



Nghiên cứu đánh giá nguồn nguyên liệu dầu thô đáp ứng chất lượng sản xuất nhiên liệu Jet A-1K cho máy bay chiến đấu

Research on evaluating crude oil sources to meet the quality of Jet A-1K fuel production for fighter aircraft

Lê Mạnh Hùng¹, Bùi Minh Tiến¹, Lê Xuân Huyền¹, Bùi Ngọc Dương², Nguyễn Việt Thắng²,
Nguyễn Văn Hội², Khương Lê Thành², Mai Tuấn Đạt², Trần Hải Ninh^{2,*}, Nguyễn Thị Thanh Yên²

¹ Tập đoàn Công nghiệp – Năng lượng Quốc gia Việt Nam

² Công ty cổ phần Lọc hóa dầu Bình Sơn

* Email: ninhth@bsr.com.vn

ARTICLE INFO

Received: 20/05/2025

Accepted: 28/06/2025

Published: 30/06/2025

Keywords:

Crude oil; Jet A-1K; refining process; specialized fuel

ABSTRACT

The article presents a study evaluating the current crude oil feedstock available at BSR for producing Jet A-1K fuel for fighter aircraft. Unlike Jet A-1 fuel, Jet A-1K is a specialized fuel produced according to stringent standards for quality, stability, and performance under the extreme conditions encountered by military aircraft. By comparing various crude oil feedstocks, the authors identified key factors that influence the quality of the final product and proposed optimal solutions for selecting the most suitable feedstock. The research findings not only contribute to improving the product quality but also support enhancing self-reliance in fuel production for Vietnam's military aviation sector.

Giới thiệu chung

Nhiên liệu đặc chủng là loại nhiên liệu được nghiên cứu và sản xuất để cung cấp cho các trang thiết bị, phương tiện kỹ thuật quân sự hoạt động. Các loại nhiên liệu này thường phải đáp ứng các tiêu chuẩn nghiêm ngặt về chất lượng, có hiệu quả và độ tin cậy cao để có thể đảm bảo cho các trang bị, phương tiện kỹ thuật quân sự phát huy đầy đủ các tính năng kỹ thuật - chiến thuật của chúng trong các điều kiện hoạt động đặc thù của lĩnh vực quân sự. Một trong số các loại nhiên liệu đặc chủng được sử dụng phổ biến tại Việt Nam là xăng dùng cho máy bay chiến đấu. Việt Nam hiện đang sở hữu nhiều loại máy bay quân sự như dòng Su, Yak, trực thăng họ Mi, Ka, trực thăng vận tải – cứu hộ EC-225..., tất cả chúng sử dụng nhiên liệu phản lực chủ yếu là TC-1 của Liên bang Nga.

<https://doi.org/10.62239/jca.2025.030>

20

Việc phụ thuộc hoàn toàn vào nguồn nhiên liệu TC-1 nhập khẩu tiềm ẩn nhiều nguy cơ rủi ro, có thể gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến an ninh năng lượng của quốc phòng trong tình huống nguồn cung bị phong tỏa do tình hình chính trị thế giới diễn biến bất ổn. Vì vậy, nghiên cứu tự chủ sản xuất nhiên liệu máy bay chiến đấu trong nước là một trong những ưu tiên hàng đầu, là bước đi mang tính chiến lược giúp củng cố năng lực quốc phòng của Việt Nam.

Là công trình trọng điểm quốc gia, đóng vai trò then chốt trong việc đảm bảo an ninh năng lượng đất nước, Nhà máy lọc dầu (NMLD) Dung Quất đã được lãnh đạo Tập đoàn Công nghiệp – Năng lượng Quốc gia Việt Nam (PetroVietnam) giao nhiệm vụ phối hợp với Bộ Quốc phòng nhằm nghiên cứu sản xuất nhiên liệu máy bay chiến đấu Jet A-1K (có chất lượng tương

đường TC-1 theo GOST 10227 Liên bang Nga) theo tiêu chuẩn quân sự TCVN/QS 1755:2014 [1, 2].

