

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

**TCVN 12801:2019
ISO/TR 22302:2014**

Xuất bản lần 1

**KHÍ THIÊN NHIÊN –
PHƯƠNG PHÁP TÍNH TRỊ SỐ METAN**

Natural gas – Calculation of methane number

HÀ NỘI – 2019

Lời nói đầu

TCVN 12801:2019 hoàn toàn tương đương với ISO/TR 22302:2014.

TCVN 12081:2019 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 193 Sản phẩm khí biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Khí thiên nhiên – Phương pháp tính trị số metan

Natural gas – Calculation of methane number

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các phương pháp tính toán trị số metan (MN) của khí thiên nhiên khô khi biết thành phần mol của khí.

Nếu độ chênh lệch MN giữa hai phương pháp tính toán lớn hơn 6, khuyến nghị sử dụng phương pháp thử nghiệm để xác định MN đối với khí.

Các phương pháp GRI (Gas Research Institute) được sử dụng để tính trị số metan, MN, và trị số octan motor của khí, MON; sự liên quan tuyến tính là cần thiết để xác định và so sánh chống gõ của khí thiên nhiên có hàm lượng metan cao.

2 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

2.1

Trị số metan (methane number)

MN

Số đo chống gõ của nhiên liệu khí, được quy định đối với nhiên liệu thử trên cơ sở vận hành trong thiết bị thử gõ tại cùng cường độ gõ tiêu chuẩn.

CHÚ THÍCH: Theo quy ước metan tinh khiết được sử dụng là nhiên liệu chuẩn chống gõ, đó là trị số metan của metan tinh khiết là 100, và hydro tinh khiết được sử dụng là nhiên liệu chuẩn nhạy gõ, trị số metan của hydro tinh khiết bằng 0.

2.2

Trị số octan motor (motor octane number)

MON

Chỉ số đánh giá của chống gõ nhận được bằng cách so sánh cường độ gõ của nó với cường độ gõ của các nhiên liệu chuẩn đầu khi cả hai được thử nghiệm trong động cơ CFR đã được chuẩn hóa vận hành trong các điều kiện quy định.

3 Các phương pháp tính trị số metan

3.1 Các phương pháp GRI

GRI áp dụng phương pháp đánh giá octan ASTM đối với các nhiên liệu khí thiên nhiên khác nhau (xem Phụ lục A) để đo MON. Hai mối quan hệ toán học được xây dựng để ước tính đánh giá MON của nhiên liệu khí thiên nhiên. Giới hạn của từng cấu tử được nêu trong Bảng A.2.

3.1.1 Tương quan hệ số tuyến tính

$$\text{MON} = 137,78x_1 + 29,948x_2 - 18,193x_3 - 167,062x_4 + 181,233x_5 + 26,994x_6 \quad (1)$$

Trong đó

X là phần mol của cấu tử tương ứng.

Số của các chỉ số dưới đối với từng cấu tử tương ứng được cho như sau:

Số	1	2	3	4	5	6
Cấu tử	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	CO ₂	N ₂

3.1.2 Mối tương quan tỷ số hydro/cacbon

$$\text{MON} = -406,14 + 508,04 R - 173,55 R^2 + 20,17 R^3 \quad (2)$$

Trong đó

R là tỷ số giữa các nguyên tử hydro và các nguyên tử cacbon.

CHÚ THÍCH: Trong dữ liệu thành phần GRI gốc về các nhiên liệu khí đối với thử nghiệm octan, hydrocacbon nặng nhất là butan. Trong thực tế, khí thực có thể chứa C6+ thậm chí các hydrocacbon C8. Nếu khí có chứa các hydrocacbon nặng hơn butan, cần xem xét tỷ số của các nguyên tử hydro và các nguyên tử cacbon có thể là khác nhau. Tất cả các hydrocacbon phải được xem xét, không chỉ những hydrocacbon nhẹ hơn butan.

3.1.3 Mối tương quan giữa MON và MN

$$\text{MN} = 1,445 \text{ MON} - 103,42 \quad (3)$$

$$\text{MON} = 0,679 \text{ MN} + 72,3 \quad (4)$$

CHÚ THÍCH: Mối tương quan không tuyến tính hoàn toàn, do đó các công thức không đảo chỗ được cho nhau.

3.2 Phương pháp AVL

Phương pháp AVL cũng là phương pháp tính trị số metan.

CHÚ THÍCH: Phương pháp AVL được xuất bản thành tiêu chuẩn CEN được xây dựng bởi CEN/TC 234/WG 11.

