

<http://www.ebook.edu.vn>

PGS. TS. Nguyễn Văn Nhận

NHIÊN LIỆU VÀ CHẤT BÔI TRƠN

DÙNG CHO ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG

(Bài giảng dùng cho học viên ngành Cơ khí - Đại học Thủy sản)



Tài liệu lưu hành nội bộ

Nha trang - 2004

Chương 1

TỔNG QUAN VỀ NHIÊN LIỆU DÙNG CHO ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG

1.1. PHÂN LOẠI NHIÊN LIỆU

Nhiên liệu là chất cháy được và sinh ra nhiệt khi cháy, ví dụ : than, củi, xăng, dầu, khí đốt, khí hoá lỏng, v.v.

Bảng 1-1. Phân loại tổng quát nhiên liệu

<i>Tiêu chí phân loại</i>	<i>Loại nhiên liệu</i>
Trạng thái tồn tại ở điều kiện áp suất và nhiệt độ khí quyển	<ul style="list-style-type: none">- Khí đốt : <i>khí mỏ, khí lò ga, khí thấp, khí lò cao, khí hoá lỏng, v.v.</i>- Nhiên liệu lỏng : <i>xăng, dầu hoá, gas oil, benzol, cồn, dầu solar, dầu mazout, v.v.</i>- Nhiên liệu rắn : <i>than đá, than bùn, củi, v.v.</i>
Nguyên liệu để sản xuất nhiên liệu	<ul style="list-style-type: none">- Nhiên liệu gốc dầu mỏ : <i>xăng, dầu diesel, dầu hoá, v.v.</i>- Nhiên liệu thay thế : <i>xăng tổng hợp, cồn, hydro, v.v.</i>
Mục đích sử dụng	<ul style="list-style-type: none">- Nhiên liệu dùng cho động cơ phát hoả bằng tia lửa : <i>xăng, cồn, khí đốt, v.v.</i>- Nhiên liệu diesel : <i>gas oil, mazout, khí đốt, v.v.</i>- Nhiên liệu máy bay : <i>xăng máy bay, nhiên liệu phản lực.</i>
Công nghệ sản xuất	<ul style="list-style-type: none">- <i>Xăng chưng cất trực tiếp</i>- <i>Xăng cracking</i>- <i>Xăng reforming</i>- <i>Nhiên liệu tổng hợp</i>- <i>Nhiên liệu chưng cất</i>
Theo nhiệt trị	<ul style="list-style-type: none">- Nhiên liệu có nhiệt trị cao : <i>xăng, dầu diesel, mazout, v.v.</i>- Nhiên liệu có nhiệt trị thấp : <i>khí lò ga, khí lò cao, v.v.</i>

1) Khí mỏ - còn gọi là *khí tự nhiên* (natural gas) - là hỗn hợp các loại khí được khai thác từ các mỏ khí đốt hoặc mỏ dầu trong lòng đất. Khí mỏ có thể được phân loại thành : khí đồng hành, khí không đồng hành và khí hoà tan.

Khí đồng hành - khí tự do có trong các mỏ dầu.

Khí không đồng hành - khí được khai thác từ các mỏ khí đốt trong lòng đất và không tiếp xúc với dầu thô trong mỏ dầu.

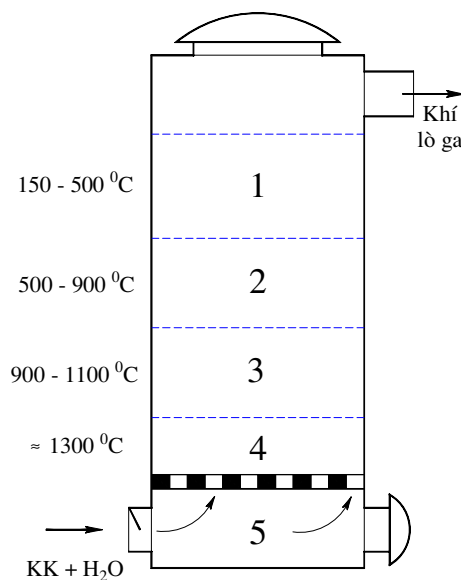
Khí hoà tan - khí hoà tan trong dầu thô được khai thác từ các mỏ dầu.

Thành phần của khí mỏ có thể rất khác nhau tùy thuộc vào vị trí địa lý mà khí mỏ được khai thác (Bảng 1-2), tuy nhiên chúng đều chứa chủ yếu là methane (CH_4), ethane (C_2H_6) và một lượng nhỏ các chất khác như dioxide carbon (CO_2), nitơ (N_2), helium (He), v.v.

Ngoài công dụng làm nhiên liệu cho *động cơ đốt trong* (ĐCĐT) nói riêng và nhiên liệu nói chung, khí mỏ còn được sử dụng làm nguyên liệu để sản xuất phân hoá học, vật liệu tổng hợp, v.v.

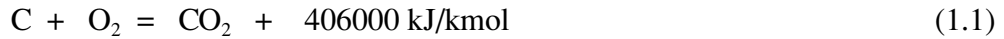
2) Khí lọc-hoá dầu - các loại khí thu được trong quá trình chế biến dầu mỏ, ví dụ : khí thu được trong các quá trình chưng cất trực tiếp, nhiệt phân, cracking, v.v.

3) Khí lò ga (*Producer gas*) - khí đốt thu được bằng cách khí hoá các loại nhiên liệu rắn như than đá, than nâu, than củi, gỗ, v.v. ở nhiệt độ cao. Toàn bộ quá trình khí hoá được tiến hành trong một loại thiết bị có tên là *lò sinh khí*. Hình 1-1 giới thiệu sơ đồ lò sinh khí và một số thông số công tác trong quá trình khí hoá than đá .

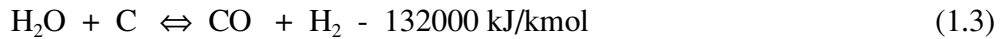
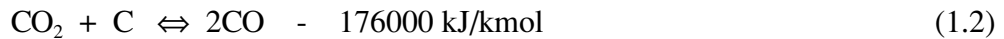


H.1-1. Sơ đồ lò sinh khí
1- Tầng sấy, 2- Tầng chưng cất, 3- Tầng tạo khí, 4- Tầng cháy, 5- Phần chứa tro.

Nguyên lý hoạt động của lò sinh khí như sau : không khí được thổi vào lò từ phía dưới ; ngay phía trên ghi lò, than đá được đốt cháy theo phản ứng toả nhiệt :



Khu vực diễn ra quá trình cháy nói trên được gọi là *tầng cháy*, khu vực phía trên tầng cháy là *tầng khử*. Tại tầng khử diễn ra 2 loại phản ứng thu nhiệt dưới đây :



Phản ứng (1.2) và (1.3) là các phản ứng 2 chiều. Tỷ số CO/CO_2 được hình thành ở phản ứng (1.2) và H_2/H_2O ở phản ứng (1.3) phụ thuộc trước hết vào nhiệt độ tại khu vực diễn ra phản ứng. Ở nhiệt độ $700^\circ C$, $CO/CO_2 \approx 1$ và $H_2/H_2O \approx 2,3$; ở nhiệt độ $1000^\circ C$, $CO/CO_2 \approx 165$ và $H_2/H_2O \approx 103$. Trong trường hợp sản xuất khí lò ga từ than đá, người ta thường thổi một lượng nhất định hơi nước vào trong lò cùng với không khí. Mục đích chính của việc sử dụng hơi nước là làm giảm nhiệt độ ở tầng cháy nhằm bảo vệ các bộ phận của lò tiếp xúc trực tiếp với than và tro có nhiệt độ cao. Nếu không có hơi nước, nhiệt độ tại khu vực ngay trên ghi lò có thể đạt tới $1700^\circ C$. Ngoài ra, hơi nước cũng có tác dụng làm tăng chất lượng của khí lò ga nhờ tăng hàm lượng H_2 từ quá trình phân huỷ H_2O .

Tùy theo chiều cao của lò, nhiệt độ tại tầng khử dao động trong khoảng $900-1100^\circ C$. Phía trên tầng khử là *tầng chung cất* có nhiệt độ được duy trì trong khoảng $500-900^\circ C$. Tại tầng chung cất, hầu hết những thành phần dễ bay hơi của nhiên liệu rắn thoát ra và được hút ra ngoài cùng với các thành phần khác của khí lò ga.

Khí lò ga là một hỗn hợp của CO , H_2 , CH_4 , CO_2 , N_2 , hơi nước, và một số loại hydrocarbon. Thành phần trung bình của khí lò ga như sau : 27 % CO , 7 % H_2 , 2 % CH_4 , 4 % CO_2 , 58 % N_2 [7].

Khí lò ga được sử dụng làm nhiên liệu cho động cơ ga, turbine khí, các ngành luyện kim, thủy tinh, đồ gốm, v.v. Nó có ưu điểm là có số octan khá cao (RON ≈ 100), nhưng có nhiệt trị thấp ($H \approx 5650 \text{ kJ/m}^3$) vì chứa nhiều N_2 .

Bảng 1-2. Thành phần hoá học của một số loại khí đốt

Loại khí đốt	Thành phần [% vol]							
	H ₂	CO	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	O ₂	CO ₂	N ₂
Khí mỏ :								
- California	-	-	68.9	-	19.3	-	11.3	0.5
- Oklahoma	-	-	83.1	-	10.5	-	0.7	5.7
- Pennsylvania	-	-	68.4	-	30.4	-	0.1	1.1
Khí lò ga :								
- Anthracite coal	20.0	25.0	-	-	-	0.5	5.0	49.5
- Bituminous coal	10.0	23.0	3.0	0.5	-	0.5	5.0	58.0
- Coke	10.0	29.0	-	-	-	0.5	4.5	56.0
Khí thấp :								
- Khí ướt	50.0	43.3	0.5	-	-	-	3.0	3.2
- Khí dầu	40.0	19.9	25.0	8.5	-	0.5	3.0	4.0
- Khí than	46.0	6.0	40.0	5.0	-	0.5	0.5	2.0
Khí sản phẩm phụ :								
- Khí lò luyện coke	50.0	6.0	36.0	4.0	-	0.5	1.5	2.0
- Khí lò luyện thép	5.2	26.8	1.6	-	-	0.2	8.2	58.0

Bảng 1-3. Một số tính chất của khí đốt [7]

Loại khí đốt	ρ [kg/m ³]	ON	H [kJ/m ³]	L ₀ [m ³ /m ³]	H _h ($\lambda=1$) [kJ/m ³]
Khí mỏ	0,695	-	34.700	9,5	3.400
Khí lò ga	1,015	-	5.650	1,2	2.600
Khí thấp	0,614	90	17.000	3,9	3.250
Khí coke	0,468	90	13.000	4,5	3.350
Carbon monoxide (CO)	1,147	100	12.100	2,4	3.500
Hydrogen (H ₂)	0,082	70	10.200	2,38	3.000
Methane (CH ₄)	0,655	110	36.000	9,5	3.400
Propane (C ₃ H ₈)	1,80	-	83.000	23,8	3.300
Butane (C ₄ H ₁₀)	2,37	-	110.000	31	3.400

Bảng 1-4. Thành phần của một số loại khí lọc-hoá dầu [1]

Thành phần [% vol]	Chưng cất trực tiếp	Nhiệt phân	Cracking xúc tác
Hydrogen (H ₂)	1	12	5 — 6
Methane (CH ₄)	14 — 16	55 — 57	10
Ethane (C ₂ H ₆)	3 — 17	5 — 7	3 — 5
Propane (C ₃ H ₈)	9 — 28	0,5	16 — 20
Butane (C ₄ H ₁₀)	14 — 34	0,2	42 — 46
Ethylene	-	16 — 18	3
Propylene	-	7 — 8	6 — 11
Buthylene	-	4 — 5	5 — 6
Hydrocarbon có C > 5	14 — 30	2 — 3	5 - 12

4) Khí thấp (*Illuminating gas*) - Khí đốt được sản xuất ở quy mô công nghiệp từ các loại nhiên liệu rắn hoặc lỏng như : than đá, than nâu, dầu, v.v. Các loại khí thấp phổ biến là khí ướt (*water gas*), khí dầu (*carbureted water gas*) và khí than (*coal gas*).

Khí ướt thu được bằng cách thổi hơi nước qua một lớp than đá hoặc coke có nhiệt độ cao. Thành phần chủ yếu của khí ướt là CO và H₂.

Khí dầu và *Khí than* thu được bằng cách nhiệt phân dầu hoặc than. Thành phần chủ yếu của chúng là H₂, CH₄, C₂H₄ và CO.

5) Khí hoá lỏng

Các loại khí đốt chưa hoá lỏng có giá thành thấp, nhưng việc vận chuyển và phân phối khá phức tạp. Khí đốt thường được cung cấp đến nơi tiêu thụ bằng hệ thống đường ống từ áp suất cao đến áp suất trung bình rồi áp suất thấp. Khí hoá lỏng có ưu điểm hơn hẳn khí chưa hoá lỏng ở chỗ có *nhiệt trị thể tích lớn* (nhiệt lượng sinh ra khi đốt cháy một đơn vị thể tích nhiên liệu), nên thích hợp hơn khi dùng làm nhiên liệu cho động cơ ô tô và ở những nơi chưa có hệ thống ống dẫn khí đốt.

Khí tự nhiên qua xử lý, chế biến và hoá lỏng được gọi là *khí tự nhiên hoá lỏng* (Liquefied Natural Gases - LNG); còn khí đốt thu được trong quá trình chế biến dầu mỏ rồi hoá lỏng thì được gọi là *khí dầu mỏ hoá lỏng* (Liquefied Petroleum Gases - LPG). Thành phần cơ bản của khí hoá lỏng là propane (C₃H₈) và butane (C₄H₁₀), ngoài ra khí hoá lỏng còn chứa một lượng nhỏ các hydrocarbon khác như : ethane (C₂H₆), pentane (C₅H₁₀), ethylene (C₂H₄), propylene (C₃H₆), buthylene (C₄H₈) và các đồng phân (isomer) của chúng.

Trước kia, khí hoá lỏng được sử dụng chủ yếu làm nhiên liệu cho ĐCĐT, công nghiệp thuỷ tinh, đồ gốm, gia dụng, v.v. Khi sử dụng để chạy động cơ ô tô, khí hoá lỏng thường được chứa trong bình dưới áp suất khoảng 16 bar. Hiện nay, ngoài các ứng dụng trên, khí hoá lỏng còn được phân tách thành các cấu tử riêng biệt để làm nguyên liệu cho nhiều ngành công nghiệp khác như sản xuất cao su nhân tạo, vật liệu tổng hợp, phẩm màu, dược liệu, v.v.

6) Xăng - Xăng là hỗn hợp của nhiều loại hydrocarbon khác nhau có nhiệt độ sôi trong khoảng 25-250 °C. Nguyên liệu chủ yếu để sản xuất xăng hiện nay là dầu mỏ. Ngoài ra, xăng cũng có thể được tổng hợp từ một số loại nguyên liệu khác như than đá, than nâu, đá phiến nhiên liệu, khí mỏ, v.v. Căn cứ vào mục đích sử dụng, xăng được phân loại thành : xăng công nghiệp, xăng ô tô và xăng máy bay.

Xăng công nghiệp là tên gọi chung cho các loại xăng không thuộc nhóm xăng dùng làm nhiên liệu cho động cơ. Xăng công nghiệp thường là phân đoạn hẹp của xăng chưng cất trực tiếp với thành phần phân đoạn hẹp, ví dụ : 70 - 120 °C, 165 - 200 °C, v.v. , được sử dụng trong công nghiệp cao su, sơn, ép dầu và các ngành công nghiệp khác. Xăng ô tô là tên gọi chung cho các loại xăng dùng để chạy động cơ xăng thường gặp hiện nay, như : động cơ xăng ô tô, xe máy, xuồng cao tốc, động cơ xăng lai máy phát điện, v.v. Xăng máy bay dùng để chạy động cơ máy bay loại piston và turbine khí.

Những thông tin chi tiết hơn về xăng ô tô và xăng máy bay được trình bày trong chương 3.

7) Dầu hoả - là sản phẩm của quá trình chưng cất dầu mỏ, chứa các loại hydrocarbon có số nguyên tử carbon trong phân tử từ 9 đến 14, sôi trong khoảng nhiệt độ 150-300 °C.

Căn cứ vào mục đích sử dụng, có thể phân biệt : dầu hoả động cơ, dầu hoả kỹ thuật và dầu hoả dân dụng.

Dầu hoả động cơ là dầu hoả làm nhiên liệu cho động cơ nhiệt. Trước những năm 60, dầu hoả đã từng được sử dụng để chạy động cơ phát hoả bằng tia lửa có tỷ số nén thấp ($\epsilon \leq 5$) và động cơ diesel thấp tốc. Hiện nay, dầu hoả động cơ chỉ được sử dụng cho turbine khí và động cơ phản lực.

Dầu hoả kỹ thuật được dùng làm dung môi, nguyên liệu cho các quá trình nhiệt phân, v.v. Dầu hoả dân dụng (gọi tắt là *dầu hoả* và ký hiệu là KO - Kerosene Oil) được dùng để thắp sáng, đun nấu, v.v.

Bảng 1-5. Chỉ tiêu chất lượng của LPG của PETROLIMEX [2]

Chỉ tiêu chất lượng	Mức qui định	Phương pháp thử
1. Tỷ khối - d_4^{15} max - $d @ 60^{\circ}F$ max	0,5531 0,5533	ASTM - D.1657
2. Áp suất hơi bão hoà ở 37,8 °C, [kPa]	480 - 820	ASTM - D.2598
3. Thành phần, [% mol] - Ethane - Propane - Butane	0.2 - 1,0 30 - 40 60 - 70	ASTM - D.2163
4. Nhiệt trị, [kcal/kg]	40000 - 55000	ASTM - D.2598
5. Hàm lượng sulphur, [ppm] max	170	ASTM - D.2784
6. Hàm lượng hydrogen sulfide, [ppm]	Negative	ASTM - D.2420
7. Nước tự do	Không	
8. Ăn mòn đồng ở 37,8 °C	No. 1	ASTM - D.1838

Bản 1-6. LPG của Nga theo tiêu chuẩn ΔNΘP 2044-75

Chỉ tiêu	Mức qui định		
	ΘOBPH	ΘOBPA	BP
1. Thành phần - Tổng lượng hydrocarbon có C ≤ 2, max - Tổng lượng propane, propylene, max/min - Tổng lượng butane và butylene, max/min	4 75 / - - / 20	6 34 / - - / 60	6 - / 34 60 / -
2. Phần lỏng (≥ C ₅) ở 20 °C, [% vol]	1	2	2
3. Áp suất hơi bão hoà ở 45 / -20 °C, [kgf/cm ²], max	16 / 1,6	16 / -	16 / -
4. Hàm lượng H ₂ S, [g / 100 m ³ khí]	0,015	0,015	0,015
5. Hàm lượng lưu huỳnh tổng, [% wt]	5	5	5
6. Hàm lượng nhân biết mùi trong không khí, [% vol]	0,5	0,4	0,3
7. Nước tự do và kiềm	Không	Không	Không
ΘOBPH - Hỗn hợp propane - butane kỹ thuật mùa đông ΘOBPA - Hỗn hợp propane - butane kỹ thuật mùa hè BP - Butane kỹ thuật			

Bảng 1-7. Dầu hoả theo tiêu chuẩn ASTM - D.3699-90

Các chỉ tiêu	Mức qui định	Phương pháp thử
1. Thành phần cất, [$^{\circ}\text{C}$] : - t_{10} , max - FBP , max	205 300	ASTM - D.86
2. Điểm chớp lửa cốc kín, [$^{\circ}\text{C}$], min	38	ASTM - D.56
3. Độ nhớt động học ở 40°C , [cSt] , min/max	1,0 / 1,9	ASTM - D.445
4. Hàm lượng sulphur, [% wt] , max - Loại 1- K - Loại 2- K	0,04 0,03	ASTM - D.1266
5. Hàm lượng mercaptan, [% wt] , max	0,003	ASTM - D.3227
6. Điểm đông đặc, [$^{\circ}\text{C}$], max	- 30	ASTM - D.2386
7. Ăn mòn đồng ở 100°C , 3 giờ, max	No. 3	ASTM - D.130
8. Màu Saybolt, min	+ 16	ASTM - D.156

Bảng 1-8. Dầu hoả theo ΔNØP 4753-68 [1]

Chỉ tiêu	KO-30	KO-25	KO-22	KO-20
1. Khối lượng riêng ở 20°C , [g/cm ³], max	0,790	0,805	0,805	0,830
2. Lượng chưng cất, [%] , min : - đến 200°C - đến 270°C	25 -	20 -	25 -	- 80
3. Nhiệt độ chưng cất 98 %, [$^{\circ}\text{C}$] , max	-	-	-	310
4. Nhiệt độ kết thúc chưng cất, [$^{\circ}\text{C}$] , max	280	300	280	-
5. Màu sắc, max	1,0	2,0	2,2	3,0
6. Chiều cao ngọn lửa không khói, [mm] min	30	25	22	20
7. Nhiệt độ chớp lửa cốc kín, [$^{\circ}\text{C}$] , min	48	40	40	40
8. Nhiệt độ vẫn đục, [$^{\circ}\text{C}$] , max	- 15	- 15	- 15	- 12
9. Độ axit, [mg KOH/100 ml] , max	1,3	1,3	1,3	1,3
10. Độ tro, [%] , max	0,003	0,003	0,003	0,005
11. Lưu huỳnh, [%] , max	0,1	0,05	0,05	0,1

Bảng 1-9. Dầu hoả theo tiêu chuẩn Việt nam TCVN 6240 - 1997 [2]

Các chỉ tiêu	Mức qui định	Phương pháp thử
1. Thành phần cất , [°C] : - t ₁₀ , max - FBP , max	205 300	TCVN 2698 - 95
2. Điểm chớp lửa cốc kín , [°C] , min	38	ASTM - D.93 TCVN 2693 - 90
3. Độ nhớt động học ở 40 °C , [cSt]	1,0 - 1,9	ASTM - D.445
4. Hàm lượng lưu huỳnh , [% wt] , max	0,3	ASTM - D.129 TCVN 2708 - 78
5. Hàm lượng mercaptan , [% wt]	Âm tính	ASTM - D.4952
6. Chiều cao ngọn lửa không khói , [mm] , min	20	ASTM - D.1322
7. Ăn mòn đồng ở 100 °C , 3 giờ , max	No. 3	ASTM - D.130 TCVN 2694 - 95

8) Gas oil - là tên gọi thương mại của phân đoạn dầu mỏ có nhiệt độ sôi trong khoảng 180 - 360 °C, chứa các loại hydrocarbon có số nguyên tử carbon trong phân tử từ 11 đến 18. Gas oil được coi là loại nhiên liệu thích hợp nhất cho động cơ diesel cao tốc . Ngoài ra, gas oil cũng được dùng làm nguyên liệu trong công nghệ nhiệt phân và cracking.

9) Dầu solar - (còn được gọi là *dầu diesel tàu thủy - marine diesel oil*) là phân đoạn của dầu mỏ có nhiệt độ sôi trong khoảng 300 ÷ 400 °C. Dầu solar được sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau, như : làm nhiên liệu cho động cơ diesel có tốc độ quay trung bình và thấp (n < 1000 vg/ph) ; làm chất bôi trơn-làm mát trong các quá trình cất, đập, tôi kim loại ; để tẩy da và dùng trong công nghiệp dệt, v.v.

10) Fuel Oil (FO) - là tên gọi chung của loại nhiên liệu chứa các phân đoạn của dầu mỏ có nhiệt độ sôi > 350 °C. Tùy thuộc vào nhiệt độ chưng cất, công nghệ chế biến, cách thức pha chế, v.v. , FO có nhiều tên gọi thương mại khác nhau, như : mazout, dầu cặn, dầu nặng, dầu đốt lò, Bunkier B, Bunkier C, v.v.

Mazout là phần còn lại sau chưng cất dầu mỏ ở áp suất khí quyển, chiếm khoảng một nửa khối lượng dầu mỏ. Mazout có độ nhớt và hàm lượng tạp chất cao hơn nhiều so với các phân cất ; nó được sử dụng làm nhiên liệu cho động cơ diesel thấp tốc, dùng để đốt lò hoặc là nguyên liệu cho các công đoạn chế biến dầu mỏ tiếp theo như chưng cất chân không, cracking, v.v.

Bảng 1-10. Chỉ tiêu Mazout của Liên xô theo ΔNØP 10585-63 [1]

Chỉ tiêu	Mazout T5	Mazout T12	40	100	200
Khối lượng riêng ở 20 °C, [g/cm ³], max	-	-	-	1,015	-
Độ nhớt tương đối, °E, max					
- ở 50 °C	5,0	12,0	-	-	-
- ở 80 °C	-	-	8,0	15,5	-
- ở 100 °C	-	-	-	-	6,5-9,5
Độ tro, [%], max	0,1	0,1	0,15	0,15	0,3
Tạp chất cơ học. [%], max	0,1	0,15	1,0	2,5	2,5
Nước, [%], max	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0
Lưu huỳnh, [%], max	2,0	8,0	0,5 ⁽¹⁾ 2,0 ⁽²⁾ 3,5 ⁽³⁾	0,5 ⁽¹⁾ 2,0 ⁽²⁾ 3,5 ⁽³⁾	0,5 ⁽¹⁾ 2,0 ⁽²⁾ 3,5 ⁽³⁾
Các chất nhựa, [%], max	50	50	-	-	-
Nhiệt độ chớp lửa, [°C], min	80	90	-	-	-
- cốc kín	-	-	90	110	140
- cốc hở					
Nhiệt độ đông đặc, [°C], max	- 5	- 8	10	25	36
Nhiệt trị, [cal/g], min	9870	9870	9700	9650	9650
Ghi chú : (1) Đối với mazout ít lưu huỳnh. (2) Đối với mazout lưu huỳnh. (3) Đối với mazout nhiều lưu huỳnh.					

11) Benzol - Phần chung cất của nhựa than (coal tar), nó chứa khoảng 70 % benzene (C₆H₆), 20 % toluene (C₇H₈), 10 % xylene (C₈H₁₀) và một lượng nhỏ các hợp chất chứa lưu huỳnh (S). Benzol có khả năng chống kích nổ khá cao (RON ≈ 105) nên là loại nhiên liệu tốt cho động cơ phát hoả bằng tia lửa. Trước kia, benzol thường được sử dụng để hoà trộn với xăng với hàm lượng có thể tới 40 % để làm nhiên liệu cho động cơ xăng.