Nhiên liệu phản lực Jet A-1K là loại nhiên liệu đặc thù với những yêu cầu kỹ thuật nghiêm ngặt về tính bay hơi, tính cháy, tính lưu chuyển ở nhiệt độ thấp, khả năng chống ăn mòn, chống oxy hóa, nhằm đáp ứng điều kiện hoạt động khắc nghiệt của máy bay chiến đấu hiện đại. Việc lựa chọn nguồn nguyên liệu dầu thô phù hợp để sản xuất nhiên liệu Jet A-1K, vốn không nằm trong cơ cấu sản phẩm theo thiết kế của BSR, có thể gặp nhiều thách thức do sự đa dạng về đặc tính hóa lý của các loại dầu thô, ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả chế biến và chất lượng sản phẩm đầu ra. Do vậy, nghiên cứu đánh giá nguồn nguyên liệu dầu thô, đặc biệt là dầu thô trong nước, nhằm xác định rõ các loại dầu thô có khả năng đáp ứng tiêu chuẩn kỹ thuật TCVN/QS 1755:2014 để sản xuất nhiên liệu Jet A-1K là cơ sở khoa học – kỹ thuật quan trọng của việc hiện thực hóa chiến lược tự chủ nguồn nhiên liệu phục vụ quốc phòng – an ninh của Việt Nam.

Thực nghiệm và phương pháp nghiên cứu

Thực nghiệm

Các loại dầu thô được lựa chọn nghiên cứu bao gồm dầu thô khai thác trong nước (Bạch Hổ, Heavy Bạch Hổ, Sư Tử Đen (STD), Rạng Đông, Tê Giác Trắng (TGT), Hải Thạch) và dầu thô nhập khẩu (Rabi Light, Azeri Light (AZL), WTI).

Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp mô phỏng: nhóm tác giả sử dụng phần mềm PetroSim để nghiên cứu mô phỏng phân xưởng CDU nhằm đánh giá cách mức độ ảnh hưởng của thay đổi điểm cắt và hồi lưu đến sản lượng và các đặc tính của phân đoạn kerosene.

Phương pháp phân tích thực nghiệm: Các thí nghiệm phân tích đã được thực hiện trên cả nhiên liệu cơ bản (Jet A-1 từ NMLD Dung Quất) và các mẫu Jet A-1K thử nghiệm, sử dụng các phương pháp tiêu chuẩn như: ASTM D86 (chưng cất), D3828 (điểm chớp cháy), D7153 (nhiệt độ bắt đầu kết tinh), D445 (độ nhớt động học), D3227 (hàm lượng lưu huỳnh mercaptan)...

Phương pháp thử nghiệm thí điểm: Dựa trên dữ liệu mô phỏng và phòng thí nghiệm, một đợt chạy thử nghiệm đã được tiến hành tại phân xưởng CDU để sản xuất Jet A-1K. Điểm cắt giữa các phân đoạn naphtha/kerosene và kerosene/LGO đã được thay đổi so với chế độ vận hành bình thường nhằm điều chỉnh đạt đồng thời các chỉ tiêu quan trọng của Jet A-1K như điểm sôi đầu, độ nhớt, nhiệt độ bắt đầu kết tinh và điểm chớp cháy.

Kết quả và thảo luận

Nghiên cứu tổng quan về đặc tính kỹ thuật và công nghệ sản xuất nhiên liệu máy bay phản lực quân sự

Đặc tính nhiên liệu máy bay phản lực quân sự

Các tính chất sử dụng chủ yếu của nhiên liệu phản lực, gồm:

(i) Tính lưu chuyển (tính chảy): Khi nhiệt độ nhiên liệu hạ thấp, tính lưu chuyển có thể bị mất, làm tăng độ nhớt hoặc tách pha rắn (tinh thể nước hoặc paraffin), dẫn đến ngừng lưu chuyển qua bầu lọc và gây mất an toàn vận hành. Do trần bay thực tế của máy bay phản lực quân sự lớn hơn nhiều so với máy bay dân dụng nên nhiên liệu Jet A-1K có yêu cầu nhiệt độ bắt đầu kết tinh " $\leq -50^{\circ}\text{C}$ ", trong khi Jet A-1 là " $\leq -47^{\circ}\text{C}$ ".

(ii) Tính bay hơi: Tính bay hơi của nhiên liệu phản lực đặc trưng bởi thành phần cất. Nhiên liệu dùng cho máy bay phản lực quân sự có điểm sôi đầu và nhiệt độ cất 10% thể tích thấp hơn so với nhiên liệu phản lực thông dụng, cụ thể nhiên liệu Jet A-1K quy định "Điểm sôi đầu: $\leq 155^{\circ}\text{C}$ " và "nhiệt độ cất 10 % thể tích: $\leq 170^{\circ}\text{C}$ ", Jet A-1 không quy định "Điểm sôi đầu" và "nhiệt độ cất 10% thể tích: $\leq 205^{\circ}\text{C}$ ". Điểm sôi đầu thấp giúp máy bay quân sự dễ dàng khởi động và tăng tốc, đáp ứng các yêu cầu tác chiến phức tạp.

