cho tàu có trọng tải từ 1.000 - 30.000 tấn.

Với cấu hình công nghệ theo thiết kế, giở dầu thô đầu vào của nhà máy khá hạn hẹp, chủ yếu bao gồm dầu thô nhóm paraffin khai thác trong nước từ mỏ Bạch Hổ hoặc các loại dầu có chất lượng tương đương, thuộc nhóm dầu ngọt, nhẹ và chứa ít tạp chất. Do đó, việc nghiên cứu, đánh giá các loại dầu thô khác có tính chất phù hợp để sản xuất nhiên liệu đặc chủng là một bài toán công nghệ đầy thách thức. Mỗi thay đổi trong thành phần dầu thô đầu

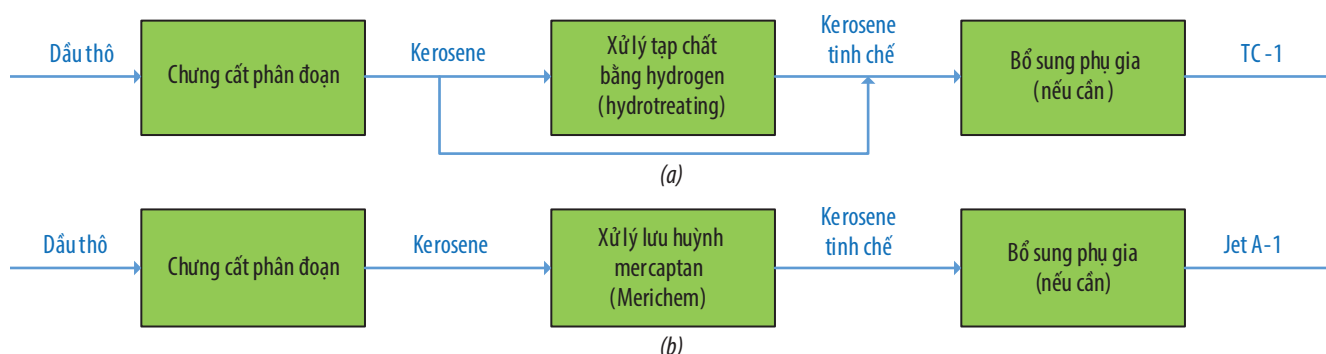
vào có thể tác động đến cân bằng vật chất, mức tiêu thụ năng lượng và hóa phẩm xúc tác, đồng thời làm thay đổi các tính chất của dòng sản phẩm và ảnh hưởng đến khả năng vận hành của các phân xưởng công nghệ.

3. Những thách thức công nghệ khi sản xuất nhiên liệu đặc chủng tại Nhà máy Lọc dầu Dung Quất

3.1. Đối với sản xuất nhiên liệu máy bay phản lực quân sự

Nhiên liệu đặc chủng nhập khẩu từ Liên bang Nga TC-1 dùng cho máy bay quân sự sản xuất theo tiêu chuẩn GOST 10227 và nhiên liệu Jet A-1 do Nhà máy Lọc dầu Dung Quất sản xuất theo tiêu chuẩn TCVN 6426 (tương đương với các tiêu chuẩn quốc tế ASTM D1655 và DEFSTAN 91-91) đều có nguồn gốc từ phân đoạn kerosene thu được trong quá trình chưng cất dầu thô. Tuy nhiên, mỗi loại dầu thô sẽ có thành phần hóa học và tính chất khác nhau. Sản phẩm TC-1 được sản xuất từ dầu thô khai thác nội địa ở Liên bang Nga với tính chất đặc trưng là dầu chua, có tỷ trọng từ trung bình đến cao, thành phần chứa ít paraffin, nhiều naphthene và các hợp chất thơm. Trong khi đó Jet A-1 của BSR được sản xuất từ dầu ngọt, nhẹ với thành phần chính là dầu Bạch Hổ, thuộc họ dầu chứa nhiều paraffin.

Do phụ thuộc nguồn nguyên liệu chế biến nên công nghệ sản xuất nhiên liệu máy bay phản lực TC-1 và Jet A-1 cũng có sự khác biệt đáng kể (Hình 2). Khi chế biến từ dầu chua, phân đoạn kerosene chứa nhiều lưu huỳnh hơn mức yêu cầu nên cần được xử lý bằng hydrogen (hydrotreating) để loại bỏ các hợp chất lưu huỳnh. Sau quá trình xử lý, thành phần kerosene chưng cất trực tiếp sẽ được pha trộn với thành phần kerosene đã qua xử lý hydrogen và bổ sung phụ gia để sản xuất TC-1. Khi chế biến từ dầu ngọt, phân đoạn kerosene sạch hơn, nên chỉ cần xử lý nhẹ bằng công nghệ của Merichem để khử lưu huỳnh mercaptan thành hợp chất disulfide, loại bỏ nước và các tạp chất và bổ sung thêm phụ gia chống tĩnh điện để sản xuất Jet A-1.



Hình 2. Các công nghệ sản xuất nhiên liệu máy bay phản lực. (a) Công nghệ sản xuất TC-1; (b) Công nghệ sản xuất Jet A-1.