4 MN xác định bằng tính toán

4.1 Phần mol

Nếu biết được phần mol của nhiên liệu khí thiên nhiên, MN có thể tính được. Vì có hai công thức tính MON, có thể tính được hai giá trị MN của khí. Hai kết quả nên cùng được báo cáo trong báo cáo tính toán.

Đối với cùng một thành phần khí, nếu sự chênh lệch giữa hai MN lớn hơn 10, thì đây là khác thường, nghĩa là thành phần của khí là bất thường. Ví dụ, khí có thể được pha loãng bởi LPG, hoặc khí có thể chứa nhiều nitơ hoặc CO₂.

Theo tài liệu tham khảo [1], hầu hết các khí ở châu Âu là nằm trong dải MN từ 65 đến 100. Đối với các động cơ được sử dụng trong các thử nghiệm, theo quy tắc thông thường, giảm 10 điểm trong khoảng MN dẫn đến giảm 1 điểm trong tỷ số nén giới hạn-gỗ. Cũng vậy, giảm 10 điểm trong khoảng MN dẫn đến sự giảm bớt bmep [brake mean effective pressure (áp suất hiệu dụng trung bình của phanh)] giới hạn-gỗ.

Nếu sự chênh lệch giữa hai kết quả MN lớn hơn 6, người sử dụng nên xem xét lại hai giá trị MN, khi đó nên xác định MN bằng một phương pháp thử nghiệm hơn là sử dụng cách tính của tiêu chuẩn này.

Phụ lục A

(tham khảo)

Số liệu thành phần của các nhiên liệu khí đối với thử nghiệm octan từ GRI

Bảng A.1 – Số liệu thành phần của các nhiên liệu khí đối với thử nghiệm octan từ GRI

Pha trộn %	Metan %	Etan %	Propan %	Butan %	CO ₂ %	Nitơ %	H/C %
1	100	–	–	–	–	–	4,0
2	95,0	3,0	0,5	0,5	0,2	0,8	3,89
3	90,1	6,0	0,7	0,8	0,7	1,7	3,82
4	85,0	6,5	3,0	1,0	1,0	3,5	3,72
5	88,3	7,8	1,2	0,3	1,8	0,6	3,80
6	84,2	8,5	3,7	–	1,0	2,5	3,72
7	84,2	8,6	3,7	–	1,0	2,5	3,72
8	82,1	14,0	1,2	–	0,7	2,0	3,71
9	75,0	–	25,0	–	–	–	3,33
10	82,5	–	17,5	–	–	–	3,48
11	88,9	–	11,1	–	–	–	3,64
12	92,5	3,5	1,0	0,5	1,0	1,5	3,87

Từ John Kubesh^[2].

Bảng A.2 – Giới hạn nồng độ của từng cấu tử đối với thử nghiệm octan của GRI

Số	Cấu tử	Giới hạn, phần mol, %
1	Metan	≥ 75
2	Etan	≤ 14
3	Propan	≤ 25
4	Butan+	≤ 1,0
5	CO ₂	≤ 1,8
6	Nitơ	≤ 3,5

Phụ lục B

(tham khảo)

MN xác định bằng tính toán của một số hỗn hợp khí thiên nhiên điển hình

Có 36 hỗn hợp khí thiên nhiên châu Âu và 30 hỗn hợp khí thiên nhiên Trung Quốc và Thái Lan, các giá trị MN xác định bằng tính toán được liệt kê trong Bảng B.1 và B.2. Nguyên nhân đối với sự chênh lệch MN lớn hơn 6 được liệt kê trong Bảng B.3 và B.4, và thành phần của khí được liệt kê trong Bảng B.5 và B.6.

Bảng B.1 – MN tính được của 36 hỗn hợp khí thiên nhiên châu Âu bằng hai phương pháp GRI

Số	Phương pháp hàm lượng	Phương pháp tỷ lệ HC	Độ chênh lệch (tuyệt đối)
1	84,18	85,90	1,72
2	71,48	79,39	7,91
3	85,08	86,83	1,75
4	78,10	74,74	3,36
5	73,23	70,04	3,19
6	81,50	83,36	1,86
7	66,05	66,61	0,56
8	74,78	73,29	1,49
9	78,81	80,52	1,71
10	80,58	80,01	0,57
11	70,56	84,60	14,04
12	91,03	92,38	1,35
13	89,53	93,13	3,60
14	68,20	66,77	1,43
15	67,83	66,97	0,86
16	66,97	87,72	20,75
17	75,24	77,26	2,02
18	69,81	80,54	10,73
19	95,06	98,57	3,51
20	92,73	96,21	3,48
21	84,48	86,08	1,60
22	66,66	71,86	5,20
23	74,41	71,24	3,17
24	77,35	76,07	1,28
25	83,11	83,40	0,29

