

**ĐỖ VĂN THẮNG
TRƯƠNG NGỌC TUẤN**

BÀI TẬP LÒ HƠI

**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI**

Chương 1

TÍNH TOÁN CÁC ĐẶC TÍNH CỦA NHIÊN LIỆU NĂNG LƯỢNG

1.1. THÀNH PHẦN NHIÊN LIỆU

Các quan hệ chính và công thức tính toán khi chuyển đổi thành phần nguyên tố khối lượng nhiên liệu sang thành phần khác được thực hiện theo các hệ số trong bảng 1.1.

Bảng 1.1

Thành phần nhiên liệu đã cho	Thành phần nhiên liệu cần tìm		
	làm việc	khô	cháy
làm việc	1	$\frac{100}{100 - W^p}$	$\frac{100}{100 - W^p - A^p}$
khô	$\frac{100 - W^p}{100}$	1	$\frac{100}{100 - A^p}$
cháy	$\frac{100 - W^p - A^p}{100}$	$\frac{100 - A^p}{100}$	1

Nếu nhiên liệu chứa lượng lớn cacbonat (hơn 2%) thì hệ số chuyển đổi có tính đến sự phân huỷ cacbonat. Trong trường hợp này thành phần cháy bằng:

$$G = 100 - W^p - (CO_2)_k \quad (1.1)$$

ở đây: $(CO_2)_k$ - hàm lượng cacbonic của muối cacbonat, %;

W^p - độ ẩm có trong nhiên liệu làm việc;

A^p - độ tro có trong nhiên liệu làm việc.

Việc chuyển đổi thành phần cơ bản làm việc của nhiên liệu có độ ẩm W_1^p ra thành phần có độ ẩm W_2^p thực hiện bằng cách nhân các thành phần ban đầu với hệ số $\frac{100 - W_2^p}{100 - W_1^p}$. Cũng làm như vậy khi thay đổi độ tro nhiên liệu A_1^p tới A_2^p nhân với $\frac{100 - A_2^p}{100 - A_1^p}$.

Ví dụ 1.1. Khi nghiên cứu trong phòng thí nghiệm người ta có thành phần nguyên tố của than Kuznhexki mác CC theo thành phần cháy: $C^r = 84,0\%$;

$H^r = 4,5\%$; $N^r = 2,0\%$; $O^r = 9\%$; $S^r = 0,5\%$. Độ ẩm và độ tro theo thành phần làm việc bằng $W^p = 12,0\%$ và $A^p = 11,4\%$. Hãy xác định thành phần nguyên tố làm việc của nhiên liệu.

Bài giải: Để chuyển đổi từ thành phần cháy ra thành phần làm việc ta sử dụng hệ số chuyển đổi:

$$K = \frac{100 - W^p - A^p}{100} = \frac{100 - 12,0 - 11,4}{100} = 0,766$$

Khi đó:

$$C^p = C^r K = 84,0 \cdot 0,766 = 64,34\%;$$

$$H^p = H^r K = 4,5 \cdot 0,766 = 3,45\%;$$

$$N^p = N^r K = 2,0 \cdot 0,766 = 1,53\%;$$

$$O^p = O^r K = 9,0 \cdot 0,766 = 6,90\%;$$

$$S^p = S^r K = 0,5 \cdot 0,766 = 0,38\%;$$

Kiểm tra: Tổng thành phần nguyên tố của nhiên liệu theo thành phần làm việc:

$$64,34 + 3,45 + 1,53 + 6,90 + 0,38 + 12,0 + 11,40 = 100\%$$

Ví dụ 1.2. Người ta cho thành phần cháy của than Kuznhetki mác CC như sau: $C^r = 80,2\%$; $H^r = 3,3\%$; $N^r = 2,1\%$; $O^r = 14\%$; $S^r = 0,4\%$. Biết rằng độ tro của thành phần khô $A^c = 22,12\%$. Hãy xác định thành phần cơ bản của nhiên liệu theo thành phần làm việc ở $W^p = 15,0\%$.

Bài giải: Tương ứng với bảng 1.1, hệ số chuyển đổi thành phần có dạng $\frac{100 - W^p - A^p}{100}$. Để sử dụng nó ta chuyển đổi độ tro từ thành phần khô sang thành phần làm việc:

$$A^p = A^c \frac{100 - W^p}{100} = 22,12 \frac{100 - 15,0}{100} = 18,8\%$$

Khi đó:

$$K = \frac{100 - W^p - A^p}{100} = \frac{100 - 15,0 - 18,8}{100} = 0,662.$$

Ta xác định thành phần nguyên tố theo thành phần làm việc:

$$C^p = C^r K = 80,2 \cdot 0,662 = 53,09\%;$$

$$H^p = H^r K = 3,3 \cdot 0,662 = 2,18\%;$$

$$N^p = N^r K = 2,1 \cdot 0,662 = 1,39\%;$$

$$O^p = O^r K = 14,0 \cdot 0,662 = 9,27\%;$$

$$S^p = S^r K = 0,4 \cdot 0,662 = 0,27\%;$$

Kiểm tra thành phần nguyên tố toàn phần theo thành phần làm việc

$$\begin{aligned} C^p + H^p + O^p + N^p + S^p + A^p + W^p &= \\ &= 53,09 + 2,18 + 9,27 + 1,39 + 0,27 + 18,8 + 15,0 = 100\%. \end{aligned}$$