Bảng 1. So sánh các tính chất quan trọng của nhiên liệu TC-1 và Jet A-1

TT	Chỉ tiêu	Yêu cầu kỹ thuật		Kết quả phân tích	
		TCVN 6426 Jet A-1	GOST 10227 TC-1	Jet A-1	TC-1
1	Khối lượng riêng (kg/m ³):				
	- Ở 20°C	-	≥ 775	776,3	783,8
	- Ở 15°C	775 - 840	-	779,9	-
2	Thành phần cất:				
	Nhiệt độ sôi đầu (°C)	Ghi kết quả	≤ 150	153,9	145,8
	Nhiệt độ cất 10% (°C)	≤ 205	≤ 165	164,6	159,3
	Nhiệt độ cất 50% (°C)	Ghi kết quả	≤ 195	180,1	180,2
	Nhiệt độ cất 90% (°C)	Ghi kết quả	≤ 230	198,9	214,4
	Nhiệt độ cất 98% (°C)	-	≤ 250	213,2	234,3
	Nhiệt độ sôi cuối (°C)	≤ 300	-	213,5	237,2
	Cặn chưng cất (% thể tích)	≤ 1,5	≤ 1,5	1,1	1,1
	Hao hụt (% thể tích)	≤ 1,5	≤ 1,5	0,8	0,2
3	Độ nhớt động học (cSt):				
	- Ở 20°C	-	≥ 1,25	1,405	1,354
	- Ở -20°C	≤ 8,000	≤ 8,000	3,180	2,902
4	Nhiệt lượng riêng thực (KJ/kg)	≥ 42.800	≥ 42.900	43.540	43.313
5	Chiều cao ngọn lửa không khói (mm)	≥ 25	≥ 25	27,5	25
6	Trị số acid:				
	- mg KOH/100 cm ³ - mg KOH/g	- ≤ 0,015	≤ 0,7 -	Không có 0,002	0,31 -
7	Nhiệt độ chớp cháy cốc kín (°C)	≥ 38	≥ 28	38	39
8	Nhiệt độ bắt đầu kết tinh (°C)	≤ - 47	≤ - 50	- 56	-64
9	Hàm lượng nhựa thực tế (mg/100 cm ³ nhiên liệu)	≤ 7	≤ 5	0,5	1
10	Hàm lượng hydrocarbon thơm (% thể tích)	≤ 26,5	≤ 20	11,3	14,4
11	Hàm lượng lưu huỳnh tổng (% khối lượng)	≤ 0,3	≤ 0,25	0,0037	0,0433
12	Hàm lượng lưu huỳnh mercaptan (% khối lượng)	≤ 0,003	≤ 0,003	0,0006	0,0021
13	Trị số iodine (g iodine/100g nhiên liệu)	-	≤ 2,5	0,09	0,4
14	Thành phần nhiên liệu:				
	- Thành phần không qua quá trình hydrogen hóa (% thể tích)	Báo cáo	-	100	16
	- Thành phần qua quá trình hydrogen hóa khắc nghiệt (% thể tích)	Báo cáo	-	0	84

So sánh các tính chất hóa lý của các mẫu nhiên liệu TC-1 và Jet A-1 (phân tích năm 2013) được thể hiện trong Bảng 1.

Mặc dù nhiên liệu Jet A-1 do Nhà máy Lọc dầu Dung Quất sản xuất theo TCVN 6426, có chất lượng đáp ứng cả tiêu chuẩn DEFSTAN 91-91 của Bộ Quốc phòng Anh dùng cho nhiên liệu máy bay quân sự, nhưng khi so sánh với yêu cầu kỹ thuật GOST 10227 của Liên bang Nga, nhận thấy rằng tiêu chuẩn GOST có những quy định khắt khe hơn. Cụ thể, các chỉ tiêu nhiệt độ sôi đầu, nhiệt độ cất 10% và nhiệt độ chớp cháy cốc kín có giá trị quy định khá thấp, nhằm đảm bảo khả năng khởi động nhanh, tăng tốc tức thời và thay đổi độ cao linh hoạt theo kế hoạch tác chiến của máy bay quân sự; nhiệt lượng riêng thực cao hơn

giúp tăng hiệu suất động cơ, tăng tầm bay và thời gian hoạt động của máy bay; nhiệt độ bắt đầu kết tinh rất thấp nhằm đảm bảo máy bay hoạt động ở độ cao lớn, vùng có khí hậu lạnh; hàm lượng hydrocarbon thơm, hàm lượng nhựa thấp hơn so với TCVN 6426 để hạn chế hiện tượng tạo cặn, muội than trong hệ thống nhiên liệu; hàm lượng lưu huỳnh và các trị số acid, trị số iodine được quy định ở mức thấp nhằm giảm nguy cơ ăn mòn hệ thống thiết bị máy bay và đảm bảo tính ổn định oxy hóa trong điều kiện lưu trữ dài hạn.

Kết quả Bảng 1 cho thấy hầu hết các chỉ tiêu chất lượng của Jet A-1 đáp ứng yêu cầu kỹ thuật GOST 10227, một số thông số còn có giá trị tốt hơn so với nhiên liệu TC-1. Ví dụ, các chỉ tiêu của Jet A-1 liên quan đến tính ổn

định oxy hóa và tính ăn mòn như trị số acid, trị số iodine và hàm lượng lưu huỳnh đều thấp hơn đáng kể so với TC-1. Do nguồn nguyên liệu chế biến từ dầu thô Bạch Hổ (loại dầu ngọt, nhẹ) và phân đoạn kerosene (không cần xử lý bằng hydrogen) nên thành phần Jet A-1 chứa rất ít tạp chất lưu huỳnh và các hợp chất chưa bão hòa, điều này đảm bảo an toàn vận hành cho máy bay và đáp ứng yêu cầu tồn chứa dài hạn.

Tuy nhiên, Jet A-1 có chỉ tiêu nhiệt độ sôi đầu không đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn GOST 10227, trong khi tiêu chuẩn nhà máy đang áp dụng thì không quy định mức tối đa cho chỉ tiêu này. Theo kết quả phân tích thực tế các mẫu kerosene trong giai đoạn 2012 - 2013 cho thấy nhiệt độ sôi đầu của phân đoạn này dao động trong khoảng giá trị 151 - 163°C (Hình 3). Ngoài ra, theo chế độ vận hành thiết kế của phân xưởng CDU, nhiệt độ sôi đầu của phân đoạn kerosene khi chế biến dầu thô Bạch Hổ hoặc hỗn hợp dầu Bạch Hổ và dầu chừa đều có giá trị cao hơn so với mức yêu cầu của tiêu chuẩn GOST 10227 (Bảng 2).

