

ВСТУП

У зошиті приведені 4 задачі з методикою рішення, контрольні запитання та список літератури. Перед початком виконання контрольної роботи необхідно згідно свого шифру вибрати варіанти 4 задач та 2 контрольні запитання згідно шифру.

З а д а ч і

Задача №1 Для твердого палива заданого елементарного складу (таблиця 1) визначити:

- 1) вищу Q_e^p і нижчу Q_n^p теплоти згоряння палива;
- 2) необхідну годинну витрату повітря в кг і m^3 для спалювання палива з коефіцієнтом надлишку повітря α у топковій камері об'ємом $V_T = 100 m^3$ при видимій тепловій напрузі топкового об'єму $B \cdot Q_n^p / V_T = \beta$ (таблиця 2);
- 3) приведену вологість $W^п$ та приведену зольність $A^п$;
- 4) калорійний \mathcal{E}_k та технічний \mathcal{E}_T еквіваленти при ККД паливовикористовуючої установки η (таблиця 2).

Таблиця 1. - Елементарний склад твердого палива

Остання цифра шифру	Паливо	Марка	Горюча маса, %					Суха	Робоча
			C ^r	H ^r	S ^r	N ^r	O ^r	A ^c ,%	W ^p ,%
1	Донецьке газове вугілля	Г	80,5	5,4	4,3	1,5	8,3	17,0	7,0
2	Донецький антрацит	АС	93,5	1,8	2,0	1,0	1,7	14,0	5,0
3	Донецьке буре вугілля	П	89,0	4,2	3,5	1,5	1,8	35,0	8,0
4	Донецьке довгоплум'яне вугілля	Д	75,0	5,5	4,9	1,6	13	35,0	18,0
5	Волинське газове вугілля	Г	79,0	5,2	4,4	1,5	9,9	30,0	12,0
6	Межреченське жирне вугілля	Ж	81,5	5,6	4,7	1,2	7,0	32,2	10,0
7	Коломийське буре вугілля	Б	69,5	5,6	3,9	1,2	19,8	24,0	7,5
8	Дніпровське буре вугілля	Б	66,0	5,7	6,3	0,8	21,2	32,5	57,0
9	Новоднестровське буре вугілля	Б	63,5	5,8	4,0	1,0	25,7	24,0	50,0
0	Фрезерний торф	-	57,8	6,0	0,3	2,5	33,4	11,0	50,0

Таблиця 2

Величини	Остання цифра шифру									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
α	1,20	1,23	1,25	1,28	1,30	1,33	1,35	1,38	1,40	1,45
β МВт/м ³	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30
η	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90

Рішення задачі №1:

Рішення задачі варто почати з перерахування заданого елементарного складу на робочу масу:

а) з сухої маси палива на робочу перерахунок ведеться за формулою:

$$X^p = X^c \cdot \frac{100 - W^p}{100} ; \quad (1)$$

де X^c , % - елементарна складова сухої маси палива;

$$A^p = A^c \cdot \frac{100 - W^p}{100} =$$

б) з горючої маси палива на робочу перерахунок ведеться за формулою:

$$X^p = X^g \frac{100 - (A^p + W^p)}{100} ; \quad (2)$$

де X^g , % – елементарна складова пальної маси палива;

X^p , % - елементарна складова робочої маси палива;

$$C^p = C^g \frac{100 - (A^p + W^p)}{100} =$$

$$H^p = H^g \frac{100 - (A^p + W^p)}{100} =$$

$$S^p = S^z \frac{100 - (A^p + W^p)}{100} =$$

$$N^p = N^z \frac{100 - (A^p + W^p)}{100} =$$

$$O^p = O^z \frac{100 - (A^p + W^p)}{100} =$$

Перевірка: $C^p + H^p + S^p + N^p + O^p + A^p + W^p = 100\%$;
 $C^p + H^p + S^p + N^p + O^p + A^p + W^p =$

Вища і нижча теплоти згоряння визначаються по елементарному складі робочої маси палива (за формулою Д. І. Менделєєва), кДж/кг:

$$Q_n^p = 339C^p + 1030H^p - 109(O^p - S_{opz+k}^p) - 25W^p = \quad (3)$$

$$Q_g^p = Q_n^p + 25(9H^p + W^p) = \quad (4)$$

Розрахунок потрібної кількості повітря для спалювання палива визначається по теоретично необхідній кількості повітря і заданому коефіцієнту надлишку повітря α .