Bảng 1 (kết thúc)

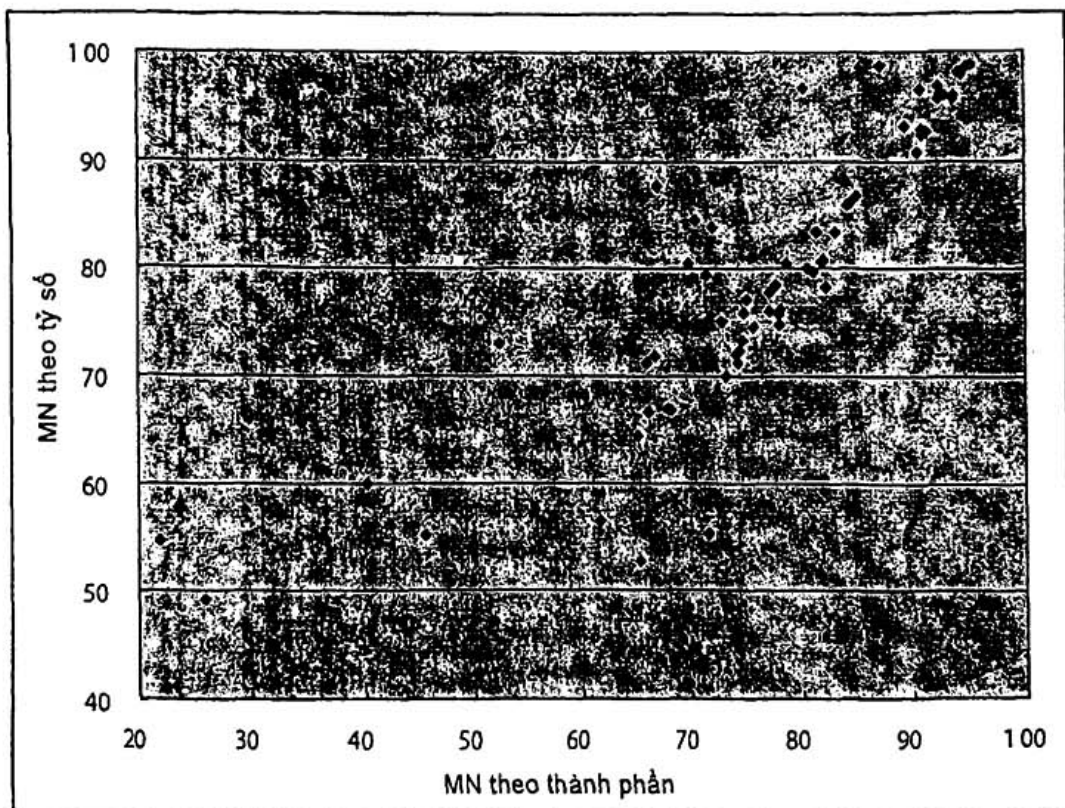
Số	Phương pháp hàm lượng	Phương pháp tỷ lệ HC	Độ chênh lệch (tuyệt đối)
26	75,78	74,56	1,22
27	91,05	92,77	1,72
28	66,00	71,32	5,32
29	80,34	96,62	16,28
30	72,07	83,88	11,81
31	74,26	72,15	2,11
32	92,54	95,68	3,14
33	74,99	75,90	0,91
34	18,04	53,15	35,11
35	40,14	59,89	19,75
36	21,84	54,67	32,83

Bảng B.2 – MN tính được của 24 hỗn hợp khí thiên nhiên Trung Quốc bằng hai phương pháp GRI

Số	Phương pháp hàm lượng	Phương pháp tỷ lệ HC	Độ chênh lệch (tuyệt đối)
1	82,01	80,71	1,30
2	74,53	72,38	2,15
3	78,16	75,76	2,40
4	82,00	80,89	1,11
5	91,46	92,65	1,19
6	93,73	95,77	2,04
7	93,87	96,03	2,16
8	90,58	90,76	0,18
9	93,07	96,06	2,99
10	78,33	76,30	2,03
11	87,24	98,74	11,50
12	95,43	98,67	3,24
13	72,88	75,03	2,15
14	77,87	78,46	0,59
15	77,35	77,81	0,46
16	52,20	73,11	20,91
17	81,93	80,63	1,30
18	81,13	79,77	1,36
19	65,12	64,48	0,64
20	45,34	55,08	9,74