Vi vậy, việc điều chỉnh nhiệt độ sôi đầu của phân đoạn kerosene về mức không lớn hơn 150°C để đáp ứng tiêu chuẩn GOST 10227 là một thách thức công nghệ đối với

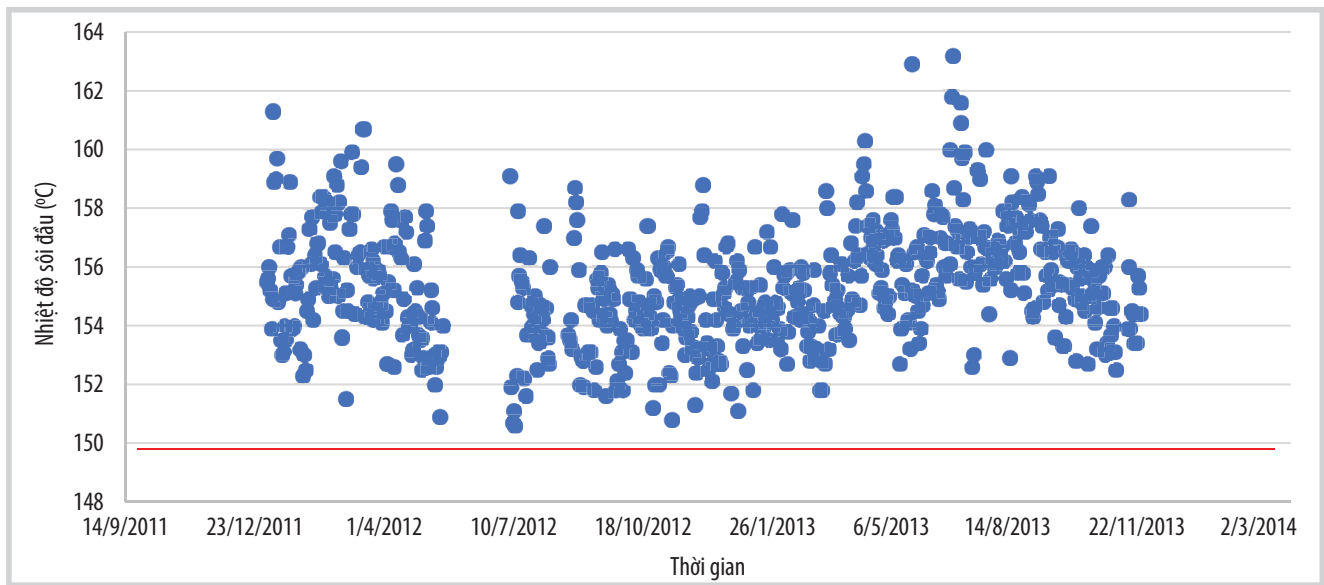
nhà máy. Sự thay đổi các thông số vận hành có thể ảnh hưởng lớn đến phân đoạn xăng cũng như sản lượng các sản phẩm khác, đặc biệt khi phân xưởng CDU chạy chế độ tối đa xăng. Ngoài ra, các chỉ tiêu khác cũng có sự khác biệt như nhiệt độ chớp cháy cốc kín của TC-1 quy định tối thiểu là 28°C, còn với Jet A-1 là 38°C. Để đáp ứng quy định an toàn về tồn trữ tại Nhà máy Lọc dầu Dung Quất, nhiên liệu máy bay trong các bể chứa phải có điểm chớp cháy không nhỏ hơn 38°C. Nếu thay đổi điểm cắt phân đoạn naphtha/kerosene để hạ nhiệt độ sôi đầu thì phân đoạn kerosene sẽ trở nên nhẹ hơn, có khả năng gây giảm nhiệt độ chớp cháy.

3.2. Đối với nhiên liệu diesel đặc chủng

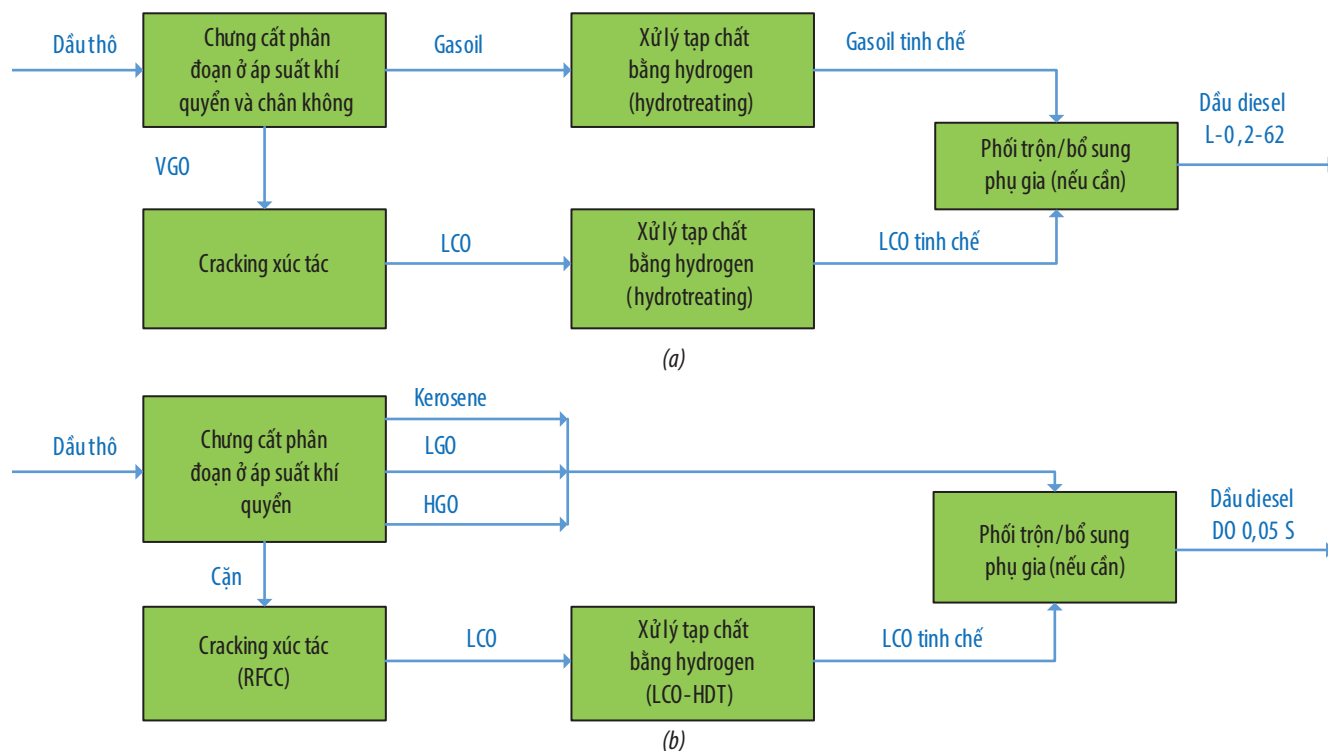
Ngành công nghiệp quốc phòng của Liên bang Nga sản xuất nhiên liệu diesel cho các trang thiết bị quân sự dựa trên tiêu chuẩn GOST 305. Do khí hậu nước này có sự thay đổi nhiệt độ lớn giữa các mùa và vùng địa lý, nhiên liệu diesel được phân thành các nhóm chính như: L (diesel được sử dụng vào mùa hè và các vùng có khí hậu ấm), Z (diesel dùng vào mùa đông ở vùng khí hậu ôn đới), A (diesel dùng ở vùng có điều kiện khí hậu băng giá khắc nghiệt). Đối với