(iii) Tính bắt cháy: Tính bắt cháy của nhiên liệu phản lực đặc trưng bằng nhiệt độ chớp cháy cốc kín. Nhiên liệu Jet A-1 yêu cầu nhiệt độ chớp cháy cốc kín cao hơn 10°C so với Jet A-1K (Jet A-1 có giới hạn dưới là 38°C , Jet A-1K là 28°C). Do ở Châu Âu quy định này được coi là an toàn hơn để vận chuyển và tiếp nhiên liệu cho máy bay. Nhưng thực tế trên thế giới chưa có vụ tai nạn nào được ghi nhận liên quan đến đặc tính kỹ thuật này của Jet A-1K.

(iv) Tính cháy: Tính chất năng lượng của nhiên liệu phản lực thể hiện qua giá trị nhiệt lượng riêng thực. TCVN/QS 1755 yêu cầu chỉ tiêu nhiệt lượng riêng thực của nhiên liệu có giá trị cao hơn so với TCVN 6426, giúp tăng hiệu suất động cơ, tăng tầm bay và thời gian hoạt động của máy bay.

(v) Xu hướng tạo cặn: Nhiên liệu phản lực tạo cặn do cháy, oxy hóa và các phản ứng hóa học khác. Sự tạo muối phụ thuộc của vào hàm lượng hydrocacbon thơm và lưu huỳnh. TCVN/QS 1755 quy định kiểm soát hàm lượng hydrocacbon thơm và hàm lượng lưu huỳnh tổng ở mức thấp hơn so với TCVN 6426.

(vi) Tính ăn mòn: Hoạt tính ăn mòn của nhiên liệu phản lực được đánh giá theo hàm lượng lưu huỳnh, axit hòa tan trong nước, kiềm, kim loại có trong chất phụ gia. Các hợp chất mercaptan và lưu huỳnh có trong nhiên

liệu với hàm lượng không lớn nhưng là chất có khả năng gây ăn mòn cao [3].

Nhìn chung, với cùng tính chất sử dụng nhưng yêu cầu kỹ thuật đối với nhiên liệu Jet A-1K khắt khe hơn so với nhiên liệu Jet A-1 để đảm bảo hiệu suất, khả năng hoạt động linh hoạt và bền bỉ của máy bay quân sự trong mọi điều kiện tác chiến [4, 5].

Đặc điểm nguồn nguyên liệu dầu thô và công nghệ sản xuất nhiên liệu máy bay phản lực quân sự

Nhiên liệu TC-1 nhập khẩu từ Liên bang Nga được sản xuất từ phân đoạn kerosene có khoảng sôi 150-250 °C từ dầu chua khai thác trong nước, chủ yếu từ vùng Siberia. Phần lớn các loại dầu khai thác tại Nga có chứa hàm lượng lưu huỳnh từ trung bình đến cao, chứa ít paraffin, chứa nhiều hơn naphthene và hợp chất thơm. Đối với tính chất nguồn nguyên liệu như vậy, phân đoạn kerosene thường được xử lý bằng công nghệ hydrotreating nhằm loại bỏ các tạp chất chứa lưu huỳnh, nitơ và oxy để đảm bảo chất lượng nhiên liệu TC-1 phù hợp theo quy định của GOST 10227 [3, 6].

Trong khi đó, NMLD Dung Quất được thiết kế để chế biến dầu thô Bạch Hổ thuộc loại ngọt, nhẹ, giàu paraffin nên phân đoạn kerosene được xử lý tại phân xưởng KTU theo công nghệ của Merichem (Mỹ). Công nghệ xử lý bao gồm các quá trình chính như sau:

Quá trình tách axit naphthenic (NAPFINING): Kerosene thu được từ phân xưởng CDU đi vào thiết bị tiếp xúc, tại đây nó gặp vật liệu sợi đã được thấm ướt bởi kiềm. Khi kerosene chảy xuống dọc theo thiết bị tiếp xúc, các axit naphthenic khuếch tán vào pha lỏng và phản ứng với NaOH để tạo thành natri naphthenate.