12) Alcohol - Dẫn xuất của hydrocarbon có chứa nhóm hydroxyl (OH) ở nguyên tử carbon bão hoà. Tùy theo đặc điểm của nguyên tử carbon kết hợp với nhóm OH mà alcohol được gọi là bậc nhất ($\text{CH}_2 - \text{OH}$), bậc hai ($\text{CH} - \text{OH}$) và bậc ba ($\text{C} - \text{OH}$). Các hợp chất mà nhóm OH nối với nguyên tử C có nối đôi được gọi là *enol*, còn nối với nguyên tử C của vòng thơm thì được gọi là *phenol*.

Cho đến nay có hai loại alcohol được sử dụng ở quy mô công nghiệp làm nhiên liệu cho động cơ phát hoả bằng tia lửa là ethyl alcohol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) và methyl alcohol (CH_3OH). Chúng được gọi là etanol và metanol nếu không chứa nước.

Etanol là chất lỏng không màu, được sản xuất bằng cách lên men các sản phẩm nông nghiệp như ngũ cốc, khoai tây, mía đường, v.v.

Metanol là chất lỏng trong suốt có mùi đặc trưng, được sản xuất bằng cách chưng khô gỗ hoặc tổng hợp từ than và hydrogen. Khác với etanol, metanol có thể gây nhiễm độc nặng cho cơ thể con người và động vật khi thâm nhập vào cơ thể.

Cho đến nay đã có rất nhiều công trình nghiên cứu sử dụng metanol và etanol làm nhiên liệu cho động cơ phát hoả bằng tia lửa. Các kết quả nghiên cứu cho thấy rằng, etanol và metanol có thể dùng dưới dạng nguyên chất hoặc hỗn hợp với xăng để chạy động cơ xăng. Nếu sử dụng dưới dạng nguyên chất, chỉ cần cải hoán một số bộ phận của hệ thống cung cấp nhiên liệu và hệ thống khởi động để việc khởi động động cơ được dễ dàng hơn.

Bảng 1-11. Tính chất nhiệt động cơ bản của một số loại nhiên liệu lỏng [7]

Tính chất	Xăng	Ethanol	Methanol	Benzol	Gas oil	Dầu hoả
Khối lượng riêng, $[\text{kg}/\text{dm}^3]$	0,72-0,76	0,789	0,793	0,88	0,84-0,88	0,81
Áp suất hơi bão hoà, [bar]	0,6-0,8	0,18	-	0,3	0,01	0,15-0,20
Nhiệt trị, $[\text{kJ}/\text{kg}]$	43000-44000	27000	19500	40500	35000-44000	40500
Lượng không khí lý thuyết, $[\text{m}^3/\text{kg}]$	11,8	7,3	5,3	10,8	11,7	12,0
Nhiệt ẩn hoá hơi, $[\text{kJ}/\text{kg}]$	315-350	920	1150	380	-	-

1.2. YÊU CẦU ĐỐI VỚI NHIÊN LIỆU DÙNG CHO ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG

Quá trình đốt cháy nhiên liệu ở các loại động cơ đốt trong (ĐCĐT) hiện nay chỉ được phép diễn ra trong một thời gian rất ngắn, từ vài phần trăm đến vài phần ngàn của 1 giây. Tùy thuộc vào chủng loại động cơ mà nhiên liệu phải đáp ứng những yêu cầu khác nhau. Ở động cơ hình thành hỗn hợp cháy bên ngoài như động cơ carburetor và động cơ phun xăng, nhiên liệu phải là loại dễ bay hơi để hoà trộn nhanh và đều với không khí đi vào xylanh. Ở động cơ diesel, nhiên liệu phải được phun vào buồng đốt dưới dạng sương mù và hoà trộn đều với không khí trong khoảng thời gian ngắn nhất có thể.

Những yêu cầu cơ bản mà nhiên liệu dùng cho ĐCĐT phải đáp ứng bao gồm :

- Hoà trộn dễ dàng với không khí và cháy nhanh,
- Có nhiệt trị thể tích cao (khi cháy toả ra nhiều nhiệt từ một đơn vị thể tích nhiên liệu),
- Sản phẩm cháy không gây ô nhiễm môi trường,
- Vận chuyển, bảo quản và phân phối dễ dàng.

Nhiên liệu khí có ưu điểm lớn nhất là dễ hoà trộn với không khí để tạo thành hỗn hợp cháy đồng nhất và có số octane cao hơn xăng, vì vậy nó có thể là nhiên liệu tốt cho động cơ phát hoả bằng tia lửa điện. Khi cháy hoàn toàn, nhiên liệu khí hầu như không để lại tro cặn. Nhược điểm cơ bản của nhiên liệu khí là có nhiệt trị thể tích thấp, do đó khi sử dụng cho động cơ ô tô phải được chứa trong các bình có áp suất lớn (tới 200 bar), tầm hoạt động của ô tô cũng bị hạn chế.

Than đá cũng đã từng được sử dụng để chạy ĐCĐT. R. Diesel đã đăng ký tại Mỹ ngày 16 tháng 7 năm 1895 bằng sáng chế số 542846, trong đó mô tả loại động cơ chạy bằng than đá dưới dạng bột tự bốc cháy khi được nạp vào xylanh chứa không khí bị nén đến áp suất và nhiệt độ cao. Động cơ hoạt động theo nguyên lý nói trên có hiệu suất khá cao nhưng sớm bị thay thế bằng loại động cơ dùng nhiên liệu lỏng tiện lợi hơn nhiều. Trong thời gian xảy ra cuộc khủng hoảng năng lượng ở thập kỷ 70, ý tưởng sử dụng than để thay thế nhiên liệu gốc dầu mỏ lại được đề cập đến. Nhiều công trình nghiên cứu sử dụng than bột để chạy động cơ tuabin khí, than bột hoà trộn với nước hoặc dầu để chạy động cơ diesel đã cho những kết quả khả quan.

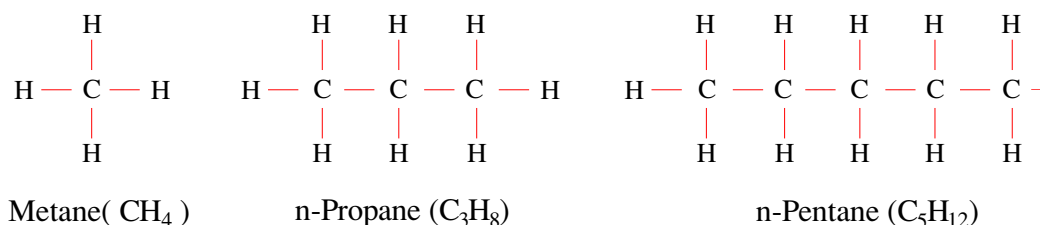
Cho đến nay, nhiên liệu lỏng vẫn là loại được sử dụng phổ biến nhất cho các loại ĐCĐT. So với nhiên liệu khí, nhiên liệu lỏng có ưu điểm hơn hẳn là vận chuyển, bảo quản và phân phối dễ dàng; có nhiệt trị thể tích lớn, do đó rất thích hợp cho động cơ trang bị trên các phương tiện cơ giới di động. Nhược điểm của nhiên liệu lỏng là khó tạo ra một hỗn hợp cháy đồng nhất trong một khoảng thời gian ngắn do đòi hỏi phải có thời gian để phun nhỏ và hoá hơi nhiên liệu.

1.3. CÁC LOẠI HYDROCARBON CÓ TRONG DẦU MỎ

Dầu mỏ là nguyên liệu gốc để chế biến ra hầu hết các loại nhiên liệu và chất bôi trơn dùng cho ĐCĐT hiện nay. Cho đến nay, chúng ta vẫn chưa biết được một cách chính xác nguồn gốc cũng như quá trình hình thành dầu mỏ trong lòng đất. Có nhiều bằng chứng cho thấy rằng, dầu mỏ được hình thành từ xác động vật và thực vật qua quá trình kéo dài hàng triệu năm. Hàm lượng các chất hoá học trong dầu mỏ dao động trong phạm vi như sau : 81-87 % C ; 10-14 % H₂ ; 0-6 % S ; 0-7 % O₂ ; 0-1,2 % N₂ . Ngoài ra, trong dầu mỏ còn có rất nhiều nguyên tố khác với hàm lượng rất nhỏ.

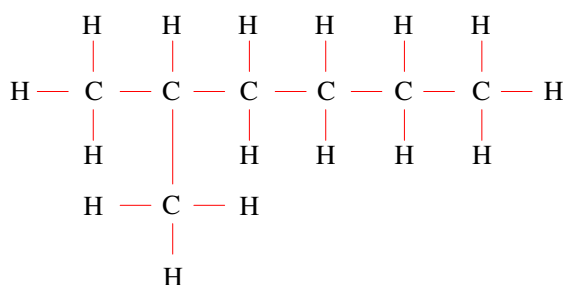
Mặc dù chỉ có hai nguyên tố chủ yếu là C và H, nhưng dầu mỏ là một chất rất phức tạp về mặt hoá học. Các nguyên tử C và H trong dầu mỏ có khả năng kết hợp với nhau theo những cách thức và tỷ lệ rất khác nhau, tạo thành những hợp chất được gọi là hydrocarbon (C_nH_m). Tính chất lý hoá của nhiên liệu và chất bôi trơn được sản xuất từ dầu mỏ phụ thuộc rất nhiều vào hàm lượng của các nhóm hydrocarbon khác nhau có trong nguyên liệu gốc. Có thể chia tất cả hydrocarbon có trong dầu mỏ thành 4 nhóm : Parafin (C_nH_{2n + 2}), Naphthene (C_nH_{2n}), Aromatic (C_nH_{2n - 6}) và nhóm các loại hydrocarbon khác.

1) Parafin - là loại hydrocarbon có công thức hoá học chung là C_nH_{2n + 2} . Các phân tử của parafin thường có cấu trúc mạch thẳng với liên kết đơn giữa 2 nguyên tử carbon (C) và hoàn toàn được bão hoà bằng những nguyên tử hydro (H) nên được gọi là hydrocarbon bão hoà. Ví dụ :

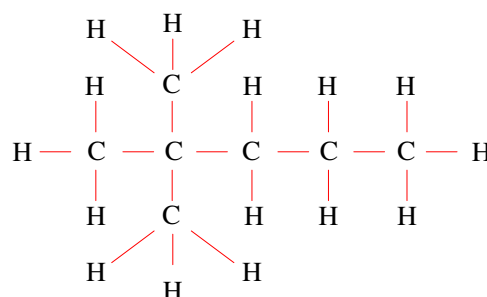


Chữ n đặt trước tên gọi của các parafin để chỉ đó là loại parafin thường (normal paraffin).

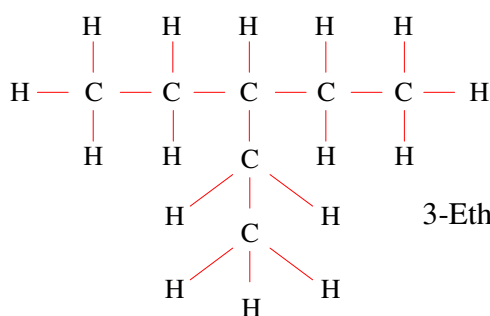
Trong dầu mỏ, ngoài các parafin thường, còn có các đồng phân (isomer) của chúng. Đó là các hydrocarbon có cùng số nguyên tử carbon và hydro trong một phân tử, nhưng có cấu trúc phân tử khác nhau. Dưới đây là ví dụ về cấu trúc phân tử của 3 isomer của n-heptane là methylhexane, dimethylpentane và ethylpentane. Chúng đều có công thức hoá học như của n-heptane (C₇H₁₆) nhưng có cấu trúc phân tử kiểu mạch nhánh với các nhóm methyl (CH₃) và ethyl (C₂H₅) .



2-Methylhexane (C_7H_{16})



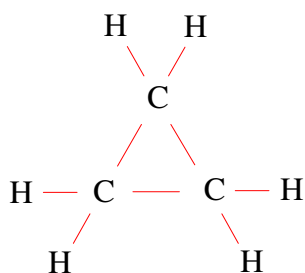
2,2-Dimethylpentane (C_7H_{16})



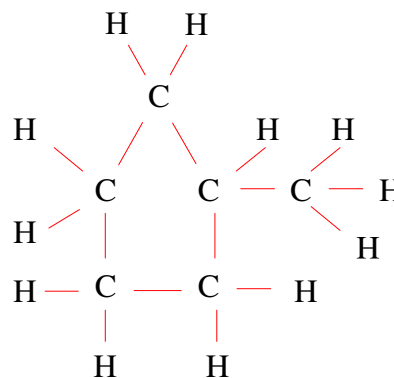
3-Ethylpentane (C_7H_{16})

Trong tên gọi của isomer nói trên, methyl và ethyl là tên các nhóm CH_3 và C_2H_5 ; pentane, hexane chỉ số nguyên tử carbon còn lại trong phần cấu trúc mạch thẳng; các số 2, 3 chỉ vị trí của nguyên tử carbon liên kết với các nhóm methyl và ethyl.

2) Naphthene - còn gọi là Cyclane hoặc Cycloparafin, có công thức hoá học chung là C_nH_{2n} . Phân tử của naphthene có cấu trúc kiểu mạch vòng, trong vòng đó mỗi nguyên tử C liên kết với 2 nguyên tử C khác bằng mỗi liên kết đơn. Ví dụ :

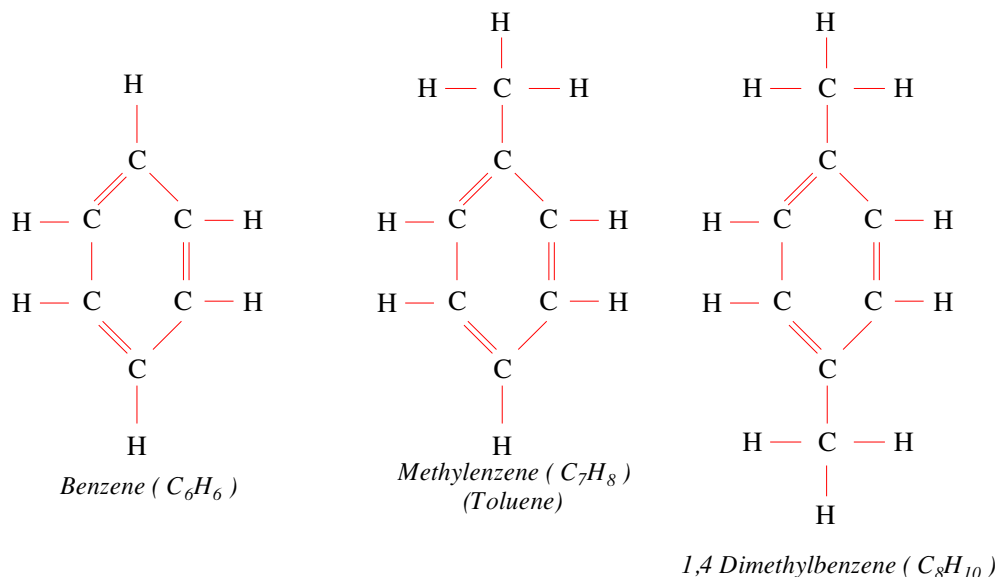


Cyclopropane (C_3H_6)



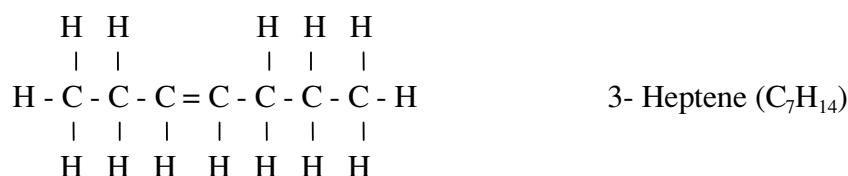
Methylcyclopentane (C_6H_{12})

3) Aromatics - là loại hydrocarbon có công thức hoá học chung là C_nH_{2n-6} và cấu trúc phân tử có nhân benzene với 6 nguyên tử C liên kết với nhau bằng 3 liên kết đôi và 3 liên kết đơn. Ví dụ :



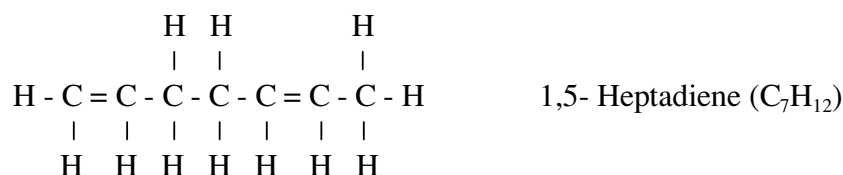
4) Một số loại hydrocarbon khác

Olefin (C_nH_{2n}) - có cấu trúc phân tử kiểu mạch thẳng giống như của parafin nhưng có một liên kết đôi giữa 2 nguyên tử C. Với cùng số lượng nguyên tử C, phân tử olefin có số nguyên tử H ít hơn, vì vậy olefin được gọi là hydrocarbon chưa bão hoà. Ví dụ :



Mỗi liên kết đôi có thể nằm ở bất kỳ vị trí nào. Chữ số đứng trước tên của olefin chỉ vị trí của mỗi liên kết đôi tính từ phía có số nguyên tử C ít hơn.

Diolefin (C_nH_{2n-2}) : có cấu trúc phân tử giống như của olefin, nhưng có 2 mỗi liên kết đôi trong mạch thẳng. Ví dụ :



1.4. QUAN HỆ GIỮA CẤU TRÚC PHÂN TỬ CỦA HYDROCARBON VÀ TÍNH CHỐNG KÍCH NỔ CỦA NHIÊN LIỆU

Cấu trúc phân tử của hydrocarbon có ảnh hưởng rất lớn đến tính chống kích nổ của nhiên liệu.

Cấu trúc phân tử của parafin và tính chống kích nổ có mối quan hệ như sau :

- Mạch carbon càng dài thì tính chống kích nổ càng kém.
- Các nhóm methyl ở vị trí thứ 2 hoặc ở giữa mạch carbon có tác dụng làm tăng tính chống kích nổ.

Một số thí nghiệm cho thấy rằng : các hydrocarbon chưa bão hoà có tính chống kích nổ tốt hơn các hydrocarbon bão hoà tương ứng, trừ các trường hợp ethylene (C_2H_4), acetylene (C_2H_2) và propylene (C_3H_6).

Tính chống kích nổ và cấu trúc phân tử của aromatic và của naphthene có quan hệ như sau :

- Naphthene có tính chống kích nổ kém hơn nhiều so với aromatic tương ứng. Thí dụ cyclohexane (C_6H_{12}) có tính chống kích nổ kém hơn benzene (C_6H_6).
- Một liên kết đôi có hiệu quả chống kích nổ kém hơn hai hoặc ba liên kết đơn.
- Tăng chiều dài mạch cấu trúc về một phía sẽ làm giảm khả năng chống kích nổ, trong khi phân nhánh cấu trúc lại làm tăng khả năng chống kích nổ.

Nói chung, cấu trúc phân tử của hydrocarbon càng “ chắc ” thì tính chống kích nổ càng cao.

1.5. THÀNH PHẦN HOÁ HỌC CỦA NHIÊN LIỆU GỐC DẦU MỎ

Nhiên liệu lỏng được chế biến từ dầu mỏ đều có thành phần hoá học chủ yếu là carbon (C) và hydro (H_2). Ngoài ra, chúng cũng có thể chứa một số chất khác với hàm lượng rất nhỏ như : lưu huỳnh (S), oxy (O_2), v.v. Thành phần hoá học của nhiên liệu lỏng thường được thể hiện như sau :

$$c + h + s + o_f + \dots = 1 \quad [\text{kg}] \quad (1.4)$$

trong đó : c, h, s, o_f là số phần trăm tính theo khối lượng của các chất carbon, hydro, lưu huỳnh, oxy, v.v. có trong 1 kg nhiên liệu.

Nhiên liệu khí dùng cho ĐCĐT thường là một hỗn hợp các loại khí cháy và khí trơ, ví dụ : CH_4 , C_2H_2 , H_2 , CO, CO_2 , N_2 , v.v. Người ta thường dùng công thức hoá học của chất khí để thể hiện hàm lượng tính theo % thể tích của chất khí đó và biểu diễn thành phần của 1 m^3 hoặc 1 kmol nhiên liệu khí như sau :

$$\sum C_n H_m O_r + N_2 = 1 \quad [m^3 \text{ hoặc kmole}] \quad (1.5)$$

1.6. CÁC PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT NHIÊN LIỆU DÙNG CHO ĐCĐT

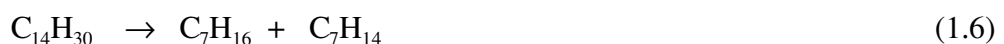
1.6.1. CÔNG NGHỆ LỌC - HOÁ DẦU

Cho đến nay, nguyên liệu chính để sản xuất các loại nhiên liệu dùng cho ĐCĐT vẫn là dầu mỏ. Các loại ĐCĐT thông dụng hiện nay như động cơ xăng, động cơ diesel, động cơ phản lực, v.v. không chạy bằng dầu thô được. Dầu thô phải được chế biến để tạo ra các loại nhiên liệu thích hợp cho từng loại động cơ. Dưới đây giới thiệu một số công nghệ lọc - hoá dầu phổ biến hiện nay.

1) Chung cất phân đoạn - Công nghệ phân tách các loại hydrocarbon khác nhau có trong dầu mỏ bằng cách cho chúng bay hơi rồi làm ngưng tụ hơi đó theo từng phân đoạn khác nhau về nhiệt độ sôi được gọi là *chung cất phân đoạn* (fractional distillation). Quá trình chung cất tiến hành trong điều kiện áp suất khí quyển được gọi là *chung cất trực tiếp*; nếu tiến hành trong điều kiện chân không thì được gọi là *chung cất chân không*. Điểm đặc trưng nhất của công nghệ chung cất phân đoạn là không làm thay đổi các loại hydrocarbon về mặt hoá học mà chỉ phân tách chúng ra thành từng nhóm theo các khoảng nhiệt độ sôi khác nhau.

Chung cất phân đoạn là công nghệ được sử dụng sớm nhất để sản xuất nhiên liệu cho ĐCĐT từ dầu mỏ, trong đó có xăng. Hiện nay, nhu cầu về xăng so với các loại nhiên liệu khác vượt xa lượng xăng có thể thu được từ dầu mỏ bằng công nghệ chung cất phân đoạn. Điều đó đã dẫn đến sự phát triển một số công nghệ lọc-hoá dầu khác nhằm thu được một tỷ lệ xăng lớn hơn, ví dụ: cracking, polymer hoá, isomer hoá, v.v.

2) Cracking - Công nghệ chế biến dầu mỏ, trong đó các phân đoạn nặng của dầu mỏ được chế biến thành các phân đoạn nhẹ hơn bằng cách bẻ gãy cấu trúc của các phân tử hydrocarbon nặng thành các hydrocarbon nhẹ hơn. Ví dụ:



Nguyên liệu của cracking có thể là dầu hoả, gas oil, mazout, gudron dầu mỏ. Sản phẩm thu được là khí cracking, xăng, dầu hoả, gas oil và cặn cracking. Trong công nghiệp chế biến dầu mỏ, có hai phương pháp cracking được sử dụng rộng rãi là cracking nhiệt và cracking xúc tác.

- *Cracking nhiệt*: Quá trình cracking được tiến hành trong điều kiện nhiệt độ cao (400-550 °C) và không có chất xúc tác.

- *Cracking xúc tác*: Quá trình cracking diễn ra dưới tác dụng đồng thời của chất xúc tác và nhiệt độ. Trong những năm gần đây, chất xúc tác được sử dụng rộng rãi nhất là silica-alumina tổng hợp có hoạt tính xúc tác và tính chọn lọc vượt xa tất cả các

chất xúc tác đã được sử dụng trước kia. Cracking xúc tác không chỉ làm tăng tỷ lệ xăng mà trong xăng thu được có hàm lượng hydrocarbon có cấu trúc phân tử kiểu mạch nhánh (isomer) nhiều hơn, bởi vậy xăng cracking xúc tác có tính chống kích nổ cao. Cracking xúc tác thực tế đã thay thế cracking nhiệt và được sử dụng để chế biến khoảng 40 % tổng sản lượng xăng hiện nay.

3) Polymer hoá (Polymerization) - Công nghệ sản xuất xăng từ hydrocarbon ở thể khí bằng cách kết hợp hai hoặc nhiều phân tử hydrocarbon nhỏ thành một phân tử hydrocarbon có nhiệt độ sôi trong phạm vi nhiệt độ sôi của xăng. Nguyên liệu cho công nghệ polymer hoá thường là butane, propane hoặc hỗn hợp butane-propane. 100 % sản phẩm thu được là olefin, trong đó chủ yếu là olefin C₈ và C₉. Quá trình polymer hoá hiện nay thường được tiến hành trong điều kiện áp suất tới 50 bar, nhiệt độ tới 700 °C và có chất xúc tác.

