

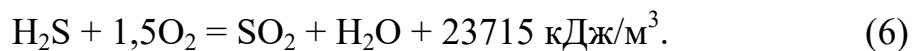
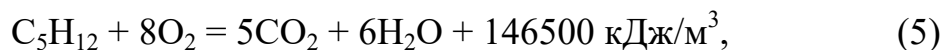
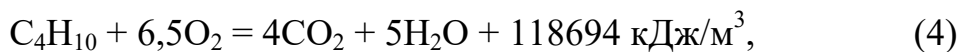
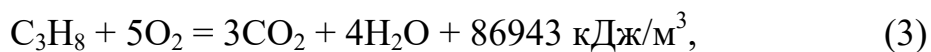
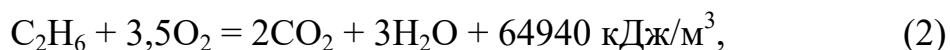
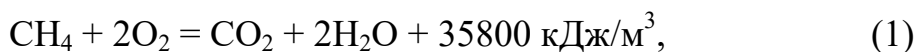
Практичне заняття

РОЗРАХУНОК ГОРІННЯ ПАЛИВА

Розрахунок горіння палива виконують для визначення кількості повітря, теоретично необхідного для спалювання палива, дійсної кількості повітря, кількості й складу продуктів згоряння та нижчої теплоти згоряння палива.

Практичну витрату повітря на згоряння палива розраховують на підставі кількості повітря, теоретично необхідного для спалювання палива, з урахуванням коефіцієнта надлишку повітря. Значення коефіцієнта надлишку повітря α залежить від типу палива, конструкції паливоспалювальних пристроїв та умов їх експлуатації.

Кількість повітря, теоретично необхідну для спалювання палива, визначають як суму кількості повітря на горіння кожного елемента палива. Горіння елементів палива відбувається за реакціями:



Нижчу теплоту згоряння природного газу визначають за формулою:

$$Q_n^p = \sum_{i=1}^n q_i \cdot c_i, \quad (7)$$

де q_i – тепловий ефект реакції горіння i -го елемента палива, кДж/м³;

c_i – вміст i -го елемента у складі палива, частка;

n – кількість елементів у складі палива.

Складові природного газу CO_2 та N_2 переходять у димові газ.

Методики складання витрати повітря та кількості димових газів, матеріального балансу горіння палива наведено у прикладі.

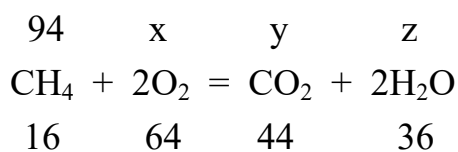
Приклад. Визначити витрату повітря, кількість та склад продуктів згоряння палива, нижчу теплоту згоряння палива при спалюванні в короткобарабанній печі природного газу (склад, %: 94,0 CH₄; 3,0 C₂H₆; 0,8 C₃H₈; 0,2 C₄H₁₀; 0,1 C₅H₁₂; 0,9 CO₂; 1,0 N₂). Розрахунок провести при α=1,0 та α=1,1. Прийняти, що газ сухий (0 % H₂O), при розрахунках речовини реагують у стехіометричних відношеннях.

Розв'язання

Розрахунок проводимо на 100 м³ сухого газу.

Складові природного газу CO₂ та N₂ переходять у димові газу.

Для перебігу реакції (1)



потрібно x=376,00 м³ O₂ і утворюється y=258,50 м³ CO₂, z=211,50 м³ H₂O.

Аналогічно розраховуємо витрату кисню для спалювання решти компонентів газу і результати записуємо в табл. 1.

Таблиця 1 – Розрахунок витрати повітря та кількості димових газів

Компоненти, що беруть участь у горінні						Продукти згоряння, димові газу, м ³					
Паливо			Повітря, м ³								
Компо- нент	Кількість		Номер реакції горіння	O ₂	N ₂	Усього	CO ₂	H ₂ O	N ₂	O ₂	Усього
	%	м ³									
CH ₄	94,0	94,0	(1)	376,00	1414,48	1790,48	258,50	211,50	1414,48	—	1884,48
C ₂ H ₆	3,0	3,0	(2)	11,20	42,13	53,33	8,80	5,40	42,13	—	56,33
C ₃ H ₈	0,8	0,8	(3)	2,91	10,95	13,86	2,40	1,31	10,95	—	14,66
C ₄ H ₁₀	0,2	0,2	(4)	0,72	2,71	3,43	0,61	0,31	2,71	—	3,63
C ₅ H ₁₂	0,1	0,1	(5)	0,36	1,35	1,71	0,31	0,15	1,35	—	1,81
CO ₂	0,9	0,9	—	—	—	—	0,90	—	—	—	0,90
N ₂	1,0	1,0	—	—	—	—	—	—	1,00	—	1,00
Усього, α=1,0	100	100		391,19	1471,62	1862,81	271,52	218,67	1472,62	—	1962,81
Усього, α=1,1	100	100		430,31	1618,78	2049,09	271,52	218,67	1619,78	39,12	2149,09

У результаті розрахунку дістанемо:

– при $\alpha=1,0$ потрібно $376,00 + 11,20 + 2,91 + 0,72 + 0,36 = 391,19 \text{ м}^3 \text{ O}_2$, або теоретична витрата повітря на 100 м^3 природного газу дорівнює $391,19 : 0,21 = 1862,81 \text{ м}^3$;

– при $\alpha=1,1$ практична витрата повітря на 100 м^3 палива становить $V_n^{1,1} = 2049,09 \text{ м}^3$, об'єм димових газів – $2149,09 \text{ м}^3$.