Bảng B.2 (kết thúc)

Số	Phương pháp hàm lượng	Phương pháp tỷ lệ HC	Độ chênh lệch (tuyệt đối)
21	82,31	78,33	3,98
22	94,37	98,01	3,64
23	94,57	97,91	3,34
24	94,49	98,11	3,62
25	61,56	56,36	5,20
26	71,68	55,38	16,30
27	65,32	52,84	12,48
28	90,89	96,47	5,58
29	25,87	49,30	23,43
30	92,46	96,77	4,31



Hình B.1 – Các MN từ hai phương pháp

Hình B.1 biểu diễn các kết quả của Bảng B.1 và B.2. Nó chỉ ra mối quan hệ giữa trị số metan tính được từ thành phần và trị số metan tính được từ tỷ số HC. Rõ ràng rằng trong khi một mức độ đồng nhất nhất định tồn tại đối với các trị số metan cao, MN dưới 85, cả hai phương pháp đưa ra kết quả không đồng nhất. Ví dụ như, khí có giá trị metan xung quanh 70 khi được tính toán từ thành phần sẽ có giá trị metan từ 65 đến 80 theo phương pháp HC.

Bảng B.3 – Nguyên nhân chênh lệch MN lớn hơn 6 (khí châu Âu)

Số mẫu	Độ chênh lệch MN	Nguyên nhân
Số 11	13,59	N ₂ : 10,8 %
Số 16	20,21	N ₂ : 14,351 %
Số 18	9,83	N ₂ : 11,001 %; CO ₂ : 4,184 %
Số 29	16,20	N ₂ : 9,58 %
Số 30	11,16	N ₂ : 9,85 %
Số 34	34,73	O ₂ : 3,39 %; N ₂ : 13,53 %; nC ₄ : 10,77 %
Số 35	19,39	O ₂ : 3,39 %; N ₂ : 13,77 %
Số 36	32,54	O ₂ : 2,14 %; N ₂ : 16,57 %; nC ₄ : 8,48 %

Bảng B.4 – Nguyên nhân chênh lệch MN lớn hơn 6 (khí Trung quốc và Thailand)

Số mẫu	Độ chênh lệch MN	Nguyên nhân
Số 11	6,18	N ₂ : 6,39 %; CO ₂ : 3,71 %
Số 16	17,92	N ₂ : 17,24 %
Số 20	6,51	C ₄ : 6,45 %
Số 25	13,52	CO ₂ : 22,34 %
Số 26		CO ₂ : 23,46 %
Số 29		C ₄ : 6,966 %

Bảng B.5 – Thành phần của 36 hỗn hợp khí châu Âu

Cấu tử	1	2	3	4	5	6
N ₂	2,04	7,19	2,14	0,9	0,97	2,79
CO ₂	0,33	0,43	0,86	2,28	2,63	0,78
C ₁	93,3	86,04	93,05	87,44	85,27	91,27
C ₂	3,24	4,46	2,96	6,69	7,24	3,73
C ₃	0,66	1,06	0,59	2,19	2,73	0,89
i-C ₄	0,13	0,25	0,12	0,22	0,46	0,175
n-C ₄	0,13	0,25	0,12	0,22	0,46	0,175
i-C ₅	0,04	0,1	0,035	0,025	0,1	0,05
n-C ₅	0,04	0,1	0,035	0,025	0,1	0,05
C ₆	0,05	0,08	0,05	0,01	0,03	0,04
C ₇	0,03	0,03	0,03	0	0,01	0,04
C ₈	0,01	0,01	0,01	0	0	0,01
Tổng	100	100	100	100	100	100

Bảng B.5 (tiếp theo)