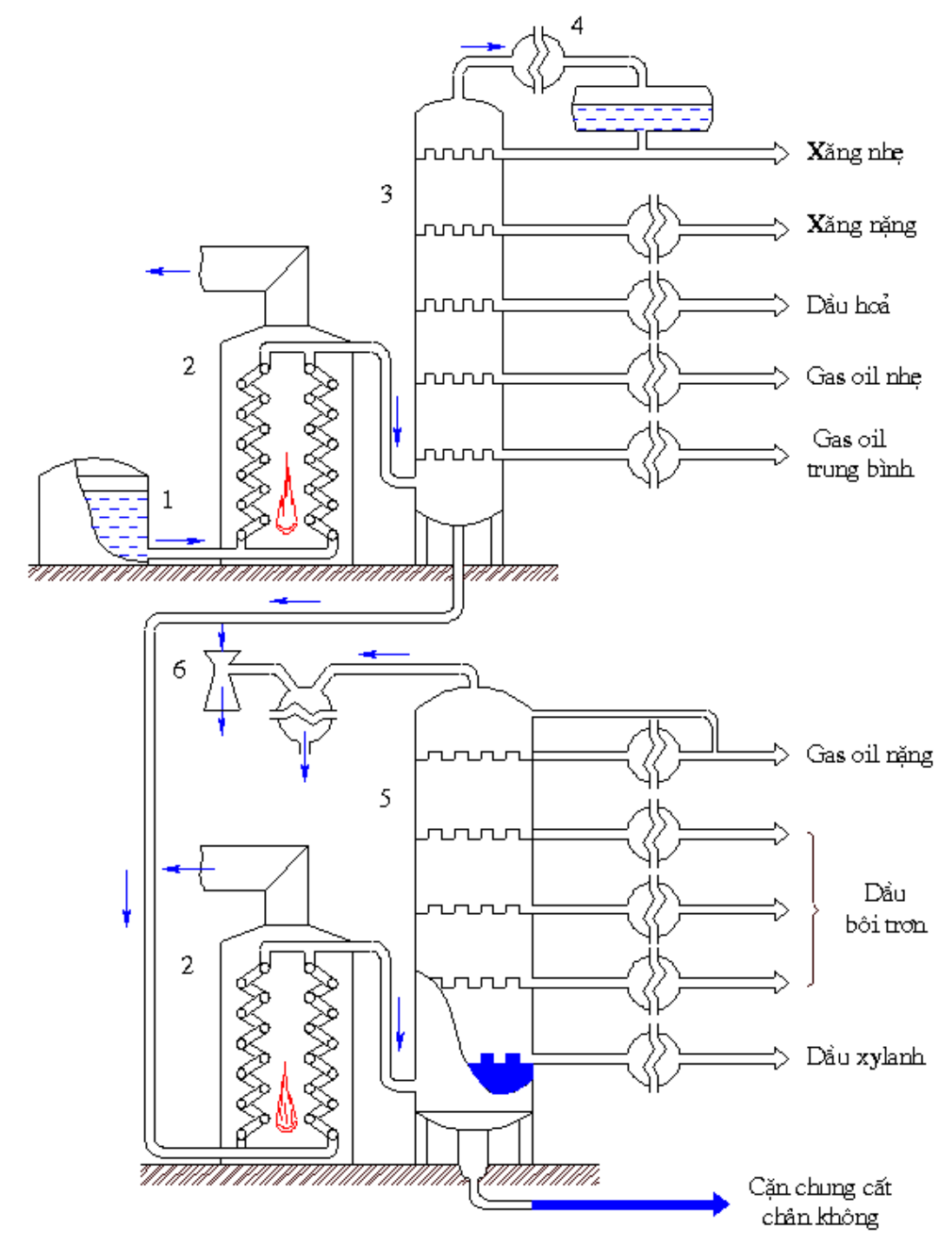
4) Isomer hoá và Alky hoá (Isomerization, Alkylation) - Trong quá trình isomer hoá, các parafin thường có cấu trúc mạch thẳng được biến đổi thành isoparafin có cấu trúc mạch nhánh. Trong quá trình alky hoá, các phân tử olefin và isoparafin ở thể khí được kết hợp thành phân tử isoparafin lỏng, thí dụ :



Cả hai quá trình trên đều được tiến hành dưới tác dụng của chất xúc tác và nhằm mục đích tạo ra isoparafin có tính chống kích nổ cao.

5) Reforming - Khác với các công nghệ lọc-hoá dầu giới thiệu ở trên, reforming không nhằm mục đích tăng sản lượng xăng mà để chế biến xăng có tính chống kích nổ kém thành xăng có tính chống kích nổ tốt hơn. Bản chất của công nghệ reforming là biến đổi các hydrocarbon loại naphthene thành loại aromatic thông qua các phản ứng khử hydrogen.

Xăng reforming có thể có số octan cao hơn 100. Khoảng 40 % xăng ô tô hiện nay được chế biến bằng công nghệ reforming.



H. 1-2. Sơ đồ hệ thống thiết bị chưng cất phân đoạn dầu mỏ

1- Bồn chứa dầu thô, 2- Lò gia nhiệt, 3- Tháp chưng cất khí quyển,
4- Thiết bị ngưng tụ, 5- Tháp chưng cất chân không, 6- Bơm chân không

Chương 2

TÍNH CHẤT LÝ-HOÁ CỦA SẢN PHẨM DẦU MỎ

Tính chất lý-hoá của sản phẩm dầu mỏ (SPDM) có liên quan trực tiếp đến khả năng và hiệu quả sử dụng của chúng. Có những tính chất như mật độ, độ nhớt, hàm lượng tạp chất, v.v. được quan tâm đến trong nhiều lĩnh vực sử dụng khác nhau. Ngược lại, có những tính chất chỉ có ý nghĩa khi SPDM được sử dụng vào một mục đích cụ thể nào đó, ví dụ : tính chống kích nổ chỉ có ý nghĩa khi SPDM được dùng làm nhiên liệu cho động cơ xăng, tính tự bốc cháy chỉ có ý nghĩa khi SPDM là nhiên liệu dùng cho động cơ diesel, v.v.. Chương này đề cập đến những tính chất thuộc nhóm thứ nhất, còn những tính chất chỉ có ý nghĩa khi SPDM được sử dụng làm nhiên liệu cho động cơ xăng, động cơ diesel và làm chất bôi trơn sẽ được trình bày trong các chương 3, 4 và 5. Khi thí nghiệm xác định các chỉ tiêu kỹ thuật của SPDM cần phải tuân thủ nghiêm ngặt những yêu cầu về thiết bị và quy trình thí nghiệm đã được tiêu chuẩn hoá để kết quả thí nghiệm có tính pháp lý và có giá trị so sánh. Những thiết bị và phương pháp xác định các tính chất của SPDM trình bày trong giáo trình này chỉ nhằm mục đích giúp người đọc hiểu một cách đầy đủ hơn bản chất của các khái niệm liên quan.

2.1. MÀU SẮC

SPDM có thể có những màu sắc tự nhiên hoặc nhân tạo khác nhau, ví dụ : xăng máy bay 80/87 , 100/130 , 115/145 của Mỹ theo ASTM 910-68T có các màu đỏ, xanh và đỏ tía, tương ứng ; xăng máy bay □-100/130 , □-95/130 , □-91/115 của Liên xô theo □□□□ 1012-72 có các màu da cam sáng, vàng và lục, tương ứng.

Màu sắc của SPDM có thể được xác định bằng cách so sánh trực tiếp màu của mẫu thử với thang màu chuẩn, ví dụ : thang màu Ostwald, thang màu UNION NPA, v.v. hoặc bằng nhiều loại màu sắc kế khác nhau, ví dụ : DUBSSQ , KH-51 (□□□□ 2667-52), □□□ (□□□□ 20284-74), v.v. Hầu hết các phương pháp và dụng cụ xác định màu của SPDM đều dựa theo một nguyên lý chung là so sánh màu của mẫu thử với một bộ màu chuẩn .

Màu sắc không phải là chỉ tiêu chất lượng của SPDM. Tuy nhiên, đôi khi nó rất có ý nghĩa trong sử dụng. Trong thực tế, màu của SPDM thường được sử dụng vào những mục đích sau đây :

- Kiểm tra bằng mắt chủng loại SPDM khi tiếp nhận.
- Đánh giá sơ bộ chất lượng của SPDM, ví dụ : dầu bôi trơn tinh chế thường có màu sáng hơn dầu chưng cất, dầu đã qua sử dụng có màu tối hơn dầu sạch.

Bảng 2-1. Thang màu Ostwald

Ký hiệu màu	Màu chuẩn	Ký hiệu màu	Màu chuẩn
1	Không màu	6	Cam đỏ
2	Vàng sáng	7	Đỏ gạch
3	Vàng chanh	8	Đỏ tía
4	Vàng đậm	9	Đỏ tối
5	Cam	10	Đen

2.2. MẬT ĐỘ

Mật độ của một chất là đại lượng đặc trưng cho số lượng chất đó có trong một đơn vị thể tích của nó. So với một số chỉ tiêu kỹ thuật khác, mật độ không phải là chỉ tiêu chất lượng quan trọng của nhiên liệu hoặc chất bôi trơn. Nó thường được sử dụng vào những mục đích sau đây :

- Tính toán chuyển đổi giữa thể tích và khối lượng , chuyển đổi giữa thể tích ở nhiệt độ này sang thể tích ở nhiệt độ khác.
- Đánh giá sơ bộ thành phần hoá học của SPDM. Nếu hai loại SPDM có cùng nhiệt độ sôi thì sản phẩm nào có mật độ cao hơn thường có hàm lượng hydrocarbon loại naphthene và aromatic cao hơn ; sản phẩm có mật độ thấp thường chứa nhiều parafin.
- Đánh giá sơ bộ nhiệt trị của nhiên liệu. Nhiệt trị của nhiên liệu thường giảm theo chiều tăng của mật độ.

Mật độ của SPDM có thể được đánh giá thông qua nhiều đại lượng khác nhau, như : khối lượng riêng, trọng lượng riêng, tỷ khối, v.v.

- **Khối lượng riêng** - Khối lượng của một đơn vị thể tích của một chất.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.1)$$

trong đó : ρ - khối lượng riêng, [kg/m³]

V - thể tích , [m³].

m - khối lượng của chất có trong thể tích V, [kg]

- **Trọng lượng riêng** - Trọng lượng của một đơn vị thể tích của một chất.

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad (2.2)$$

trong đó : γ - trọng lượng riêng, [N/m³]

V - thể tích, [m³]

G - trọng lượng của chất chứa trong thể tích V, [N].

• **Tỷ khối** - Tỷ khối (còn gọi là *tỷ trọng*) của một chất là một đại lượng không thứ nguyên, có trị số bằng khối lượng của chất đó chia cho khối lượng của nước cất có cùng thể tích.

$$d = \frac{m_1}{m_2} \quad (2.3)$$

trong đó :

d - tỷ khối,

m_1 - khối lượng của một đơn vị thể tích mẫu thử ở nhiệt độ t_1 , [kg]

m_2 - khối lượng của cùng một đơn vị thể tích nước cất ở nhiệt độ t_2 , [kg].

Ở nhiều nước châu Âu, người ta chọn $t_1 = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_2 = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ hoặc $t_2 = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ở Mỹ và Anh chọn $t_1 = t_2 = 60\text{ }^{\circ}\text{F} = 15,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Khi đó tỷ khối có ký hiệu tương ứng là d_{15}^{15} , d_4^{15} và $d@60\text{ }^{\circ}\text{F}$. Trị số của d_{15}^{15} , d_4^{15} và $d@60\text{ }^{\circ}\text{F}$ của cùng một chất không hoàn toàn bằng nhau. Tuy nhiên, trong tính toán kỹ thuật người ta thường lấy $d_{15}^{15} \approx d_4^{15} \approx d@60\text{ }^{\circ}\text{F}$.

Tỷ khối của SPDM có thể xác định bằng các loại dụng cụ như : tỷ khối kế, bình đo tỷ khối, v.v. Khi biết tỷ khối được xác định ở một nhiệt độ bất kỳ, có thể quy đổi về tỷ khối tiêu chuẩn theo công thức [6] :

$$d_{15}^{15} = d_{15}^t + \alpha \cdot (t - 15) \quad (2.4)$$

trong đó :

d_{15}^t - tỷ khối đo được ở nhiệt độ t,

α - hệ số hiệu chỉnh tỷ khối theo nhiệt độ (xem phụ lục 1).

• **Độ API** - $^{\circ}\text{API}$ (American Petroleum Institute) là đơn vị quy ước dùng đo mật độ của SPDM, được sử dụng ở Mỹ. Giữa $^{\circ}\text{API}$ và $d@60\text{ }^{\circ}\text{F}$ có quan hệ như sau :

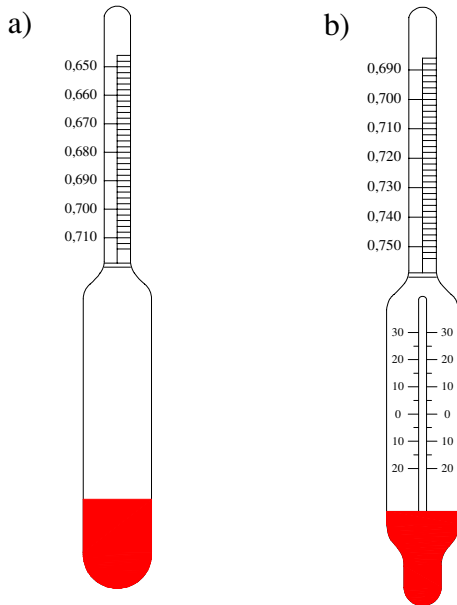
$$^{\circ}\text{API} = \frac{141,5}{d @ 60^{\circ}\text{F}} - 131,5 \quad (2.5)$$

Từ công thức (2.5) thấy rằng, nước cất ở nhiệt độ $60\text{ }^{\circ}\text{F}$ có mật độ bằng $10\text{ }^{\circ}\text{API}$. Chất lỏng có mật độ nhỏ hơn $10\text{ }^{\circ}\text{API}$ sẽ nặng hơn nước, và ngược lại.

• **Độ Baume ($^{\circ}\text{Be}$)** - Đơn vị của mật độ theo thang chia độ Baume'. Giữa $^{\circ}\text{Be}$ và d có quan hệ như sau :

$$d = \frac{141}{130 + ^{\circ}\text{Be}} \quad (2.3)$$

Ngoài các đơn vị kể trên, mật độ của SPDM còn được đo bằng các đơn vị khác như : bbl/longton (barrel/longton) , lb/US gal (pound/US gallon). Bảng chuyển đổi đơn vị đo mật độ của SPDM cho ở phụ lục 2.



H. 2.1. Tỷ khối kế
a) Tỷ khối kế không có nhiệt kế
b) Tỷ khối kế có nhiệt kế

2.3. ĐỘ NHỚT

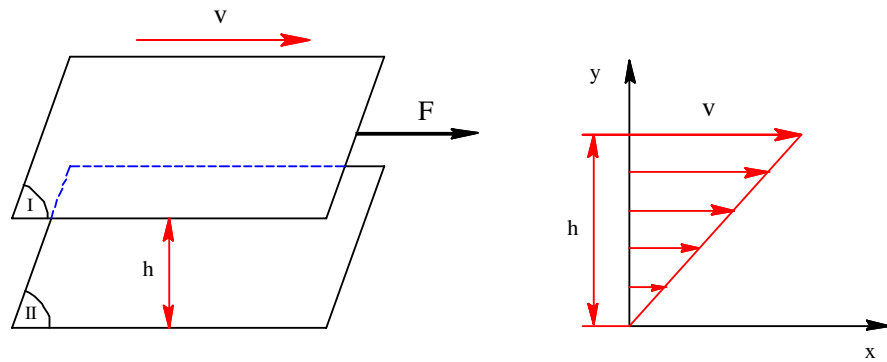
2.3.1. KHÁI NIỆM ĐỘ NHỚT VÀ ĐƠN VỊ ĐO ĐỘ NHỚT

Độ nhớt - còn gọi là *ma sát nội*, là một tính chất của chất lỏng đặc trưng cho lực ma sát chống lại sự chuyển dịch tương đối của các lớp chất lỏng cạnh nhau dưới tác dụng của ngoại lực .

Nước có độ nhớt rất thấp, tức là khi các lớp nước chuyển động tương đối với nhau thì lực ma sát giữa chúng rất nhỏ , bởi vậy nước chảy rất dễ dàng và tốn ít năng lượng để bơm nước từ nơi này đến nơi khác. Ngược lại , dầu bôi trơn có độ nhớt khá cao nên việc bơm chuyển nó sẽ tốn nhiều năng lượng hơn .

Để hiểu rõ hơn khái niệm độ nhớt, chúng ta tìm hiểu một thí nghiệm của Newton sau đây. Có 2 tấm phẳng (H. 2-2), tấm dưới (II) cố định, tấm trên (I) có diện tích S chuyển động dưới tác dụng của ngoại lực F. Giữa hai tấm có một lớp mỏng chất lỏng có chiều cao h.

Sau một thời gian dưới tác dụng của lực F, tấm I sẽ chuyển động đều, song song với tấm II với vận tốc v. Các phần tử chất lỏng dính chặt vào tấm I sẽ chuyển động với vận tốc v, còn các phần tử dính chặt vào tấm II thì không chuyển động. Vận tốc của các phần tử chất lỏng giữa 2 tấm tăng theo quy luật tuyến tính và tỷ lệ với khoảng cách từ tấm II.



H. 2-2. Thí nghiệm của Newton về độ nhớt của chất lỏng

Newton giả thiết rằng, khi chất lỏng chảy, các lớp chất lỏng vô cùng mỏng chuyển động với vận tốc khác nhau, lớp này trượt trên lớp kia. Giữa các lớp chất lỏng chuyển động tương đối với nhau ấy sẽ xuất hiện lực ma sát. Đó là lực ma sát nội được thể hiện bằng công thức :

$$f_T = \mu \cdot S \cdot \frac{v}{h} \quad (2.7)$$

Trong công thức trên, μ là một đại lượng chỉ phụ thuộc vào tính chất của chất lỏng nghiên cứu và có trị số tỷ lệ với lực ma sát nội. Nó được gọi là *Độ nhớt động lực* (μ).

Lấy độ nhớt động lực (μ) của một chất chia cho khối lượng riêng (ρ) của nó ta được một đại lượng cũng đặc trưng cho lực ma sát nội, được gọi là *Độ nhớt động* (ν) :

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (2.8)$$

Trong hệ đơn vị CGS (Centimetre-Gramme-Second System), khi S tính bằng $[cm^2]$, v - $[cm/s]$, h - $[cm]$, f_T - $[dyna]$ ($1 \text{ dyna} = 1 \text{ g.cm/s}^2$), ρ - $[g/cm^3]$ thì đơn vị của độ nhớt động lực (μ) là $g/cm.s$ hay còn gọi là Poise (P), đơn vị của độ nhớt động (ν) là cm^2/s hay còn gọi là Stoke (St).

Hầu hết các loại chất lỏng thường gặp trong kỹ thuật hiện nay có độ nhớt nhỏ hơn 1 Poise hoặc 1 Stoke nhiều lần nên đơn vị thường dùng của độ nhớt là centipoise (cP) hoặc centistoke (cSt).

$$1 \text{ cP} = 10^{-2} \text{ P} = 10^{-3} \text{ N.s/m}^2$$

$$1 \text{ cSt} = 10^{-2} \text{ St} = 10^{-6} \text{ m}^2/s$$

Độ nhớt động lực và độ nhớt động còn được gọi là *độ nhớt tuyệt đối*, nó được sử dụng ở tất cả các nước, đặc biệt trong lĩnh vực nghiên cứu khoa học. Ngoài ra, ở nhiều nước còn sử dụng khái niệm *độ nhớt quy ước* được đo bằng các đơn vị khác nhau như :

độ Engler ($^{\circ}E$), Saybolt Universal Seconds (SUS), Saybolt Furol Seconds (SFS), Redwood Seconds I (Red. No. I), Redwood Seconds II (Red. No. II). Bảng chuyển đổi các đơn vị độ nhớt cho ở phụ lục 3.

2.3.2. PHƯƠNG PHÁP VÀ DỤNG CỤ ĐO ĐỘ NHỚT

Dụng cụ đo độ nhớt của chất lỏng được gọi là *nhớt kế*. Trên thị trường hiện có nhiều loại nhớt kế với các nguyên lý và phạm vi đo khác nhau. Tuy nhiên, hầu hết các loại nhớt kế hiện nay đều hoạt động theo một nguyên lý chung là đo thời gian mà một đơn vị thể tích mẫu thử chảy qua một lỗ tiêu chuẩn của nhớt kế trong những điều kiện quy ước. Độ nhớt tuyệt đối của mẫu thử ở nhiệt độ thí nghiệm được tính theo công thức sau :

$$V_t = c \cdot \tau_t \quad (2.9)$$

trong đó : τ_t - thời gian mẫu thử chảy qua ống mao quản, [s]

c - hằng số của ống đo.

Ở nhiều nước châu Âu và ở Việt nam, độ nhớt quy ước của SPDM thường được xác định bằng nhớt kế Engler. Độ nhớt Engler được tính như sau :

$${}^{\circ}E = \frac{\tau_1}{\tau_0} \quad (2.10)$$

2.3.3. ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ NHỚT ĐẾN HOẠT ĐỘNG CỦA ĐCĐT

Độ nhớt của dầu bôi trơn có ảnh hưởng đến : độ hao mòn các chi tiết do ma sát, tính năng khởi động, công suất, suất tiêu thụ nhiên liệu của động cơ. Độ nhớt của nhiên liệu có ảnh hưởng đến cấu trúc của các tia nhiên liệu khi được phun vào buồng đốt của động cơ , đến quá trình bơm chuyển và làm sạch nhiên liệu. Trong trường hợp sử dụng nhiên liệu có độ nhớt quá cao trong điều kiện thời tiết lạnh, cần phải hâm nóng nhiên liệu để giảm độ nhớt.

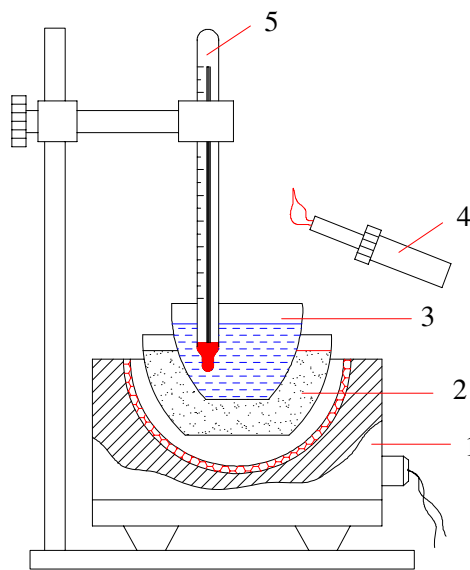
2.4. NHIỆT ĐỘ CHỚP LỬA VÀ NHIỆT ĐỘ BẮT CHÁY

- **Nhiệt độ chớp lửa (t_f)** là nhiệt độ tối thiểu của nhiên liệu lỏng tại đó hơi của nó tạo được với không khí một hỗn hợp và bắt cháy khi đưa ngọn lửa tới gần.

- **Nhiệt độ bắt cháy (t_b)** là nhiệt độ tối thiểu tại đó mẫu thử được đốt nóng trong những điều kiện quy ước bắt cháy khi đưa ngọn lửa tới gần và cháy trong thời gian không dưới 5 giây.

Nhiệt độ bắt cháy của SPDM thường cao hơn nhiệt độ chớp lửa khoảng $30 \div 40$ $^{\circ}C$. Cho đến nay có hai loại dụng cụ với tên gọi là *cốc hở* và *cốc kín* được sử dụng để

xác định nhiệt độ chớp lửa và nhiệt độ bắt cháy. Nhiệt độ chớp lửa của SPDM đo bằng cốc hở cao hơn khi đo bằng cốc kín khoảng $20 \div 25$ °C. Khi thí nghiệm xác định nhiệt độ chớp lửa bằng cốc hở (H. 2-4), rót mẫu thử vào cốc nhỏ và đặt vào đó một nhiệt kế. Đun nóng cốc lớn và thỉnh thoảng đưa ngọn lửa môi vào gần bề mặt mẫu thử. Nhiệt độ trên nhiệt kế tại thời điểm ngọn lửa màu xanh lần đầu tiên xuất hiện trên một phần hoặc trên toàn bộ bề mặt cốc nhỏ khi đưa ngọn lửa đến gần được coi là nhiệt độ chớp lửa (t_f). Nhiệt độ bắt cháy (t_b) là nhiệt độ chỉ trên nhiệt kế tại thời điểm mẫu thử bắt cháy và tiếp tục cháy trong khoảng thời gian ít nhất là 5 giây.



H. 2-4. Xác định nhiệt độ chớp lửa bằng Cốc hở
1- Bếp điện, 2- Cốc lớn đựng cát, 3- Cốc nhỏ đựng mẫu thử, 4- Que châm lửa, 5- Nhiệt kế

Nhiệt độ chớp lửa của các SPDM thông dụng nằm trong phạm vi sau :

- Xăng và hydrocarbon có nhiệt độ sôi thấp : $t_f < 21$ °C
- Dầu hoả : $t_f = 21 \dots 55$ °C
- Dầu diesel : $t_f > 55$ °C

Nhiệt độ chớp lửa và nhiệt độ bắt lửa của SPDM không có ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng hoạt động của ĐCĐT. Chúng đặc trưng cho mức độ nguy hiểm cháy và được sử dụng làm cơ sở cho việc thiết lập các quy tắc phòng hoả trong bảo quản, vận chuyển và phân phối các sản phẩm dễ cháy. Căn cứ vào nhiệt độ chớp lửa có thể xếp xăng, dầu hoả và dầu diesel vào loại chất lỏng có nguy cơ hoả hoạn cao, trung bình và thấp, tương ứng.

2.5. NHIỆT ĐỘ VẮN ĐỤC VÀ NHIỆT ĐỘ ĐÔNG ĐẶC

Nhiệt độ vắn đục là nhiệt độ mà tại đó SPDM bắt đầu vắn đục do sự kết tinh của parafin, nước và những chất khác.

Nhiệt độ đông đặc là nhiệt độ tại đó SPDM mất tính lưu động.

Nhiệt độ vắn đục được xác định bằng cách làm lạnh mẫu thử và ghi nhận nhiệt độ vắn đục tại thời điểm mẫu thử bắt đầu trở thành không trong suốt. Để xác định nhiệt độ đông đặc, người ta rót mẫu thử vào ống nghiệm tiêu chuẩn và nhúng thẳng đứng ống vào hỗn hợp lạnh có nhiệt độ nhất định. Sau khi mẫu thử có nhiệt độ bằng nhiệt độ của hỗn hợp lạnh, nghiêng ống nghiệm một góc 45° và giữ như vậy trong hỗn hợp lạnh khoảng 1 phút. Lấy ống ra và giữ ở tư thế nghiêng; nếu mẫu thử không xê dịch thì nhiệt độ của hỗn hợp lạnh được coi là nhiệt độ đông đặc của mẫu thử; nếu xê dịch thì lặp lại thí nghiệm với nhiệt độ thấp hơn.

Nhiệt độ vắn đục và nhiệt độ đông đặc là một tính chất sử dụng của SPDM ở điều kiện nhiệt độ thấp. Đối với nhiên liệu có nhiệt độ vắn đục và đông đặc cao, cần có biện pháp sấy nóng để tránh làm tắc nhanh các bộ phận lọc và khó bơm chuyển. Căn cứ vào nhiệt độ vắn đục có thể đánh giá hàm lượng parafin rắn và nước có trong SPDM, nhiệt độ vắn đục càng thấp thì hàm lượng các chất đó càng nhỏ.

2.6. ĐIỂM ANILINE

Điểm Aniline ($^{\circ}A$) là nhiệt độ thấp nhất mà tại đó mẫu thử hoà tan hoàn toàn vào aniline ($C_6H_5NH_2$) có cùng thể tích.

