

ТЕМА 2

**МАТЕРІАЛЬНИЙ І
ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС
ПРОЦЕСУ ГОРІННЯ**

Лекція

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ

МАТЕРІАЛЬНОГО БАЛАНСУ.

**РОЗРАХУНОК ОБ'ЄМУ ПОВІТРЯ ТА
ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ ПРИ ГОРІННІ
РЕЧОВИН ТА МАТЕРІАЛІВ**

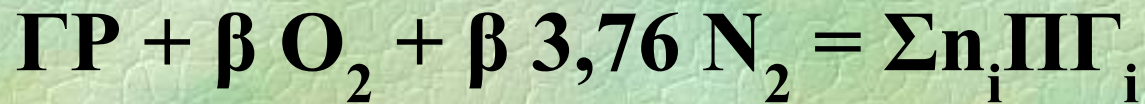
План лекції.

1. Основні поняття матеріального балансу процесу горіння
2. Розрахунок об'єму повітря та продуктів згоряння при горінні індивідуальних речовин.
 - 2.1. Горіння горючого газу індивідуального складу
 - 2.2. Горіння індивідуальних речовин у рідкому або твердому агрегатному стані
3. Розрахунок об'єму повітря та продуктів згоряння при горінні матеріалів складного складу
 - 3.1. Горіння суміші газів.
 - 3.2. Горіння твердих і рідких матеріалів складного складу.

1. Основні поняття матеріального балансу процесу горіння

Матеріальний баланс реакції горіння – рівність між кількістю речовин, що вступають у реакцію, та кількістю речовин, що утворюються внаслідок цієї реакції.

Узагальнений запис матеріального балансу реакції горіння в повітрі:



Стехіометричний коефіцієнт β показує скільки молів кисню необхідно для повного згоряння одного молю горючої речовини.

Розрізняють *питомі* та *повні, теоретичні* та *дійсні* кількості повітря, що витрачається на згоряння горючої речовини, та продуктів згоряння.

- *питома* кількість повітря - кількість повітря, яка необхідна для згоряння одиниці кількості горючої речовини (1 моль, 1 м³, 1 кг);

$$n_{\text{пов}} [\text{моль/моль}] \quad \text{або} \quad v_{\text{пов}} [\text{м}^3/\text{м}^3], [\text{м}^3/\text{кг}]$$

- *питома* кількість продуктів згоряння - кількість продуктів горіння, що утворюється при згоряння одиниці кількості горючої речовини (1 моль, 1 м³, 1 кг);

$$n_{\text{пр}} [\text{моль/моль}] \quad \text{або} \quad v_{\text{пр}} [\text{м}^3/\text{м}^3], [\text{м}^3/\text{кг}]$$

- *повна* кількість повітря - кількість повітря, яка необхідна для згоряння певної кількості горючої речовини;

$$N_{\text{пов}} = n_{\text{пов}} \cdot n_{\text{гр}} [\text{моль}] \quad \text{або} \quad \begin{aligned} V_{\text{пов}} &= v_{\text{пов}} \cdot v_{\text{гр}} [\text{м}^3] \\ V_{\text{пов}} &= v_{\text{пов}} \cdot m_{\text{гр}} [\text{м}^3] \end{aligned}$$

- *теоретична* кількість повітря - мінімальна кількість повітря, яка необхідна для повного згоряння горючої речовини ($n^0_{\text{пов}}, v^0_{\text{пов}}, N^0_{\text{пов}}, V^0_{\text{пов}}$);
- *дійсна* кількість повітря - кількість повітря, яка витрачається на згоряння горючої речовини за даних умов ($n_{\text{пов}}, v_{\text{пов}}, N_{\text{пов}}, V_{\text{пов}}$).