Cấu tử	7	8	9	10	11	12
N ₂	0,05	0,6	3,36	1	10,8	0,3
CO ₂	0	0	1,4	0	1,1	0
C ₁	82,07	88,6	88,72	91,2	83,5	97,3
C ₂	15,86	8,2	4,9	6,5	3,6	2,1
C ₃	1,89	2	1,12	1,1	0,7	0,2
i-C ₄	0,07	0,25	0,14	0,1	0,1	0,05
n-C ₄	0,06	0,35	0,21	0,1	0,1	0,05
i-C ₅	0	0	0,04	0	0,1	0
n-C ₅	0	0	0	0	0	0
C ₆	0	0	0,11	0	0	0
C ₇	0	0	0	0	0	0
C ₈	0	0	0	0	0	0
Tổng	100	100	100	100	100	100
Cấu tử	13	14	15	16	17	18
N ₂	1,8	0,4	0,4	14,351	3,904	11,001
CO ₂	0,26	0	0	0,89	1,325	4,184
C ₁	96,24	88	85,9	81,309	86,692	78,99
C ₂	1,17	5,5	9	2,85	6,012	4,314
C ₃	0,34	4	3,5	0,37	1,607	1,161
i-C ₄	0,05	1	0,6	0,07	0,155	0,095
n-C ₄	0,08	1	0,6	0,07	0,155	0,095
i-C ₅	0,02	0,1	0	0,02	0,04	0,025
i-C ₅	0,02	0,1	0	0,02	0,04	0,025
n-C ₅	0	0	0	0,02	0,04	0,025
C ₆	0,04	0	0	0,05	0,07	0,11
C ₇	0	0	0	0	0	0
C ₈	0	0	0	0	0	0
Tổng	100	100	100	100	100	100

Bảng B.5 (tiếp theo)

Cấu tử	19	20	21	22	23	24
N ₂	0,24	0,87	2,28	5,41	0,325	0,439
CO ₂	0,03	0,08	0,89	0,2	1,15	0
C ₁	99,62	98,26	92,69	83,8	88,27	89,123
C ₂	0,06	0,54	2,95	7,72	6,25	9,119
C ₃	0,03	0,16	0,81	1,95	2,75	1,114
i-C ₄	0,01	0,03	0,11	0,28	0,39	0,088
n-C ₄	0	0,03	0,16	0,41	0,59	0,11
i-C ₅	0	0,01	0,03	0,08	0,116	0,004
n-C ₅	0	0,01	0,03	0,08	0,09	0,003
C ₆	0,01	0,01	0,05	0,07	0,069	0
C ₇	0	0	0	0	0	0
C ₈	0	0	0	0	0	0
Tổng	100	100	100	100	100	100
Cấu tử	25	26	27	28	29	30
N ₂	1,072	0,527	0,423	5,513	9,58	9,85
CO ₂	0,005	0	0,003	0,255	2,06	1,45
C ₁	92,356	88,374	97,426	83,656	87,61	84,3
C ₂	5,923	9,425	1,855	7,47	0,67	3,43
C ₃	0,565	1,399	0,111	2,007	0,05	0,63
i-C ₄	0,036	0,113	0,085	0,301	0,01	0,2
n-C ₄	0,043	0,15	0,091	0,477	0,01	0,22
i-C ₅	0	0,007	0,003	0,102	0	0,03
n-C ₅	0	0,005	0,003	0,12	0	0,03
C ₆	0	0	0	0,099	0,01	0,06
C ₇	0	0	0	0	0	0
C ₈	0	0	0	0	0	0
Tổng	100	100	100	100	100	100,2

Bảng B.5 (kết thúc)

Cấu tử	31	32	33	34	35	36
N ₂	1,03	0,86	3,03	13,53	13,77	16,57
CO ₂	1,27	0,1	1,27	0,09	0,06	1,05
C ₁	86,92	98,2	86,75	71,34	70,88	68,11
C ₂	8,16	0,55	6,85	0,64	0,51	2,97
C ₃	1,94	0,19	1,53	0,19	11,18	0,59
i-C ₄	0,2	0,03	0,2	0	0	0
n-C ₄	0,53	0,04	0,24	10,77	0,04	8,48
i-C ₅	0	0	0	0,06	0,05	0
n-C ₅	0,1	0,02	0,08	0,07	0,06	0,05
C ₆	0,05	0,05	0,05	0	0	0,04
C ₇	0	0	0	0	0	0
C ₈	0	0	0	0	0	0
O ₂	0	0	0	3,39	3,39	2,14
Tổng	100,2	100,04	100	100,08	99,94	100

CHÚ THÍCH: Đối với một số hỗn hợp khí, tổng của số liệu gốc không chính xác 100 %.