Hydrocarbon khác loại có điểm aniline rất khác nhau. Hydrocarbon parafin có điểm aniline cao nhất, hydrocarbon thơm có điểm aniline thấp nhất. Điểm aniline được sử dụng chủ yếu trong phân tích cơ cấu các nhóm hydrocarbon của SPDM. Ngoài ra, biết điểm aniline có thể xác định tính tự bốc cháy của nhiên liệu diesel bằng các công thức thực nghiệm (xem mục 4.2).

2.7. ĐỘ ỔN ĐỊNH OXY HOÁ

Độ ổn định oxy hoá (còn gọi là *chu kỳ cảm ứng*) của SPDM là tính chất đặc trưng cho khả năng chống lại các biến đổi hoá học dưới tác dụng của môi trường xung quanh.

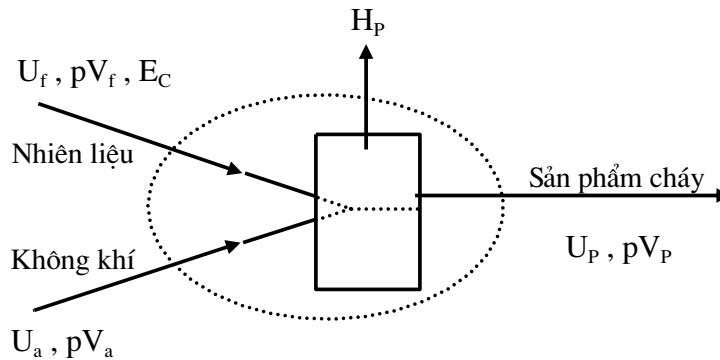
Trong quá trình vận chuyển và bảo quản, các phân tử hydrocarbon có trong SPDM có thể bị oxy hoá bởi oxy từ không khí và hình thành các hợp chất chứa oxy rất đa dạng. Mức độ oxy hoá phụ thuộc rất nhiều vào thành phần hoá học của SPDM. SPDM chứa nhiều olefin có độ ổn định oxy hoá thấp.

2.8. NHIỆT TRỊ CỦA NHIÊN LIỆU

Nhiệt trị (H) là lượng nhiệt năng toả ra khi đốt cháy hoàn toàn một đơn vị khối lượng hoặc một đơn vị thể tích nhiên liệu. Nhiệt trị của nhiên liệu lỏng và rắn thường tính bằng kJ/kg, của nhiên liệu khí - kJ/m³ hoặc kJ/kmol. Ở Anh và Mỹ, nhiệt trị được tính bằng đơn vị Btu/lb (British thermal unit/pound) hoặc Btu/ft³ (British thermal unit/foot³).

Nhiệt trị là một chỉ tiêu chất lượng cơ bản của tất cả các loại nhiên liệu. Nhiệt trị có thể được xác định bằng *nhiệt lượng kế đẳng tích* (nhiệt lượng kế kiểu bom) hoặc *nhiệt lượng kế đẳng áp* bằng cách đốt cháy một lượng xác định mẫu thử rồi đo nhiệt lượng toả ra và tính toán nhiệt trị. Khi tính toán, chúng ta thường lấy nhiệt trị từ các bảng số liệu có sẵn. Để tránh nhầm lẫn, cần phân biệt các khái niệm nhiệt trị dưới đây :

Nhiệt trị đẳng áp (H_p) - nhiệt lượng thu được khi đốt cháy hoàn toàn một đơn vị số lượng nhiên liệu sau khi làm lạnh sản phẩm cháy đến nhiệt độ bằng nhiệt độ của hỗn hợp trước lúc đốt cháy trong điều kiện áp suất của sản phẩm cháy đã được làm lạnh bằng áp suất của khí hỗn hợp trước lúc đốt cháy.



H. 2-7. Sơ đồ xác định nhiệt trị đẳng áp

Phương trình cân bằng năng lượng nhiệt lượng kế đẳng áp :

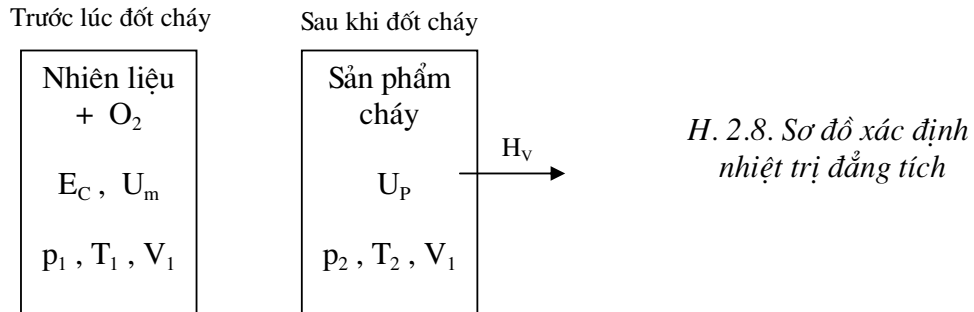
$$E_C + U_f + p.V_f + U_a + p.V_a = U_p + p.V_p + H_p \quad (2.9a)$$

hoặc
$$E_C + U_m + p.V_m = U_p + p.V_p + H_p \quad (2.9b)$$

$$E_C = (H_p + I_p - I_m)_T \quad (2.9c)$$

Nhiệt trị đẳng tích (H_v) - nhiệt lượng thu được khi đốt cháy hoàn toàn một đơn vị số lượng nhiên liệu sau khi đã làm lạnh sản phẩm cháy đến nhiệt độ bằng nhiệt độ

của hỗn hợp trước lúc đốt cháy trong điều kiện không thay đổi thể tích của sản phẩm cháy và hỗn hợp khí trước lúc đốt cháy.



Phương trình cân bằng năng lượng nhiệt kế đẳng tích :

$$E_C + U_m = U_p + H_V \quad (2.10a)$$

$$E_C = (H_V + U_p - U_m)_T \quad (2.10b)$$

Ký hiệu trong các công thức (2.8) và (2.9) như sau :

E_C - hoá năng của nhiên liệu

U_f, U_a, U_m, U_p - nội năng của nhiên liệu, không khí, hỗn hợp cháy và sản phẩm cháy, tương ứng,

I_m, I_p - enthalpy của hỗn hợp cháy và của sản phẩm cháy,

H_p, H_V - nhiệt trị đẳng áp và nhiệt trị đẳng tích.

Từ các công thức (2.8) và (2.9) chúng ta thấy rằng, nhiệt trị và hoá năng của nhiên liệu không hoàn toàn bằng nhau. Nhiệt trị không chỉ phụ thuộc vào loại nhiên liệu mà còn phụ thuộc vào phương pháp và điều kiện tiến hành thí nghiệm xác định nó.

Nhiệt trị đẳng áp có ý nghĩa thực tế trong tính toán các thiết bị động lực, vì ở đó sản phẩm cháy thường được thải ra khí quyển có áp suất và nhiệt độ bằng áp suất và nhiệt độ của nhiên liệu và không khí trước lúc đi vào thiết bị. Vì vậy, nếu trong các bảng số liệu cho nhiệt trị đẳng tích hoặc nếu xác định nhiệt trị bằng nhiệt lượng kế đẳng tích thì phải tính đổi sang nhiệt trị đẳng áp. Có thể sử dụng công thức sau đây :

$$H_p = H_V + 10^{-3} p_m (V_m - V_p) \quad (2.11)$$

trong đó : H_p, H_V - nhiệt trị đẳng áp và nhiệt trị đẳng tích, [kJ/kg],

p_m - áp suất của hỗn hợp trước khi đốt cháy, [N/m²]

V_m, V_p - thể tích của hỗn hợp trước lúc đốt cháy và của sản phẩm cháy đã được làm lạnh ở áp suất p_m ứng với 1 đơn vị số lượng nhiên liệu.

Đối với nhiên liệu lỏng gốc dầu mỏ : $H_V \approx 1,02 H_p$.

Nhiệt trị cao (H_C) - nhiệt lượng thu được khi đốt cháy hoàn toàn một đơn vị số lượng nhiên liệu, bao gồm cả lượng nhiệt toả ra do sự ngưng tụ của hơi nước có trong sản phẩm cháy khi ta làm lạnh nó đến nhiệt độ bằng nhiệt độ ban đầu.

Nhiệt trị thấp (H_T) - nhiệt lượng thu được trong trường hợp nước có trong sản phẩm cháy vẫn ở trạng thái hơi. Như vậy, nhiệt trị thấp nhỏ hơn nhiệt trị cao một lượng bằng nhiệt ẩn hoá hơi của nước có trong sản phẩm cháy.

Nhiều tác giả cho rằng, khi tính toán nhiệt ĐCĐT thì phải dùng nhiệt trị thấp, vì khí thải của ĐCĐT có nhiệt độ cao hơn điểm sương nên không có sự ngưng tụ của hơi nước trong sản phẩm cháy.

Trong những trường hợp mà thí nghiệm chỉ cho nhiệt trị cao thì có thể tính đổi ra nhiệt trị thấp theo công thức gần đúng sau đây :

- Đối với nhiên liệu lỏng :

$$H_T = H_C - r \cdot (9h + w) \quad (2.12)$$

trong đó : H_T, H_C - nhiệt trị thấp và nhiệt trị cao, [kJ/kg],

r - nhiệt ẩn hoá hơi của 1 kg nước, $r = 2.512$ kJ/kg

$9h$ - lượng hơi nước được hình thành khi đốt cháy h kg hydrogen có trong 1 kg nhiên liệu,

w - lượng nước có trong 1 kg nhiên liệu.

- Đối với nhiên liệu khí :

$$H_T = H_C - r \cdot \left(\frac{18}{22,4} \sum \frac{m}{2} C_n H_m O_r + w_h \right) \quad (2.13)$$

trong đó : H_T, H_C - tính bằng kJ/m³ ,

w_h - lượng hơi nước có trong nhiên liệu,

$m/2$ - lượng hơi nước được hình thành khi đốt cháy H_m hydro, tính theo thể tích.

Nếu biết thành phần nguyên tố của nhiên liệu, có thể tính nhiệt trị thấp của nhiên liệu theo công thức Mendêlêep như sau :

$$H_T = 10^3 \cdot [34,013 \cdot c + 125,6 \cdot h - 10,9 \cdot (o_f - s) - 2,512 \cdot (9h + w)] \quad (2.14)$$

trong đó : H_T - tính bằng kJ/kg,

c, h, o_f, s, w - hàm lượng của các nguyên tố C, H₂, O₂, S và H₂O có trong nhiên liệu, [% wt].

2.7. HÀM LƯỢNG CỐC, TRO

Trong công nghệ hoá-nhiên liệu, cốc là cặn rắn được tạo thành khi cho nhiên liệu chịu tác dụng của nhiệt độ cao trong điều kiện không có không khí. Căn cứ vào nguyên liệu gốc, cốc công nghiệp được phân loại thành : cốc than đá, cốc pec điện cực và cốc dầu mỏ. Cốc than đá là sản phẩm thiêu kết thể rắn được tạo thành khi nung một số loại than trong lò luyện cốc đến nhiệt độ 900 ... 1050 °C. Cốc pec điện cực là phần rắn giàu carbon thu được khi phân huỷ pec* than đá. Cốc dầu mỏ thu được bằng cách cốc hoá các sản phẩm nặng của quá trình nhiệt phân, gudron và cặn cracking. Thành phần nguyên tố của cốc dầu mỏ như sau : 90-95 % carbon, 4-6 % hydrogen, 0,1-2 % sulfur, 0,1-0,8 % tro.

Hàm lượng cốc của SPDM được xác định bằng cách làm bốc hơi và hoá than một khối lượng mẫu thử xác định trong những điều kiện quy ước rồi định lượng cặn than tạo thành. Dụng cụ □□□-70 (Liên xô) gồm một lò điện, bộ điều khiển và các chén nung bằng thủy tinh chịu nhiệt với dung tích 5-10 cm³. Đặt các chén nung chứa mẫu thử có trọng lượng đã định vào các ô của dụng cụ và cấp nhiệt. Khi mẫu thử được đốt nóng, hơi thoát ra từ mao quản của chén nung sẽ bị đốt cháy. Sau khi hơi cháy hết, đẩy nắp các ô để chén lại và tiếp tục nung cặn ở 520 ± 5 °C trong vòng 7 phút nữa. Hàm lượng cốc tính theo công thức :

$$X_c = \frac{m_c}{m} \cdot 100\% \quad (2.11)$$

trong đó : X_c - hàm lượng cốc, [% wt]

m_c - khối lượng cốc, [g]

m - khối lượng mẫu thử, [g]

Tro là phần không bị đốt cháy, gồm các loại muối và tạp chất vô cơ có trong SPDM. Hàm lượng tro được xác định bằng cách đốt cháy một khối lượng xác định mẫu thử, nung cặn đến khối lượng không đổi và định lượng phần cặn đó theo % khối lượng mẫu thử.

2.8. HÀM LƯỢNG NHỰA

Nhựa - Các chất cao phân tử chứa oxygen có sẵn hoặc được tạo thành trong nhiên liệu lỏng hoặc dầu bôi trơn trong quá trình bảo quản, phân phối và sử dụng.

Nhựa tiềm tàng - Nhựa tạo thành trong nhiên liệu do oxy hoá được xúc tiến ở nhiệt độ và thời gian cho trước trong dụng cụ tiêu chuẩn. Thông thường quá trình oxy

* Pec - phần cặn của quá trình chưng nhựa than đá, than nâu, đá phiến nhiên liệu, gỗ, v.v.

hoá được tiến hành dưới áp suất của oxygen hoặc không khí ở 100 °C. Hàm lượng nhựa tiềm tàng là chỉ tiêu gián tiếp về độ ổn định của nhiên liệu khi bảo quản.

Nhựa thực tế - Sản phẩm phản ứng oxy hoá, polyme hoá và quá trình ngưng tụ các hợp chất hydrocarbon có trong nhiên liệu và được tạo thành khi làm bay hơi nhiên liệu trong điều kiện tiêu chuẩn.

H. 2-6 thể hiện sơ đồ dụng cụ xác định hàm lượng nhựa thực tế trong SPDM theo □□□□ 1567-56. Quy trình thí nghiệm như sau :

- Đổ dầu bôi trơn vào bình (2) rồi đun nóng bằng bếp điện (1). Nhiệt độ của dầu cần đạt được như sau : 150 ± 3 °C khi thí nghiệm với xăng ; 180 ± 3 °C - với dầu hoả và nhiên liệu phản lực ; 250 ± 5 °C - với nhiên liệu diesel.
- Rửa sạch, hút ẩm rồi cân các cốc chứa mẫu thử (1).
- Rót 25 ml mẫu thử vào 2 cốc rồi đặt chúng vào ngăn trong bình dầu.
- Mở máy nén khí và điều chỉnh lưu lượng dòng khí khoảng 20 ± 2 lít/phút.
- Đối với xăng, sau 5 phút tăng lưu lượng dòng khí lên 55 ± 5 lít/phút ; Đối với dầu hoả, nhiên liệu diesel, sau 15 phút tăng lên $140 \div 150$ lít/phút. Duy trì lưu lượng này cho đến lúc kết thúc thí nghiệm. Lưu ý không để mẫu thử sủi bọt.
- Sau khoảng 20 phút đối với xăng và khoảng 30 phút đối với dầu hoả hoặc nhiên liệu diesel, lấy các cốc ra và đặt vào bình hút ẩm trong khoảng thời gian khoảng 30 phút, sau đó cân cốc có chứa nhựa. Lặp lại công đoạn này cho đến khi chênh lệch giữa 2 lần cân liên tiếp không quá 0,0004 gam.

Hàm lượng nhựa thực tế được tính theo công thức sau :

$$X_N = \frac{m_2 - m_1}{25} \cdot 100 \quad (2.12)$$

trong đó :

- X_N - hàm lượng nhựa thực tế, [mg/100 ml]
- m_1 - khối lượng của cốc sạch , [mg]
- m_2 - khối lượng cốc và nhựa , [mg]

- , hàm lượng nhựa thực tế (mg/100 ml nhiên liệu) được xác định bằng cách cho bay hơi hoàn toàn 25 ml nhiên liệu trong cốc thuỷ tinh tiêu chuẩn khi đun nóng cốc trong nồi nấu cách dầu và thổi nhiên liệu bằng KK.

2.10. TRỊ SỐ IOD

Trị số Iod là chỉ tiêu đánh giá hàm lượng các hợp chất không no trong SPDM, được biểu thị bằng số gram iod kết hợp được với 100 gram mẫu thử ($\text{g I}_2 / 100 \text{ g}$)

2.11. TÍNH ĂN MÒN

- Ăn mòn đồng (Copper Strip Corosion) - ASTM - D.130 (TCVN 2694-1995)

2.9. BITUM

Bitum - tên gọi chung của các chất rắn và lỏng hoặc chế phẩm của chúng, bao gồm các hydrocarbon mà thường là các dẫn xuất oxy, lưu huỳnh và nitơ của chúng. Người ta phân biệt : bitum tự nhiên và bitum nhân tạo. Bitum tự nhiên gồm bitum sapropelit (bitum than bùn thối), bitum đá phiến, bitum than đá, bitum than bùn và bitum dầu mỏ. Bitum nhân tạo là các sản phẩm của công nghệ chế biến dầu mỏ và than đá.

2.10. BỒ HÓNG

Bồ hóng - sản phẩm carbon rắn có độ phân tán cao, do hydrocarbon cháy không hoàn toàn hoặc bị phân huỷ nhiệt tạo thành. Bồ hóng công nghiệp thường chứa > 98 % C, 0,2 - 0,5 % H_2 , một ít tạp chất khoáng và sulfur. Một số loại bồ hóng chuyên dùng chứa oxygen hấp phụ hoá học (tới 10 %). Các hạt bồ hóng có dạng hình cầu cấu thành từ các lớp nguyên tử C giống như các lớp graphit. Khối lượng riêng $\rho = 1,80 - 1,95 \text{ g/cm}^3$; bề mặt riêng $a = 8 - 300 \text{ m}^2/\text{g}$.

Bồ hóng trong động cơ - một dạng cặn gồm phần lớn là C, có đường kính hạt $d < 50 \mu\text{m}$, hình thành do nhiên liệu cháy không hoàn toàn.

2.11. CẶN CARBON TRONG ĐCĐT

Dựa vào khả năng bám dính vào bề mặt chi tiết, cặn carbon được phân loại thành : cặn dễ tách (bồ hóng, các chất kết tủa) và cặn khó tách (cặn lắng, coke và muội).

Cặn lắng - thường có bề mặt nhẵn bóng, màu từ vàng sáng và nâu đến đen. Thành phần hoá học : 40- 80 % carbon và carboit, 15- 40 % dầu và nhựa trung tính, 10- 15 % atfanten và oxiaxit. Thành phần nguyên tố : 70 - 80 % C, 3- 10 % H_2 , 8- 25 % O_2 và các nguyên tố có nguồn gốc từ tạp chất và phụ gia.

[F-01/28]

XĂNG ÔTÔ

3.1. CHỈ TIÊU CHẤT LƯỢNG CỦA XĂNG ÔTÔ

Xăng ô tô là một hỗn hợp của các loại hydrocarbon có nhiệt độ sôi trong khoảng 25 - 210 °C, chủ yếu là hydrocarbon có số nguyên tử carbon trong phân tử từ 4 đến 10 (C₄ ... C₁₀). Ngoài ra, xăng ô tô cũng có thể chứa một lượng nhỏ tạp chất và chất phụ gia.

Chất lượng của xăng ô tô được đánh giá bằng các chỉ tiêu: *tính chống kích nổ, tính bay hơi, nhiệt trị, hàm lượng tạp chất, hàm lượng nhựa, độ ổn định oxy hoá, tính chống đóng băng, tính chống ăn mòn*, v.v. Một số chỉ tiêu nói trên đã được đề cập đến ở chương 2. Dưới đây sẽ trình bày hai chỉ tiêu chất lượng có ý nghĩa nhất đối với động cơ xăng, đó là: *tính chống kích nổ* và *tính bay hơi*.

3.1.1. TÍNH CHỐNG KÍCH NỔ

HIỆN TƯỢNG KÍCH NỔ Ở ĐỘNG CƠ XĂNG

Ở động cơ xăng, xăng và không khí được hoà trộn với nhau theo một tỷ lệ nhất định nhờ một thiết bị gọi là *bộ chế hoà khí* (carburetor) hoặc *hệ thống phun xăng*. Thành phần của hỗn hợp xăng-không khí (thường gọi là *hoà khí*) được đánh giá bằng một đại lượng có tên gọi là *hệ số dư lượng không khí* (λ). Hoà khí được hình thành trong ống nạp của động cơ, đi vào xylanh, sau đó bị piston nén và được đốt cháy bằng tia lửa điện của buji tại thời điểm piston tới gần *điểm chết trên* (ĐCT). Quá trình cháy của hoà khí được bắt đầu nhờ nhiệt độ rất cao (khoảng 10 000 °C) của tia lửa điện. Mặc dù diễn ra rất nhanh, nhưng quá trình cháy nhiên liệu trong động cơ xăng không xảy ra tức thì mà ngọn lửa xuất phát từ buji lan truyền theo từng lớp, phân chia không gian của buồng đốt thành hai vùng: vùng sau ngọn lửa chứa sản phẩm cháy và vùng trước ngọn lửa chứa hoà khí chưa cháy (H. 3-1). Nếu tất cả hoà khí được đốt cháy bởi ngọn lửa xuất phát từ tia lửa điện của buji thì quá trình cháy được gọi là *cháy bình thường*. Ở động cơ xăng cũng có thể xuất hiện một số hiện tượng cháy không bình thường, như: *kích nổ, cháy sớm, nổ trong ống xả, nổ trong ống nạp*, v.v. Trong số những hiện tượng cháy không bình thường kể trên thì *kích nổ* là hiện tượng có ảnh hưởng lớn đến hoạt động của động cơ và có liên quan trực tiếp với tính chất của nhiên liệu.

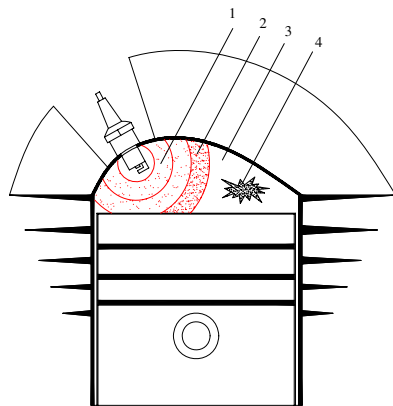
Kích nổ là hiện tượng phần hoà khí cuối tự phát hoá và bốc cháy một cách đột ngột trước khi ngọn lửa xuất phát từ buji lan tới nó.

Nguyên nhân và bản chất hiện tượng kích nổ ở động cơ xăng chưa được lý giải một cách toàn diện. Tuy nhiên, nhiều tác giả cho rằng kích nổ ở động cơ xăng là kết quả của hàng loạt *phản ứng tiền ngọn lửa* (preflame reactions) diễn ra trong điều kiện nhiệt độ và áp suất cao tại vùng trước ngọn lửa chứa phần hoà khí chưa cháy (thường gọi là *phần hoà khí cuối* - end mixture) bị chèn ép bởi màng lửa lan truyền từ buji. Trong thời gian diễn ra các phản ứng tiền ngọn lửa trong những điều kiện thích hợp sẽ xuất hiện các chất peroxide có tính chất như chất nổ. Các chất peroxide đó sẽ tự phát hoả và bốc cháy với tốc độ rất lớn nếu nồng độ của chúng vượt quá trị số tới hạn.

Khả năng xuất hiện kích nổ được quyết định bởi 3 nhóm yếu tố sau đây :

- Tính chất của nhiên liệu.
- Đặc điểm cấu tạo của động cơ.
- Chế độ làm việc của động cơ.

Có thể coi nhiên liệu là yếu tố nội tại quyết định tính chất và tốc độ của các phản ứng tiền ngọn lửa ; còn cấu tạo và chế độ làm việc của động cơ là những yếu tố ngoại cảnh đảm bảo cho các phản ứng tiền ngọn lửa có thể xảy ra với tốc độ có thể dẫn đến kích nổ.



H. 3-1. Cháy bình thường (a) và kích nổ (b) ở động cơ xăng
1- Sản phẩm cháy, 2- Ngọn lửa, 3- Hoà khí chưa cháy, 4- Tâm kích nổ

Kích nổ là hiện tượng rất có hại, vì :

- Tốc độ cháy của phần hoà khí bị kích nổ rất lớn sẽ tạo nên áp suất và nhiệt độ cục bộ rất cao tại khu vực kích nổ. Vận tốc lan truyền ngọn lửa kích nổ có thể đạt tới 2000 m/s, trong khi vận tốc của ngọn lửa khi cháy bình thường không vượt quá 40 m/s ở động cơ xăng hiện nay. Sự chênh lệch áp suất giữa khu vực kích nổ và phần không gian còn lại của buồng đốt sẽ làm xuất hiện *sóng xung kích* lan truyền với vận tốc truyền âm. Sóng xung kích phản xạ nhiều lần trong không gian buồng đốt sẽ tạo ra tiếng gõ kim loại đặc trưng của hiện tượng kích nổ. Cũng chính do sự lan truyền và phản xạ nhiều lần của sóng xung kích, sự truyền nhiệt từ khí nóng cho vách xylanh sẽ được tăng cường và màng dầu bôi trơn trên bề mặt của các chi tiết thuộc cơ cấu truyền

lực có thể bị phá huỷ dẫn đến hàng loạt hư hỏng như hệ thống làm mát bị quá tải, kẹt piston, bó xecmang, v.v.

- Công suất của động cơ giảm, suất tiêu thụ nhiên liệu tăng do một phần sản phẩm cháy và hydrocarbon bị phân huỷ dưới tác dụng của áp suất và nhiệt độ cục bộ cao, một phần năng lượng phải tiêu hao cho sự lan truyền của sóng xung kích và tổn thất nhiệt cho môi chất làm mát tăng.

CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ TÍNH CHỐNG KÍCH NỔ CỦA NHIÊN LIÊU

Tính chống kích nổ của nhiên liệu là khả năng đảm bảo cho ngọn lửa xuất phát từ bougie lan truyền và đốt cháy phân hoà khí phía trước ngọn lửa một cách đều đặn mà không tạo ra kích nổ. Tính chống kích nổ của nhiên liệu dùng cho ĐCĐT có thể được đánh giá bằng các chỉ tiêu khác nhau, ví dụ :

- **Tỷ số nén hữu ích cao nhất** (HUCR - Highest Useful Compression Ratio) - tỷ số nén ở đó xuất hiện kích nổ nghe rõ khi động cơ hoạt động trong điều kiện nhiệt độ xác định, góc đánh lửa sớm và thành phần hoà khí được điều chỉnh để có suất tiêu hao nhiên liệu nhỏ nhất.