Bảng 2. Thành phần cất phân đoạn kerosene trong các điều kiện vận hành khác nhau

TT	Chỉ tiêu chất lượng	Phân đoạn kerosene trong các điều kiện vận hành theo thiết kế		Tiêu chuẩn GOST 10227
		100% dầu Bạch Hổ	Hỗn hợp dầu Bạch Hổ và dầu chừa	
1	Khoảng nhiệt độ sôi (°C)	165 - 205	165 - 205	
2	Nhiệt độ chưng cất:			
	Nhiệt độ sôi đầu (°C)	154,3	153,5	≤ 150
	Nhiệt độ sôi 10% (°C)	171,0	174,4	≤ 165
	Nhiệt độ sôi 50% (°C)	183,1	187,7	≤ 195
	Nhiệt độ sôi 90% (°C)	198,8	201,4	≤ 230



Hình 3. Sự thay đổi giá trị nhiệt độ sôi đầu của phân đoạn kerosene trong giai đoạn 2012 - 2013.



Hình 4. Công nghệ sản xuất dầu diesel. (a) Công nghệ sản xuất diesel đặc chủng L-0,2-62; (b) Công nghệ sản xuất dầu DO 0,05S.

điều kiện khí hậu nhiệt đới nóng ẩm, các phương tiện kỹ thuật quân sự của Việt Nam thích hợp sử dụng nhiên liệu diesel mùa hè của Liên bang Nga. Công nghệ sản xuất dầu diesel tại các nhà máy lọc dầu ở Liên bang Nga bao gồm nhiều công đoạn: chưng cất phân đoạn các loại dầu thô nội địa; xử lý bằng hydrogen để nâng cấp chất lượng; cracking gasoil chân không (VGO) nhằm tăng sản lượng; phối trộn các cấu tử và bổ sung phụ gia để đảm bảo nhiên liệu đáp ứng tiêu chuẩn GOST 305 (Hình 4a).

Nhiên liệu DO 0,05S tại Nhà máy Lọc dầu Dung Quất được sản xuất theo yêu cầu kỹ thuật đáp ứng tiêu chuẩn quốc gia TCVN 5689 bằng cách pha trộn 4 cấu tử: 3 phân đoạn chưng cất trực tiếp từ Phân xưởng CDU là kerosene (10 - 14% khối lượng), LGO (40 - 50% khối lượng), HGO (15 - 20% khối lượng) và phân đoạn LCO (20 - 30% khối lượng) từ phân xưởng RFCC sau khi được xử lý loại bỏ tạp chất lưu huỳnh tại Phân xưởng LCO-HDT, sau đó bổ sung phụ gia (chống mài mòn, tăng trị số cetane, hạ điểm đông đặc) (Hình 4b).

So sánh các tính chất hóa lý của nhiên liệu diesel đặc chủng mùa hè L-0,2-62 và nhiên liệu DO 0,05S (phân tích năm 2013) được trình bày trong Bảng 3.

Theo kết quả phân tích, các yêu cầu kỹ thuật theo tiêu chuẩn TCVN 5689 cho nhiên liệu DO 0,05S có nhiều điểm khác biệt so với tiêu chuẩn GOST 305 (đối với mức L-0,2-62). Tiêu chuẩn TCVN 5689 không quy định chất lượng

DO 0,05S theo các chỉ tiêu như: thành phần cất ở 50% và 95%, trị số cetane, điểm đục, nhiệt độ giới hạn lọc, độ nhớt động học ở 20°C, hàm lượng nhựa thực tế, hàm lượng lưu huỳnh mercaptan và trị số acid.

Các thông số thành phần cất và trị số cetane đóng vai trò quan trọng trong đánh giá tính chất cháy, hiệu suất và chất lượng nhiên liệu diesel, ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng khởi động, hiệu suất đốt cháy của động cơ. Khác với chỉ số cetane, trị số cetane được xác định bằng thử nghiệm thực tế trên động cơ cetane tiêu chuẩn, nên có tính chính xác cao hơn khi đánh giá khả năng tự bốc cháy của nhiên liệu diesel. Thành phần cất ở 50% phản ánh đặc tính bay hơi trung bình, ảnh hưởng đến sự hình thành hỗn hợp nhiên liệu - không khí và hiệu suất cháy trong động cơ diesel, trong khi thành phần cất ở 95% thể hiện mức độ tồn tại của các phân đoạn nặng, ảnh hưởng đến khả năng cháy hoàn toàn và mức độ tạo muội than trong động cơ.