Теоретично необхідна кількість повітря для 1 кг твердого та рідкого палива заданого складу визначається за формулами:

$$L^0 = 0,115 \cdot (C^p + 0,375 \cdot S_{орз+к}^p) + 0,342 \cdot H^p - 0,0431 \cdot O^p = \quad (5)$$

$$V^0 = 0,0889 \cdot (C^p + 0,375 \cdot S_{орз+к}^p) + 0,265 \cdot H^p - 0,0333 \cdot O^p = \quad (6)$$

де L^0 – теоретично необхідна кількість повітря в кг на 1 кг палива, кг пов. /кг пал.;

V^0 – теоретично необхідна кількість повітря в м³ на 1 кг палива, м³ пов./ кг пал. (об'єм тут і далі береться при нормальних умовах);

Об'ємна та масова витрати повітря визначаються за формулами, м³/год та кг/год:

$$V_{нов.} = 3600 \cdot B \cdot \alpha \cdot V^0 = \quad (7)$$

$$L_{нов.} = 3600 \cdot B \cdot \alpha \cdot L^0 = \quad (8)$$

де B , кг/с - витрата палива, яка обумовлена заданою тепловою напругою топкового об'єму $BQ_H^p/V_T = \beta$.

(1МВт=10³кДж/с; 1МДж=10³кДж).

$$B = \beta \cdot V_T / Q_H^p =$$

Приведені зольність і вологість визначається за формулами, %·кг /МДж :

$$A^n = \frac{A^p}{Q_H^p} =$$

$$W^n = \frac{W^p}{Q_H^p} = \quad (9)$$

Калорійний еквівалент визначається за формулою:

$$\mathcal{E}_k = \frac{Q_H^p}{Q_y} = \quad (10)$$

де $Q_y = 29,31$ МДж/кг – теплота згоряння умовного палива.

Технічний еквівалент визначається за форму

$$\mathcal{E}_m = \mathcal{E}_k \cdot \eta = \quad (11)$$

де η - ККД топки.

Задача №2. Визначити стосовно до умов задачі №1 об'ємний склад сухих газів, а також парціальні тиски P_{RO_2} , P_{N_2} , P_{H_2O} , P_{O_2} окремих компонентів газоподібних продуктів повного згоряння палива (таблиця 1). Повний тиск газів $P=750$ мм. рт. ст.

Перевірити задане значення коефіцієнта надлишку повітря (таблиця 2) по «азотній» формулі і визначити відносну помилку при підрахунку зазначеного коефіцієнта по наближених формулах: «вуглекислотної» і «кисневої».

Рішення задачі №2

Газоподібні продукти повного згоряння можна розглядати як суміш наступних газів: RO_2 ($RO_2 = CO_2 + SO_2$), O_2 , N_2 , H_2O , тобто

$$V_z = V_{RO_2} + V_{N_2} + V_{O_2} + V_{H_2O}, \text{ м}^3/\text{кг пал. (об'єм береться за нормальними умовами)} \quad (12)$$

де V_{RO_2} , $\text{м}^3/\text{кг пал.}$ – об'єм сухих триатомних газів у продуктах згоряння:

$$V_{RO_2} = V_{CO_2} + V_{SO_2}, \text{ що визначається за формулою:}$$

$$V_{RO_2} = 1,866 \cdot \frac{C^p + 0,375 \cdot S_{op+\kappa}^p}{100} = \quad (13)$$

V_{N_2} , м³/кг пал. – об'єм азоту в продуктах згоряння при $\alpha > 1$, визначається за формулою:

$$V_{N_2} = 0,79 \cdot \alpha \cdot V^0 + 0,8 \frac{N^p}{100} = \quad (14)$$

V_{O_2} , м³/кг пал. – об'єм кисню при $\alpha > 1$, визначається за формулою:

$$V_{O_2} = 0,21(\alpha - 1) \cdot V^0 = \quad (15)$$

V_{H_2O} , м³/кг пал. – об'єм водяної пари у продуктах згоряння при $\alpha > 1$, визначається за формулою:

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0,0161 \cdot (\alpha - 1) \cdot V^0 = \quad (16)$$