Quá trình oxi hóa xúc tác hợp chất mercaptan (MERICAT II): Mục đích của hệ thống là oxi hóa các hợp chất mercaptan thành dầu disulfide để tạo ra sản phẩm kerosene đạt chất lượng như thiết kế. Dưới sự tiếp xúc của các pha hydrocacbon và kiềm, mercaptan phản ứng với dung dịch kiềm tạo thành natri mercaptide (NaSR) và tách khỏi pha hydrocarbon. Oxi khuếch tán từ hydrocacbon vào pha kiềm, ở đó các phản ứng oxi hóa xảy ra. Xúc tác coban phthalocyanin dạng lỏng (ARI-100EXL) được dùng để thúc đẩy các phản ứng làm ngọt. Sản phẩm của quá trình làm ngọt là một dung dịch dầu disulfide không tan, chúng khuếch tán trở lại pha hydrocacbon. Vì thế quá trình làm ngọt sẽ giảm nồng độ của mercaptan nhưng hàm lượng lưu huỳnh tổng thì không thay đổi. Kiềm chỉ là chất trung gian để thực hiện quá trình oxi hóa mercaptan, sau đó được tái sinh hoàn toàn.

Đối với các phân tử mercaptan no hay có mạch nhánh với khối lượng phân tử cao hơn cũng phản ứng với

kiềm nhưng tốc độ chậm hơn. Trong trường hợp này phải dùng xúc tác carbon dạng lớp được tẩm xúc tác coban phthalocyanin dạng bột (ARI-120L) vì chúng đòi hỏi phải có đủ thời gian tiếp xúc cho quá trình oxi hóa. Lớp cacbon phải được duy trì trong trạng thái kiềm để cho phép các phản ứng oxi hóa xảy ra.

Dòng kerosene sau khi xử lý các hợp chất axit naphthenic và mercaptan tiếp tục được rửa bằng nước để tách loại kiềm, làm khô bằng muối và hấp phụ chọn lọc bằng đất sét Attapulgius. Loại đất sét này chuyên dùng để tách các hạt rắn, lượng ẩm, và các chất hoạt động bề mặt trong dòng kerosene, giúp đảm bảo chất lượng cuối cùng của kerosene đạt chuẩn nhiên liệu hàng không [7].

Hệ thống công nghệ hiện hữu của NMLD Dung Quất chỉ thích hợp để chế biến các loại dầu thô nhóm paraffin, có hàm lượng lưu huỳnh thấp. Trong khi nguồn nguyên liệu phù hợp để sản xuất Jet A-1K cần có thêm thành phần naphthene và hợp chất thơm để điều chỉnh chỉ tiêu nhiệt độ kết tinh và độ nhớt của nhiên liệu. Tuy nhiên, các nhóm dầu này thường chứa hàm lượng lưu huỳnh cao hơn giới hạn chế biến của Nhà máy (tối đa 0,14% khối lượng) nên cần giới hạn tỷ lệ phối trộn ở mức thấp nhằm tránh gây ảnh hưởng đến hệ thống thiết bị và an toàn vận hành [8].

Nghiên cứu lựa chọn nguồn dầu thô

NMLD Dung Quất đi vào vận hành từ năm 2009, được thiết kế để chế biến 100% dầu thô Bạch Hổ hoặc hỗn hợp 85% dầu thô Bạch Hổ và 15% dầu chua Dubai. Do sản lượng dầu mỏ Bạch Hổ đang suy giảm nhanh chóng, Công ty cổ phần Lọc hóa dầu Bình Sơn (BSR) – đơn vị chủ quản của NMLD Dung Quất đã chủ động nghiên cứu, tìm kiếm các loại dầu thô thay thế có nguồn gốc trong nước lẫn nhập khẩu, có tính chất phù hợp với cấu hình công nghệ Nhà máy để đảm bảo công suất chế biến tối ưu. Tại thời điểm hiện tại, BSR đã đánh giá được 92 loại dầu thô tiềm năng và chế biến thành công 11 loại dầu thô trong nước, 22 loại dầu thô nhập khẩu với tỉ lệ cao nhất đạt 60% thể tích để thay thế dầu thô Bạch Hổ. Để nghiên cứu sản xuất nhiên liệu Jet A-1K, BSR đã lựa chọn các loại dầu thô thường xuyên được chế biến tại Nhà máy. Tính chất nhóm dầu thô nghiên cứu được trình bày trong Bảng 1 [9-17].

Như vậy, việc nghiên cứu tối ưu hóa thành phần dầu thô chế biến, trong đó ưu tiên các loại dầu thô khai thác trong nước để tự chủ nguồn cung nguyên liệu, là một trong những giải pháp quan trọng để sản xuất nhiên liệu Jet A-1K đáp ứng các quy định nghiêm ngặt của Tiêu chuẩn TCVN/QS 1755.