Різниця між кількістю повітря, що *дійсно* іде на горіння, і *теоретично* необхідною кількістю повітря, називається *надлишком повітря*.

$$\Delta v_{\text{пов}} = v_{\text{пов}} - v^0_{\text{пов}}$$

Коефіцієнт надлишку повітря (α)

показує у скільки разів кількість повітря, що дійсно надходить до зони горіння, відрізняється від теоретично необхідної кількості повітря для повного згоряння горючої речовини.

$$\alpha = \frac{V_{\text{пов}}}{V_{\text{пов}}^0}$$

$$V_{\text{пов}} = \alpha V_{\text{пов}}^0$$

$$\Delta V_{\text{пов}} = V_{\text{пов}} - V_{\text{пов}}^0 = V_{\text{пов}}^0 (\alpha - 1)$$

кінетичне горіння

- $\alpha = 1$ ($v_{\text{пов}} = v_{\text{пов}}^0$) - суміш ГР з повітрям є *стехіометричною*.
- $\alpha < 1$ ($v_{\text{пов}} < v_{\text{пов}}^0$) - суміш *багата* (надлишок ГР і нестача O_k), утворюються продукти неповного згоряння.

$$\alpha_{\min} = \frac{100 - \phi_{\text{в}}}{v_{\text{пов}}^0 \phi_{\text{в}}}$$

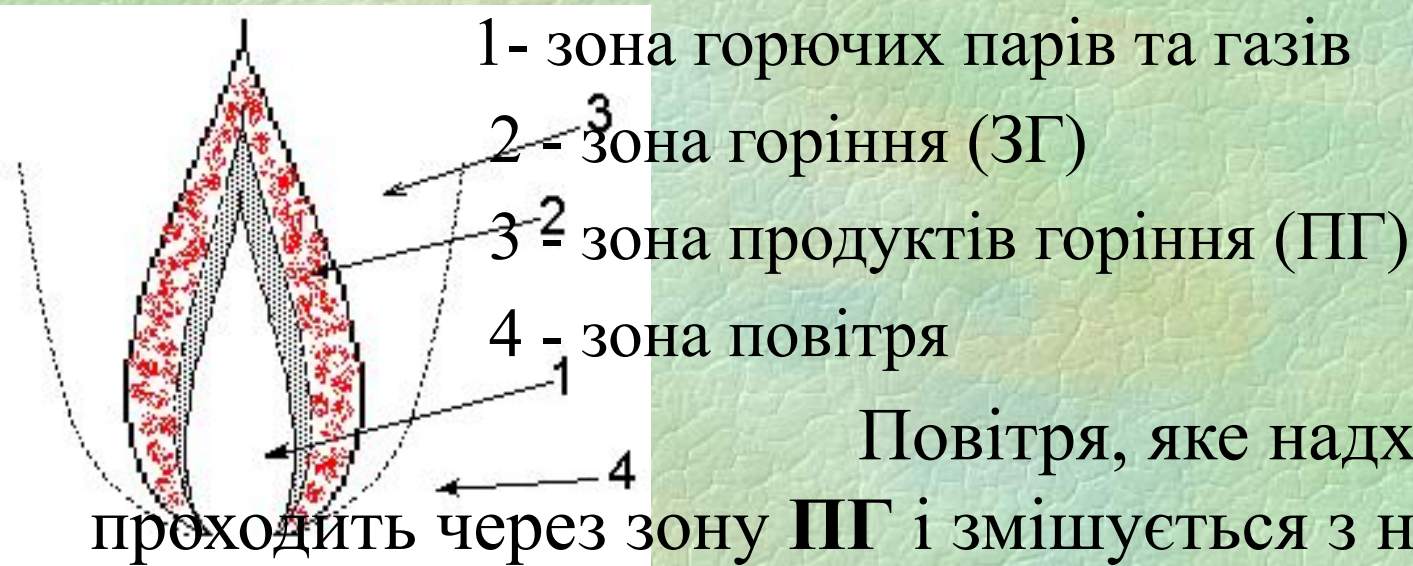
$\phi_{\text{в}}$ - найбільший вміст ГР в суміші з повітрям, за якого *ще* може виникнути горіння;

- $\alpha > 1$ ($v_{\text{пов}} > v_{\text{пов}}^0$) - суміш *бідна* (нестача ГР і надлишок O_k), продукти горіння містять в собі надлишок повітря.

$$\alpha_{\max} = \frac{100 - \phi_{\text{н}}}{v_{\text{пов}}^0 \phi_{\text{н}}}$$

$\phi_{\text{н}}$ - найменший вміст ГР в суміші з повітрям, за якого *вже* може виникнути горіння.