де $V_{H_2O}^0$, м³/кг пал. - об'єм водяної пари у продуктів згоряння при $\alpha = 1$:

$$V_{H_2O}^0 = 0,111 \cdot H^P + 0,0124 W^P + 0,0161 \cdot V^0 =$$

Об'єм сухих продуктів згоряння, м³/кг пал.:

$$V_{c.z.} = V_{RO_2} + V_{N_2} + V_{O_2} = \quad (17)$$

Парціальний тиск кожної складової продуктів згоряння визначається за законом Дальтона, мм.рт.ст.:

$$P_i = P \cdot \frac{V_i}{V_z}, \quad (18)$$

$$P_{RO_2} = P \cdot \frac{V_{RO_2}}{V_z} =$$

$$P_{N_2} = P \cdot \frac{V_{N_2}}{V_z} =$$

$$P_{O_2} = P \cdot \frac{V_{O_2}}{V_z} =$$

$$P_{H_2O} = P \cdot \frac{V_{H_2O}}{V_z} =$$

де P – повний тиск продуктів згоряння, мм. рт. ст. ($P=750$ мм.рт.ст)

Перевірка: $P_{RO_2} + P_{N_2} + P_{O_2} + P_{H_2O} = 750$ мм.рт.ст.

$$P_{RO_2} + P_{N_2} + P_{O_2} + P_{H_2O} =$$

«Азотна» формула для визначення коефіцієнта надлишку повітря має вид:

$$\alpha_{N_2} = \frac{N_2}{N_2 - \frac{79}{21} O_2} = \quad (19)$$

де N_2 , O_2 – кількість азоту і кисню в % відносно об'єму сухих газів, яка визначається за формулами:

$$N_2 = \frac{V_N}{V_{c.z.}} \cdot 100\% =$$

$$O_2 = \frac{V_{O_2}}{V_{c.z.}} \cdot 100\% = \quad (20)$$

«Вуглекислотна» формула для визначення коефіцієнта надлишку повітря:

$$\alpha_{CO_2} \approx \frac{V_{c.z.}}{V_{c.z.}^0} = \quad (21)$$

де $V_{c.z.}^0$, м³/кг пал. - об'єм сухих газів при $\alpha=1$.

$$V_{c.z.}^0 = V_{RO_2} + V_{N_2}^0 =$$

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot V^0 + 0,8 \frac{N^p}{100} =$$

«Киснева» формула для визначення α :

$$\alpha_{O_2} \approx \frac{21}{21 - O_2} = \quad (22)$$

Відносна помилка у визначенні α по «кисневої» і «вуглекислотної» формулах визначається як:

$$\Delta\alpha_{O_2} = \frac{\alpha - \alpha_{O_2}}{\alpha} =$$

$$\Delta\alpha_{CO_2} = \frac{\alpha - \alpha_{CO_2}}{\alpha} = \quad (23)$$

Задача №3. Визначити ентальпію продуктів повного згоряння 1 кг рідкого палива (таблиця 3) при коефіцієнті надлишку повітря α для заданих значень температур t_1, t_2, t_3 (таблиця 4). За даними розрахунку побудувати графіки залежностей ентальпії газів від температури $H_r = f(t)$.

Таблиця 3

Остання цифра шифру	Паливо	Елементарний склад		
		C ^p	H ^p	O ^p
1	Авіаційний бензин	0,853	0,147	-
2	Автомобільний бензин	0,855	0,145	-
3	Тракторний лігроїн	0,860	0,140	-
4	Тракторний гас	0,860	0,137	0,003
5	Дизельне паливо	0,870	0,126	0,004
6	Солярове мастило	0,865	0,130	0,005
7	Моторне паливо	0,870	0,125	0,005
8	Бензол	0,923	0,077	-
9	Етиловий спирт	0,522	0,130	0,348
0	Метиловий спирт	0,375	0,125	0,500

Таблиця 4

Величина	Передостання цифра шифру									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
α	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	1,35	1,4	1,45	1,5	1,55
$t_1, ^\circ\text{C}$	100	200	300	400	300	200	300	100	200	400
$t_2, ^\circ\text{C}$	400	500	600	800	500	600	700	1000	800	900
$t_3, ^\circ\text{C}$	1600	2000	1700	1800	2100	1800	2200	2000	1900	1800