- **Tỷ số nén tới hạn** (CCR - Critical Compression Ratio) - tỷ số nén được xác định tương tự như với HUCR, chỉ khác là ở giá trị tại đó bắt đầu xuất hiện kích nổ.

- **Đường lượng Anilin** (ĐLA) - Trộn lẫn một mol nhiên liệu thử nghiệm với xăng chuẩn đến khi có thể tích chung là 1 lít, sau đó thử nghiệm hỗn hợp này trên một động cơ tiêu chuẩn và so sánh kết quả thử nghiệm với tính chống kích nổ của xăng chuẩn nguyên chất. Nếu tính chống kích nổ của hỗn hợp cao hơn của xăng chuẩn thì người ta pha thêm anilin vào xăng chuẩn một lượng sao cho tính chống kích nổ của chúng trở nên bằng nhau. Nếu tính chống kích nổ của hỗn hợp thấp hơn của xăng chuẩn thì người ta pha thêm anilin vào hỗn hợp. ĐLA được xác định bằng lượng anilin được pha thêm. Khi pha thêm anilin vào xăng chuẩn, ĐLA mang dấu dương, khi đó tính chống kích nổ của nhiên liệu thử nghiệm cao hơn của xăng chuẩn. Khi pha thêm anilin vào hỗn hợp thì Đ.L.A. mang dấu âm.

- **Đường lượng benzen** (ĐLB) - được xác định trên động cơ tiêu chuẩn bằng cách so sánh nhiên liệu thử nghiệm với hỗn hợp chuẩn của benzen với xăng. Hàm lượng benzen tính bằng % trong hỗn hợp chuẩn được gọi là ĐLB.

- **Số octane** (Octane Number - ON) - là số % thể tích của chất isooctane (2, 2, 4-trimethylpentane C_8H_{18}) có trong hỗn hợp với chất n-heptane (C_7H_{16}) nếu hỗn hợp này và nhiên liệu thử nghiệm tương đương về tính chống kích nổ.

Hiện nay, số octane là chỉ tiêu đánh giá tính chống kích nổ của nhiên liệu được sử dụng phổ biến nhất ở tất cả các nước.

PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH SỐ OCTANE

Số octan được xác định trên một loại động cơ thí nghiệm được tiêu chuẩn hoá bằng cách so sánh tính chống kích nổ của nhiên liệu thí nghiệm với tính chống kích nổ của nhiên liệu chuẩn trong những điều kiện quy ước như nhau.

Trên thị trường hiện nay có nhiều loại động cơ thí nghiệm như : ASTM-CFR (Mỹ), IP-9 (Liên xô), BAST-IG (Đức). Chúng đều có đặc điểm chung là tạo hoà khí bằng carburetor, phát hoả bằng tia lửa điện, có tỷ số nén thay đổi được.

Nhiên liệu chuẩn là hỗn hợp của isooctane và n-heptane với những tỷ lệ thể tích khác nhau. Isooctane có tính chống kích nổ tốt, quy ước lấy ON = 100 ; n-heptane có tính chống kích nổ kém, quy ước lấy ON = 0. Khi trộn isooctane với n-heptane theo những tỷ lệ khác nhau, ta được một loạt nhiên liệu chuẩn có tính chống kích nổ khác nhau. Tỷ lệ isooctane trong hỗn hợp càng lớn thì tính chống kích nổ của hỗn hợp càng cao.

Hỗn hợp isooctane - n-heptane được sử dụng trong việc xác định số octane được gọi là nhiên liệu chuẩn sơ cấp. Nhiên liệu chuẩn sơ cấp được dùng chủ yếu để thí nghiệm trọng tải và để kiểm tra thang chuyển tiếp từ nhiên liệu chuẩn thứ cấp sang nhiên liệu chuẩn sơ cấp. Trong thí nghiệm thương mại, người ta thường dùng nhiên liệu chuẩn thứ cấp có giá thấp hơn, như xăng chưng cất trực tiếp, xăng máy bay, isooctane kỹ thuật, toluene, v.v.

Để xác định số octane của nhiên liệu, cho động cơ chạy bằng nhiên liệu thí nghiệm trong các điều kiện quy ước và tăng tỷ số nén cho tới khi xuất hiện kích nổ. Sau đó cho động cơ chạy bằng nhiên liệu chuẩn và xác định loại nhiên liệu chuẩn cũng gây kích nổ ở cùng tỷ số nén đó. Giả sử nhiên liệu chuẩn đó chứa 83 % isooctane và 17 % n-heptane (tính theo thể tích) thì nhiên liệu thí nghiệm có số octane ON = 83.

RON, MON, R100 và Road ON

Khả năng xuất hiện kích nổ không chỉ được quyết định bởi tính chất của nhiên liệu mà còn phụ thuộc vào hàng loạt yếu tố khác liên quan đến cấu tạo và chế độ làm việc của động cơ. Bởi vậy, với cùng một mẫu nhiên liệu, nếu tiến hành thí nghiệm xác định số octane bằng các phương pháp khác nhau sẽ cho những kết quả khác nhau. Tùy thuộc vào phương pháp xác định số octane, có thể phân biệt số octane như sau :

- *Research Octane Number* (RON) - RON là số octane được xác định theo phương pháp nghiên cứu (*Research Octane Number Method*). RON đánh giá tính chống kích nổ của nhiên liệu được xác định trong điều kiện động cơ làm việc ở chế độ tải và tốc độ trung bình (xem bảng 3-1).

- *Motor Octane Number Method* (MON) - MON là số octane được xác định theo phương pháp motor (*Motor Octane Number Method*). MON đặc trưng cho tính

chống kích nổ của nhiên liệu được xác định khi động cơ làm việc trong điều kiện khắc nghiệt hơn so với phương pháp nghiên cứu (xem bảng 3-1).

Với cùng một loại xăng, trị số MON bao giờ cũng nhỏ hơn RON. Sự chênh lệch giữa MON và RON được gọi là độ nhạy của nhiên liệu (fuel sensitivity - FS). FS càng nhỏ thì tính ổn định về khả năng chống kích nổ càng cao. Xăng thông dụng có FS = 9 - 11

Trước đây, khi mức độ cường hoá động cơ chưa cao, tính chống kích nổ của xăng chỉ cần đánh giá bằng MON là đủ. Khi ô tô được trang bị động cơ có cường độ làm việc cao hơn, ngoài việc phải sử dụng nhiên liệu có ON cao, cần phải đánh giá tính chống kích nổ trong những điều kiện phản ánh đúng thực tế khai thác hơn. Điều đó đã dẫn đến sự ra đời của một số phương pháp khác để đánh giá tính chống kích nổ của xăng ô tô, như R 100 °C Method, Road Octane Number Method.

Bảng 3-1. Điều kiện hoạt động của động cơ khi xác định số octane

Phương pháp	Số Octane	Tốc độ quay [rpm]	θ [deg]	Nhiệt độ [°F]		
				Môi chất làm mát	Không khí nạp	Hỗn hợp cháy
Research (D908)	0 - 100	600	13	212	60-139	...
Motor (D357)	0 - 100	900	14 - 26	212	100±25	300
Supercharge (D909) (D1948)	85 - 100 100 - 161	1800	45	375	225
Aviation (D614)	70 - 100 100 - 161	1200	35	375	125	220

- **R100°C Method** - Xăng là một hỗn hợp của nhiều loại hydrocarbon có khả năng chống kích nổ khác nhau. Nói chung, phần có nhiệt độ sôi thấp (trừ butane, isopentane và benzene) có số octane thấp hơn so với xăng nói chung. Khi tăng tốc động cơ ở tỷ số truyền lớn sẽ xảy ra hiện tượng một số cylindre nhận được nhiều hơn phần xăng có nhiệt độ sôi thấp và tính chống kích nổ kém. Hiện tượng kích nổ có thể xuất hiện do nguyên nhân nói trên và càng dễ nhận thấy khi gia tốc ở tốc độ khởi điểm thấp. Đó là dạng kích nổ phổ biến nhất, gọi là kích nổ tốc độ thấp (Low Speed Knock -LSK). LSK không gây hư hại gì cho động cơ vì chỉ xuất hiện trong giai đoạn chuyển tiếp rất ngắn, nhưng dễ dàng nhận thấy bằng tai và dẫn đến sự phàn nàn của khách hàng. Để phân tích khả năng chống kích nổ của những phần có nhiệt độ sôi thấp của xăng, người ta chưng cất mẫu và sau đó xác định RON của phần cất có khoảng nhiệt độ sôi từ nhiệt độ sôi đầu (IBP) đến 100 °C. Số octane được xác định như vậy gọi là R100 °C của

xăng. Đối với xăng thương phẩm, R100 °C luôn nhỏ hơn RON. Hiệu số $\Delta\text{RON} = \text{RON} - \text{R100}^\circ\text{C}$ phụ thuộc vào loại xăng ; thông thường $\Delta\text{RON} = 4-12$ đối với xăng chất lượng cao, $\Delta\text{RON} \rightarrow 15$ đối với xăng thông dụng.

• *Road Octane Number Method* (Road ON) : Road ON là số octane được xác định trong điều kiện phản ánh đúng thực tế khai thác, ví dụ khi đột ngột tăng tốc và đột ngột giảm tốc. Số octane được xác định trong những điều kiện như vậy gọi là *số octane trên đường* (Road ON). Road ON là chỉ tiêu quyết định một loại xăng nào đó có đáp ứng được yêu cầu chống kích nổ trong một động cơ cụ thể nào đó hay không. Rất tiếc, cho đến nay chưa có một phương pháp được cho là tốt nhất để xác định Road ON . Road ON được xác định bằng một động cơ nào đó thì chỉ có giá trị đối với động cơ đó. Bởi vậy, người ta tạm tính Road ON trên cơ sở RON và MON bằng các công thức gần đúng dưới đây [2], [3] :

$$\text{Road ON} = 0,839. (0,5. \text{RON} + 0,5. \text{MON}) + 18,8 \quad (3.1)$$

$$\text{hoặc } \text{Road ON} = \text{RON} - \frac{(FS)^2}{a} \quad (3.2)$$

$$\text{hoặc } \text{AKI} = 0,5. (\text{RON} + \text{MON}) \quad (3.3)$$

trong đó : AKI (Antiknock Index) - chỉ số chống kích nổ.

FS - độ nhạy của nhiên liệu,

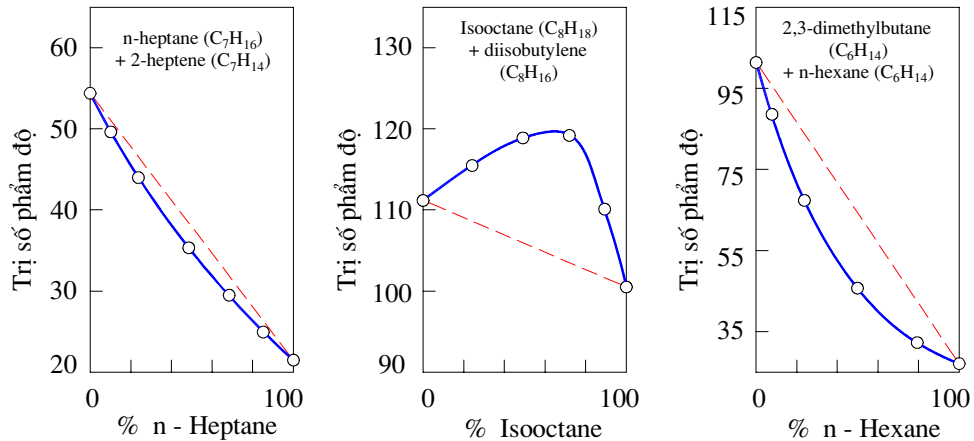
a - hệ số phụ thuộc vào tỷ số nén của động cơ.

Mỗi nhãn hiệu xăng ô tô thường kèm theo trị số octane, nhưng chưa có sự thống nhất đó là số octane xác định theo phương pháp nào. Ví dụ : trị số 83, 92, 93 trong nhãn hiệu xăng Mogas-83, Mogas-92 (Việt nam) ; AI-93, AI-98 (Liên xô) là số octane theo phương pháp nghiên cứu (RON) ; trị số 66, 72, 76 trong nhãn hiệu xăng A-66 , A-72 , A-76 của Liên xô là số octane theo phương pháp motor (MON). Ở Mỹ, tại các trạm bán xăng, trị số AKI được niêm yết thay cho MON và RON. Trong tiêu chuẩn ASTM-D4814 , AKI còn được gọi bằng các tên khác như : *Octane Rating, Posted Octane*.

Trong các tiêu chuẩn quốc gia người ta thường dùng số octane theo phương pháp nghiên cứu (RON). Bởi vậy, khi nói đến số octane mà không cụ thể hoá gì thêm thì đó là RON.

TÍNH CHỐNG KÍCH NỔ CỦA HỖN HỢP NHIÊN LIỆU

Khả năng chống kích nổ của nhiên liệu có " *tính cộng đượ* ", nghĩa là nếu pha trộn nhiên liệu có ON cao vào nhiên liệu có ON thấp thì sẽ được loại nhiên liệu có ON trung bình. Tuy nhiên, mức độ tăng ON không tỷ lệ thuận với lượng nhiên liệu có ON cao được pha trộn.



H. 3-2. Tính chống kích nổ của hỗn hợp nhiên liệu

YÊU CẦU VỀ SỐ OCTANE CỦA XĂNG ÔTÔ

Số octane yêu cầu (ON_R) đảm bảo cho động cơ không bị kích nổ phụ thuộc vào hàng loạt yếu tố như : tỷ số nén của động cơ, đường kính xylanh, vật liệu chế tạo piston và nắp xylanh, phương pháp và chế độ làm mát động cơ, cấu hình của buồng cháy, vị trí đặt bougie, chế độ làm việc của động cơ, v.v. Trong số những yếu tố trên, tỷ số nén có ý nghĩa hơn cả và ảnh hưởng nhiều đến khả năng kích nổ.

Thực nghiệm cho thấy mối quan hệ giữa số octane yêu cầu (ON_R), tỷ số nén (ϵ) và đường kính xylanh (D) như sau [3] :

$$NO_R = 125,4 - \frac{413}{\epsilon} + 0,183 \cdot D \quad (3.5)$$

BIỆN PHÁP NÂNG CAO TÍNH CHỐNG KÍCH NỔ CỦA NHIÊN LIỆU

Xăng chung cất trực tiếp có thành phần chủ yếu là hydrocarbon parafin mạch thẳng (60-80 %) và có tính chống kích nổ kém (MON = 43-53). Nó chỉ có thể sử dụng được cho động cơ có tỷ số nén thấp. Với mục đích tăng hiệu suất nhiệt, tỷ số nén của động cơ xăng luôn có xu hướng tăng trong mấy chục năm vừa qua và kéo theo đó là yêu cầu nâng cao tính chống kích nổ của nhiên liệu. Các biện pháp nâng cao tính chống kích nổ của xăng hiện nay có thể phân thành hai nhóm cơ bản là : thay đổi công nghệ chế biến dầu mỏ và sử dụng chất phụ gia.

1) Công nghệ chế biến dầu mỏ - Các công nghệ chế biến dầu mỏ như : cracking, reforming, isomer hoá, alkyl hoá... cho ra các sản phẩm xăng cracking, reformate, isomate, alkylate ... có tính chống kích nổ cao hơn xăng chưng cất trực tiếp (xem mục 1.6 và bảng 3-2). Xăng thương phẩm thường là hỗn hợp với những tỷ lệ khác nhau của các loại sản phẩm nói trên với xăng chưng cất trực tiếp, có hoặc không có phụ gia.

Bảng 3-2. Các thành phần cơ bản để pha chế xăng động cơ [3]

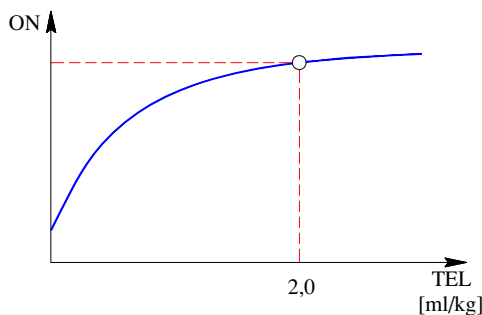
Thành phần pha chế	Các tính chất đặc trưng					
	Nhiệt độ sôi [°C]	t ₅₀ [°C]	RVP [bar]	Mật độ [kg/m ³]	RON	MON
Xăng cracking nhẹ	40 ÷ 110	83	0,7	690	93	80
Xăng cracking nặng	110 ÷ 210	155	0,1	800	91	79
Reformate	30 ÷ 180	110	0,5	780 ÷ 800	95 ÷ 102	90 ÷ 97
Isomate	40 ÷ 70	60	0,7	690	80 ÷ 90	80 ÷ 90
Alkylate	25 ÷ 200	80	1,0	700	95	94
Butane	-	-	4,5	580	94	90
Xăng cất trực tiếp	25 ÷ 90	66	0,8	680	68	58

Bảng 3-3. Một số chất phụ gia chống kích nổ [9], [3]

Chất phụ gia	Công thức hoá học	Hiệu quả chống kích nổ tương đương [g]
Tetraethyllead (TEL)	(C ₂ H ₅) ₄ Pb	1
Aniline	C ₆ H ₅ NH ₂	34
Ethyl iodide	C ₂ H ₅ I	53
Ethyl alcohol	C ₂ H ₅ OH	161
Xylene	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	271
Toluene	C ₆ H ₅ CH ₃	298
Benzene	C ₆ H ₆	332
Tetramethyllead (TML)	(CH ₃) ₄ Pb	-
Tertiary-buthyl alcohol (TBA)	-	-
Methyl tertiary-Buthyl ether (MTBE)	-	-

Bảng 3-4. Hiệu quả chống kích nổ của TEL với các loại xăng khác nhau [12]

Loại xăng	Nhóm hydrocarbon ưu thế	MON trước khi pha TEL	MON sau khi pha 1,2 g TEL/1kg xăng
Xăng chung cất trực tiếp loại nhẹ	Parafin-Naphthene	63	81
Xăng chung cất trực tiếp loại nặng	Parafin-Naphthene	26	43
Xăng cracking xúc tác	Olefin	80	82
Xăng reforming	Aromatic	82	89

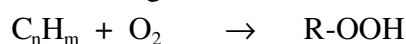


H.3-3. Ảnh hưởng của TEL đến số octane của xăng

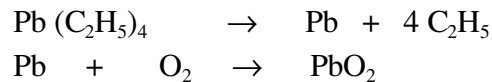
2) Chất phụ gia - (còn gọi là *chất thêm*) là chất được pha với một tỷ lệ rất nhỏ vào nhiên liệu, chất bôi trơn, chất lỏng chuyên dùng, v.v. để cải thiện các tính chất tự nhiên của chúng hoặc tạo cho chúng các tính chất mới đem lại lợi ích trong sử dụng, vận chuyển và bảo quản. Các sản phẩm dầu mỏ có thể không có hoặc được pha thêm một hoặc nhiều loại phụ gia. Một chất phụ gia có thể chỉ có ảnh hưởng đến một tính chất (tác dụng đơn) hoặc tác dụng đồng thời đến nhiều tính chất (tác dụng kép) của sản phẩm dầu mỏ.

Tetraethyllead (TEL), có nhiệt độ sôi là 390 °F, được phát hiện là chất có tác dụng chống kích nổ vào năm 1921 và đã được sử dụng rộng rãi từ đó do có hiệu quả chống kích nổ cao và giá thành thấp. Bảng 3-6 và H.3-5 thể hiện ảnh hưởng của TEL đến khả năng chống kích nổ của xăng. Cơ chế chống kích nổ của TEL được một số tác giả giải thích là do nó có tác dụng kìm hãm các *phản ứng tiền ngọn lửa* (preflame reactions), hạn chế tốc độ hình thành các phân tử hoạt tính và do đó làm chậm quá trình hình thành các trung tâm kích nổ. Các phản ứng hoá học diễn ra trong giai đoạn tiền kích nổ như sau [2]:

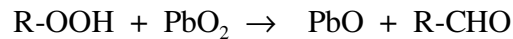
- Các phân tử hydrocarbon bị oxy hoá dưới tác dụng của áp suất và nhiệt độ cao thành các peroxide không bền:



- TEL bị phân huỷ :



- Phản ứng biến đổi peroxide không bền thành các hợp chất có tính hoạt hoá kém hơn :



Nếu không có các biện pháp thích hợp, oxide chì (PbO) sẽ tích tụ dần trên các cực của bougie, nắm soupape, v.v. gây ảnh hưởng xấu đến hoạt động của động cơ. Để tránh hiện tượng này, trong thành phần của "nước chì" pha vào xăng phải có các chất hoá học có tác dụng biến đổi các oxide chì thành các chất dễ bay hơi để dễ dàng thải ra ngoài. Các chất hoá học thường được sử dụng là ethyl dichloride (C₂H₅Cl) và ethyl dibromide (C₂H₅Br). Hỗn hợp của TEL với hoá chất chống oxide chì tích tụ được gọi là "nước chì" và rất độc đối với cơ thể sống. Vì vậy, người ta thường nhuộm màu đặc trưng cho các loại xăng pha chì để phân biệt với các loại xăng khác.

Tetramethyllead (TML) được đưa vào sử dụng từ năm 1960. TML có nhiệt độ sôi là 230 °F, có xu hướng bay hơi cùng với phần nhẹ của xăng. Như vậy, TML thích hợp hơn TEL đối với xăng có R100 °C thấp.

TEL và MTL đã từng được sử dụng rộng rãi trên quy mô toàn cầu trong suốt mấy chục năm vừa qua. Gần đây, vai trò của TEL và TML như là các tác nhân tăng khả năng chống kích nổ của xăng đã bị hạn chế dần. Lý do chính là do tính độc hại của chì đối với môi trường sống. Hầu hết các nước công nghiệp phát triển đã cấm hoàn toàn việc sử dụng phụ gia chì trong xăng. Ở Việt nam, quy định về việc sử dụng xăng không chì sẽ có hiệu lực thi hành từ ngày 01 tháng 07 năm 2001. Rất tiếc là cho đến nay chưa có loại phụ gia chống kích nổ nào không độc hại mà lại có hiệu quả chống kích nổ cao và giá thành thấp như TEL và TML. Một lý do khác để loại bỏ phụ gia chì là ảnh hưởng xấu của chúng đến hoạt tính của chất xúc tác có trong các thiết bị hạn chế tác hại của khí thải động cơ ô tô hoạt động theo nguyên tắc trung hoà các thành phần độc hại nhờ chất xúc tác (catalytic converters).

Phụ gia có chì đã và đang được thay thế bằng các chất pha khác ít độc hại cho môi trường hơn, như methanol, ethanol, tertiary-butyl alcohol (TBA), tertiary-amyl methyl ether (TAME), methyl tertiary-butyl ether (MTBE), v.v. Các loại phụ gia nói trên thường được gọi chung là phụ gia họ oxygen.

3.1.2. TÍNH HOÁ HƠI

KHÁI NIỆM VỀ TÍNH HOÁ HƠI

Những chất lỏng đơn chất có nhiệt độ sôi cố định, ví dụ : ở áp suất khí quyển tiêu chuẩn, nhiệt độ của nước đang sôi luôn luôn bằng 100 °C, của ethanol là 78 °C, của methanol là 65 °C. Ngược lại, nhiệt độ sôi của hỗn hợp nhiều loại chất lỏng khác nhau sẽ thay đổi trong quá trình sôi, ví dụ : xăng ô tô sôi trong khoảng nhiệt độ 25 ÷ 210 °C . Sở dĩ như vậy là vì trong xăng có nhiều loại hydrocarbon khác nhau, mỗi loại có những tính chất riêng của mình, trong đó có nhiệt độ sôi. Khi mẫu xăng được gia nhiệt, những phân tử hydrocarbon có nhiệt độ sôi thấp nhất ở trong xăng sẽ bắt đầu sôi khi nhiệt độ của xăng đạt tới 25 °C ; nhiệt độ của xăng tiếp tục được tăng lên và những phân tử hydrocarbon có nhiệt độ sôi cao hơn sẽ sôi ; các phân tử hydrocarbon cuối cùng sẽ sôi khi nhiệt độ của xăng đạt tới 210 °C.

Tính hoá hơi là thuật ngữ được sử dụng để biểu đạt khả năng hoá hơi, phạm vi nhiệt độ sôi và hàm lượng các thành phần có nhiệt độ sôi khác nhau có trong mẫu thử. Chúng ta có thể gặp các thuật ngữ khác có nghĩa tương đương như : *tính bay hơi*, *độ hoá hơi*, *thành phần chưng cất*, *tính hoá hơi cân bằng* (balanced volatility). Tính hoá hơi của xăng được đánh giá bằng 2 đại lượng : *Áp suất hơi bão hoà* và *Đường cong chưng cất*.

- *Áp suất hơi bão hoà* - là áp suất của hơi của chất lỏng ở trạng thái cân bằng giữa thể hơi và thể lỏng được xác định trong những điều kiện quy ước. Trong nhiều tài liệu chuyên ngành, thuật ngữ *Reid Vapor Pressure* (RVP) được sử dụng thay vì *áp suất hơi bão hoà*, đó là áp suất hơi bão hoà được xác định ở nhiệt độ 100 °F (37,8 °C) bằng một dụng cụ tiêu chuẩn hoá .

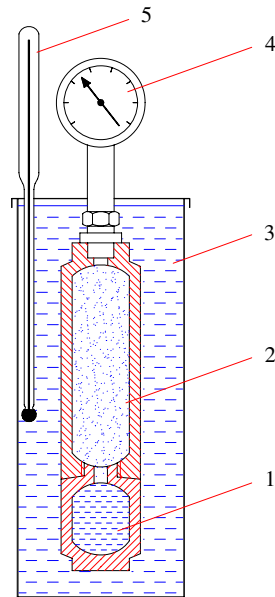
Quy trình xác định áp suất hơi bão hoà bằng dụng cụ thể hiện trên H. 3- 4 như sau :

- Tráng bình chứa hơi (2) bằng nước cất, không sấy khô. Cắm nhiệt kế sâu 3/4 bình trong 5 phút để đo nhiệt độ ban đầu (t_0) của không khí.
- Rửa sạch và làm lạnh bình chứa lỏng (1) tới 0 °C. Đổ mẫu thử vào đầy bình. Mẫu thử cần được bảo quản trước đó sao cho các thành phần nhẹ không bay mất.
- Nối bình chứa lỏng với bình chứa hơi.
- Ngâm ngập tới van cả hai bình trên vào thùng nước có nhiệt độ $38 \pm 0,3$ °C.
- Sau 5 phút, nhấc bình chứa mẫu ra khỏi thùng nước và lắc mạnh vài lần, đặt bình trở lại thùng, quan sát áp kế. Cứ sau 2 phút lại lặp lại một lần như vậy cho đến khi áp kế chỉ giá trị không đổi .