Ở những nước có khí hậu ôn đới như Liên bang Nga, các loại nhiên liệu diesel phải đảm bảo điều kiện vận hành an toàn cho các loại tàu quân sự ở vùng biển lạnh. Vậy nên, tiêu chuẩn GOST 305 quy định thêm các chỉ tiêu như độ nhớt động học ở 20°C, điểm đục, nhiệt độ giới hạn lọc, nhằm duy trì khả năng bơm, phun nhiên liệu, hạn chế nguy cơ nhiên liệu bị đóng băng, gây tắc nghẽn hệ thống. Bên cạnh đó, thông số điểm đông đặc đều được quy định trong 2 tiêu chuẩn có sự chênh lệch khá nhiều: tối đa là

Bảng 3. So sánh các tính chất quan trọng của nhiên liệu diesel L-0,2-62 và DO 0,05S

TT	Chỉ tiêu	Yêu cầu kỹ thuật		Kết quả phân tích	
		TCVN 5689 DO 0,05S	GOST 305 L-0,2-62	DO 0,05S	L-0,2-62
1	Thành phần cất:				
	Nhiệt độ cất 50% (°C)	-	≤ 280	255	265
	Nhiệt độ cất 90% (°C)	≤ 360	-	349	-
	Nhiệt độ cất 95% (°C)	-	≤ 360	360	358
2	Trị số cetane	-	≥ 45	57	49
3	Chỉ số cetane	≥ 46	-	54	-
4	Điểm đục (°C)	-	≤ -5	6	-6
5	Điểm đông đặc (°C)	≤ 6	≤ -10	1	-12
6	Nhiệt độ giới hạn lọc (°C)	-	≤ -5	4	-6
7	Nhiệt độ chớp cháy cốc kín (°C)	≥ 55	≥ 62	59	69
8	Độ nhớt động học (cSt):				
	Ở 20°C	-	3 - 6	3,715	4,3
	Ở 40°C	2 - 4,5	-	2,453	-
9	Khối lượng riêng (kg/m³):				
	Ở 15°C	820 - 860		821	-
	Ở 20°C	-	≤ 860	823,9	828,2
10	Hàm lượng nhựa thực tế (mg/100 cm³ nhiên liệu)	-	≤ 40	8,5	5
11	Hàm lượng lưu huỳnh (% khối lượng)	≤ 0,05	≤ 0,2	0,017	0,17
12	Hàm lượng lưu huỳnh mercaptan (% khối lượng)	-	≤ 0,01	0,0003	0,0009
13	Hàm lượng tro (% khối lượng)	≤ 0,01	≤ 0,01	0,0015	Không có
14	Cặn carbon của 10% cặn chưng cất (% khối lượng)	≤ 0,3	≤ 0,2	0,2	0,01
15	Trị số acid (mg KOH/100 cm³ nhiên liệu)	-	≤ 5	3,08	0,18

-10°C đối với nhiên liệu đặc chủng L-0,2-62 và tối đa +6°C đối với nhiên liệu DO 0,05S.

Ngoài ra, GOST 305 còn đưa ra yêu cầu với các thông số như hàm lượng nhựa thực tế, trị số acid và hàm lượng lưu huỳnh mercaptan. Các chỉ tiêu này đóng vai trò quan trọng trong đánh giá tính ổn định oxy hóa, khả năng ăn mòn và độ tinh khiết của nhiên liệu diesel, ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu suất động cơ, tuổi thọ hệ thống nhiên liệu và mức độ phát thải khí thải.

Nhìn chung, các chỉ tiêu chất lượng của mẫu nhiên liệu DO 0,05S đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật của GOST 305, ngoại trừ các chỉ tiêu như nhiệt độ chớp cháy cốc kín, điểm đục, điểm đông đặc và nhiệt độ giới hạn lọc... GOST 305 quy định nhiệt độ chớp cháy cao hơn nhằm giúp động cơ hoạt động ổn định hơn, tránh nguy cơ cháy sớm hoặc hiện tượng kích nổ. Để điều chỉnh chỉ tiêu này, cần giảm tỷ lệ của phân đoạn kerosene trong phối trộn diesel. Đối với các tính chất ở nhiệt độ thấp, do dầu thô chế biến của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất thuộc họ giàu paraffin nên các hợp chất paraffin có khối lượng phân tử cao thường hiện diện ở các phân đoạn nặng như HGO dẫn đến giá trị của điểm đục, điểm đông đặc và nhiệt độ giới hạn lọc của diesel nằm ở mức cao.

Như vậy, việc điều chỉnh tỷ lệ phối trộn các cấu tử diesel là cần thiết nhằm tạo ra sản phẩm có chất lượng tương đương mức L-0,2-62 theo tiêu chuẩn GOST 305. Tuy nhiên, nếu sản xuất diesel đặc chủng với sản lượng lớn, có thể gây ảnh hưởng đến thành phần phối trộn của DO 0,05S, dẫn đến nguy cơ sản phẩm này không đạt chất lượng theo TCVN 5689.

3.3. Đối với hệ thống tồn chứa, vận chuyển và xuất bán

Do tính chất của các loại nhiên liệu đặc chủng có sự khác biệt so với nhiên liệu thông thường nên cần phải có hệ thống tồn chứa và xuất bán riêng. Theo thiết kế, khu bể chứa sản phẩm của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất chỉ có 3 bể chứa dành cho nhiên liệu Jet A-1 với công suất chứa trung bình 7.407 m³/bể và 3 bể chứa dành cho nhiên liệu DO 0,05S với công suất chứa trung bình 48.391 m³/bể. Tuy nhiên, do công suất các bể chứa có giới hạn và không có hệ thống đường ống riêng biệt nên việc sản xuất các loại nhiên liệu đặc chủng sẽ ảnh hưởng rất lớn đến kế hoạch sản xuất, tồn trữ và xuất bán sản phẩm của nhà máy.