Bảng B.6 – Thành phần của 30 hỗn hợp khí Trung Quốc và Thái Lan

Cấu tử	1	2	3	4	5	6
He	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
H ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N ₂	0,49	0,38	0,29	0,6	0,51	0,59
CO ₂	0,05	0,4	0,43	0,05	0,86	1,45
C ₁	92,9	89,33	90,88	92,88	96,38	96,94
C ₂	4,88	6,43	5,71	4,79	1,9	0,74
C ₃	0,95	2,06	1,57	0,95	0,24	0,19
i-C ₄	0,16	0,35	0,33	0,16	0,05	0,03
n-C ₄	0,18	0,47	0,31	0,18	0,04	0,03
i-C ₅	0,06	0,14	0,12	0,06	0,00	0,00
n-C ₅	0,05	0,12	0,07	0,05	0,00	0,00
C ₆₊	0,26	0,30	0,27	0,25	0,00	0,00
Tổng	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Bảng B.6 (tiếp theo)

Cấu tử	7	8	9	10	11	12
He	0,03	0,03	0,03	0,03	0,18	0,00
H ₂	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00
N ₂	0,62	0,57	0,91	0,61	6,39	0,08
CO ₂	1,50	1,31	0,98	0,56	3,71	0,12
C ₁	96,93	95,66	97,17	91,09	89,61	99,69
C ₂	0,70	1,66	0,68	4,96	0,10	0,08
C ₃	0,17	0,48	0,16	1,47	0,00	0,03
i-C ₄	0,03	0,09	0,03	0,34	0,00	0,00
n-C ₄	0,02	0,09	0,03	0,31	0,00	0,00
i-C ₅	0,00	0,04	0,00	0,15	0,00	0,00
n-C ₅	0,00	0,02	0,00	0,08	0,00	0,00
C ₆₊	0,00	0,05	0,00	0,39	0,00	0,00
Tổng	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Cấu tử	13	14	15	16	17	18
He	0,02	0,01	0,01	0,10	0,00	0,00
H ₂	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02
N ₂	2,34	2,41	2,09	17,24	0,48	0,51
CO ₂	0,04	0,53	0,01	0,79	0,04	0,05
C ₁	85,63	90,48	91,48	74,11	92,86	92,54
C ₂	11,51	4,09	3,65	4,81	4,95	5,08
C ₃	0,43	1,39	1,34	2,01	0,94	0,99
i-C ₄	0,02	0,36	0,35	0,35	0,16	0,17
n-C ₄	0,01	0,36	0,45	0,48	0,16	0,19
i-C ₅	0,00	0,10	0,15	0,06	0,05	0,06
n-C ₅	0,00	0,10	0,17	0,05	0,04	0,04
C ₆₊	0,00	0,15	0,30	0,00	0,30	0,35
Tổng	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Bảng B.6 (kết thúc)

Cấu tử	19	20	21	22	23	24
N ₂	0,8	0,41	0,42	0,52	0,43	0,51
CO ₂	0,81	1,78	3,22	0,24	0,44	0,31
C ₁	83,81	79,23	87,63	98,84	98,69	98,82
C ₂	8,51	8,46	7,48	0,40	0,44	0,36
C ₃	4,75	3,24	1,14	0,00	0,00	0,00
i-C ₄	0,64	5,69	0,02	0,00	0,00	0,00
n-C ₄	0,58	0,76	0,04	0,00	0,00	0,00
i-C ₅	0,03	0,26	0,02	0,00	0,00	0,00
n-C ₅	0,01	0,16	0,03	0,00	0,00	0,00
C ₆₊	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Tổng	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Cấu tử	25	26	27	28	29	30
N ₂	1,66	1,87	0,42	3,48	0,69	2,34
CO ₂	0,496	1,88	0,90	15,33	22,34	23,46
C ₁	96,70	95,45	70,69	64,67	61,89	56,74
C ₂	0,409	0,65	12,06	8,33	7,50	7,66
C ₃	0,107	0,07	9,04	4,85	4,60	6,41
C ₄₊	0,128	0,028	6,966	3,15	3,70	3,40
Tổng	99,5	99,948	100,076	99,81	100,72	100,01

CHÚ THÍCH: Số liệu gốc của số 25 đến số 30 từ Thái Lan chưa được chuẩn hóa.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] KLIMSTRA Jacob, & QUINTO Vittorio et al. *Classification methods for the knock resistance of gaseous fuels – an attempt towards unification (Các phương pháp phân loại đối với chống gõ của các nhiên liệu khí – một nỗ lực hướng tới sự thống nhất)*
- [2] KUBESH John, KING Steven R., LISS William E. *Effect of gas composition on octane number of natural gas fuels (Ảnh hưởng của thành phần khí lên trị số octan của các nhiên liệu khí thiên nhiên).*
-