Áp suất hơi bão hoà được tính như sau :

$$RVP = p_t - \Delta p$$

trong đó : p_t - áp suất có giá trị không đổi quan sát được trong thí nghiệm,
 Δp - hiệu chỉnh theo áp suất không khí và hơi nước tại nhiệt độ t_0 .



H. 3-4. Dụng cụ đo áp suất
hơi bão hoà
1- Bình chứa mẫu thử, 2-
Bình chứa hơi, 3- Thùng đựng
nước, 4- Áp kế, 5- Nhiệt kế.

• **Đường cong chung cất** - đường cong biểu diễn mối quan hệ giữa số % thể tích mẫu thử đã hoá hơi và nhiệt độ chung cất.

H. 3-5 giới thiệu một loại dụng cụ xác định đường cong chung cất của SPDM. Quy trình thí nghiệm theo $\Delta N\text{OP}$ 2177- 66 như sau :

- Rửa sạch và sấy khô dụng cụ.
- Nạp 100 ml mẫu thử vào bình chung cất. Đậy miệng bình bằng nút có cảm nhiệt kế sao cho đầu cảm biến ngang với mép dưới của ống nhánh chung cất. Dưới đáy bình chung cất lót đệm amiante có đường kính khoảng trống là 3 cm khi chung cất xăng, 5- 6 cm khi chung cất các SPDM nặng hơn. Lấy bông che kín miệng ống đo để hạn chế lượng nhiên liệu hao hụt. Nếu nhiệt độ trong phòng thí nghiệm cao, cần nhúng ống đo vào cốc nước có nhiệt độ 20 ± 3 °C.
- Duy trì nhiệt độ của nước trong hộp làm lạnh như sau : 0- 5 °C khi chung cất xăng ; không quá 30 °C khi chung cất nhiên liệu phản lực, ligroin ⁽¹⁾ ; 50 - 70 °C đối với dầu diesel.
- Gia nhiệt bình chung cất sao cho khoảng thời gian từ lúc bắt đầu tới lúc xuất hiện giọt cất đầu tiên ở ống đo là 5- 10 phút đối với xăng ; 10- 15 phút đối với dầu hoả, nhiên liệu phản lực và gasoil ; 10- 20 phút đối với SPDM nặng hơn.

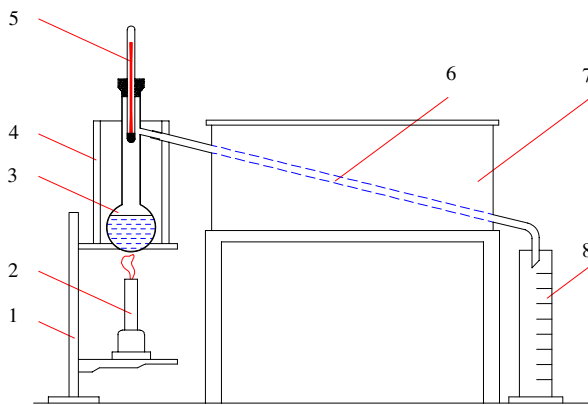
⁽¹⁾ Ligroin - phân đoạn dầu mỏ có nhiệt độ sôi giữa xăng và dầu hoả, khoảng 120- 240 °C

Nhiệt độ trong bình chưng cất tại thời điểm xuất hiện giọt cất đầu tiên được gọi là *nhiệt độ sôi đầu* (IBP - Initial Boiling Point).

Sau khi cất được giọt đầu tiên, đặt đầu ống chưng cất vào thành ống đo để sản phẩm cất ra không làm chất lỏng trong ống đo sóng sánh. Tiếp tục quan sát và ghi nhiệt độ t_{10} , t_{50} , t_{90} , t_{98} tại các thời điểm đã có 10, 50, 90, 98 % thể tích mẫu thử được cất, tương ứng.

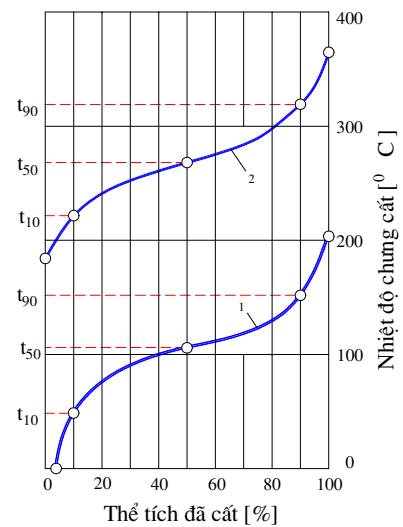
Nếu cần phải xác định *nhiệt độ sôi cuối* (FBP - Final Boiling Point), thì tiếp tục gia nhiệt cho bình chưng cất cho tới lúc nhiệt kế chỉ nhiệt độ cao nhất rồi bắt đầu hạ xuống. Nhiệt độ cao nhất đó được lấy làm FBP.

- Chưng cất xong, đo lượng cặn còn lại trong bình chưng cất.



H. 3-5. Dụng cụ xác định đường cong chưng cất

1- Giá đỡ, 2- Đèn, 3- Bình chưng cất, 4- Chụp che gió, 5- Nhiệt kế, 6- Ống chưng cất, 7- Hộp làm lạnh, 8- Ống đo.



H. 3-6. Đường cong chưng cất của xăng ô tô (1) và của gas oil (2)

Từ kết quả thí nghiệm ta vẽ được đường cong chưng cất $V\% = f(t)$. Nó thể hiện phạm vi nhiệt độ sôi của mẫu thử và hàm lượng các nhóm hydrocarbon có nhiệt độ sôi khác nhau có trong mẫu thử.

Trong các bảng chỉ tiêu kỹ thuật của nhiên liệu, người ta thường cho giá trị của các điểm đặc trưng của đường cong chưng cất, bao gồm : IBP, t_{10} , t_{50} , t_{90} , t_{98} và FBP.

ẢNH HƯỞNG CỦA TÍNH HOÁ HƠI CỦA XĂNG

Tính hoá hơi của xăng có ảnh hưởng đến một số tính năng của động cơ, như : tính năng khởi động lạnh, tính năng chạy không tải và khởi động nóng, hiện tượng nút hơi, thời gian chạy ấm máy và tăng tốc, lượng tiêu thụ nhiên liệu, mức độ làm loãng dầu bôi trơn.

- **Ảnh hưởng đến tính năng khởi động lạnh** - Chúng ta biết rằng, để khởi động được động cơ, hoà khí phải có nhiệt độ đủ cao và tỷ lệ không khí - hơi nhiên liệu thích hợp. Khi động cơ ở trạng thái lạnh, phần lớn lượng xăng được hút ra khỏi carburetor bám trên vách ống nạp hoặc tồn tại dưới dạng hạt lỏng và chỉ có một lượng rất nhỏ xăng hoá hơi. Hỗn hợp không khí - hơi xăng được hình thành trong cylindre có thể quá loãng và không thể bốc cháy được. Xăng có t_{10} càng cao thì hàm lượng hydrocarbon dễ bay hơi có trong xăng càng ít, do vậy càng khó khởi động động cơ ở trạng thái lạnh.

- **Hiện tượng nút hơi (Vapor Lock)** - là hiện tượng suy giảm lượng xăng cung cấp vào cylindre của động cơ do có nhiều hơi xăng hình thành trong hệ thống nhiên liệu của động cơ.

Sự xuất hiện hiện tượng nút hơi phụ thuộc rất nhiều vào t_{10} và RVP của xăng. Nếu xăng có t_{10} thấp và RVP cao, một lượng hơi xăng đáng kể sẽ hình thành trong bơm xăng và đường ống dẫn xăng. Hơi xăng tích tụ dưới dạng các túi hơi sẽ bị nén rồi lại giãn nở trong quá trình bơm xăng hoạt động. Kết quả là lượng xăng thực tế được bơm đi cung cấp cho carburetor sẽ giảm hoặc không có, làm cho máy yếu hoặc dừng hẳn.

Một số nghiên cứu [12] cho thấy, t_{10} của xăng có ảnh hưởng đến nhiệt độ thấp nhất tại đó còn có thể khởi động được động cơ ($t_{s,min}$) và nhiệt độ tại đó sẽ xảy ra hiện tượng nút hơi (t_{VL}) như sau :

$$t_{s,min} = 0,5 t_{10} - 50,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{VL} = 2 t_{10} - 93 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

- **Ảnh hưởng đến chạy không tải và khởi động nóng** - Khi động cơ chạy không tải ở trạng thái nóng, ví dụ : sau một thời gian dài làm việc ở chế độ đầy tải trong thời tiết nóng, nhiệt truyền từ các bộ phận nóng của động cơ đến bơm xăng và carburetor sẽ làm các phần nhẹ của xăng hoá hơi trong buồng phao và trong đường dẫn nhiên liệu. Nếu khả năng thông hơi không tốt, áp suất trong buồng phao tăng cao có thể đẩy xăng qua ống phun chính vào đường ống nạp và tạo ra trong đó hỗn hợp quá đậm có thể làm chết máy và việc khởi động lại cũng khó khăn. Nhiệt độ t_{10} của xăng càng thấp thì hiện tượng nói trên càng nghiêm trọng.

- **Tốc độ chạy ấm máy và tính năng tăng tốc**

Thời gian chạy ấm máy sẽ được rút ngắn nếu có một lượng xăng đủ lớn bay hơi nhanh ngay sau khi động cơ được khởi động để tăng tải. Tuy nhiên, tính dễ bay hơi của xăng trong giai đoạn chạy ấm cũng không đòi hỏi phải cao như khi khởi động vì điều

kiện đảm bảo cho xăng bay hơi trong giai đoạn chạy ấm đã tốt hơn (tốc độ của không khí đi qua carburetor và chuyển động rối trong đường ống nạp cũng như trong cylindre cao hơn).

Khi muốn tăng tốc động cơ, người điều khiển sẽ mở nhanh bướm ga. Khi đó một lượng lớn không khí sẽ đi vào cylindre, đồng thời bơm tăng tốc cũng bổ sung thêm xăng vào đường ống nạp. Nếu xăng bay hơi quá nhanh thì hỗn hợp cháy trong cylindre sẽ quá đậm. Ngược lại, nếu xăng bay hơi chậm thì hỗn hợp cháy có trong cylindre tại những thời điểm đầu của quá trình tăng tốc sẽ quá loãng. Tiếp theo đó, lượng xăng đã được bơm tăng tốc bổ sung sẽ bay hơi và làm cho hỗn hợp cháy quá đậm. Hỗn hợp cháy quá loãng hoặc quá đậm đều làm cho chất lượng quá trình cháy xấu. Kết quả là động cơ tăng tốc kém và không êm.

Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng, phần chưng cất giữa của xăng ($V\% = 50-70$) có ảnh hưởng mạnh nhất đến tốc độ chạy ấm và tính năng tăng tốc, phần cuối có ảnh hưởng lớn hơn phần đầu.

- *Lượng tiêu thụ nhiên liệu* - Xăng có tính bay hơi quá cao (quá dễ bay hơi) sẽ dẫn đến tình trạng hỗn hợp cháy quá đậm ở nhiều chế độ làm việc của động cơ và tổng lượng nhiên liệu cháy không hoàn toàn tăng. Bên cạnh đó, xăng càng dễ bay hơi thì lượng xăng thất thoát do bay hơi từ hệ thống nhiên liệu ra ngoài càng nhiều.

- *Mức độ làm loãng dầu bôi trơn* - Nếu xăng có t_{90} quá cao, tức là chứa nhiều hydrocarbon khó bay hơi, một phần xăng vào trong cylindre vẫn ở dạng hạt lỏng. Một phần xăng lỏng bám trên vách cylindre sẽ rửa trôi lớp dầu bôi trơn, một phần khác lọt qua khe hở giữa piston và cylindre để xuống carte và làm loãng dầu bôi trơn. Kết quả là cả lượng tiêu thụ nhiên liệu và cường độ hao mòn chi tiết của động cơ đều tăng.

Qua phân tích ở trên chúng ta thấy rằng, để thoả mãn được những yêu cầu đối lập nhau về tính bay hơi, xăng ô tô phải được cấu thành từ những phân đoạn có nhiệt độ sôi khác nhau theo những tỷ lệ thích hợp. Tính bay hơi của xăng không những phải phù hợp với tính năng và đặc điểm cấu tạo của động cơ, mà còn phải được điều chỉnh theo các điều kiện và vùng khí hậu. Ví dụ : xăng dùng trong mùa đông và ở khí hậu lạnh cần có t_{10} thấp hơn để động cơ dễ khởi động ; ngược lại, xăng mùa hè cần có t_{10} cao hơn để tránh hiện tượng nút hơi , tăng tính tin cậy ở chế độ không tải và khởi động nóng.

3.1.3. MỘT SỐ CHỈ TIÊU KHÁC

3.2. PHÂN LOẠI XĂNG

3.2.1. PHÂN LOẠI CHUNG

Bảng 3-5. Phân loại tổng quát xăng

Tiêu chí phân loại	Loại xăng.
Nguyên liệu để sản xuất xăng	<ul style="list-style-type: none">• Xăng có nguồn gốc từ dầu mỏ• Xăng tổng hợp - ví dụ : từ khí mỏ, than đá, than nâu, đá phiến nhiên liệu, nhựa than đá, carbon monoxide và hydro, v.v.
Phương pháp sản xuất xăng	<ul style="list-style-type: none">• Xăng chưng cất trực tiếp• Xăng cracking• Xăng reforming• Xăng khí• Xăng tổng hợp
Mục đích sử dụng	<ul style="list-style-type: none">• Xăng ô tô• Xăng máy bay• Xăng khởi động• Xăng dung môi

1) Xăng chưng cất trực tiếp - Xăng được sản xuất bằng phương pháp chưng cất dầu mỏ, có nhiệt độ kết thúc chưng cất khoảng 180-200 °C. Loại xăng này chứa khoảng 60-80 % parafins mạch thẳng, 3-10 % aromatics, 12-13 % naphtenes. Đặc điểm của xăng chưng cất trực tiếp là có tính chống kích nổ kém (MON = 43-53) nên chỉ có thể sử dụng cho động cơ có tỷ số nén thấp ($\epsilon < 5$) nếu không có phụ gia tăng tính chống kích nổ.

2) Xăng cracking - Xăng được sản xuất bằng phương pháp cracking nhiệt hoặc cracking xúc tác.

Xăng cracking nhiệt được sản xuất từ những phần cận của quá trình chế biến dầu mỏ như Mazout, Gudron. Xăng cracking nhiệt có hàm lượng Olefins cao (đến 40 %) , vì vậy chúng có tính ổn định hoá học kém. Tùy theo chất lượng nguyên liệu và chế độ nhiệt của quá trình cracking, loại xăng này có RON = 64 -70.

Xăng cracking xúc tác thu được bằng cách cracking xúc tác các phân đoạn nhẹ của dầu mỏ như dầu hoả, gas oil. Thành phần hoá học và tính chống kích nổ của xăng cracking xúc tác như sau : 16-20 % aromatics, 18-25 % olefins, MON = 76-78, RON = 82-84.

3) Xăng reforming - Xăng được sản xuất bằng phương pháp reforming. Nguyên liệu để sản xuất xăng reforming là xăng chưng cất trực tiếp có tính chống kích nổ kém. Xăng reforming chứa một lượng lớn aromatics và isoparafins, vì vậy có tính ổn định hoá học cao và tính chống kích nổ tốt ; MON = 74-86 và RON = 78-96 tùy theo chế độ của quá trình reforming.

4) Xăng khí - Xăng được sản xuất từ khí mỏ bằng phương pháp nén và hấp thụ. Khi áp dụng phương pháp nén, khí mỏ bị nén và làm lạnh để hơi xăng ngưng tụ thành xăng lỏng. Trong phương pháp hấp thụ, khí mỏ được cho đi qua một lớp hấp thụ (ví dụ : dầu solar, chất rắn xốp, v.v.), hơi xăng được giữ lại trong lớp hấp thụ rồi sau đó được tách ra dưới dạng lỏng. So với xăng chưng cất trực tiếp, xăng khí có tính bay hơi và áp suất hơi bão hoà cao hơn và thường được dùng làm nhiên liệu khởi động ĐCĐT hoặc pha vào các loại xăng khác để tăng tính bay hơi của chúng.

5) Xăng khởi động - Xăng dùng để khởi động động cơ ở nhiệt độ thấp. Xăng khởi động là loại có t_{10} thấp và áp suất hơi bão hoà cao. Ví dụ xăng khởi động theo GOCT 2134-43 có các tính chất sau [1] :

Nhiệt độ sôi đầu : IBP \leq 40 °C

Nhiệt độ cất 90 % : $t_{90} \leq$ 100 °C

Nhiệt độ sôi cuối : FBP \leq 160 °C

Áp suất hơi bão hoà : RVP = 500 ÷ 1500 mm Hg.

6) Xăng cơ sở - là thành phần chiếm tỷ lệ lớn nhất trong xăng ô tô hoặc xăng máy bay. Hầu hết các loại xăng máy bay có tính chống kích nổ cao hiện nay đều là hỗn hợp của xăng cơ sở và các thành phần có số octane cao khác.

7) Xăng dung môi - là phân đoạn hẹp của dầu mỏ có nhiệt độ sôi trong khoảng nhiệt độ sôi của xăng, được sử dụng để hoà tan chất khác. Ví dụ : xăng dung môi dùng trong công nghiệp cao su có nhiệt độ sôi trong khoảng 80 ÷ 120 ° ; xăng dung môi dùng trong công nghiệp sơn (White Spirit) có nhiệt độ sôi 165 ÷ 200 °C , v.v.

8) Xăng trích ly - là phân đoạn hẹp và có nhiệt độ sôi thấp của xăng chưng cất trực tiếp hoặc của xăng hydrogen hoá, hoặc phần cất của xăng reforming xúc tác đã tách aromatics. Chúng được sử dụng chủ yếu trong công nghiệp thực phẩm, ví dụ : sản xuất dầu thực vật, tách chất béo ra khỏi xương, tách nicotin ra khỏi thuốc lá ,v.v. Xăng trích ly cũng được sử dụng trong công nghiệp cao su và công nghiệp sơn.

9) Xăng rắn - Xăng rắn là tên gọi chung của các sản phẩm dầu mỏ nguyên ở trạng thái lỏng đã được chuyển sang trạng thái rắn dưới dạng bánh , dạng cầu, dạng hạt, v.v. Trong điều kiện đã chiến, để đun sôi 1 lít nước chỉ cần sử dụng khoảng 20-30 gram xăng rắn.

3.2.2. XĂNG ÔTÔ

Tên gọi và mã hiệu của xăng ô tô thường gắn liền với chất lượng của nó, trong đó số octan là chỉ tiêu có ý nghĩa quyết định nhất.

- **Xăng MOGAS-83 và MOGAS-92 theo tiêu chuẩn của PETROLIMEX**

Bảng 3-6. Xăng MOGAS-83 và MOGAS-92 (Petrolimex)

Chỉ tiêu chất lượng	Mức quy định	
	MOGAS-83	MOGAS-92
Số Octane : min	76	83
- MON	83	92
- RON		
Hàm lượng chì, [g/l] , max	0.4	0.4
Thành phần chưng cất, [°C]		
- Điểm sôi đầu , min	35	35
- t ₅₀ , max	120	120
- Điểm sôi cuối , max	200	200
- Cặn, [% Vol.] , max	1.5	1.5
Hàm lượng nhựa thực tế, [mg/100 ml] , max	1.5	1.5
Áp suất hơi bão hoà - RVP, [kPa], max	70	75
Hàm lượng lưu huỳnh, [% Wt] , max	0.1	0.1
Độ ổn định oxy hoá	240	240
Khối lượng riêng ở 15°C, [g/cm ³]	0.70 - 0,74	0.70 - 0.74

- **Xăng ô tô ASTM 439-68T** - Sản phẩm của Mỹ, được sản xuất thành 5 nhãn hiệu với ký hiệu ứng với điều kiện thời tiết sử dụng : C - lạnh ; M - ôn hoà ; W - ấm ; H - nóng ; E - khắc nghiệt. Các loại xăng nói trên giống nhau về các chỉ tiêu nhiệt độ chưng cất t₅₀ ≤ 121 °C , t₉₀ ≤ 191 °C , FBP ≤ 225 °C , hàm lượng nhựa thực tế không quá 5 mg/100 ml. Chúng khác nhau ở nhiệt độ t₁₀ , áp suất hơi bão hoà và nhiệt độ bảo đảm tiêu chuẩn tỷ lệ giữa pha hơi và pha lỏng. Mỗi nhãn hiệu còn được sản xuất thành 2 loại theo tính chống kích nổ là xăng thường và xăng chất lượng cao. Tất cả các loại xăng thường đều có RON ≥ 90 và MON ≥ 82 ; còn xăng chất lượng cao có RON ≥ 96 và MON ≥ 88.

Bảng 3-7 . Xăng ô tô theo ASTM 439-68T

Chỉ tiêu	Nhãn hiệu xăng				
	C	M	W	H	E
Nhiệt độ chưng cất 10 % , [°C]	52	55	60	66	69
Áp suất hơi bão hoà (RVP), [mmHg], max	827	698	595	517	465
Tỷ lệ pha hơi và pha lỏng :					
- nhiệt độ thử nghiệm , [°C]	41	46	51	56	60
- % thể tích , max	20	20	20	20	20

• **Xăng ô tô liên xô theo GOST 2084-77**

Có 5 loại với các mã hiệu A-66, A-72, A-76, AI-93 và AI-98 (A - chữ đầu của từ AXPANBIK.). Tính chống kích nổ của các loại xăng được đảm bảo bằng cách pha phụ gia tetraethyl chì hoặc pha trộn xăng chưng cất trực tiếp với xăng cracking xúc tác và xăng reorming xúc tác theo các tỷ lệ thích hợp. Ví dụ : A-72 được sản xuất từ xăng reorming xúc tác và xăng cracking xúc tác, có pha thêm xăng chưng cất trực tiếp và xăng cracking nhiệt ; không pha tetraethyl chì. Xăng A-76 là xăng A-72 có pha tetraethyl chì để tăng số octan. Xăng AI-93 được chế biến theo hai cách : có pha và không pha tetraethyl chì.

Bảng 3-7. Xăng ô tô Liên xô theo IOCT 2084-77

Chỉ tiêu	A-66	A-72	A-76	AI-93	AI-98
Số octan : - MON , min	66	72	76	85	89
- RON , min	-	-	-	93	98
Tetraethyl chì , [g/kg] , max	0,6	0	0,41	0,82	0,82
Thành phần chưng cất, [°C] , max					
• Điểm sôi đầu : min					
- Mùa hè	35	35	35	35	35
- Mùa đông	-	-	-	-	-
• t ₁₀ : max					
- Mùa hè	79	70	70	70	70
- Mùa đông	65	55	55	55	-
• t ₅₀ : max					
- Mùa hè	125	115	115	115	115
- Mùa đông	115	100	100	100	-
• Điểm sôi cuối : max					
- Mùa hè	205	195	195	195	195
- Mùa đông	185	185	185	185	-

Cặn trong bình, [%] , max	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Cặn và hao hụt, [%] , max	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Áp suất hơi bão hoà , [mmHg]					
- Mùa hè , max	500	500	500	500	500
- Mùa đông	500- 700	500- 700	500- 700	500- 700	500- 700
Số axit , [mg KOH/100 ml] , max	3	3	3	3	3
Nhựa thực tế , [mg/100 ml] , max					
- Tại nơi sản xuất xăng	7	5	5	5	5
- Khi giao hàng	15	10	10	7	7
Lưu huỳnh , [%] , max	0,15	0,12	0,10	0,10	0,10
Thời gian cảm ứng , [phút] , min	450	600	900	900	900

3.2.3. XĂNG MÁY BAY

Nhiên liệu dùng cho động cơ máy bay thông dụng hiện nay được phân thành 2 nhóm : xăng máy bay và nhiên liệu phản lực.

Xăng máy bay là tên gọi chung cho các loại nhiên liệu dùng cho các động cơ kiểu piston trang bị trên một số loại máy bay có cánh quạt, như máy bay thăm dò địa chất, máy bay huấn luyện, máy bay trực thăng và du lịch cỡ nhỏ, v.v. Thành phần chính của xăng máy bay là xăng chưng cất trực tiếp, xăng cracking, xăng reforming hoặc hỗn hợp của chúng, có pha thêm hydrocarbon thơm, hydrocarbon tổng hợp và chất phụ gia.

Đối với xăng máy bay cũng có những yêu cầu về khả năng chống kích nổ tương tự như xăng ô tô. Tuy nhiên, động cơ xăng máy bay có một số điểm khác biệt về cấu tạo cũng như chế độ làm việc so với động cơ xăng ô tô. Ví dụ : nhiều động cơ xăng máy bay thuộc loại tăng áp và có tỷ số nén nhỏ hơn so với động cơ xăng ô tô ; ở chế độ cất cánh, động cơ máy bay phải hoạt động với hỗn hợp cháy đậm (giàu nhiên liệu) để phát công suất tối đa. Bởi vậy, để đánh giá tính chống kích nổ của nhiên liệu sát với thực tế, điều kiện thí nghiệm xác định khả năng chống kích nổ của xăng máy bay và xăng ô tô cũng cần phải khác nhau (Bảng 3-1).

- *Trị số phẩm độ trong hỗn hợp giàu* - chỉ tiêu chống kích nổ của xăng máy bay và các hợp phần của nó trong hỗn hợp giàu.