Đặc biệt, khi chuyển đổi từ chế độ sản xuất nhiên liệu thông thường sang chế độ sản xuất nhiên liệu đặc chủng và ngược lại, cần tẩy rửa đường ống/thiết bị sử dụng chung cũng như thay đổi các thông số hoạt động

Bảng 4. Các thông số công nghệ phân xưởng CDU trong quá trình sản xuất thử nghiệm Jet A-1K

TT	Thông số	Ngưỡng thấp	Ngưỡng cao	Giá trị cơ sở	Kết quả thử nghiệm	Chênh lệch
1	Nhiệt độ đỉnh tháp chưng cất dầu thô T-1101 (°C)	112	124	120	118	-2
2	Nhiệt độ đĩa rút kerosene của tháp T-1101 (°C)	172	184	176	174	-2
3	Nhiệt độ nổi đun tháp tinh luyện kerosene T-1102 (°C)	202	215	206	203	-3
4	Lưu lượng naphtha ra khỏi tháp T-1101 (m³/giờ)	152	200	183	175	-8
5	Lưu lượng kerosene ra khỏi tháp T-1101 (m³/giờ)	33	73	53	55	+2

Bảng 5. Kết quả phân tích mẫu nhiên liệu Jet A-1K trong quá trình thử nghiệm

TT	Chỉ tiêu	Mẫu thử nghiệm	GOST 10227	Đánh giá
1	Nhiệt độ sôi đầu (°C)	141,3	≤ 150	Đạt
2	Nhiệt độ cất 10% thể tích (°C)	154,6	≤ 165	Đạt
3	Nhiệt độ chớp cháy (°C)	35,0	≥ 28	Đạt
4	Khối lượng riêng tại 20°C (kg/m³)	777,8	≥ 775	Đạt

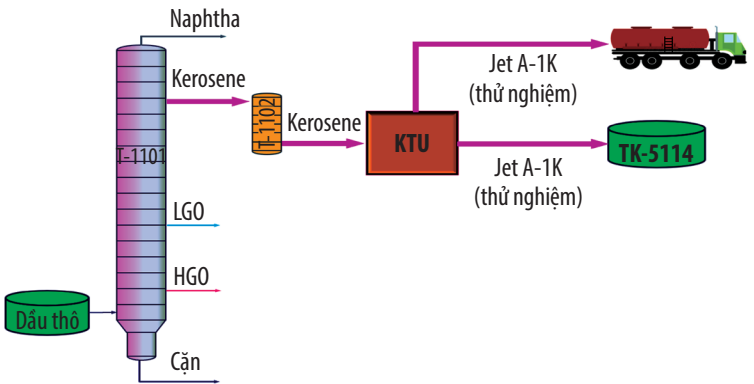
của hệ thống, làm phức tạp quy trình vận hành và quản lý chất lượng sản phẩm. Trong trường hợp có sai sót trong vận hành có thể dẫn đến sản phẩm cuối cùng không đạt chất lượng.

4. Hướng tiếp cận giải quyết các vấn đề về công nghệ

Trên cơ sở phân tích, nhận diện những thách thức về công nghệ hiện có tại Nhà máy Lọc dầu Dung Quất trong quá trình phát triển các sản phẩm nhiên liệu đặc chủng, BSR đã nghiên cứu áp dụng một số giải pháp cải tiến công nghệ để sản xuất thử nghiệm các lô công nghiệp (năm 2014), cụ thể như sau:

- Đối với nhiên liệu máy bay phản lực quân sự:
 - + Điều chỉnh tỷ lệ phối trộn dầu thô đầu vào: Lựa chọn loại dầu thô ngoại nhập có thành phần hóa học chủ yếu gồm các nhóm naphthene và hợp chất thơm như Azeri Light để phối trộn vào hỗn hợp nguyên liệu chế biến với tỷ lệ thích hợp nhằm đảm bảo khi điều chỉnh hạ điểm sôi đầu của kerosene thì chỉ tiêu khối lượng riêng vẫn nằm trong giới hạn quy định.

- + Điều chỉnh thông số công nghệ tại Phân xưởng CDU: Nghiên cứu này tập trung vào việc thử nghiệm thay đổi các thông số công nghệ tại Phân xưởng chưng cất dầu thô CDU nhằm điều chỉnh thành phần cất của kerosene. Theo kết quả mô phỏng trên phần mềm Petro-SIM, sau khi thay đổi điều kiện công nghệ của tháp chưng cất chính T-1101 và tháp tinh luyện



Hình 5. Sơ đồ quá trình sản xuất thử nghiệm Jet A-1K.

kerosene T-1102 thì phân đoạn kerosene ra khỏi Phân xưởng CDU đáp ứng được yêu cầu của GOST 10227 về điểm sôi đầu và nhiệt độ 10% thể tích chưng cất. Các thông số công nghệ phân xưởng CDU trong quá trình sản xuất thử nghiệm Jet A-1K được trình bày trong Bảng 4. Nhiệt độ đỉnh tháp T-1101, nhiệt độ đĩa rút kerosene tại tháp T-1101 và nhiệt độ nổi đun tháp tinh luyện kerosene T-1102 đều được hạ thấp hơn giá trị cơ sở để giảm điểm sôi đầu của phân đoạn kerosene. Việc giảm điểm cất naphtha/kerosene dẫn đến tăng sản lượng kerosene và giảm sản lượng naphtha.

