

ĐÁNH GIÁ TÍNH PHÙ HỢP CỦA NHIÊN LIỆU DIESEL DO NHÀ MÁY LỘC DẦU DUNG QUẤT SẢN XUẤT VỚI TIÊU CHUẨN FOCT 305 VÀ KHẢ NĂNG ĐIỀU CHỈNH CHẤT LƯỢNG ĐỂ SỬ DỤNG TRÊN TRANG BỊ KỸ THUẬT QUÂN SỰ

PHẠM DUY NAM ⁽¹⁾, SHARIN E. A. ⁽²⁾

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhiên liệu diesel có một vai trò rất quan trọng với quân đội và với nền kinh tế của bất kỳ quốc gia nào. Do vậy việc chủ động nguồn cung các loại nguyên liệu này có ý nghĩa lớn về an ninh, quốc phòng. Nước ta đã đưa vào khai thác vận hành thương mại nhà Nhà máy Lộc dầu Dung Quất (Công ty Lộc hóa dầu Bình Sơn - BSR) từ năm 2010. Sản phẩm chính của nhà máy là xăng ô tô, nhiên liệu phản lực, nhiên liệu diesel, dầu FO và một số sản phẩm khác. Sản phẩm nhiên liệu diesel của nhà máy đạt theo tiêu chuẩn TCVN 5689:2005.

Quân đội ta có trong trang bị nhiều loại động cơ sử dụng nhiên liệu diesel do Liên bang Nga (Liên Xô) sản xuất. Trong số đó có nhiều động cơ turbin tàu thủy sử dụng loại nhiên liệu DO có điểm chớp cháy cốc kín cao hơn so với loại dùng cho các trang bị kỹ thuật mặt đất. Các động cơ của Liên bang Nga được thiết kế và chỉ định sử dụng các nhiên liệu diesel theo tiêu chuẩn FOCT 305, và tiêu chuẩn này không hoàn toàn tương thích với TCVN 5689:2005. Do đó chúng ta vẫn phải nhập khẩu một lượng nhiên liệu diesel nhất định để dùng cho mục đích quân sự.

Việc xem xét đánh giá sự phù hợp của các tiêu chuẩn về diesel của Việt nam và thế giới, từ đó đề ra các biện pháp điều chỉnh chất lượng diesel do Nhà máy Lộc dầu (NMLD) Dung Quất sản xuất, nhằm nâng cao chất lượng diesel hiện có, đồng thời đáp ứng nhu cầu sử dụng của quân đội là việc làm rất có ý nghĩa khoa học và thời sự.

II. THỰC NGHIỆM

2.1. Các mẫu nghiên cứu

- Mẫu dầu thô (Dầu Bạch Hổ), 100 lít, lấy mẫu từ bể 011-SC-3B-002;
- Mẫu nhiên liệu diesel DO 0,05S do NMLD Dung Quất sản xuất theo TCVN 5689:2005, 100 lít từ bể chứa TK-5207A;
- Các mẫu cấu tử dùng để pha chế dầu DO thành phẩm:
 - + Mẫu gasolin nhẹ (LGO), 100 lít, lấy từ bể TK-5115;
 - + Mẫu gasolin nặng (HGO), 100 lít, lấy mẫu từ bể TK-5109;
 - + Phân đoạn kerosin (Kerosine), 100 lít, lấy mẫu từ bể TK-5114;
 - + Mẫu gasolin cracking xúc tác (HDT LGO), 100 lít, lấy mẫu từ bể TK-5110B.

Các mẫu trên được lấy ngày 11/11/2012 tại NMLD Dung Quất/ Bình Sơn/ Quảng Ngãi.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phân tích các chỉ tiêu chất lượng theo tiêu chuẩn ASTM và FOCT tương ứng như quy định trong các tiêu chuẩn về dầu DO.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đánh giá tính phù hợp của chất lượng dầu DO do NMLD Dung Quất sản xuất theo TCVN 5689:2005 với các tiêu chuẩn quốc tế và FOCT 305