Bảng 1: Tính chất các loại dầu thô nghiên cứu

TT	Chỉ tiêu chất lượng	Dầu thô trong nước						Dầu thô nhập khẩu		
		Bạch HỔ	Heavy Bạch HỔ	STD	Rạng Đông	TGT	Hải Thạch	Rabi Light	Azeri Light	WTI
1	Khối lượng riêng ở 15°C (kg/l)	8,247	8,452	7,967	8,225	7,967	8,248	8,406	8,305	8,159
3	Nhiệt độ đông đặc (°C)	36	33	27	24	24	18	27	-33	-21
4	Độ nhớt động học ở 50°C (cSt)	5,356	8,801	2,161	4,179	3,994	1,484	7,96	2,627	3,179
5	Hàm lượng lưu huỳnh tổng (% khối lượng)	0,041	0,0824	0,026	0,046	0,047	0,0363	0,116	0,15	0,071
6	Trị số axit (mg KOH/g)	0,037	0,043	0,017	0,058	0,117	0,052	0,054	0,496	0,017

Nghiên cứu mô phỏng phân xưởng CDU

Về yêu cầu kỹ thuật, 2 loại nhiên liệu Jet A-1K và Jet A-1 khác nhau ở nhiều chỉ tiêu nhưng theo thực tế nghiên cứu, đánh giá chất lượng các mẫu sản phẩm tại BSR thì Jet A-1 đạt hầu hết các chỉ tiêu chất lượng của Jet A-1K, trừ các chỉ tiêu nhiệt độ sôi đầu và độ nhớt động học ở 20°C (Bảng 2).

Bảng 2: So sánh các chỉ tiêu chất lượng cơ bản giữa Jet A-1 và Jet A-1K

TT	Chỉ tiêu chất lượng	Yêu cầu kỹ thuật		Giá trị tiêu biểu của Jet A-1
		TCVN 6426 Jet A-1	TCVN/QS 1755 Jet A-1K	
1	Nhiệt độ sôi đầu, °C	-	≤ 155	150-165
2	Điểm chớp cháy cốc kín, °C	≥ 38	≥ 28	>38
3	Độ nhớt động học ở 20°C, cSt	-	≥ 1,25	1,22-1,32
4	Nhiệt độ bắt đầu kết tinh, °C	≤ -47	≤ -50	-53-(-60)

Khi nhiệt độ sôi đầu giảm có thể dẫn đến giảm độ nhớt động học và điểm chớp cháy cốc kín do thành phần các cấu tử nhẹ trong phân đoạn kerosene tăng lên. Nhằm đảm bảo đạt đồng thời các chỉ tiêu trên cần mở rộng khoảng sôi của phân đoạn kerosene bằng

cách giảm điểm cắt phân đoạn naphtha/kerosene và tăng điểm cắt phân đoạn kerosene/LGO. Điều này sẽ dẫn đến tăng công suất của phân xưởng KTU cao hơn công suất tối đa hiện có là 130%. Vì vậy, nhóm tác giả đã thực hiện mô phỏng tăng công suất KTU lên 140% trên phần mềm Petrosim để thu thập các dữ liệu cần thiết cho việc tiến hành thử nghiệm trên thực tế.

Theo các số liệu trong Bảng 3, khi giữ nguyên công suất CDU ở 108% và tăng công suất KTU từ 130% lên đến 140% thì các chỉ tiêu chất lượng của kerosene đều đạt yêu cầu, nhưng cần phải có phương án công nghệ để xử lý sản lượng kerosene dư thừa khoảng 6 m³/h.

Kết quả sản xuất thử nghiệm nhiên liệu Jet A-1K

Bên cạnh việc điều chỉnh các thông số vận hành của phân xưởng CDU, đã lựa chọn một số loại dầu thô chế biến thường xuyên của Nhà máy để chế biến thử nghiệm. BSR đã phối trộn các loại dầu thô trong nước như Bạch Hổ, Heavy Bạch Hổ, Sư Tử Đen, Tê Giác Trắng, Hải Thạch với các loại dầu nhập khẩu như Azeri Light, Rabi Light, WTI theo các tỷ lệ khác nhau. Trong các loại dầu thô nghiên cứu, có 2 loại dầu thô ngoại nhập có hàm lượng lưu huỳnh tổng cao hơn nhiều so với dầu thô trong nước là dầu Azeri Light và dầu Rabi Light, lần lượt là 0,15% và 0,116% khối lượng. Trong đó, dầu Azeri Light thuộc nhóm dầu trung gian paraffinic-naphthenic, có điểm đông đặc thấp, thích hợp để điều chỉnh hạ nhiệt độ kết tinh của nhiên liệu. Để kiểm soát hàm lượng lưu huỳnh của nguyên liệu đầu vào, các nhóm dầu chứa hàm lượng lưu huỳnh cao được BSR hạn chế theo tỷ lệ dưới 20%. Bảng 4 và 5 thể hiện thành phần hỗn hợp dầu thô chế biến và chất lượng Jet A-1K thu được trong giai đoạn sản xuất thử nghiệm Jet A-1K.