Kết quả phân tích các chỉ tiêu chất lượng của Jet A-1K được trình bày trong Bảng 5. Các chỉ tiêu nhiệt độ sôi đầu và nhiệt độ cất 10% thể tích đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn GOST 10227. Tuy nhiên, phân đoạn kerosene có điểm chớp cháy là 35°C, trong khi giới hạn thông số này đối với quy định an toàn về tồn chứa tại nhà máy là không nhỏ hơn 38°C. Trong quá trình sản xuất thử nghiệm, một phần kerosene từ Phân xưởng CDU sẽ được chuyển trực tiếp vào xe bồn để tiến hành đánh giá tính chất, phần kerosene còn lại sẽ được chuyển về bể chứa TK-5114 (Hình 5). Để đảm bảo an toàn về tồn chứa, BSR đã duy trì sẵn một lượng nhất định sản phẩm kerosene có điểm chớp cháy cao hơn 38°C (từ 38,5 - 40°C) trong bể chứa trung gian TK-5114 trước khi sản xuất thử nghiệm để bảo đảm lượng kerosene có điểm

Bảng 6. Kết quả phân tích các cấu tử thành phần của nhiên liệu diesel

TT	Chỉ tiêu	Kết quả phân tích				GOST 305
		Kerosene	LGO	HGO	LCO	
1	Thành phần cất:					
	Nhiệt độ cất 50% (°C)	166	245	324	260	≤ 280
	Nhiệt độ cất 95% (°C)	185	296	-	350	≤ 360
2	Trị số cetane	37,0	54,0	59,2	41,0	≥ 45
3	Điểm đục (°C)	< -60	-16	20	4	≤ -5
4	Điểm đông đặc (°C)	< -60	-23	8	-9	≤ -10
5	Nhiệt độ giới hạn lọc (°C)	< -60	-19	12	-2	≤ -5
6	Nhiệt độ chớp cháy cốc kín (°C)	39	62	115	82	≥ 62
7	Độ nhớt động học ở 20°C (cSt)	1,223	3,143	10,950	3,814	3,0-6,0
8	Khối lượng riêng ở 20°C (kg/m ³)	780	814	841	856	≤ 860
9	Hàm lượng nhựa thực tế (mg/100 cm ³ nhiên liệu)	0,5	3,6	14,2	3,0	≤ 40
10	Hàm lượng lưu huỳnh (% khối lượng)	0,004	0,008	0,062	0,007	≤ 0,05
11	Hàm lượng lưu huỳnh mercaptan (% khối lượng)	0,0006	0,0003	0,0002	0,0002	≤ 0,01
12	Hàm lượng tro (% khối lượng)	0,0018	0,0025	0,0013	0,0023	≤ 0,01
13	Cặn carbon của 10% cặn chưng cất (% khối lượng)	0,02	0,2	0,07	0,2	≤ 0,2
14	Trị số acid (mg KOH/100 cm ³ nhiên liệu)	0,09	4,62	11,44	0,09	≤ 5

chớp cháy thấp sau khi pha trộn với lượng kerosene có sẵn trong bể chứa để có điểm chớp cháy đạt yêu cầu.

- Đối với nhiên liệu diesel đặc chủng:

+ Tối ưu hóa tỷ lệ phối trộn các cấu tử trung gian: Nghiên cứu tập trung vào việc phân tích tính chất hóa lý của các cấu tử trung gian như kerosene, LGO, HGO và LCO. Theo kết quả hóa nghiệm trong Bảng 6, cấu tử HGO gây ảnh hưởng xấu đến các tính chất ở nhiệt độ thấp (điểm đục, điểm đông đặc, nhiệt độ giới hạn lọc) và độ nhớt của nhiên liệu diesel. Ngoài ra, thành phần kerosene khi được pha trộn với tỷ lệ cao sẽ làm giảm tỷ trọng, tính bôi trơn và nhiệt độ chớp cháy cốc kín của nhiên liệu diesel. Chỉ riêng mẫu LGO có các tính chất hóa lý phù hợp với tiêu chuẩn GOST 305 để sản xuất DO L-62. Vì vậy, có thể lấy mẫu LGO sản xuất trực tiếp từ phân xưởng CDU để tiếp tục đánh giá mức độ sẵn sàng về công nghệ của Nhà máy Lọc dầu Dung Quất trong việc sản xuất dầu DO L-62 có chất lượng phù hợp với tiêu chuẩn kỹ thuật của Liên bang Nga.

+ Đánh giá cân bằng vật chất: Tùy theo thành phần nguồn nguyên liệu dầu thô, sản lượng cấu tử LGO sản xuất được thay đổi trong khoảng 170 - 275 m³/giờ. Dựa trên nhu cầu hàng năm của Bộ Quốc phòng, lượng LGO dùng để sản xuất nhiên liệu DO L-62 chiếm khoảng 2 - 3% sản lượng LGO. Như vậy, về mặt tổng thể sẽ không ảnh hưởng đáng kể đến cân bằng vật chất và quá trình sản xuất nhiên liệu dân dụng DO 0,05S của nhà máy.

Việc điều chỉnh thông số công nghệ tại Phân xưởng CDU có thể tác động đáng kể đến tính chất của các phân

đoạn chưng cất, từ đó ảnh hưởng đến chất lượng của các sản phẩm thương mại. Do đó, quá trình sản xuất thử nghiệm các loại nhiên liệu đặc chủng Jet A-1K (tương đương TC-1) và DO L-62 (tương đương L-0,2-62) cần được thực hiện tại các thời điểm khác nhau nhằm đảm bảo kiểm soát chất lượng tối ưu cho từng sản phẩm. Các lô thử nghiệm DO L-62 (lấy ngày 5/3/2014) và Jet A-1K (lấy ngày 28/4/2014) tiếp tục được vận chuyển đến Liên bang Nga để kiểm nghiệm các đặc tính hóa lý, đồng thời tiến hành thử nghiệm chuyên sâu trên mô hình động cơ mô phỏng. Điều này giúp đánh giá một cách chính xác và khách quan nhất tính tương thích của nhiên liệu đặc chủng sản xuất tại Nhà máy Lọc dầu Dung Quất với các động cơ trang thiết bị kỹ thuật quân sự của Liên bang Nga.