Визначаємо нижчу теплоту згоряння природного газу:

$$Q_n^p = \sum_{i=1}^n q_i \cdot c_i ,$$

де q_i – тепловий ефект реакції горіння i -го елемента палива, кДж/м^3 ;

c_i – вміст i -го елемента у складі палива, частка;

n – кількість елементів у складі палива.

$$Q_n^p = 35800 \cdot 0,94 + 64940 \cdot 0,03 + 86943 \cdot 0,008 + 118694 \cdot 0,002 + \\ + 146500 \cdot 0,001 = 36679,632 \text{ кДж/м}^3.$$

На підставі розрахунку горіння палива складаємо матеріальний баланс горіння палива (табл. 2).

Таблиця 2 – Матеріальний баланс горіння палива

Надходження			Витрачання		
Речовина	Кількість		Речовина	Кількість	
	%	м^3		%	м^3
Природний газ, у тому числі:	4,65	100,00	Димові гази, в тому числі:	100,00	2149,09
CH_4	4,37	94,00	CO_2	12,63	271,52
C_2H_6	0,14	3,00	H_2O	10,18	218,67
C_3H_8	0,04	0,80	N_2	75,37	1619,78
C_4H_{10}	0,01	0,20	O_2 надл	1,82	39,12
C_5H_{12}	0,005	0,10			
CO_2	0,04	0,90			
N_2	0,045	1,00			
Повітря, у т.ч.:	95,35	2049,09			
O_2	20,02	430,31			
N_2	75,33	1618,78			
Усього	100,00	2149,09	Усього	100,00	2149,09

Завдання для самостійної роботи

Завдання. Визначити витрату повітря, кількість і склад продуктів згоряння палива, нижчу теплоту згоряння палива при спалюванні природного газу. Скласти матеріальний баланс горіння палива. Склад природного газу, величина коефіцієнта надлишку повітря α надано в табл. 3. Прийняти, що газ сухий, при розрахунках речовини реагують у стехіометричних відношеннях.

Таблиця 3 – Вихідні дані

№ варіанта	Масова частка елементів природного газу, % (об'ємн.)								Коефіцієнт надлишку повітря α
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	CO ₂	H ₂ S	N ₂	
1	85,0	4,4	2,4	1,8	1,3	0,1	5,0	—	1,10
2	98,2	0,5	0,1	—	0,2	—	0,9	0,1	1,05
3	94,0	1,8	0,4	0,1	0,1	0,1	3,5	—	1,06
4	95,1	2,3	0,7	0,4	0,8	0,2	0,5	—	1,08
5	81,7	5,0	2,0	1,2	0,6	0,4	8,5	0,6	1,04
6	98,3	0,3	0,1	0,2	—	0,1	1,0	—	1,05
7	93,3	3,5	1,0	0,5	0,5	0,1	0,4	0,7	1,10
8	87,8	4,4	1,7	0,8	0,6	0,2	1,0	3,5	1,06
9	90,8	5,4	1,2	0,3	0,7	0,6	—	1,0	1,08
10	83,1	9,1	1,4	0,5	0,5	4,1	—	1,3	1,07
11	93,2	0,7	0,6	0,6	0,5	—	—	4,4	1,05
12	92,2	0,8	1,1	1,0	0,4	—	—	4,5	1,10
13	85,0	7,4	1,0	0,8	0,7	0,2	0,3	4,6	1,10
14	91,0	0,2	0,7	0,4	—	0,1	—	7,6	1,04
15	92,4	0,6	—	1,2	0,3	0,1	—	5,4	1,10
16	94,3	—	1,2	0,7	2,0	0,2	0,5	1,1	1,02
17	96,7	2,2	0,2	0,3	0,6	—	—	—	1,08
18	90,2	2,1	0,4	1,0	2,5	0,7	—	3,1	1,10
19	92,0	4,7	0,4	1,8	1,1	—	—	—	1,07
20	95,3	2,0	0,1	1,2	0,6	0,1	0,1	0,6	1,08
21	94,3	1,3	0,4	1,6	1,0	0,4	1,0	—	1,05
22	90,8	4,0	0,8	0,8	0,7	—	0,3	2,6	1,10
23	92,6	3,5	1,1	0,4	0,8	0,5	—	1,1	1,02
24	88,2	5,8	2,0	1,6	1,2	0,9	0,3	—	1,07
25	93,7	2,0	0,7	0,8	0,5	0,1	—	2,2	1,04