Trị số phẩm độ trong hỗn hợp giàu (PN) được xác định như sau : Cho động cơ thí nghiệm đã được điều chỉnh để có tỷ số nén $\epsilon = 7$ chạy bằng isooctane tinh khiết kỹ thuật và bằng xăng thử nghiệm, tăng áp cho đến lúc bắt đầu kích nổ. Công suất tối đa đạt được chính là chỉ tiêu đánh giá tính chống kích nổ của nhiên liệu trong hỗn hợp

giàu. Quy ước lấy công suất tối đa đạt được khi chạy bằng isoosctane là 100 %. Công suất tối đa đạt được khi chạy bằng nhiên liệu thí nghiệm được tính bằng % so với công suất khi chạy bằng isoosctane chính là chỉ số phẩm độ trong hỗn hợp giàu của xăng. Thí dụ : công suất tối đa đạt được khi chạy bằng nhiên liệu thí nghiệm lớn hơn khi chạy bằng isoosctane là 25 % thì loại xăng đó có PN = 125. Nói cách khác, trị số phẩm độ trong hỗn hợp giàu của xăng là số % thể hiện công suất mà động cơ có khả năng đạt được khi chạy bằng loại nhiên liệu thí nghiệm so với công suất khi chạy bằng isoosctane với thành phần hỗn hợp cháy và chế độ hoạt động như nhau.

- *Trị số phẩm độ trong hỗn hợp nghèo (Trị số phẩm độ quy ước)* : Thông thường, tính chống kích nổ của xăng máy bay kém hơn của isoosctane thì được thể hiện bằng ON, còn đối với xăng chống kích nổ tốt hơn thì được thể hiện bằng trị số phẩm độ quy ước. Trị số này được xác định theo hàm lượng tetraethyl chì $[(C_2H_5)_4Pb]$ (viết tắt là : TEL) trong hỗn hợp với isoosctane nếu hỗn hợp đó có tính chống kích nổ tương đương với tính chống kích nổ của nhiên liệu thí nghiệm.

Tính chống kích nổ của nhiên liệu có số octan cao hơn 100 được xác định như sau [8]:

$$PN = 100 + \frac{28,28 \cdot TEL}{1 + 0,736 \cdot TEL + \sqrt{1 + 1,472 \cdot TEL - 0,035216 \cdot TEL^2}} \quad (3.4)$$

Trị số phẩm độ càng cao thì tính chống kích nổ càng tốt. Tính chống kích nổ của xăng máy bay thường được thể hiện bằng một phân số trong đó tử số là trị số phẩm độ tối thiểu trong hỗn hợp nghèo, còn mẫu số là trị số phẩm độ tối thiểu trong hỗn hợp giàu, thí dụ : B-95/130, B- 91/115 , B-115/145.

Sự phân loại xăng máy bay thường căn cứ vào tính chống kích nổ của chúng thể hiện bằng số octan và trị số phẩm độ . Chúng loại xăng máy bay thường được ký hiệu bằng một phân số, trong đó tử số là trị số phẩm độ tối thiểu trong hỗn hợp nghèo, còn mẫu số là trị số phẩm độ tối thiểu trong hỗn hợp giàu, ví dụ : 80/87 , 100/130 , 115/145 (ASTM 910-68T). Cũng có những mã hiệu xăng máy bay chỉ có số octane, như B70 , B80 (Liên xô).

Chương 4

NHIÊN LIỆU DIESEL

4.1. PHÂN LOẠI NHIÊN LIỆU DIESEL

Động cơ diesel có thể chạy bằng nhiều loại nhiên liệu khác nhau, trong đó có cả than đá, khí đốt và nhiên liệu tổng hợp. Tuy nhiên, loại nhiên liệu diesel thông dụng nhất hiện nay là một số phân đoạn của dầu mỏ, sau đây gọi chung là *nhiên liệu diesel* hoặc *dầu diesel* (Diesel Oil - DO).

Tùy thuộc vào phạm vi nhiệt độ sôi, hàm lượng tạp chất, độ nhớt, v.v. , dầu diesel có nhiều tên gọi khác nhau, như : gasoil, dầu diesel tàu thủy, dầu solar, mazout, dầu nhẹ, dầu nặng, dầu cặn , v.v. Tuy nhiên, để xếp một mẫu dầu diesel vào loại nào, ta phải căn cứ vào *chỉ tiêu kỹ thuật* của nó được quy định bởi các tổ chức có chức năng tiêu chuẩn hoá (ví dụ : ΔNOP của Liên xô, ASTM - Mỹ, TCVN - Việt nam, PN - Ba lan, DIN - Đức , v.v) hoặc các hãng chế tạo động cơ lớn. Các chỉ tiêu kỹ thuật thường được thể hiện dưới hình thức một bảng các trị số của các tính chất đặc trưng cho khả năng và hiệu quả sử dụng của một loại nhiên liệu cụ thể vào một mục đích xác định.

Bảng 4-1. Chỉ tiêu kỹ thuật của nhiên liệu diesel theo ΔNOP305-73 và ΔNOP4749-73

Chỉ tiêu kỹ thuật	ΔNOP305-73				ΔNOP4749-73			
	A	H	K	HΘ	EA	EH	EK	EΘ
Số cetane , min	45	45	45	45	45	45	45	50
Thành phần chung cất								
: - t ₅₀ , [°C] , max	240	250	280	280	255	280	290	280
- t ₉₆ , [°C] , max	330	340	360	340	330	340	360	340
Độ nhớt ở 20 °C , [cSt]	1.5 - 2.5	1.8 -3.2	3.0 - 6.0	1.8 - 3.2	1.5 - 4.0	3.5 - 6.0	3.5 - 6.0	4.5 - 8.0
Hàm lượng coke , [%] , max	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Hàm lượng sulfur, [%] , max	0.4	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2

ΔNOP 305-73 áp dụng cho nhiên liệu diesel được sản xuất từ dầu mỏ có hàm lượng lưu huỳnh cao, còn ΔNOP 4749-73 áp dụng cho nhiên liệu diesel từ dầu mỏ có hàm lượng lưu huỳnh thấp.

- A và EA - nhiên liệu bậc cực dùng cho động cơ diesel làm việc trong điều kiện nhiệt độ thấp hơn - 30 °C .
- H, HΘ và EH - nhiên liệu mùa đông dùng trong điều kiện nhiệt độ từ - 30 °C đến 0 °C.
- K và EK - nhiên liệu mùa hè dùng trong điều kiện nhiệt độ trên 0 °C.
- EΘ - nhiên liệu đặc biệt, có số cetane cao hơn.

Bảng 4-2. Chỉ tiêu kỹ thuật của nhiên liệu nặng theo ΔNOP1667-68

Chỉ tiêu	Mức quy định	
	DT	DM
Khối lượng riêng ở 20 °C , [g/cm ³] , max	0.930	0.970
Phân cắt đến 25 °C , [%] , max	15	10
Độ nhớt ở 50 °C , [cSt] , max	36.0	-
Hàm lượng coke , [% wt] , max	3.0	10.0
Hàm lượng tro , [% wt] , max	0.04	0.15
Hàm lượng lưu huỳnh , [% wt] , max		
- trong nhiên liệu ít lưu huỳnh	0.5	-
- trong nhiên liệu nhiều lưu huỳnh	1.5	3.0
Hàm lượng nước , [%] , max	1.0	1.5
Nhiệt độ chớp lửa cốc kín , [°C], min	65	85
Nhiệt độ đông đặc , [°C] , max	-5	10

Bảng 4-3. Chỉ tiêu kỹ thuật của nhiên liệu diesel theo ASTM D975

Chỉ tiêu kỹ thuật	Loại nhiên liệu		
	No. 1-D	No. 2-D	No. 4-D
Số cetane , min	40	40	30
Độ nhớt động học ở 40 °C : - min	1,3	1,9	5,5
- max	2,4	4,1	24,0
t ₉₀ , [°C] :			
- min	...	282	...
- max	288	238	...
Hàm lượng lưu huỳnh , [% wt] , max	0,5	0,5	2,0
Hàm lượng nước và cặn , [% vol] , max	0,05	0,05	0,05
Hàm lượng coke , [% wt] , max	0,15	0,35	...
Hàm lượng tro , [% wt] , max	0,01	0,01	0,10

Ở Mỹ, ASTM (American Society for Testing and Materials) là cơ quan hàng đầu thiết lập các chỉ tiêu kỹ thuật cũng như phương pháp xác định các chỉ tiêu đó đối với hàng loạt các loại sản phẩm, trong đó có sản phẩm dầu mỏ. Theo ASTM - D975, dầu diesel được chia thành 3 nhóm với ký hiệu No. 1-D, No. 2-D và No. 4-D (Bảng 4-3).

- No. 1-D : nhiên liệu dùng cho động cơ diesel làm việc trong những điều kiện tải và tốc độ quay thường xuyên thay đổi. Loại nhiên liệu này thường là sản phẩm chưng cất trực tiếp từ dầu mỏ.

- No. 2-D : nhiên liệu cho động cơ diesel công nghiệp và động cơ xe cơ giới có chế độ làm việc nặng. Loại này thường chứa sản phẩm chưng cất trực tiếp và sản phẩm cracking.

- No. 4-D : nhiên liệu cho động cơ diesel thấp tốc và trung tốc. Loại nhiên liệu này thường là hỗn hợp của sản phẩm chưng cất trực tiếp hoặc của sản phẩm cracking với dầu cặn.

Bảng 4-4. Nhiên liệu diesel - PETROLIMEX

<i>Chỉ tiêu kỹ thuật</i>	<i>Mức quy định</i>	
1. Số cetane, min	45	48
2. Thành phần chưng cất, [°C] : max		
- t ₅₀	290	270
- t ₉₀	370	350
3. Độ nhớt ở 40 °C, [mm ² /s]	1,8 — 5,0	1,8 — 5,0
4. Nhiệt độ chớp lửa cốc kín, [°C] , min	60	60
5. Nhiệt độ đông đặc [°C] , max	9	5
6. Hàm lượng tro , [% wt] , max	0,02	0,01
7. Hàm lượng nước , [% vol.] ,	0,05	0,05
8. Hàm lượng lưu huỳnh , [% wt] , max	1,0	0,5
9. Khối lượng riêng ở 20 °C, [g/cm ³] , max	0,87	0,87
10. ăn mòn đồng, [3 h/50 °C] , max	N-1	N-1
11. Màu (ASTM. D1500) , max	N-2	N-2

4.2. CHỈ TIÊU KỸ THUẬT CỦA NHIÊN LIỆU DIESEL

Các chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng nhất của nhiên liệu diesel bao gồm : nhiệt trị, tính tự bốc cháy, hàm lượng tạp chất và độ nhớt.

4.2.1. ĐỘ NHỚT

Độ nhớt của nhiên liệu diesel có ảnh hưởng chủ yếu đến chất lượng quá trình phun nhiên liệu. Độ nhớt quá cao làm cho các tia nhiên liệu khó phân tán thành các hạt nhỏ và có thể bám trên thành xylanh. Ngược lại, độ nhớt quá thấp lại làm cho các tia nhiên liệu quá ngắn, không bao trùm hết không gian của buồng đốt. Cả hai trường hợp trên đều dẫn đến chất lượng quá trình tạo hỗn hợp cháy không cao, làm tăng lượng nhiên liệu cháy sót và cháy không hoàn toàn. Ngoài ra, độ nhớt của nhiên liệu quá thấp có thể ảnh hưởng xấu đến chất lượng định lượng của hệ thống phun do làm tăng mức độ rò rỉ tại các cặp siêu chính xác của bơm cao áp và vòi phun , đồng thời tăng mức độ mài mòn của các chi tiết chuyển động thuộc hệ thống nhiên liệu.

Mặc dù không phải là một chỉ tiêu kỹ thuật có ảnh hưởng quyết định đến chất lượng hoạt động của động cơ, nhưng người ta thường căn cứ vào độ nhớt để phân loại dầu diesel nặng. Sở dĩ như vậy là vì :

- Độ nhớt là một đại lượng để xác định.
- Độ nhớt có liên quan đến nhiều tính chất khác của dầu diesel. Ví dụ : nếu nhiên liệu nặng có độ nhớt dưới 3500 sec Redwood, thì số cetane thường cao hơn 25 và hàm lượng tạp chất cũng thường thấp hơn mức quy định.

4.2.2. TÍNH TỰ BỐC CHÁY

Tính tự bốc cháy của nhiên liệu là tính chất liên quan đến khả năng tự phát hoá khi hỗn hợp nhiên liệu - không khí chịu tác dụng của áp suất và nhiệt độ đủ lớn.

Để định lượng tính tự bốc cháy của nhiên liệu, có thể sử dụng các đại lượng dưới đây :

- **Thời gian chậm cháy (τ_i)** - Nhiên liệu có tính tự bốc cháy càng cao thì thời gian chậm cháy (τ_i) càng ngắn, và ngược lại. Thời gian chậm cháy là đại lượng phản ánh tính tự bốc cháy của nhiên liệu diesel theo cách mà chúng ta mong muốn nhất, bởi vì nó có ảnh hưởng mạnh và trực tiếp đến toàn bộ diễn biến và chất lượng của quá trình cháy ở động cơ diesel. Tuy nhiên, thời gian chậm cháy của nhiên liệu diesel ở động cơ thực tế chỉ kéo dài từ vài phần vạn đến vài phần ngàn một giây. Đo trực tiếp một khoảng thời gian ngắn như vậy là một việc rất khó, cho nên người ta đã sử dụng một số đại lượng khác để đánh giá tính tự bốc cháy trên cơ sở một số tính chất lý-hoá của nhiên liệu có liên quan mật thiết với thời gian chậm cháy, hoặc so sánh tính tự bốc cháy của mẫu thử và của nhiên liệu chuẩn.

• **Hằng số Độ nhớt -Tỷ trọng** - (Viscosity Gravity Number - VG) là một thông số được tính toán trên cơ sở độ nhớt và tỷ trọng của dầu diesel. Tùy thuộc vào đơn vị của độ nhớt, đơn vị của tỷ trọng và quan điểm của tác giả, công thức tính VG có những dạng khác nhau. Ví dụ, theo [9] , giữa độ nhớt, tỷ trọng và hằng số độ nhớt-tỷ trọng có mối quan hệ như sau :

$$d = 1.0820 VG + (0.776 - 0.72 VG) [\log \log (v - 4)] - 0.0887 \quad (4.1)$$

trong đó : d - tỷ trọng ở 60 °F,

v - độ nhớt động học ở 100 °F , [mSt],

VG - hằng số độ nhớt-tỷ trọng.

• **Chỉ số diesel** - (Diesel Index - DI) là thông số được tính toán trên cơ sở tỷ trọng và điểm aniline của nhiên liệu theo công thức [9] :

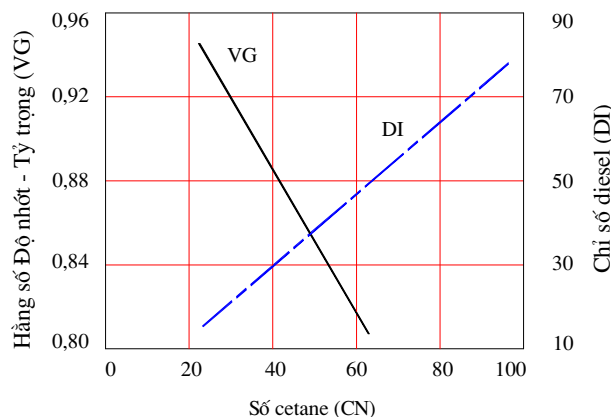
$$DI = {}^{\circ}A \cdot 0,01 {}^{\circ}API \quad (4.2)$$

trong đó : ${}^{\circ}A$ - điểm aniline, [°F],

${}^{\circ}API$ - tỷ trọng tính theo thang API.

Bởi vì độ nhớt, tỷ trọng và điểm aniline đều là những đại lượng có quan hệ chặt chẽ với thành phần hoá học của dầu diesel xét từ góc độ hàm lượng các nhóm hydrocarbon, nên *hằng số độ nhớt-tỷ trọng* và *chỉ số diesel* sẽ phản ánh tính tự bốc cháy của nhiên liệu. Khi được xác định bằng công thức (4.1 và (4.2), VG càng nhỏ thì thời gian chậm cháy càng ngắn, tính tự bốc cháy càng cao ; còn DI càng nhỏ thì thời gian chậm cháy càng dài (H. 4-1).

• **Số cetane** - (Cetane Number - CN) là đại lượng đánh giá tính tự bốc cháy của nhiên liệu bằng cách so sánh với nhiên liệu chuẩn. Về trị số, đó là số phần trăm thể tích của chất n-cetane ($C_{16}H_{34}$) có trong hỗn hợp với chất α -methylnaphthalen ($C_{10}H_7CH_3$) nếu hỗn hợp này tương đương với nhiên liệu thí nghiệm về tính tự bốc cháy.



H. 4-1. Quan hệ giữa VG , DI và CN

Phương pháp xác định số cetane được áp dụng phổ biến hiện nay là so sánh tỷ số nén tới hạn (tỷ số nén tới hạn - ϵ_{CR} - là tỷ số nén, tại đó nhiên liệu sẽ phát hoả) của nhiên liệu thí nghiệm và của nhiên liệu chuẩn trên một loại động cơ tiêu chuẩn hoá hoạt động ở một chế độ quy ước.

Trên thị trường hiện nay có nhiều loại động cơ thí nghiệm tính tự bốc cháy của nhiên liệu, như IP 9-3 , IP 9 - 3 M (Liên xô) , CFR (Mỹ) , v.v. Khi thí nghiệm theo tiêu chuẩn ASTM D613-61T , điều kiện hoạt động cơ bản của động cơ như sau :

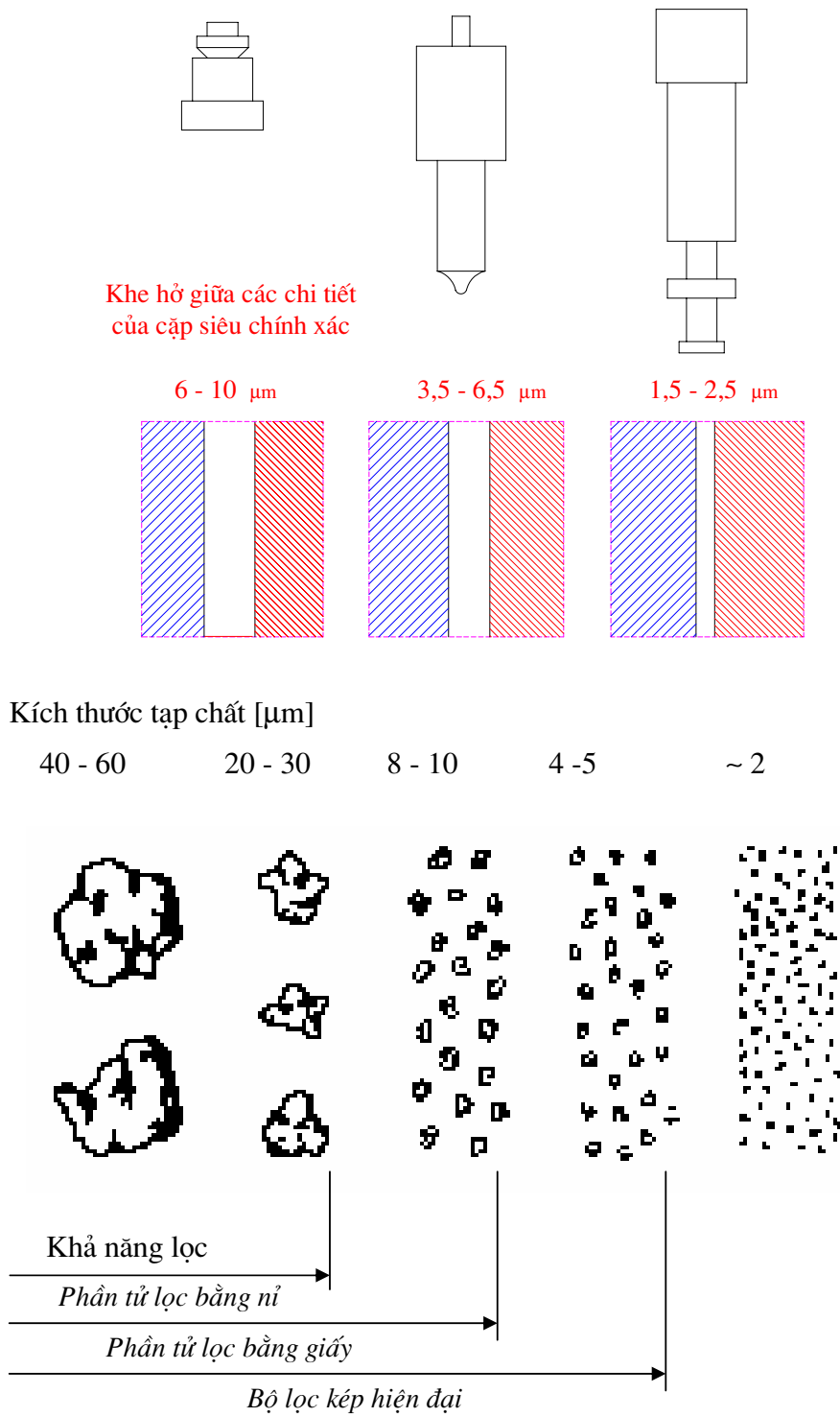
Tốc độ quay : 900 rpm
Góc phun sớm nhiên liệu : 13°
Nhiệt độ nước làm mát : 212°F
Nhiệt độ không khí nạp : 150°F .

Nhiên liệu chuẩn là hỗn hợp với những tỷ lệ thể tích khác nhau của $n\text{-C}_{16}\text{H}_{34}$ và $\alpha\text{-C}_{10}\text{H}_7\text{CH}_3$. $n\text{-C}_{16}\text{H}_{34}$ là một hydrocarbon loại parafin thường có tính tự bốc cháy rất cao, người ta quy ước số cetane của nó bằng 100 ; còn $\alpha\text{-C}_{10}\text{H}_7\text{CH}_3$ là một hydrocarbon thơm, chứa một nhóm methyl trộn lẫn với các nguyên tử hydrogen α , khó tự bốc cháy , có số cetane quy ước bằng 0.

4.2.3. HÀM LƯỢNG TẠP CHẤT

Dầu diesel, đặc biệt là dầu cặn, thường chứa một lượng đáng kể tạp chất có nguồn gốc từ dầu mỏ (ví dụ : S, V, Na, P, ...) hoặc từ môi trường thâm nhập vào trong quá trình chế biến, vận chuyển , bảo quản và phân phối (ví dụ : nước, đất cát , ...).

- **Tạp chất cơ học** - Tạp chất cơ học trong nhiên liệu có ảnh hưởng đến hệ thống phun nhiên liệu của động cơ diesel một cách trực tiếp và nghiêm trọng hơn so với trường hợp động cơ xăng. Trong hệ thống phun nhiên liệu của động cơ diesel có những chi tiết được chế tạo với độ chính xác rất cao, như cặp piston-xy lanh của bơm cao áp và đầu phun của vòi phun. Khe hở giữa các cặp chi tiết nói trên có trị số trung bình khoảng 0,003 mm (H. 4-x) và sự có mặt của các vật cứng với kích thước vài phần ngàn mm cũng có thể làm hệ thống phun nhiên liệu bị hư hỏng rất nhanh. Chính vì vậy, hệ thống lọc nhiên liệu của động cơ diesel thường phức tạp hơn đồng thời việc bảo trì chúng cũng có những yêu cầu khắt khe hơn. Đối với dầu cặn có độ nhớt và hàm lượng tạp chất cơ học cao, động cơ còn phải được trang bị hệ thống xử lý nhiên liệu có chức năng sấy nóng và loại bỏ những tạp chất có kích thước lớn trước khi nhiên liệu được đưa đến các bộ lọc thông dụng.

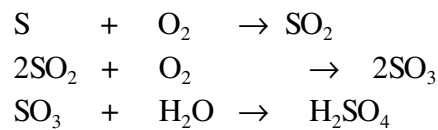


H. 3-2. Khe hở giữa các cặp siêu chính xác và khả năng lọc

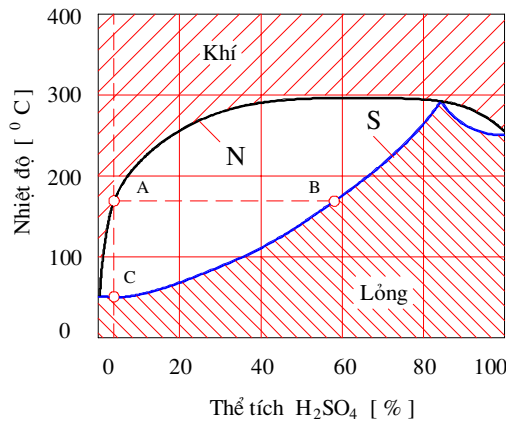
• **Lưu huỳnh (S)** - S có trong nhiên liệu tồn tại dưới dạng tự do hoặc hợp chất, như mercaptan, sulfide, v.v. Dù tồn tại ở dạng nào, S đều có tác động ăn mòn ở những mức độ khác nhau.

- Mercaptan có khả năng tác dụng lên nhiều loại kim loại, như đồng (Cu), kẽm (Zn), cadmium (Cd), và sẽ tạo thành các hợp chất hoá học phức tạp, khó tan. Các hợp chất này có thể kết tủa trên các chi tiết của hệ thống nhiên liệu làm ảnh hưởng xấu đến hoạt động của động cơ.

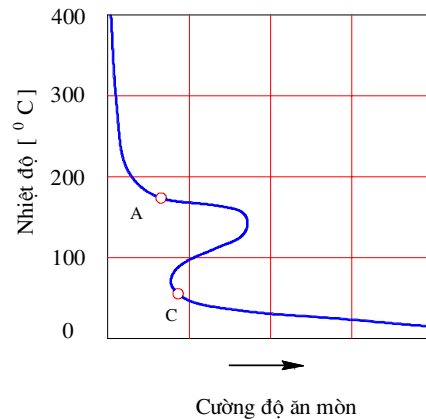
- Lưu huỳnh tự do (S) sẽ được đốt cháy thành SO₂. Một phần SO₂ bị oxy hoá tiếp thành SO₃ dưới tác dụng xúc tác của oxyt sắt (Fe₂O₃) và một số chất khác có trong nhiên liệu. Sau đó, SO₃ kết hợp với hơi nước để tạo thành axit phosphoric (H₂SO₄) theo các phản ứng:



Trong điều kiện nhiệt độ cao, axit phosphoric tồn tại ở trạng thái hơi cùng với hơi nước và các chất khác của khí thải. Khi nhiệt độ của khí thải giảm xuống, hơi axit có thể ngưng tụ và có tác động ăn mòn rất mạnh. H. 4-3 thể hiện các đường sôi và ngưng tụ của hỗn hợp H₂O - H₂SO₄ với 3% thể tích H₂SO₄ ở áp suất 0,155 at (tổng phân áp suất của H₂O và H₂SO₄). Ở vùng phía trên đường sôi (S), cả hai chất H₂O và H₂SO₄ tồn tại ở trạng thái hơi; vùng dưới đường ngưng tụ (N) - cả hai ở dạng lỏng; vùng giữa hai đường - hỗn hợp cả 2 pha hơi và lỏng.