Bảng 3: Kết quả mô phỏng tăng công suất KTU trên phần mềm Petrosim

TT	Nội dung	Ngưỡng thấp	Ngưỡng cao	Trường hợp 1	Trường hợp 2
1	Công suất CDU, %			108	108
2	Công suất KTU, %			130	140
3	Sản lượng sản phẩm				
3.1	LPG, m ³ /h			9,546	9,547
3.2	FRN, m ³ /h			209,79	209,792
3.3	LN, m ³ /h			56,332	56,334
3.4	HVN, m ³ /h			153,742	153,741
3.5	Kerosen, m ³ /h			86,322	92,665
3.6	LGO, m ³ /h			181,408	175,064
3.7	HGO, m ³ /h			108,705	108,705
3.8	Cặn chưng cất, m ³ /h			461,232	461,232
4	Chất lượng kerosen				
4.1	Khối lượng riêng ở 15°C, kg/m ³	775	840	773,6	775,4
4.2	Hàm lượng lưu huỳnh tổng, %kl		0,25	0,0038	0,0041
4.3	Hàm lượng lưu huỳnh mercaptan, %kl		0,003	0,0003	0,0003
4.4	Chiều cao ngọn lửa không khói, mm	25		25,4	25,2
4.5	Điểm chớp cháy, °C	28	28	35,7	36,2
4.6	Nhiệt độ bắt đầu kết tinh, °C		-50	-51,3	-50
4.7	Độ nhớt động học ở 20°C, cSt	1,25		1,51	1,56
4.8	Thành phần cất				
4.8.1	Nhiệt độ sôi đầu, °C		155	144,9	145,5
4.8.2	Nhiệt độ cất 5%, °C		-	155,3	156,0
4.8.3	Nhiệt độ cất 10%, °C		170	159,4	160,0
4.8.4	Nhiệt độ cất 50%, °C		195	170,1	171,4
4.8.5	Nhiệt độ cất 90%, °C		230	204,7	208,1
4.8.6	Nhiệt độ cất 95%, °C		-	216,0	219,8
4.8.7	Nhiệt độ sôi cuối, °C		-	241,6	245,0

Bảng 4: Thành phần hỗn hợp dầu thô chế biến trong giai đoạn sản xuất thử nghiệm Jet A-1K

Thời gian	Tên dầu thô									Tổng
	Bạch Hổ	Heavy Bạch Hổ	Rabi Light	TGT	AZL	Rạng Đông	Hải Thạch	STD	WTI	
10/8/2022	8%	18%	5%	38%	10%	1%	16%	3%	0%	100%
11/8/2022	29%	3%	15%	27%	3%	3%	13%	5%	0%	100%
12/8/2022	45%	9%	10%	4%	4%	5%	16%	6%	0%	100%
13/8/2022	26%	23%	11%	3%	4%	3%	14%	17%	0%	100%
14/8/2022	23%	25%	11%	3%	2%	3%	5%	27%	1%	100%
15/8/2022	22%	24%	11%	5%	1%	2%	0%	26%	7%	100%

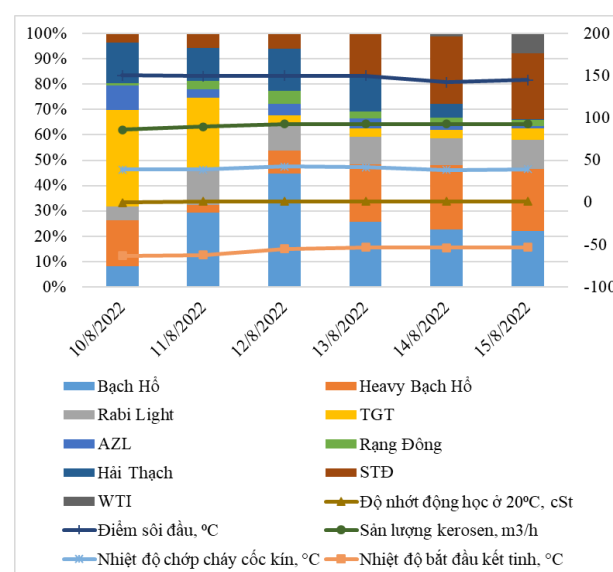
Bảng 5: Kết quả phân tích chỉ tiêu chất lượng của Jet A-1K trong quá trình sản xuất thử nghiệm