BÀI TẬP

Bài 1.1. Người ta sấy than Berezovxki có thành phần làm việc $W^p = 33\%$; $A^p = 4,7\%$; $S^p = 0,2\%$; $C^p = 44,3\%$; $H^p = 3,0\%$; $N^p = 0,4\%$; $O^p = 14,4\%$ được thực hiện theo sơ đồ hở. Hãy xác định thành phần khối lượng làm việc của nhiên liệu khi được sấy đến $W^p = 10,0\%$.

Bài 1.2. Thành phần cacbon làm việc của than Ekibas - Tuzxki bằng $C^p = 43,4\%$ ở $W^p = 7\%$ và $A^p = 38,1\%$. Hãy xác định thành phần cacbon khô khi tăng độ tro làm việc của nhiên liệu tới $A^p = 45,0\%$.

Bài 1.3. Hãy xác định thành phần cháy của than Nhieriungrinxki. Nếu biết thành phần làm việc: $W^p = 9,5\%$; $A^p = 12,7\%$; $S^p = 0,2\%$; $C^p = 66,1\%$; $H^p = 3,3\%$; $N^p = 0,7\%$; $O^p = 7,5\%$.

Bài 1.4. Hãy xác định thành phần làm việc của đá phiến, nếu biết thành phần cháy: $S^r = 5,25\%$; $C^r = 72,13\%$; $H^r = 10,16\%$; $N^r = 0,33\%$; $O^r = 12,13\%$. Thành phần cháy có: $W^p = 13,0\%$; $(CO_2)^p_k = 16,5\%$; $A^p = 40,0\%$.

1.2. NHIỆT TRỊ CHÁY CỦA NHIÊN LIỆU

Nhiệt trị cháy thấp và cao (kJ/kg) được liên hệ với nhau theo biểu thức:

$$Q_H = Q_B - 25,12 (9H + W) \quad (1.3)$$

Việc tính chuyển đổi nhiệt trị cháy nhiên liệu như sau:

$$Q^p_H = Q^p_B - 25,1 (9H^p + W^p); \quad (1.4)$$

$$Q^c_H = Q^c_B - 226 H^c; \quad (1.5)$$

$$Q^r_H = Q^r_B - 226 H^r; \quad (1.6)$$

$$Q^p_H = Q^c_H \frac{100 - W^p}{100} - 25,1 W^p; \quad (1.7)$$

$$Q^p_H = Q^r_H \frac{100 - W^p - A^p}{100} - 25,1 W^p \quad (1.8)$$

ở đây các chỉ số "p", "c", "r" tương ứng là thành phần làm việc, thành phần khô và thành phần cháy của nhiên liệu.

Khi thay đổi độ ẩm từ W^{P_1} tới W^{P_2} và độ tro từ A^{P_1} tới A^{P_2} , để xác định nhiệt trị cháy, sử dụng các biểu thức:

$$Q_{H2}^P = (Q_{H1}^P + 25,1W^{P_1}) \frac{100 - W^{P_2}}{100 - W^{P_1}} - 25,1W^{P_2}; \quad (1.9)$$

$$Q_{H2}^P = Q_{H1}^P \frac{100 - A^{P_2}}{100 - A^{P_1}} \quad (1.10)$$

Khi thay đổi đồng thời độ ẩm và độ tro:

$$Q_{B2}^P = (Q_{H1}^P + 25,1 W^{P_1}) \frac{100 - W^{P_2} - A^{P_2}}{100 - W^{P_1} - A^{P_1}} - 25,1W^{P_2} \quad (1.11)$$

Để tính toán gần đúng, cũng như để kiểm tra thành phần nguyên tố của nhiên liệu (nếu cho Q_{H1}^P) nhiệt trị cháy thấp (kJ/kg) được xác định theo công thức Mendêleev:

$$Q_{H1}^P = 339C^P + 1030H^P - 109(O^P - S^P) - 25,1W^P; \quad (1.12)$$

$$Q_{H1}^r = 339C^r + 1030H^r - 109(O^r - S^r) \quad (1.13)$$

Độ chênh Q_{H1}^r tính được so với giá trị thu được trong bom nhiệt lượng kế không được vượt quá ± 628 kJ/kg đối với nhiên liệu có độ tro nhỏ hơn 25% và ± 837 kJ/kg với các nhiên liệu khác.