Рішення задачі №3

Ентальпія газоподібних продуктів згорання підраховується як сума ентальпій кожного компонента, кДж /кг:

$$I_z = \left(V_{RO_2} \cdot C'_{p_{RO_2}} + V_{N_2} \cdot C'_{p_{N_2}} + V_{O_2} \cdot C'_{p_{O_2}} + V_{H_2O} \cdot C'_{p_{H_2O}} \right) \cdot t, \quad (24)$$

де $V_{RO_2}, V_{N_2}, V_{O_2}, V_{H_2O}$ - визначаються згідно рівнянь (13 - 16), м³/кг пал:

$$V_{RO_2} = 1,866 \cdot \frac{C^p + 0,375 \cdot S_{op+k}^p}{100} = \quad (25)$$

$$V_{N_2} = 0,79 \cdot \alpha \cdot V^0 + 0,8 \frac{N^p}{100} = \quad (26)$$

$$V_{O_2} = 0,21(\alpha - 1) \cdot V^0 = \quad (27)$$

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0,0161 \cdot (\alpha - 1) \cdot V^0 = \quad (28)$$

$$V_{H_2O}^0 = 0,111 \cdot H^p + 0,0124 W^p + 0,0161 \cdot V^0 = \quad (29)$$

C'_{pRO_2} , C'_{pN_2} , C'_{pO_2} , C'_{pH_2O} , кДж/(м³·К) – середні об'ємні теплоемності газів при постійному тиску в інтервалі температур 0–t (таблиця 5)

$$C'_{pRO_2} =$$

$$C'_{pN_2} =$$

$$C'_{pO_2} =$$

$$C'_{pH_2O} =$$

Таблиця 5. – Середні об'ємні теплоемності газів при постійному тиску в інтервалі температур 0- t, °С, кДж/(м³·К)

t, °С	RO ₂	N ₂	O ₂	H ₂ O	повітря
1	2	3	4	5	6
0	1,600	1,299	1,306	1,494	1,297
100	1,700	1,300	1,318	1,505	1,300
200	1,737	1,304	1,335	1,522	1,307
300	1,863	1,311	1,356	1,542	1,317
400	1,930	1,321	1,378	1,565	1,329
500	1,989	1,332	1,398	1,590	1,343
600	2,041	1,345	1,417	1,615	1,356
700	2,088	1,359	1,434	1,641	1,371
800	2,131	1,372	1,450	1,668	1,384
900	2,169	1,385	1,465	1,696	1,398
1000	2,204	1,397	1,478	1,723	1,410
1100	2,235	1,409	1,489	1,750	1,421
1200	2,264	1,420	1,501	1,777	1,433
1300	2,290	1,421	1,511	1,803	1,443
1400	2,314	1,441	1,520	1,828	1,453
1500	2,335	1,450	1,529	1,853	1,462
1600	2,356	1,459	1,538	1,876	1,471
1700	2,374	1,467	1,546	1,900	1,479
1800	2,392	1,475	1,554	1,921	1,487
1900	2,407	1,482	1,562	1,942	1,494
2000	2,422	1,489	1,569	1,963	1,501

Задача №4. Визначити коефіцієнт тепловиділення, теоретичну температуру повного згоряння, жаровиробництво та дійсну температуру згоряння газоподібного палива заданого складу (таблиця 6) при коефіцієнті надлишку повітря α і температурі повітря $t_{пов}$ (таблиця 7). Теплотою дисоціації продуктів згоряння зневажити. Вологість палива дорівнює d .

Рішення задачі №4

Коефіцієнт тепловиділення є відношення тепловиділення в камері згоряння до теплоти згоряння палива:

$$K_m = \frac{Q_n^p + Q_{пов}^\phi + Q_{пал}^\phi - Q_{дис.}}{Q_n^p}, \quad (30)$$

де Q_n^p – нижча теплота згоряння палива на робочу масу (таблиця 6), кДж/м³:

$$Q_n^p =$$

$Q_{пов}^\phi$ – фізична теплота (ентальпія), яка внесена в камеру згоряння з повітрям, кДж/м³:

$$Q_{пов}^\phi = \alpha \cdot V_{пов}^0 \cdot C'_{р.пов} \cdot t_{пов} = \quad (31)$$

$C'_{р.пов}$ – об'ємна ізобарна теплоємність повітря, кДж/(м³·К).

$C'_{р.пов} =$ (визначається з таблиці 5).