Các tiêu chuẩn chất lượng của nhiên liệu diesel (theo TCVN 5689 - Việt Nam, ASTM D975 - Mỹ, EN 590 - Liên minh Châu Âu và FOCT 305 - Liên bang Nga) và kết quả phân tích chất lượng của mẫu DO 0,05S do NMLD Dung Quất sản xuất được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Chỉ tiêu chất lượng nhiên liệu diesel theo tiêu chuẩn Việt Nam, tiêu chuẩn quốc tế và kết quả phân tích chất lượng mẫu DO của NMLD Dung Quất

TT	Chỉ tiêu	Mức quy định					Mẫu DO-0,05S
		TCVN 5689	ASTM D 975	EN 590	ГОСТ 305		
					ЛІ-0,05-40	ЛІ-0,2-62	
1	Trị số xe tan	-	≥ 49	≥ 51	≥ 45	≥ 45	57
2	Chỉ số xe tan	≥ 46	≥ 46	≥ 46	-	-	54
3	Hàm lượng hidrocarbon thơm đa vòng, % kl.	-	≤ 11,0	≤ 8,0	-	-	3,26
4	Độ nhớt động học, mm ² /s						
	- ở 20°C	-	-	-	3,0 - 6,0	3,0-6,0	3,715
	- ở 40°C	2,0 - 4,5	1,9 - 4,1	2,0 - 4,5	-	-	2,453
5	Thành phần cất:						
	- nhiệt độ cất 50%, °C	-	-	-	≤ 280	≤ 280	255
	- nhiệt độ cất 90%, °C	≤ 360	282 - 338	-	-	-	349,0
	- nhiệt độ cất 95%, °C	-	-	≤360	≤ 360	≤ 360	360
	- cất đến 250°C, % V	-	-	< 65	-	-	48
	- cất đến 350°C, % V	-		> 85	-	-	91
6	Điểm đục, °C	≤ 6	theo vùng khí hậu	-	≤ -5	≤ -5	6
7	Nhiệt độ giới hạn lọc, °C	-	theo vùng khí hậu	≤- 5	≤ - 5	≤ -5	4
8	Điểm đông, °C	-	theo vùng khí hậu	-	≤ -10	≤ -10	1
9	Chớp lửa cốc kín, °C	≥ 55	≥ 52	≥ 55	≥ 40	≥ 62	59
10	Hàm lượng lưu huỳnh, %	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,035	≤ 0,05	≤ 0,2	0,017
11	Độ tro, %	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	0,0015
12	Cặn cacbon của cặn cất 10%, %	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,2	≤ 0,2	0,20

13	Tạp chất cơ học - mg/dm ³ (ASTM) - mg/kg (ASTM) - % (ГОСТ)	≤ 10 - -	- ≤ 24 -	- ≤ 24 -	- - ≤ 0,005	- - -	1,02 1,24 không có
14	Hàm lượng nước - mg/kg (ASTM D203) - Theo ГОСТ 2477	≤ 200 -	≤ 500 -	≤ 200 -	- không có	- không có	64,3 không có
15	Tỷ trọng, kg/m ³ - ở 20°C - ở 15°C	- 820-860	- 800-845	- 820- 845	≤ 860 -	≤ 860 -	823,9 821,0
16	Khả năng bôi trơn: đường kính vết mòn ở 60 °C, μm	≤ 460	≤ 460	≤ 460	≤ 460	-	380
17	Độ axit (trị số axit), - mg KOH/100 cm ³ - mg KOH/g	- -	- ≤ 0,35	- -	≤ 5,0 -	≤ 5,0 -	3,08 0,04
18	Ăn mòn tấm đồng - Theo ASTM D130 - Theo ГОСТ 6321	mức 1 -	mức 1 -	mức 1 -	mức 1 -	- hợp cách	1b hợp cách
19	Độ bền oxi hóa: tổng lượng cặn, g/m ³	-	-	≤ 25	-	-	2,8
20	Hàm lượng lưu huỳnh mercaptan, %	-	-	-	≤ 0,01	≤ 0,01	0,0003
21	Nhựa thực tế, mg/100cm ³	-	-	-	≤ 40	≤ 40	8,5
22	Hệ số lọc	-	-	-	≤ 3,0	≤ 3,0	1,19
23	Trị số iôt, g iôt/100 g	-	-	-	≤ 6,0	≤ 6,0	0,45
24	Hàm lượng H ₂ S	-	-	-	không có	không có	không có
25	Axit và kiềm tan trong nước					không có	