Nhiệt trị của nhiên liệu khí lấy theo số liệu xác định bằng nhiệt lượng kế. Khi không có các số liệu như vậy, nhiệt trị cháy 1 m³ khí ở các điều kiện tiêu chuẩn được tính theo công thức.

$$Q_{H1}^c = 0,01 [Q_{H_2S} \cdot H_2S + Q_{CO} \cdot CO + Q_{H_2} H_2 + \Sigma(Q_{C_mH_n} C_mH_n)], \quad (1.14)$$

ở đây Q_{H_2S} , Q_{CO} và ... - nhiệt trị cháy của các thành phần trong nhiên liệu khí (kJ/m³) lấy theo các sổ tay nhiệt kỹ thuật.

Khi đốt hỗn hợp hai nhiên liệu rắn hay lỏng, cho theo các thành phần khối lượng (g' - phần khối lượng của một trong các nhiên liệu trong hỗn hợp) nhiệt trị của 1 kg hỗn hợp được tính theo công thức:

$$Q_{H1}^P = Q_{H1}^{P'} g' + Q_{H1}^{P''} (1 - g') \quad (1.15)$$

Nếu hỗn hợp cho dưới dạng các phần nhiệt trị toả ra của mỗi nhiên liệu (q' - phần của một trong các nhiên liệu), thì để chuyển đổi theo các phần khối lượng ta sử dụng biểu thức:

$$g' = \frac{q' Q_{H1}^{P''}}{q' Q_{H1}^{P''} + (1 - q') Q_{H1}^{P'}} \quad (1.16)$$

Khi đốt hỗn hợp nhiên liệu rắn hay lỏng, khí, việc tính toán tiến hành cho 1 kg nhiên liệu rắn hay nhiên liệu lỏng, có tính lượng nhiên liệu khí x (m³) dùng

cho 1 kg nhiên liệu rắn hay nhiên liệu lỏng:

$$Q^p_H = Q^{p'}_H + xQ^{p''}_H \quad (1.17)$$

Nếu hỗn hợp cho theo các phần nhiệt toả ra q' , thì lượng khí (m^3) cần cho 1 kg nhiên liệu rắn hay lỏng, có thể tìm được theo biểu thức:

$$x = \frac{1 - q'}{q'} \frac{Q^{p'}_H}{Q^{p''}_H} \quad (1.18)$$

Trên cơ sở (1.17) và (1.18), nhiệt trị của hỗn hợp có thể tìm được, nếu biết các số liệu ban đầu theo nhiên liệu cơ bản $Q^{p'}_H$ và q' :

$$Q^p_H = Q^{p'}_H \frac{1}{q'} \quad (1.19)$$

Ví dụ 1.3. Đối với than Kuznhexki (thành phần nguyên tố xem ví dụ 1.1) xác định Q^c_H , Q^r_H , Q^p_H , nếu nhiệt trị thấp theo thành phần làm việc bằng $Q^p_H = 23990$ kJ/kg.

Bài giải:

$$Q^p_B = Q^p_H + 25,1(W^p + 9H^p) = 23900 + 25,1(12,0 + 9 \cdot 3,45) = 25071 \text{ kJ/kg}$$

$$\begin{aligned} Q^c_H &= (Q^p_H + 25,1W^p) \frac{100}{100 - W^p} - 226 H^c \\ &= (23900 + 25,1 \cdot 12,0) \frac{100}{100 - 12,0} - 226 \cdot 3,92 = \\ &= 27604 - 886 = 26718 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q^r_H &= (Q^p_H + 25,1W^p) \frac{100}{100 - W^p - A^p} - 226H^r = \\ &= (23990 + 25,1 \cdot 12,0) \frac{100}{100 - 12,0 - 11,4} - 226 \cdot 4,5 = 30695 \text{ kJ/kg.} \end{aligned}$$

Ví dụ 1.4. Nhiệt trị cháy cao và thấp, làm việc của bột than Nazarovxki (phụ lục, bảng P1, nhiên liệu số 15) tăng lên bao nhiêu lần khi chuyển từ sơ đồ sấy kín sang sấy hở có độ ẩm cuối cùng của bột than $W^{bt} = 10,0\%$. Nhiệt trị thấp ban đầu của nhiên liệu làm việc bằng 13020 kJ/kg.

Bài giải: Ta xác định nhiệt trị cháy thấp của bột than:

$$\begin{aligned} Q^{bt}_H &= (Q^p_H + 25,1W^p) \frac{100 - W^{bt}}{100 - W^p} - 25,1W^{bt} \\ &= (13020 + 25,1 \cdot 39,0) \frac{100 - 10,0}{100 - 39,0} - 25,1 \cdot 10,0 = 20403 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

Ta tìm được nhiệt trị cháy cao của nhiên liệu ban đầu và bột than:

$$Q^p_B = Q^p_H + 25,1(9H^p + W^p) = 13020 + 25,1(9 \times 2,6 + 39,0) = 14586 \text{ kJ/kg}$$