H. 4-3. Đường ngưng tụ và đường sôi của hỗn hợp H₂O - H₂SO₄ ở áp suất 0,115 at
N - đường ngưng tụ, S - đường sôi



H. 4-4. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến cường độ ăn mòn của hỗn hợp H₂O - H₂SO₄ (3% Vol H₂SO₄)

Chương 5

CHẤT BÔI TRƠN

5.1. MA SÁT VÀ NGUYÊN LÝ BÔI TRƠN

Ma sát là một hiện tượng tự nhiên, luôn xuất hiện giữa 2 vật thể tiếp xúc và chuyển động tương đối với nhau. Tại các điểm tiếp xúc của 2 vật thể ấy (sau đây quy ước gọi là *các bề mặt ma sát* hoặc *bề mặt làm việc*) sẽ xuất hiện một lực cản chuyển động gọi là *lực ma sát*. Trong một số trường hợp, hiện tượng ma sát là có ích, ví dụ: ma sát giữa dây đai và pulie trong hệ thống truyền động đai, giữa má phanh và bánh xe trong các cơ cấu phanh. Trong nhiều trường hợp khác, lực ma sát là có hại. Hiện tượng ma sát luôn kéo theo sự tiêu hao một phần cơ năng có ích được cung cấp từ bên ngoài để làm vật chuyển động và gây hao mòn các bề mặt ma sát. Một phần cơ năng bị tiêu hao biến thành nhiệt năng và làm nóng các bề mặt ma sát. Ma sát - Toả nhiệt - Hao mòn là 3 hiện tượng luôn đồng hành khi các vật thể tiếp xúc và có chuyển động tương đối.

Ma sát là một hiện tượng rất phức tạp và có thể phân loại ma sát theo những tiêu chí khác nhau. Căn cứ vào đặc điểm tiếp xúc giữa 2 bề mặt, có thể phân biệt 3 loại ma sát: ma sát khô, ma sát giới hạn và ma sát ướt.

- Ma sát khô -
- Ma sát giới hạn -
- Ma sát ướt -

Chất bôi trơn có thể thực hiện một hoặc một số chức năng dưới đây:

- 1) Bôi trơn
- 2) Làm mát
- 3) Làm kín
- 4) Làm sạch
- 5) Chống ăn mòn.

Tùy thuộc vào những chức năng cụ thể mà chất bôi

5.2. CHỈ TIÊU CHẤT LƯỢNG CỦA CHẤT BÔI TRƠN

Chất lượng của chất bôi trơn được đánh giá thông qua rất nhiều chỉ tiêu khác nhau và mức độ quan trọng của các chỉ tiêu đó phụ thuộc vào chức năng của chất bôi trơn. Một số chỉ tiêu chất lượng chung cho tất cả các SPDM, như *tính ổn định, nhiệt độ chớp lửa, hàm lượng tạp chất, hàm lượng cặn*, v.v. đã được đề cập đến trong chương 2. Dưới đây sẽ trình bày một số chỉ tiêu đặc trưng của chất bôi trơn dùng cho ĐCĐT, như *tính bôi trơn, chỉ số độ nhớt, số acid, số kiềm, khả năng chống lão hoá*, v.v.

5.2.1. TÍNH BÔI TRƠN

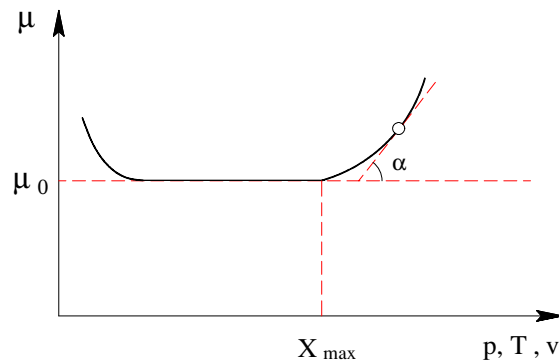
Cho đến nay đã có khá nhiều quan niệm khác nhau về *tính bôi trơn* của chất bôi trơn. Có thể liệt kê dưới đây một số định nghĩa về tính bôi trơn :

- 1) *Tính bôi trơn* là tính chất được đặc trưng bởi khả năng bám dính trên các bề mặt được bôi trơn để ngăn chặn sự xuất hiện ma sát khô.
- 2) *Tính bôi trơn* là thước đo sự khác nhau về sức cản ma sát khi so sánh các loại dầu bôi trơn có cùng độ nhớt.
- 3) *Tính bôi trơn* là tổ hợp các tính chất tác dụng tương hỗ giữa các bề mặt có tiếp xúc với môi trường bôi trơn, đảm bảo lực ma sát và hao mòn của bề mặt được bôi trơn là nhỏ nhất.

Tính bôi trơn không chỉ phụ thuộc vào bản thân chất bôi trơn, mà còn chịu ảnh hưởng, ở những mức độ khác nhau, của hàng loạt yếu tố ngoại cảnh khác, như : vật liệu được bôi trơn, tải tác dụng lên bề mặt bôi trơn, tốc độ tương đối của các bề mặt bôi trơn, khe hở giữa các bề mặt ma sát, v.v. Theo một số tác giả, để định lượng tính bôi trơn một cách đầy đủ, có thể sử dụng 3 thông số sau đây [5] :

- Hệ số ma sát (μ),
- Trị số lớn nhất của áp lực riêng, nhiệt độ và vận tốc tương đối cho phép hệ số ma sát có giá trị ổn định, (p_{\max} , T_{\max} và v_{\max}),
- Độ gia tăng hệ số ma sát khi sự ổn định của màng dầu bôi trơn bị phá vỡ, ($\text{tg}\alpha$).

H. 5.1. Các thông số đặc trưng cho tính bôi trơn



5.2.2. ĐỘ NHỚT VÀ CHỈ SỐ ĐỘ NHỚT

Độ nhớt - Độ nhớt là một trong những chỉ tiêu có ý nghĩa quyết định chất lượng của chất bôi trơn, nó ảnh hưởng trực tiếp đến tổn hao năng lượng do ma sát, cường độ hao mòn chi tiết máy, khả năng làm kín, khả năng làm mát, v.v.

Khi chọn độ nhớt của chất bôi trơn cần phải tính đến tính năng, đặc điểm cấu tạo và điều kiện làm việc của thiết bị được bôi trơn. Độ nhớt quá cao sẽ làm tăng tổn hao năng lượng do ma sát, giảm khả năng làm mát. Ngược lại, độ nhớt quá thấp sẽ làm tăng cường độ hao mòn và giảm khả năng làm kín.

Chỉ số độ nhớt - Độ nhớt nói chung và độ nhớt của SPDM nói riêng thường giảm khi nhiệt độ tăng. Để đánh giá mức độ thay đổi của độ nhớt theo nhiệt độ, người ta dùng đại lượng có tên gọi là *chỉ số độ nhớt* (Viscosity Index - VI).

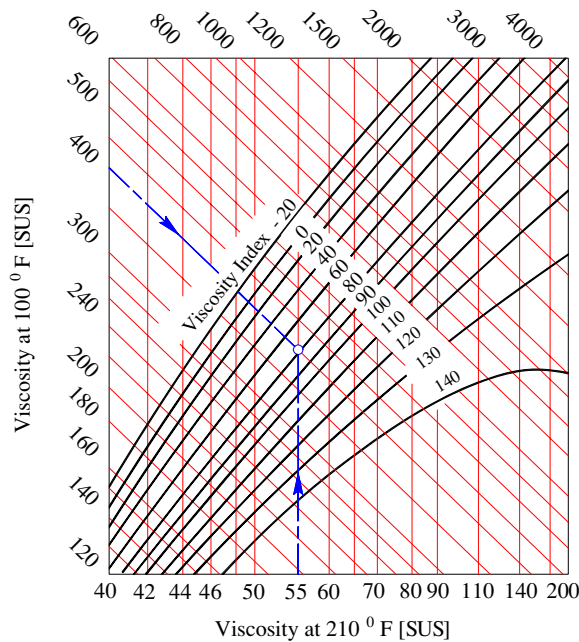
ASTM xác định chỉ số độ nhớt bằng cách so sánh với 2 loại dầu chuẩn có cùng độ nhớt ở 210 °F - loại (h) và loại (l). Loại (h) thuộc nhóm dầu parafin có độ nhớt ít thay đổi theo nhiệt độ, quy ước chỉ số độ nhớt của nó bằng 100. Loại (l) thuộc nhóm dầu naphthene có chỉ số độ nhớt quy ước bằng 0. Chỉ số độ nhớt của mẫu thử (u) được

tính theo công thức sau :

$$VI = 100 \cdot \frac{L - U}{L - H} \quad (5.1)$$

trong đó : L, H và U là độ nhớt tính bằng SUS ở 100 °F (37,8 °C) của dầu bôi trơn loại (l), (h) và (u).

Chỉ số độ nhớt của dầu bôi trơn thường được xác định bằng đồ thị khi biết độ nhớt của nó ở 100 °F và ở 210 °F (H. 5-2).



H. 5-2. Đồ thị xác định chỉ số độ nhớt của dầu bôi trơn

5.2.3. SỐ ACID

Trong quá trình làm việc, lượng acid trong dầu bôi trơn thường tăng lên do dầu bị oxy hoá và do sản phẩm cháy nhiên liệu chứa các chất tạo acid. Acid có trong dầu bôi trơn được phân thành 2 loại :

- *Acid mạnh* - bao gồm acid vô cơ hình thành từ sản phẩm cháy của các loại nhiên liệu chứa các tạp chất tạo acid và acid hữu cơ hoà tan hình thành do sự oxy hoá các phân tử dầu bôi trơn.
- *Acid yếu* - acid hữu cơ không hoà tan được hình thành do sự oxy hoá dầu bôi trơn.

Acid mạnh có khả năng ăn mòn các bề mặt bôi trơn. Acid yếu không có khả năng ăn mòn, nhưng có thể tích tụ dưới dạng cặn bùn làm giảm sự truyền nhiệt và tăng độ mài mòn các bề mặt bôi trơn.

Lượng acid mạnh được đánh giá bằng *số acid mạnh* SAN (Strong Acid Number) ; lượng acid yếu - *số acid yếu* WAN (Weak Acid Number) ; tổng số acid có trong dầu bôi trơn - *số acid tổng* TAN (Total Acid Number).

$$TAN = SAN + WAN$$

Số acid (Acid Number - AN) của dầu bôi trơn là lượng KOH tính bằng miligram cần thiết để trung hoà lượng acid có trong 1 gram dầu bôi trơn. Số acid là đại lượng đánh giá hàm lượng acid có trong dầu bôi trơn và được sử dụng như là một chỉ tiêu loại bỏ dầu sau một thời gian sử dụng. Việc kiểm định chất lượng dầu bôi trơn dựa vào chỉ tiêu AN chỉ được áp dụng đối với những loại dầu không có phụ gia kiềm.

Thông thường, dầu sạch có số acid TAN = 0,15 ÷ 0,20 mg KOH/g . Số acid của dầu sẽ tăng lên khá nhanh trong quá trình làm việc và đạt đến giới hạn khoảng 1,5 ÷ 2,0 mg KOH/g.

5.2.4. SỐ KIỀM TỔNG

Số kiềm tổng (Total Base Number - TBN) là số KOH tính bằng miligram tương đương về phương diện trung hoà acid với lượng phụ gia kiềm có trong 1 gram dầu bôi trơn. TBN đánh giá hàm lượng phụ gia kiềm có trong dầu bôi trơn và là thước đo khả năng trung hoà acid của dầu.

Nói chung, những động cơ chạy bằng nhiên liệu chứa nhiều lưu huỳnh cần được bôi trơn bằng những loại dầu có TBN cao. Theo [4], TBN yêu cầu (TBN mà dầu bôi trơn phải có) được xác định bằng công thức gần đúng dưới đây :

$$TBN = \frac{35 \cdot K \cdot g_e \cdot S}{g_o} \quad (5.2)$$

trong đó :

TBN - số kiềm chung yêu cầu, [mg KOH/g],

S - hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu, [% wt],

K - hệ số tính đến lượng lưu huỳnh đọng lại trên thành xy lanh dưới dạng axit, $K = 0,001 - 0,002$

g_e - suất tiêu thụ nhiên liệu có ích, [g/HP. h],

g_o - suất tiêu thụ dầu bôi trơn, [g/HP. h].

Với nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh đến 5 %, động cơ cần được bôi trơn bằng dầu có TBN = 30 - 80 mg KOH/g. Trị số TBN của dầu bôi trơn giảm dần theo thời gian sử dụng vì lượng phụ gia kiềm tiêu hao dần cho việc trung hoà acid. Dầu bôi trơn cần được thay thế khi TBN giảm xuống nhỏ hơn một trị số xác định.

5.3. PHÂN LOẠI CHẤT BÔI TRƠN

5.3.1. PHÂN LOẠI TỔNG QUÁT CHẤT BÔI TRƠN

Có rất nhiều chất có thể dùng để bôi trơn, như mỡ động vật, dầu thực vật, nước, v.v. Trong một số trường hợp, người ta đã dùng cả chất rắn và chất khí để bôi trơn, ví dụ : graphít, molybdenum disulfide, một số khí hydrocarbon. Có thể phân loại chất bôi trơn theo những tiêu chí khác nhau theo bảng 5-1 dưới đây.

Bảng 5-1. Phân loại tổng quát chất bôi trơn

Tiêu chí phân loại	Loại chất bôi trơn
Trạng thái ở điều kiện nhiệt độ và áp suất khí quyển	<ul style="list-style-type: none">- Khí bôi trơn- Dầu bôi trơn- Mỡ bôi trơn- Chất rắn bôi trơn
Nguyên liệu sản xuất chất bôi trơn	<ul style="list-style-type: none">- Chất bôi trơn sản xuất từ khoáng chất (dầu khoáng)- Chất bôi trơn sản xuất từ động, thực vật
Nhóm hydrocarbon chiếm ưu thế	<ul style="list-style-type: none">- Dầu parafin- Dầu naphthene- Dầu aromatic
Phương pháp sản xuất	<ul style="list-style-type: none">- Dầu chưng cất- Dầu tinh chế- Chất bôi trơn tổng hợp
Mục đích sử dụng	<ul style="list-style-type: none">- Dầu động cơ- Dầu máy lạnh- Dầu thuỷ lực- Dầu truyền động- Dầu cách điện, v.v
Độ nhớt	SAE 20W , SAE 30 , SAE 50 , v.v.
Chất lượng	SA, SB, SC, CA, CB, CC , v.v.

1) Dầu khoáng - Dầu khoáng là tên gọi chung của các loại dầu bôi trơn được sản xuất từ các loại khoáng chất như : dầu mỏ, than đá, than nâu, v.v. Thành phần chủ yếu của các loại dầu khoáng là các loại hydrocarbon khác nhau, ngoài ra dầu khoáng cũng có thể chứa một ít chất phụ gia và tạp chất. Dầu khoáng có thể được phân loại theo các tiêu chí sau đây :

- **Theo nhóm hydrocarbon chiếm tỷ lệ ưu thế trong thành phần của dầu**

- *Dầu parafin* : dầu khoáng chứa nhiều hydrocarbon loại parafin. Loại dầu này có khả năng chống oxy hoá tốt, có điểm aniline (0A) và chỉ số độ nhớt (VI) cao, có tỷ trọng nhỏ.

- *Dầu naphthene* : chứa nhiều hydrocarbon loại naphthene. Loại dầu này có tỷ trọng cao hơn và điểm aniline, chỉ số độ nhớt thấp hơn so với dầu parafin. Khi cháy trong xy lanh động cơ, dầu naphthene tạo ra nhiều cặn hơn so với dầu parafin, nhưng loại cặn do dầu naphthene tạo ra mềm hơn cặn do dầu parafin tạo ra.

- *Dầu aromatic* : chứa nhiều hydrocarbon loại aromatic. Loại dầu này có tỷ trọng cao nhất và điểm aniline thấp nhất.

- **Căn cứ vào công nghệ sản xuất và chất lượng :**

- *Dầu chưng cất* : là phân đoạn có nhiệt độ sôi trong khoảng $350 \div 500 ^0C$, được sản xuất bằng cách chưng cất dầu mỏ, nhựa than, bao gồm những hydrocarbon có số nguyên tử carbon trong phân tử từ 21 đến 35 ($C_{21} \dots C_{35}$). Loại dầu này chứa nhiều thành tố có ảnh hưởng xấu đến các tính chất sử dụng của dầu, như hợp chất asphalt, parafin rắn,.. Sự có mặt của asphalt trong dầu làm tăng xu hướng tạo cặn và lake, còn parafin rắn lại làm tăng nhiệt độ đông đặc. Dầu chưng cất rất dễ bị oxy hoá, đặc biệt ở nhiệt độ cao ; bởi vậy, nó chỉ được sử dụng trong điều kiện nhiệt độ gần nhiệt độ khí quyển và thường xuyên được thay mới. Ưu điểm cơ bản của loại dầu này là có độ bám dính tốt. Chất lượng của dầu chưng cất có thể được cải thiện bằng cách tinh chế.

- *Dầu tinh chế* : dầu chưng cất đã được xử lý hoá học để loại bỏ những thành tố có hại. Dầu chưng cất thường được tinh chế bằng acid, kiềm, đất tẩy, fufurol ⁽¹⁾, nitrobenzene, phenol, v.v. Dầu tinh chế có thời hạn sử dụng dài hơn dầu chưng cất, nhưng có giá thành cao hơn.

- *Dầu thường (Regular oils)* : dầu khoáng không có phụ gia, chất lượng của chúng phụ thuộc hoàn toàn vào nguyên liệu gốc và phương pháp sản xuất.

- *Dầu có phụ gia (Doped oils)* : dầu có chứa các chất phụ gia có tác dụng cải thiện các chỉ tiêu chất lượng, ví dụ : phụ gia tăng khả năng bám dính, phụ gia chống sulfi bọt, phụ gia trung hoà acid, v.v.

2) Dầu thực vật và dầu động vật - Trong một số trường hợp, chất bôi trơn có nguồn gốc thực vật và động vật, ví dụ : dầu thầu dầu, dầu cải, dầu mỡ động vật, v.v. được sử dụng để hoà trộn với dầu khoáng nhằm tạo ra dầu có tính bôi trơn tốt hơn. Chúng ít khi được sử dụng một cách độc lập vì bị lão hoá khá nhanh.

⁽¹⁾ Fufurol - dung môi chọn lọc , là chất lỏng không màu, có mùi đặc trưng như mùi bánh mì đen mới nướng, tan trong rượu và ete.

3) **Dầu bôi trơn tổng hợp** - Dầu được sản xuất bằng cách biến đổi hoá học các loại nguyên liệu khác nhau.

4) **Mỡ bôi trơn** - Chất bôi trơn ở dạng nửa lỏng nửa rắn. Thông thường, mỡ bôi trơn được sản xuất từ dầu bôi trơn bằng cách pha trộn với xà phòng (soap).

5) **Chất rắn bôi trơn** - Một số chất rắn, như graphite, molybdenum disulfide, có khả năng bôi trơn và chịu được áp lực, nhiệt độ cao.

5.3.2. PHÂN LOẠI DẦU BÔI TRƠN ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG

Dầu bôi trơn ĐCĐT (sau đây gọi tắt là *dầu động cơ*) là nhóm dầu bôi trơn chiếm tỷ lệ lớn nhất và không ngừng được nghiên cứu hoàn thiện để đáp ứng những yêu cầu của ĐCĐT có cường độ làm việc ngày càng cao. Hiện nay, dầu động cơ chiếm khoảng 40 % tổng sản lượng dầu bôi trơn được sản xuất trên toàn thế giới, khoảng 60 % tổng lượng dầu bôi trơn được sử dụng ở Việt nam.

PHÂN LOẠI DẦU ĐỘNG CƠ THEO ĐỘ NHỚT

Bảng 5-2. Phân loại dầu carter theo SAE J300a

Mã hiệu	Độ nhớt [$^{\circ}E$]				ước lượng độ nhớt ở $50^{\circ}C$ [$^{\circ}E$]
	ở $0^{\circ}F$ ($-17,8^{\circ}C$)		ở $210^{\circ}F$ ($98,9^{\circ}C$)		
	Min	Max	Min	Max	
SAE 5W	-	172	} 1,30	-	< 2,5
SAE 10 W	172	343		-	3,0 - 4,0
SAE 20W	343	1386		-	4,0 - 6,5
SAE 20	-	-	1,45	1,80	3,5 - 6,5
SAE 30	-	-	1,80	2,12	6,5 - 10,0
SAE 40	-	-	2,12	2,52	10,0 - 16,0
SAE 50	-	-	2,52	3,19	16,0 - 26,0

SAE đã đề xuất hệ thống phân loại dầu động cơ theo độ nhớt và được nhiều quốc gia áp dụng. Theo tiêu chuẩn SAE-J 300a, các số 5, 10, 20, 30, ... trong mã hiệu mỗi loại dầu động cơ (Bảng 5-2) không phải là trị số của độ nhớt mà chỉ là những số quy ước có liên quan đến độ nhớt. Chữ W ký hiệu loại dầu dùng trong mùa đông, chúng có độ nhớt giới hạn tối đa ở $0^{\circ}F$ để đảm bảo khởi động được động cơ trong thời tiết lạnh. Các loại dầu khác có độ nhớt giới hạn tối thiểu ở $210^{\circ}F$, đảm bảo sự hoạt động an toàn của động cơ trong điều kiện thời tiết nóng và chế độ làm việc nặng. Dầu động cơ dùng trong cả mùa đông và mùa hè được ký hiệu bằng 2 nhóm chữ và số, ví dụ : SAE 5W/ 10W, SAE 10W/ 20, SAE 20W/ 30, v.v.

Hệ thống phân loại của SAE có ưu điểm là đơn giản. Nhiều hãng chế tạo động cơ đã sử dụng cách phân loại này để quy định cấp độ nhớt của dầu bôi trơn sử dụng cho động cơ của mình. Tuy nhiên, hệ thống phân loại dầu động cơ theo độ nhớt của SAE chưa thể hiện được chất lượng của dầu bôi trơn phù hợp với chủng loại động cơ và điều kiện làm việc cụ thể.

PHÂN LOẠI DẦU ĐỘNG CƠ THEO CHẤT LƯỢNG

- **API-1947**

Vào năm 1947, American Petroleum Institute (API) đã đề xuất hệ thống phân loại dầu động cơ căn cứ vào chất lượng của dầu. Theo đó, dầu động cơ được chia thành 3 loại :

Regular Type - không có chất phụ gia, chất lượng của chúng phụ thuộc hoàn toàn vào loại dầu mỏ và công nghệ chế biến.

Premium Type - chỉ có chất phụ gia hạn chế tốc độ lão hoá và chống ăn mòn bạc lót trục khuỷu.

Heavy Duty Type - có nhiều loại phụ gia, đảm bảo cho động cơ làm việc an toàn ở các chế độ nặng.

Hệ thống phân loại API-1947 chưa thể hiện được những điều kiện cụ thể, ở đó một loại dầu bôi trơn cụ thể có thể phù hợp.

- **API-1952**

Hệ thống phân loại API-1952 phân biệt 5 loại dầu động cơ và ký hiệu là : MS, MM, ML, DG và DS. Chữ M ở đầu mã hiệu của 3 loại dầu MS, MM và ML ký hiệu loại dầu dùng cho động cơ xăng ; các chữ S, M và L tiếp theo ký hiệu loại dầu dùng trong các điều kiện nặng (severe), trung bình (medium) và nhẹ (light). Dầu dùng cho động cơ diesel được ký hiệu bằng chữ D ở đầu mã hiệu ; chữ G và S tiếp theo ký hiệu điều kiện làm việc bình thường (general service conditions) và nặng (severe service conditions).

- **API-ASTM-SAE**

API-ASTM-SAE là hệ thống phân loại dầu bôi trơn do 3 tổ chức API, ASTM và SAE hợp tác và đề xuất vào năm 1970. Theo đó, dầu bôi trơn ĐCĐT được phân thành 2 nhóm lớn. Nhóm thứ nhất có chữ S (Service Station Oils) ở đầu mã hiệu là dầu chỉ dùng cho động cơ xăng. Nhóm thứ hai với chữ C (Commercial Oils) ở đầu mã hiệu là dầu được dùng chủ yếu cho động cơ diesel. Các chữ tiếp theo trong mỗi mã hiệu (A, B, C, D,...) là ký hiệu tính chất của dầu. API-ASTM-SAE là một hệ thống phân loại *kiểu mở*, tức là có thể bổ sung vào hệ thống đó các loại dầu mới nếu nó xuất hiện. Cho đến nay, trong nhóm thứ nhất có 8 loại được ký hiệu là SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG và SH ; trong nhóm thứ hai có 6 loại là CA, CB, CC, CD, CD-II và CE.

Dầu SA - Dầu bôi trơn không có phụ gia cải thiện chất lượng, có thể có phụ gia chống sulfat. Dầu SA được chỉ định dùng cho động cơ xăng làm việc trong các điều kiện ôn hòa và chạy bằng nhiên liệu chất lượng cao.

Dầu SB - Dầu có các chất phụ gia chống oxy hoá và chống ăn mòn. Loại dầu này thích hợp cho động cơ xăng làm việc trong những điều kiện ôn hòa và chạy bằng nhiên liệu chất lượng thấp.

Dầu SC - Dầu có đủ các loại phụ gia, được chỉ định dùng cho động cơ xăng làm việc ở những chế độ nặng, xuất xưởng trong khoảng thời gian 1964-1967.

Dầu SD - Dầu có đủ các loại phụ gia như của dầu SC, nhưng có khả năng chống bám cặn cao hơn, được chỉ định dùng cho động cơ xăng xuất xưởng trong khoảng thời gian 1968-1970.

Dầu SE - Dầu tương tự như SC và SD, nhưng có khả năng chống oxy hoá và chống bám cặn tốt hơn. Được chỉ định cho động cơ xăng được chế tạo trong khoảng thời gian 1971-1972.