Theo các số liệu trình bày trong bảng trên, một số chỉ tiêu chất lượng theo TCVN 5689:2005 cho nhiên liệu diesel DO 0,05S là chưa phù hợp với ASTM D975, EN 590 và ГОСТ 305 (mác ЛІ-0,05-40) ở các chỉ tiêu: Thành phần cất và các tính chất nhiệt độ thấp (điểm đục, điểm đông đặc). Đối với nhiên liệu DO mác ЛІ-0,2-62 còn thêm chỉ tiêu nhiệt độ chớp lửa cốc kín chưa phù hợp, đây là mác nhiên liệu dùng cho động cơ tuốc bin tàu thủy. Ngoài ra, TCVN 5689:2005 cũng chưa chú ý đến việc kiểm tra nhiên liệu DO 0,05S theo những chỉ tiêu chất lượng quan trọng như: Trị số xetan, hàm lượng nhựa thực tế, nhiệt độ giới hạn lọc, hàm lượng hidrocarbon thơm đa vòng và hàm lượng lưu huỳnh mercaptan.

Kết quả phân tích nhiên liệu diesel DO 0,05S do NMLD Dung Quất sản xuất là hoàn toàn phù hợp với TCVN 5689, nhưng chưa đáp ứng được các tiêu chuẩn ASTM D 975, EN 590 và cả ГОСТ 305 về các chỉ tiêu “Thành phần cất”, “Điểm đục”, “Nhiệt độ giới hạn lọc” và “Điểm đông đặc”.

Việc sử dụng nhiên liệu diesel không phù hợp với các chỉ tiêu chất lượng không chỉ của tiêu chuẩn ГОСТ mà cả các tiêu chuẩn quốc tế khác, cho các loại động cơ diesel, trong đó có các trang bị kỹ thuật quân sự do Liên bang Nga sản xuất sẽ làm giảm độ tin cậy trong khai thác và vận hành chúng.

3.2. Đề xuất giải pháp thay đổi thành phần pha chế nhằm thu được nhiên liệu diesel có chất lượng phù hợp với mức JI-0,05-40, và JI-0,2-62 (ГОСТ 305)

3.2.1. Phân tích đánh giá chỉ tiêu kỹ thuật của các cấu tử thành phần

Nhiên liệu diesel DO 0,05S do NMLD Dung Quất sản xuất được pha trộn từ 4 cấu tử gồm: Phân đoạn kesosin, phân đoạn LGO (light gas oil), phân đoạn HGO (heavy gas oil) và cấu tử gasolin cracking xúc tác HDT-LCO (hydroterated light cycle oil). Các tính chất chính của 4 mẫu cấu tử trên được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả hóa nghiệm các cấu tử pha chế DO 0,05 S của NMLD Dung Quất

Chỉ tiêu	Kết quả			
	Kesosin	LGO	HGO	HDT LCO
1. Trị số xe tan	37,0	54,0	59,2	41,0
2. Chỉ số xe tan	-	53,5	-	43,0
3. Hàm lượng tổng hidrocarbon thơm đa vòng, %	0,0	0,8	7,7	6,1
4. Thành phần cất:				
- nhiệt độ cất 50%, °C	166	245	324	260
- nhiệt độ cất 90%, °C	180	286	356	336
- nhiệt độ cất 95%, °C	185	296	-	350
- cất đến 250°C, % thể tích	96,2	57,0	1,0	44,0
- cất đến 350°C, % thể tích	96,2	96,0	85,0	95,0
5. Độ nhớt động học, mm ² /c				
- ở 20°C	1,223	3,143	10,950	3,814
- ở 40°C	0,925	2,121	6,002	2,473
6. Nhiệt độ chớp lửa cốc kín, °C	39	62	115	82
7. Điểm đục, °C	< -60	-16	20	4
8. Điểm đông đặc, °C	< -60	-23	8	-9
9. Nhiệt độ giới hạn lọc, °C	< -60	-19	12	- 2
10. Tỷ trọng, kg/m ³				
- ở 20°C	780	814	841	856
- ở 15°C	784,4	818,6	845,1	860,2
11. Khả năng bôi trơn: đường kính vết mòn ở 60°C, µm	797	397	347	572
12. Nhựa thực tế, mg/100 cm ³	0,5	3,6	14,2	3,0