$V_{пов}^0$ – теоретично необхідна кількість повітря для повного спалювання газоподібного палива, м³/м³ газу:

$$V_{пов}^0 = 0,0476 \left[0,5 \cdot CO + 0,5 \cdot H_2 + 1,5H_2S + \sum_{j=1}^k \left(m + \frac{n}{4}\right) \cdot C_m \cdot H_n - O_2 \right] = \quad (32)$$

$Q_{пал}^\phi$ – фізична теплота (ентальпія) палива, кДж/м³:

$$Q_{пал}^\phi = C'_{р.пал} \cdot t_{пал} = \quad (33)$$

$C'_{p.pал}$ - об'ємна теплоємність газоподібного палива, кДж /($m^3 \cdot K$).

$C'_{p.pал} =$ (визначається з таблиці 6).

$Q_{дис.}$ - кДж / m^3 – теплота дисоціації (розпад молекул продуктів згоряння), при температурі не перевищуючих $1800^{\circ}C$ вплив дисоціації невеликий. За умовами задачі $Q_{дис} = 0$.

$K_m =$

Рівняння теплового балансу процесу горіння на $1m^3$ (або на $1кг$) палива має від:

$$Q_n^p + Q_{нов}^{\phi} + Q_{пал}^{\phi} - Q_{дис} = \sum_{i=1}^n V_i \cdot C'_{pi} \cdot t, \quad (34)$$

де V_i , - об'єми окремих компонентів газоподібних продуктів згоряння палива, m^3/m^3 ;

C'_{pi} – середні об'ємні теплоємності газів при постійному тиску окремих компонентів газоподібних продуктів згоряння палива при температурі t , кДж /($m^3 \cdot K$);

Якщо процес згоряння палива з'являється адіабатним, то температура, до якою нагріються продукти згоряння, називають калориметричною або теоретичною $t_{кал} = t_{теор}$.

Тоді з рівняння (34) можна визначити калориметричну температуру, $^{\circ}C$:

$$t_{теор} = t_{кал} = \frac{Q_n^p + Q_{нов}^{\phi} + Q_{пал}^{\phi} - Q_{дис}}{V_{RO_2} \cdot C'_{pRO_2} + V_{H_2O} \cdot C'_{pH_2O} + V_{N_2} \cdot C'_{pN_2} + V_{O_2} \cdot C'_{pO_2}} \cdot \quad (35)$$

Таблиця 6

Остання цифра шифру	Газ	Склад газу, % по об'єму										Теплота згоряння сухого газу, кДж/м ³	Теплоємність палива, кДж/(м ³ К)		
		H ₂	CO	H ₂ S	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	O ₂	CO ₂	N ₂				
1	Газ доменних печей	8,0	27,0	-	1,7	-	-	-	-	-	-	12,0	51,3	4800	1,3670
2	Гоголівський	-	-	-	85,8	0,2	0,1	0,1	-	-	-	0,1	13,7	30980	1,5203
3	Генераторний	13,5	27,5	0,2	0,5	-	-	-	-	-	0,2	5,5	52,6	5800	1,3137
4	Вуглегорський	-	-	-	98,5	0,2	0,1	-	-	-	-	0,2	1,0	35500	1,5524
5	Водяной з коксу	50,0	37,0	0,3	0,5	-	-	-	-	-	0,2	6,5	5,5	10300	1,3088
6	Шебелінський	-	-	-	92,8	3,9	1,0	0,4	0,3	0,1	1,5	0,1	2,5	37300	1,5989
7	Газлінський	-	-	-	93,0	3,1	0,7	0,6	-	0,1	2,5	0,1	3,3	36800	1,5899
8	Березовський	-	-	-	94,6	0,5	0,3	0,2	-	0,1	1,2	0,1	1,2	34800	1,5365
9	Дашавський	-	-	-	97,9	0,5	0,1	0,2	-	0,1	1,3	0,1	1,3	35600	1,5558
10	Ставропольський	-	-	-	98,0	0,4	0,2	-	-	0,1	1,3	0,1	1,3	35500	1,5516

Таблиця 7

Величи- на	Передостання цифра шифру									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
α	1,1	1,2	1,3	1,4	1,15	1,25	1,35	1,45	1,0	1,05
$t_{пов}^0, ^\circ\text{C}$	-10	-5	0	5	10	20	30	40	50	60
$t_{пал}^0, ^\circ\text{C}$	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$d, \text{г/м}^3$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Об'єми продуктів згоряння, що до газоподібного палива визначаються за наступними формулами:

V_{RO_2} – об'єм сухих триатомних продуктів згоряння газоподібного палива, $\text{м}^3/\text{м}^3$ газу:

$$V_{RO_2} = 0,01 \left(H_2S + CO + \sum_{j=1}^k m \cdot C_m \cdot H_n + CO_2 \right) = \quad (36)$$

V_{H_2O} – об'єм водяної пари у продуктах згоряння газоподібного палива, $\text{м}^3/\text{м}^3$ газу:

$$V_{H_2O} = 0,01 \cdot \left(H_2 + H_2S + \sum_{j=1}^k \frac{n}{2} \cdot C_m H_n + 0,124d \right) + 0,0161 \cdot \alpha \cdot V_{нов}^0 = \quad (37)$$

V_{N_2} – об'єм азоту в продуктах згоряння газоподібного палива, $\text{м}^3/\text{м}^3$ газу:

$$V_{N_2} = 0,79 \cdot \alpha \cdot V_{нов}^0 + 0,01 \cdot N_2^{нал} = \quad (38)$$

V_{O_2} – об'єм кисню в продуктах згоряння газоподібного палива, $\text{м}^3/\text{м}^3$ газу:

$$V_{O_2} = 0,21 \cdot (\alpha - 1) \cdot V_{нов}^0 = \quad (39)$$

C'_{pRO_2} , C'_{pN_2} , C'_{pO_2} , C'_{pH_2O} – середні об'ємні ізобарні теплоємності компонентів продуктів згоряння газоподібного палива, $\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$;

Так як величини C'_{pi} є функціями невідомих температур $t_{теор} = t_{кал}$, то останню знаходять методом послідовних наближень. У першому наближенні задають температуру $t_{теор} = t_{кал} = 1000^\circ\text{C}$, і для нею вибирають середні об'ємні теплоємності C'_{pRO_2} , C'_{pN_2} , C'_{pO_2} , C'_{pH_2O} з таблиці 5, $\text{кДж}/\text{м}^3\text{К}$.

$$\begin{aligned} C'_{pRO_2} = & & C'_{pN_2} = \\ C'_{pO_2} = & & C'_{pH_2O} = \end{aligned}$$

Після чого згідно з рівнянням (35) визначають нове значення калориметричної (теоретичної) температури першого наближення, $^\circ\text{C}$:

$$t_{теор} = t_{кал} = \frac{Q_n^p + Q_{нов}^\phi + Q_n^\phi - Q_{дис}}{V_{RO_2} \cdot C'_{pRO_2} + V_{H_2O} \cdot C'_{pH_2O} + V_{N_2} \cdot C'_{pN_2} + V_{O_2} \cdot C'_{pO_2}} =$$

Для отриманого значення калориметричної (теоретичної) температури

з таблиці 5 вибирають середні об'ємні теплоємності C'_{pRO_2} , C'_{pN_2} , C'_{pO_2} , C'_{pH_2O} та знову підставляють їх в рівняння (35):

$$\begin{aligned} C'_{pRO_2} = & & C'_{pN_2} = \end{aligned}$$

$$C'_{pO_2} =$$

$$C'_{pH_2O} =$$

$$t_{теор} = t_{кал} =$$

Якщо значення $t_{теор} = t_{кал}$, що отримали у другому наближенні, мало відрізняється від температури, для якої обрали останнє значення

C'_{pRO_2} , C'_{pN_2} , C'_{pO_2} , C'_{pH_2O} , тобто на 20-40°C, то розрахунок закінчений.

Якщо процес згоряння іде при $\alpha=1$ та відсутній прогрів палива і повітря, то температура, до якої нагріються продукти згоряння, називається жаровиробництвом палива $t_{ж}$.