TT	Chỉ tiêu	TCVN/QS 1755 Jet A-1K	10/8/22	11/8/22	12/8/22	13/8/22	14/8/22	15/8/22
1	Công suất KTU, %		130	135	140	140	140	140
2	Sản lượng kerosene, m ³ /h		86,3	89,6	92,9	92,9	92,9	92,9
3	Thành phần cất							
	Nhiệt độ sôi đầu, °C	≤ 155	150,4	149,7	149,8	150,2	142,4	144,8
	Nhiệt độ cất 10%, °C	≤ 170	161,8	161,1	168,8	167,9	164,9	165,8
	Nhiệt độ cất 50%, °C	≤ 195	174,4	173,2	184,7	186,1	185,2	184,7
	Nhiệt độ cất 90%, °C	≤ 230	193	192,1	207,7	210,3	209,1	208,2
	Nhiệt độ cất 98%, °C	≤ 250	207	205,8	220,5	223,3	223,1	221,2
	Cặn chưng cất, % thể tích	≤ 1,5	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1
	Hao hụt, % thể tích	≤ 1,5	0,7	0,9	0,9	0,8	0,6	0,8
4	Độ nhớt động học ở 20°C, cSt	≥ 1,25	-	1,254	1,436	1,425	1,394	1,407
5	Chiều cao ngọn lửa không khói, mm	≥ 25	25,1	27,1	25,8	25,7	27,8	29,6
6	Khối lượng riêng ở 15°C, kg/m ³	775,0 ÷ 840,0	786,6	781,9	788,9	790,3	785,5	783,1
7	Trị số axit, mg KOH/100 ml	≤ 0,7	0,001	0,001	0,001	-	-	0,001
8	Hàm lượng lưu huỳnh tổng, % kl	≤ 0,25	0,0046	0,0071	0,0063	-	-	0,0068
9	Nhiệt độ bắt đầu kết tinh, °C	≤ -47	-62,9	-62,4	-55	-53,3	-53,7	-53,1
10	Nhiệt độ chớp cháy cốc kín, °C	≥ 38,0	39	39	42,5	41,5	38,5	39,5

Theo biểu đồ Hình 1 có thể thấy khi nâng sản lượng kerosene tương đương 140% công suất KTU (khoảng 92,9 m³/h), chỉ tiêu độ nhớt động học được cải thiện, tăng từ 1,25 đến 1,44 cSt; tuy nhiên chỉ tiêu nhiệt độ bắt đầu kết tinh có xu hướng tăng cao hơn, từ -62 tăng lên -53°C. Nguyên nhân do tăng điểm cất kerosene/LGO dẫn đến các cấu tử có khối lượng phân tử nặng hơn nhiễm lẫn vào phân đoạn kerosene, vừa giúp tăng độ nhớt vừa gây tăng nhiệt độ bắt đầu kết tinh. Đối với trường hợp sản lượng kerosene đạt mức 92,9 m³/h, tính chất của sản phẩm có sự thay đổi phụ thuộc vào nguồn nguyên liệu. Ngày 12-13/8, dầu Bạch Hổ và Heavy Bạch Hổ chiếm phần lớn thành phần hỗn hợp chế biến. Hai loại dầu này có độ nhớt cao lần lượt là 5,356 cSt và 8,801 cSt (ở 50°C), tỷ lệ naphtha của dầu thô ở mức trung bình-thấp lần lượt là 17% và 15% thể tích.

Ngày 14-15/8, có sự thay đổi về thành phần dầu thô chế biến, hàm lượng dầu Sứ Tử Đen trong hỗn hợp nguyên liệu tăng lên đáng kể, khoảng 10%. Dầu Sứ Tử Đen thuộc loại dầu nhẹ, có khối lượng riêng và độ nhớt thấp hơn dầu Bạch Hổ, trong khi tỷ lệ naphtha trong dầu thô ở mức cao (chiếm 32% thể tích). Khi giảm điểm cất naphtha/kerosene, do thành phần nhẹ trong dầu thô chế biến ngày 14-15/8 chiếm tỷ lệ cao

hơn so với 2 ngày trước đó, nên nhiễm lẫn vào phân đoạn kerosene với tỷ lệ lớn hơn. Vì vậy, phân đoạn kerosene thu được ngày 14-15/8 có khối lượng riêng, điểm sôi đầu, điểm chớp cháy và độ nhớt thấp hơn so với mẫu kerosene ngày 12-13/8.