Kết quả hoá nghiệm các cấu tử thành phần của nhiên liệu diesel DO 0,05S do BSR sản xuất cho thấy cấu tử HGO làm xấu đi các tính chất nhiệt độ thấp và là nguyên nhân chính làm cho sản phẩm không đạt theo FOCT và các tiêu chuẩn quốc tế khác về các tính chất ở nhiệt độ thấp. Ngoài ra cấu tử kesosine khi được sử dụng với hàm lượng lớn hơn sẽ làm giảm tỷ trọng, tính bôi trơn và nhiệt độ chớp lửa cốc kín của nhiên liệu DO.

3.2.2. Đề xuất các đơn pha chế mới và đánh giá sự phù hợp về chất lượng với tiêu chuẩn FOCT 305

Dựa trên các tính toán và thử nghiệm, một số đơn pha chế đã được đề xuất nhằm tạo ra hai mức nhiên liệu thỏa mãn các tiêu chuẩn quy định đối với mức JI-0,05-40 và JI-0,2-62. Các đơn như vậy được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Công thức pha chế mẫu DO của BSR và các mẫu thí nghiệm

STT	Tên thành phần	Công thức DO của NMLD Dung Quất	Thay thế mức JI-0,05-40, % kl		Thay thế mức JI-0,2-62, % kl	
			Đơn 1	Đơn 2	Đơn 3	LGO
1	Kesosine	10-14	14	14	5	0
2	LGO	40-50	58	50	70	100
3	HGO	15-20	8	-	20	0
4	HGO có điều chỉnh*	0	0	16	0	0
5	HDT LCO	20-30	20	20	5	0

Chú thích: HGO có điều chỉnh là HGO có nhiệt độ sôi cuối không cao hơn 330°C, điều chế trong PTN bằng chưng cất dầu nguyên liệu.

Để đạt được chất lượng của mức dầu JI-0,05-40, cần cải thiện các tính chất nhiệt độ thấp bằng cách tăng hàm lượng LGO, giảm hàm lượng HGO (Đơn 1); hoặc bằng cách hiệu chỉnh chất lượng cấu tử HGO sao cho nó có nhiệt độ sôi cuối $\leq 330^{\circ}\text{C}$.

Để đạt được chất lượng của mức dầu JI-0,05-40 cần phải thiết kế đơn pha chế sao cho mẫu có nhiệt độ chớp lửa tăng lên đồng thời cải thiện được tính chất nhiệt độ thấp. Giải pháp là giảm hàm lượng kesosin và HDT-LCO xuống 5% và bù vào đó là cấu tử LGO được dùng với hàm lượng 70%; Mẫu 100% LGO cũng được phân tích đầy đủ để đánh giá sự phù hợp với tiêu chuẩn FOCT 305.

Kết quả phân tích các chỉ tiêu của Đơn 1, Đơn 2 và Đơn 3 cùng với mẫu LGO theo FOCT 305 được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4. Kết quả hóa nghiệm các mẫu DO pha chế thử nghiệm và cấu tử LGO