Вона визначається по рівнянню, °C:

$$t_{ж} = \frac{Q_H^p}{V_{RO_2} \cdot C'_{pRO_2} + V_{H_2O} \cdot C'_{pH_2O} + V_{N_2} \cdot C'_{pN_2}} \quad (40)$$

Розрахунок ведеться також методом послідовних наближень, тобто розрахунок доцільно починати зі значень C'_{pRO_2} , C'_{pN_2} , C'_{pH_2O} ,

для температури у першим наближенні $t_{ж}$. Так як $t_{ж} > t_{теор}$, то розрахунок доцільно починати у першому наближенні за температурою $t_{ж} = t_{теор}$.

$$t_{ж} =$$

$$C'_{pRO_2} =$$

$$C'_{pN_2} =$$

$$C'_{pH_2O} =$$

$$t_{ж} =$$

Якщо значення $t_{ж}$, що отримали у першій наближенні, мало відрізняється від температури, для якої обрали останнє значення

C'_{pRO_2} , C'_{pN_2} , C'_{pH_2O} , тобто на 20-40°C, то розрахунок закінчений.

Якщо ні, то розрахунок необхідно продовжити.

Дійсну температуру визначають з обліком втрат теплоти, які мають місце в топках дійсних агрегатів:

$$t_{дійсн.} = \frac{Q_n^p + Q_{нов}^\phi + Q_n^\phi - Q_{ф.н.} - Q_{х.н.} - Q_{нав.сер.}}{V_{RO_2} \cdot C'_{pRO_2} + V_{H_2O} \cdot C'_{pH_2O} + V_{N_2} \cdot C'_{pN_2} + V_{O_2} \cdot C'_{pO_2}}, \quad (41)$$

де $Q_{ф.н.}$ - втрата теплоти від фізичного (механічного) недопалу, кДж/м³:

$Q_{ф.н.}=0$; (для газоподібного палива);

$Q_{х.н.}$ - втрата теплоти від хімічного недопалу, кДж/м³:

$Q_{х.н.}=0,005Q_n^p$ - для топок, працюючих на природному газу;

$Q_{х.н.}=0,015Q_n^p$ - для топок, працюючих на коксовому газу;

$Q_{х.н.}=$

$Q_{нав.сер.}$ - витрата теплоти в навколишнє середовище:

$Q_{нав.сер.}=(0,008 \div 0,018) Q_n^p=$

Рівняння (41) вирішується також методом послідовних наближень.

У першому наближенні $t_{дійсн.}=t_{ж}$, °С.

$$t_{\text{дійсн}} =$$

$$C'_{pRO_2} =$$

$$C'_{pN_2} =$$

$$C'_{pO_2} =$$

$$C'_{pH_2O} =$$

$$t_{\text{дійсн}} =$$

Контрольні запитання:

Таблиця 8

Остання цифра шифру	1	2	3	④	5	6	7	8	9	0
Номера питань	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Згідно шифру вибрати 2 питання та відповіді на них:

1 Поняття палива. Класифікація палив по:

а) способу виділення теплоти (енергії);

б) цілі використання;

в) походженню;

г) агрегатному стану.

2 Як прийнято задавати склад твердого та рідкого палива? Наведіть відомі маси твердого та рідкого палива.

3 Як прийнято задавати склад газоподібного палива?

④Що таке баласт палива? Дайте коротку характеристику складових частин баласту твердого і газоподібного палива.

5 У чому фізичний зміст розходження між вищою і нижчою теплою згоряння палива?

6 Що покладено в основу класифікації вугілля? Типи вугілля.

7 Цепні реакції.

8 Дайте визначення гомогенного і гетерогенного горіння. Приведіть відповідні приклади.

9 Яку залежність установлює закон Арреніуса? Що таке енергія активації реакції горіння, у чому її фізичний зміст?

10 Сформулюйте і поясніть закони Гесса і Кирхгофа і теплового ефекту хімічних реакцій.

11 Що таке швидкість хімічних реакцій? Від яких факторів вона залежить?

12 Сформулюйте закон діючих мас. Що таке константа рівноваги хімічної реакції?

13 Екзо- та ендотермічні реакції. Порядок хімічної реакції.

④У чому особливості ланцюгового і теплового запалення палива?

15 Що таке швидкість нормального поширення полум'я? Від яких факторів вона залежить?

16 Що таке верхня та нижня межі запалення газоповітряної суміші? Укажіть їхні значення для деяких паливних газів.

17 Області горіння палива.

18 Дизельне паливо, класифікація та характеристики.

19 Матеріальний баланс процесу горіння твердого та рідкого палива, коефіцієнт надлишку повітря α , теоретично необхідна кількість повітря V^0 та L^0 .

20 Тепловий баланс процесу горіння. Визначення теоретичної, дійсної температур та жаровиробництва.

Запитання 1 (4):