Hình 1: Sự thay đổi của các chỉ tiêu chất lượng của Jet A-1K theo tính chất dầu thô và công suất phân xưởng KTU trong giai đoạn sản xuất thử nghiệm

<https://doi.org/10.62239/jca.2025.030>

Nghiên cứu đánh giá nguồn nguyên liệu dầu thô cho sản xuất nhiên liệu Jet A-1K đã chỉ ra rằng chất lượng dầu thô có ảnh hưởng nhất định đến các thông số kỹ thuật của nhiên liệu máy bay quân sự. Mặc dù nguồn nguyên liệu dầu thô chế biến của BSR khác với nguồn dầu thô dùng để sản xuất nhiên liệu TC-1 (tương đương Jet A-1K), nhưng BSR đã nghiên cứu tối ưu hóa thành phần dầu thô chế biến kết hợp với các phương pháp điều chỉnh chế độ vận hành phân xưởng CDU để sản xuất nhiên liệu Jet A-1K đáp ứng các quy định nghiêm ngặt theo TCVN/QS 1755.

Kết luận

BSR đã tối ưu hóa thành phần dầu thô chế biến, trong đó ưu tiên các loại dầu thô khai thác trong nước để tự chủ và chủ động nguồn cung nguyên liệu sản xuất Jet A-1K. Ngoài ra, khi áp dụng giải pháp điều chỉnh các điểm cắt phân đoạn naphtha/kerosene và kerosene/LGO, BSR có thể linh hoạt điều chỉnh tính chất hóa lý của sản phẩm như điểm sôi đầu, nhiệt độ chớp cháy, độ nhớt, nhiệt độ bắt đầu kết tinh trong trường hợp thành phần dầu thô thay đổi. Đây là những giải pháp quan trọng để sản xuất nhiên liệu Jet A-1K đáp ứng các quy định nghiêm ngặt của Tiêu chuẩn TCVN/QS 1755. Việc lựa chọn nguồn nguyên liệu dầu thô tối ưu, đặc biệt ưu tiên chế biến các loại dầu thô được khai thác trong nước, không chỉ nâng cao chất lượng nhiên liệu mà còn giúp Việt Nam tăng cường khả năng tự chủ trong sản xuất nhiên liệu hàng không cho quốc phòng, góp phần bảo đảm an ninh năng lượng quốc gia.

Tài liệu tham khảo

1. PetroVietnam, "Biên bản ghi nhớ giữa PVN và Bộ Quốc phòng về sản xuất nhiên liệu đặc chủng do HĐTV PVN thông qua tại Nghị quyết số 3975/NQ-DKVN ngày 22/7/2019," 2019.
2. PetroVietnam, "Công văn số 32/DKVN-K&CBĐK gửi BSR ngày 02/1/2019 về việc Sản xuất nhiên liệu Jet A-1K và Diesel L-62 cung cấp cho Quân đội," 2019.
3. Glagoleva O.F. and Kapustin V.M., "Chapter 1. Primary oil refining," in *Oil refining technology*, Moscow, KolosS, 2012, 456.
4. Bộ Quốc phòng, "Thông tư số 128/2014/TT-BQP ngày 23/9/2014 ban hành tiêu chuẩn TCVN/QS 1755:2014, Nhiên liệu diesel JET A-1K – Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử," 2014.
5. Bộ Khoa học và Công nghệ, "Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6426:2020, Nhiên liệu phản lực tuốc bin hàng không Jet A-1 - Quy định kỹ thuật," 2020.
6. Kapustin V.M. and Gureev A.A., "Chapter 2. Physical and Chemical Processes," in *Oil Refining Technology*, Moscow, Khimia, 2015, 400.
7. PetroVietnam, "Operating Manual KTU 8474L-014-ML-001-1," 2008.
8. BSR, "Quy định kỹ thuật các dòng công nghệ cụm phân xưởng CDU-KTU," 2024.
9. BSR, "Crude oil assays report - Bach Ho crude oil," 2013.
10. BSR, "Crude oil assays report - Heavy Bach Ho crude oil," 2018.
11. BSR, "Crude oil assays report - Su Tu Den crude oil," 2021.
12. BSR, "Crude oil assays report - Rang Dong crude oil," 2018.
13. BSR, "Crude oil assays report - Te Giac Trang crude oil," 2016.
14. BSR, "Crude oil assays report - Hai Thach crude oil," 2018.
15. BSR, "Crude oil assays report - Rabi light crude oil," 2022.
16. BSR, "Crude oil assays report - Azeri Light crude oil," 2016.
17. BSR, "Crude oil assays report - WTI crude oil," 2020.