TT	Chỉ tiêu	Kết quả phân tích		ГОСТ305 Л-0,05-40	Kết quả phân tích		ГОСТ305 Л-0,2-62
		Đơn 1	Đơn 2		Đơn 3	LGO	
1	Trị số xe tan	54,0	54,0	≥ 45	54,0	54,0	≥ 45
2	Chỉ số xe tan	52,0	52,0	-		53,5	-
3	Hàm lượng hidrocarbon thơm đa vòng, % kl.	1,94	2,12	-		0,8	-
4	Độ nhớt động học, mm ² /s						
	- ở 20°C	3,112	3,190	3,0 - 6,0	4,305	3,143	3,0-6,0
	- ở 40°C	2,101	2,240	-	-	2,121	-
5	Thành phần cất:						
	- nhiệt độ cất 50%, °C	246,3	249,2	≤ 280	247	245	≤ 280
	- nhiệt độ cất 90%, °C	319,6	316,9	-	-	286	-
	- nhiệt độ cất 95%, °C	329,0	331,0	≤ 360	327	296	≤ 360
	- cất đến 250°C, % V	49	51	-	-	57,0	-
	- cất đến 350°C, % V	96	96	-	-	96,0	-
6	Điểm đục, °C	-5	-6	≤ -5	-5	-16	≤ -5
7	Nhiệt độ giới hạn lọc, °C	-6	-7	≤ -5	-9	-19	≤ -5
8	Điểm đông, °C	-15	-16	≤ -10	-16	-23	≤ -10
9	Chớp lửa cốc kín, °C	58	60	≥ 40	62	62	≥ 62
10	Hàm lượng S, %	0,017	0,021	$\leq 0,05$	0,018	0,008	$\leq 0,2$
11	Độ tro, %	0,0015	0,0013	$\leq 0,01$	Không có	0,0025	$\leq 0,01$
12	Cặn cacbon của cặn cất 10%, %	0,19	0,19	$\leq 0,2$	0,19	0,2	$\leq 0,2$
13	Hàm lượng tạp chất cơ học						
	- mg/dm ³ (ГОСТ 6370)	0,63	0,49	Không có	Không có	0,55	-
	- mg/kg (ASTM)	0,77	0,60	-	-	0,68	-
	- % (ASTM)	Không có	Không có	$\leq 0,005$	-	Không có	Không có
14	Hàm lượng nước						
	- mg/kg (ASTM D203)	87,6	68,2	-	-	30,1	-
	- Theo ГОСТ2477	Không có	Không có	Không có	Không có	Không có	Không có

15	Tỷ trọng, kg/m ³ - ở 20°C - ở 15°C	820 824,3	822 826,1	≤ 860 -	823 -	814 818,6	≤ 860 -
16	Khả năng bôi trơn: đường kính vết mòn ở 60 °C, μm	372	386	≤ 460		397	-
17	Độ axit (trị số axit), - mg KOH/100 cm ³ - mg KOH/g	2,59 0,032	3,27 0,040	≤ 5,0 -	2,7 -	4,62 0,057	≤ 5,0 -
18	Ăn mòn tấm đồng - Theo ASTM D130 - Theo ГОСТ 6321	mức 1b hợp cách	mức 1b hợp cách	mức 1 -		1b -	- hợp cách
19	Độ bền oxy hóa: tổng lượng cặn, g/m ³	-	-	-	-	-	-
20	Hàm lượng lưu huỳnh mercaptan, %	0,0003	0,0003	≤ 0,01	0,0003	0,0003	≤ 0,01
21	Hàm lượng nhựa thực tế, mg/100 cm ³ nhiên liệu	13,0	10,0	≤ 40	6,0	3,6	≤ 40
22	Hệ số lọc	1,22	1,96	≤ 3,0	1,14	1,05	≤ 3,0
23	Trị số iôt, g iôt/100g	0,45	0,42	≤ 6,0	0,4	0,33	≤ 6,0
24	Hàm lượng H ₂ S	Không có	Không có	Không có	Không có	Không có	Không có
25	Kiểm và axit tan trong nước	-	-		Không có	-	Không có

Kết quả nhận được cho thấy Đơn 1 và Đơn 2 cho sản phẩm dầu DO có chỉ tiêu chất lượng phù hợp với mức II-0,05-40; Đơn 3 và cầu tử LGO phù hợp với mức II-0,2-62 theo ГОСТ 305.

3.2.3. Đánh giá chuyên sâu đối với các đơn pha chế dùng thay thế mức II-0,05-40

Các đánh giá chuyên sâu đối với nhiên liệu DO cho phép hiểu kỹ hơn về tính năng làm việc của nhiên liệu cũng như độ bền trong bảo quản. Một số tính chất của các mẫu DO pha chế thử nghiệm được đánh giá và đưa ra ở bảng 5.