Dựa trên kết quả kiểm nghiệm của Viện Nghiên cứu khoa học quốc gia Hóa động cơ 25 Bộ Quốc phòng Liên bang Nga, Cục Nhiên liệu và Chất cháy tên lửa - Bộ Tham mưu Bảo đảm vật tư - kỹ thuật - Các lực lượng vũ trang Liên bang Nga đã ban hành các Quyết định số 70/14 và 71/14 ngày 6/10/2014 cấp phép cho nhiên liệu phản lực Jet A-1K và nhiên liệu diesel DO L-62 do Nhà máy Lọc dầu Dung Quất sản xuất sử dụng trên vũ khí trang bị, thiết bị quân sự và thiết bị đặc biệt.

Ngoài ra, nhằm chủ động trong công tác sản xuất các loại nhiên liệu đặc chủng trong giai đoạn dài hạn, Cục Xăng dầu (Tổng cục Hậu cần - Kỹ thuật) đã cùng BSR phối hợp triển khai dự án đầu tư xây dựng hệ thống bể chứa và xuất bán riêng biệt cho các sản phẩm đặc thù này.

5. Kết luận

Phát triển nhiên liệu đặc chủng tại Nhà máy Lọc dầu Dung Quất là một nhiệm vụ chiến lược, góp phần đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia, giảm phụ thuộc vào nguồn nhập khẩu và nâng cao năng lực làm chủ công nghệ lọc - hóa dầu trong nước. Tuy nhiên, quá trình này đặt ra nhiều thách thức đối với hệ thống công nghệ hiện có của nhà máy, do giờ dầu thô chế biến chỉ bao gồm một số chủng loại dầu thô nhất định và các giới hạn trong vận hành các phân xưởng công nghệ, vốn chỉ được thiết kế để sản xuất các loại nhiên liệu thông thường.

Trên cơ sở nghiên cứu các tài liệu kỹ thuật, sổ tay vận hành cụm phân xưởng công nghệ CDU-KTU, tính chất hóa lý của nhiên liệu thông thường do nhà máy sản xuất và yêu cầu kỹ thuật đối với nhiên liệu đặc chủng, BSR đã áp dụng một số giải pháp cải tiến công nghệ như sau:

- Đối với nhiên liệu máy bay phản lực quân sự Jet A-1K: Đánh giá, lựa chọn nguồn dầu thô phù hợp để điều chỉnh thành phần nguyên liệu đầu vào theo hướng giảm tỷ lệ paraffin, tăng tỷ lệ naphthene và hợp chất thơm; điều chỉnh các thông số công nghệ của phân xưởng chưng cất CDU nhằm hạ điểm sôi đầu.

- Đối với nhiên liệu diesel đặc chủng DO L-62: Phân tích tính chất hóa lý của từng cấu tử trung gian và lựa chọn được phân đoạn LGO có chất lượng hoàn toàn đáp ứng tiêu chuẩn GOST 305. Do nhu cầu sử dụng LGO để sản xuất nhiên liệu diesel đặc chủng chỉ chiếm 2 - 3% tổng sản lượng LGO của nhà máy nên không gây ảnh hưởng đáng kể đến quá trình sản xuất diesel thông thường.

Trên cơ sở các giải pháp nêu trên, Nhà máy Lọc dầu Dung Quất đã sản xuất thử nghiệm thành công các lô nhiên liệu Jet A-1K và DO L-62 đạt tiêu chuẩn chất lượng của Liên bang Nga. BSR là đơn vị thứ 2 ngoài lãnh thổ Liên bang Nga được Cục Nhiên liệu và Chất cháy tên lửa thuộc Bộ Tham mưu bảo đảm vật tư - kỹ thuật các Lực lượng Vũ trang Liên bang Nga cấp phép sản xuất nhiên liệu máy bay phản lực Jet A-1K và nhiên liệu DO L-62 sử dụng cho phương tiện kỹ thuật quân sự và thiết bị đặc biệt do Liên bang Nga sản xuất. Đây chính là tiền đề quan trọng, giúp BSR hướng đến làm chủ hoàn toàn công nghệ sản xuất nhiên liệu đặc chủng, góp phần hoàn thành nhiệm vụ chính trị trong việc đảm bảo an ninh năng lượng thiết yếu cho đất nước trước mọi tình huống.

Tài liệu tham khảo

- [1] Petrovietnam, "Operating manual crude distillation unit (CDU) 8474L-011-ML-001-3", 2010.
- [2] Petrovietnam, "Operating manual KTU 8474L-014-ML-001-1", 2008.
- [3] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6426:2009, "Nhiên liệu phản lực tước bin hàng không Jet A-1 - Yêu cầu kỹ thuật".
- [4] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 5689:2013, "Nhiên liệu diesel (DO) - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử".
- [5] GOST 10227-86, "Jet fuels. Specifications".
- [6] GOST 305-82, "Diesel fuel. Specifications".

DEVELOPING SPECIALIZED FUELS FOR NATIONAL DEFENSE AND SECURITY: TECHNOLOGICAL CHALLENGES AT DUNG QUAT REFINERY

Le Manh Hung¹, Bui Minh Tien¹, Le Xuan Huyen¹

Bui Ngoc Duong², Nguyen Van Hoi², Khuong Le Thanh², Nguyen Viet Thang², Mai Tuan Dat²

¹Vietnam National Industry - Energy Group (PVN)

²Binh Son Refining and Petrochemical Joint Stock Company (BSR)

Email: datmt@bsr.com.vn

Summary

Specialized fuels play a crucial role in national defense and security, requiring high quality and compliance with strict technical standards. As Vietnam aims at self-sufficiency in fuel supply, developing specialized fuel product lines at the Dung Quat Refinery is an urgent priority. However, this process encounters significant technological challenges, from limitations in the initial design of the refinery to strict quality requirements on the final products. The article analyzes the key technological barriers encountered during the initial research phase (2012 - 2014) and introduces some technological solutions that BSR has implemented to master the technology of producing specialized fuels domestically.

Key words: Specialized fuels, Dung Quat Refinery, oil refining technology, defense-security.