Bảng 5. Kết quả đánh giá chuyên sâu với sản phẩm theo Đơn 1 và Đơn 2

STT	Tên phương pháp đánh giá chất lượng và chỉ tiêu được xác định	Yêu cầu với mức Л-0,05-40	Kết quả		Phương pháp thử
			Đơn 1	Đơn 2	
1	Hàm lượng nhựa hấp phụ, mg/100 cm ³ nhiên liệu	≤ 3000	1230	1310	CTO 08151164-046-2010
2	Độ ăn mòn của nhiên liệu diesel, điểm	≤ 2	2	2	CTO 08151164-072-2011
3	Xu hướng tạo bọt: <u>ở 23,5°C:</u>				CTO 08151164-071-2011
	- chiều cao cột bọt, mm	≤ 100	10	8	
	- thời gian tiêu biến bọt, s, ở 93,5°C	≤ 30	20	20	
	<u>ở 93,5°C:</u>				
	- chiều cao cột bọt, mm	≤ 90	2	2	
	- thời gian tiêu biến bọt, s	≤ 15	2	2	
4	Độ ổn định trong bảo quản dài hạn:				CTO 08151164-047-2010
	- cặn, mg/100cm ³	≤ 5,0	0,75	0,85	
	- nhựa thực tế, mg/100cm ³	≤ 60,0	14,5	13,5	
	- độ axit, mg KOH/100cm ³	≤ 6,0	3,1	3,1	
	- mật độ quang, đơn vị	≤ 3	0,614	0,582	
5	Xu hướng tạo kết tủa trên bề mặt nóng:				CTO 08151164-014-2009
	- chỉ số bền nhiệt, đơn vị	≤ 5	3,2	2,8	
	- nhiệt độ bắt đầu tạo cặn, °C	≥ 90	98	99	
	- Vận tốc tiếp lọc, Pa/min	≤ 1500	980	840	
6	Độ bền oxi hóa nhiệt trên thiết bị ИИТОМ, vận tốc tiếp lọc, °C/h	≤ 200	20,4	24,2	CTO 08151164-004-2009

Kết quả cho thấy các mẫu DO pha chế thử nghiệm có tính tạo bọt thấp, độ ổn định trong bảo quản dài hạn cao và bền oxi hóa nhiệt tốt. Đây là các tính chất quý giá đối với nhiên liệu dùng trong quân sự do yêu cầu chúng phải có thời hạn dự trữ dài. Kết quả này cũng phù hợp với bản chất loại dầu thô đã dùng có tính parafinic cao như dầu thô Bạch Hổ.

IV. KẾT LUẬN

1. Tiêu chuẩn TCVN 5689:2005 về nhiên liệu diesel không phù hợp với các tiêu chuẩn quốc tế (ASTM D 975, EN 590, ГОСТ 305) ở các chỉ tiêu thành phần cất và các tính chất nhiệt độ thấp (điểm đục, điểm đông đặc).

2. Nhiên liệu diesel DO 0,05S theo TCVN 5689:2005 được sản xuất tại NMLD Dung Quất không phù hợp với ГОСТ 305 đối với nhãn ЛІ-0,05-40 và ЛІ-0,2-62 và do đó không thích hợp để nạp cho các trang bị kỹ thuật do Liên bang Nga (Liên Xô) sản xuất, nhất là cho các động cơ turbin tàu thủy.

3. Hiệu chỉnh thành phần pha chế nhiên liệu diesel DO 0,05S theo Đơn 1 hoặc Đơn 2 cho phép sản xuất được nhiên liệu DO phù hợp với TCVN 5689:2005, ASTM D 975, EN 590 và ГОСТ 305 (với mức ЛІ-0,05-40). Nhiên liệu nhận được thể hiện tính bền oxy hóa nhiệt và độ ổn định cao trong bảo quản dài hạn.

4. Hiệu chỉnh thành phần pha chế nhiên liệu diesel DO 0,05S theo Đơn 3 hoặc sử dụng chính cấu tử LGO cho phép nhận được nhiên liệu DO phù hợp với TCVN 5689:2005, ASTM D 975, EN 590 và ГОСТ 305 (với mức ЛІ-0,2-62).

Các giải pháp đã đề xuất là có tính khả thi trong điều kiện công nghệ của NMLD Dung Quất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ГОСТ 305-82, *Топливо дизельное. Технические условия.*
2. ASTM D975-14, *Standard Specification for Diesel Fuel Oils.*
3. EN 590:2004, *Automotive fuels. Diesel. Requirements and test methods.*

Nhận bài ngày 12 tháng 01 năm 2014

Hoàn thiện ngày 28 tháng 02 năm 2014

⁽¹⁾ *Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga*

⁽²⁾ *Viện Nghiên cứu khoa học Quốc gia về Hóa động cơ, số 25 Bộ Quốc phòng Nga*