дифузійне горіння



Повітря, яке надходить до ЗГ, проходить через зону ПГ і змішується з ними. Це уповільнює процес дифузії **Ок**, швидкість реакції горіння зменшується. Повної витрати кисню під час дифузійного горіння немає.

Коефіцієнт надлишку повітря під час дифузійного горіння - відношення вмісту кисню у повітрі до його вмісту, що залишився у продуктах горіння.

$$\alpha_{(\text{диф})} = \frac{21}{21 - \varphi_{\text{O}_2(\text{пг})}}$$

Продукти горіння – це газоподібні, тверді та рідкі речовини, що утворюються при взаємодії окисника з горючою речовиною у процесі горіння.

Склад продуктів горіння залежить від складу горючої речовини та умов протікання реакції горіння.

Класифікація продуктів горіння:

● ***за агрегатним станом***

<i>газоподібні</i>	<i>рідкі</i>	<i>тверді</i>
CO, CO ₂ , N ₂ , SO ₂	H ₂ O, C ₂ H ₅ OH, CH ₂ O, смоли	C (сажа) , Na ₂ O, P ₂ O ₅

● ***за повнотою згоряння***

<i>повного згоряння</i>	<i>неповного згоряння</i>
CO ₂ , N ₂ , SO ₂ , H ₂ O, HCl, Na ₂ O	CO, H ₂ S, CH ₂ O, смоли, C (сажа)

● ***за реакційною спроможністю***

<i>хімічно інертні</i>	<i>реакційноздатні</i>
CO ₂ , N ₂ , H ₂ O, Na ₂ O	продукти неповного згоряння (CO, CH ₂ O, C), HCl, SO ₂

Дим - дисперсна система, що складається з твердих і рідких часток (дисперсної фази), завислих у газовому дисперсійному середовищі.

Небезпека диму обумовлена:

- непрозорість (обумовлена присутністю твердих продуктів горіння)
- знижена концентрація кисню ($\varphi_{кр} < 14\%$);
- підвищена температура ($t_{кр} = 70^{\circ}\text{C}$);
- можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій продуктів неповного згоряння;
- токсичність продуктів горіння

Середньосмертельна концентрація диму L_{50} -
вміст диму, що викликає загибель 50 %
піддослідних тварин при заданій експозиції.

**2. РОЗРАХУНОК ОБ'ЄМУ ПОВІТРЯ ТА
ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ
ПРИ ГОРІННІ РЕЧОВИН
ІНДИВІДУАЛЬНОГО СКЛАДУ**

$$1 \text{ ГР} + \beta (\text{O}_2 + 3,76 \text{ N}_2) = \sum n_i \text{ПГ}_i$$

питоме теоретичне число молів

повітря: $n^0_{\text{пов}} = (1 + 3,76) \cdot \beta = 4,76 \cdot \beta$, моль/моль;

продуктів горіння:

$$n^0_{\text{ПГ}} = \sum n_{\text{ПГ}_i}, \text{ моль/моль};$$

питоме дійсне число молів

повітря: $n_{\text{пов}} = n^0_{\text{пов}} \cdot \alpha$, моль/ моль

продуктів горіння:

$$n_{\text{ПГ}} = n^0_{\text{ПГ}} + \Delta n^0_{\text{пов}} = n^0_{\text{ПГ}} + (\alpha - 1) n^0_{\text{пов}} \text{ моль/ моль}$$

2.1. ГОРІННЯ ГАЗУ ІНДИВІДУАЛЬНОГО СКЛАДУ

1 кмоль газу за даних P і T займає об'єм V_{μ} м³.

$$\frac{PV_{\mu}}{T} = \frac{22,4 \cdot 101,3}{273} \quad V_{\mu} = 22,4 \frac{101,3 \cdot T}{273 \cdot P}$$

Визначення об'єму повітря:

1 кмоль ГР — $n^0_{\text{пов}} = 4,76 \cdot \beta$, кмолів повітря

$V_{\mu}^{\text{ГР}}$ м³ ГР — $n^0_{\text{пов}} \cdot V_{\mu}^{\text{пов}}$, м³ повітря
 1 м³ ГР — $V^0_{\text{пов}}$, м³ повітря

$$V^0_{\text{пов}} = \frac{4,76 \cdot \beta \cdot V_{\mu}^{\text{пов}}}{V_{\mu}^{\text{гр}}}$$

Якщо ГР і повітря знаходяться за однакових умов,
то $V_{\mu}^{ГР} = V_{\mu}^{ПОВ}$.

питомі об'єми повітря

теоретичний: $v_{ПОВ}^0 = 4,76\beta, \text{ м}^3/\text{м}^3$;

дійсний: $v_{ПОВ} = 4,76\beta \cdot \alpha, \text{ м}^3/\text{м}^3$

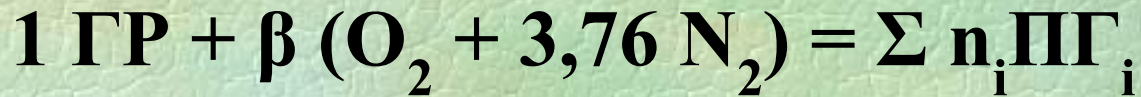
При горінні заданої кількості горючого газу $V_{ГГ} \text{ м}^3$
визначають

повні об'єми повітря

теоретичний: $V_{ПОВ}^0 = v_{ПОВ}^0 \cdot V_{ГГ}, \text{ м}^3$;

дійсний: $V_{ПОВ} = v_{ПОВ} \cdot V_{ГГ}, \text{ м}^3$

Визначення об'єму продуктів горіння



$$\begin{aligned} 1 \text{ кмоль ГР} & \text{ — } n_{\text{ПГ}}^0 = \sum n_{\text{ПГ}_i} \text{ кмолів ПГ} \\ v_{\mu}^{\text{ГР}} \text{ м}^3 \text{ ГР} & \text{ — } n_{\text{ПГ}}^0 v_{\mu}^{\text{ПГ}}, \text{ м}^3 \text{ ПГ} \\ 1 \text{ м}^3 \text{ ГР} & \text{ — } v_{\text{ПГ}}^0, \text{ м}^3 \text{ ПГ} \end{aligned}$$

$$v_{\text{ПГ}}^0 = \frac{\sum n_{\text{ПГ}_i} \cdot v_{\mu}^{\text{ПГ}}}{v_{\mu}^{\text{ГР}}}, \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Якщо ГР і ПГ знаходяться за однакових умов, то $v_{\mu}^{\text{ГР}} = v_{\mu}^{\text{ПГ}}$
питомі об'єми ПГ

теоретичний : $v_{\text{ПГ}}^0 = \sum n_{\text{ПГ}_i}, \text{ м}^3/\text{м}^3$

дійсний : $v_{\text{ПГ}} = v_{\text{ПГ}}^0 + \Delta v_{\text{пов}} = \sum n_{\text{ПГ}_i} + (\alpha - 1) 4,76 \cdot \beta, \text{ м}^3/\text{м}^3$

Під час горіння ПГ мають підвищену температуру (температуру горіння), при цьому відбувається їх розширення:

$$V_{\text{ПГ}}^{T_{\text{гор}}} = V_{\text{ПГ}}^{T_0} \frac{T_{\text{гор}}}{T_0}$$

2.2. ГОРЮЧА РЕЧОВИНА ІНДИВІДУАЛЬНОГО СКЛАДУ У КОНДЕНСОВАНОМУ СТАНІ

1 кмоль ГР важить μ кг

Визначення об'єму повітря

$$1 \text{ ГР} + \beta (\text{O}_2 + 3,76 \text{ N}_2) = \sum n_i \text{ПГ}_i$$

$$1 \text{ кмоль ГР} \text{ — } n_{\text{пов}}^0 = 4,76 \cdot \beta, \text{ кмолів повітря}$$

$$\mu \text{ кг ГР} \text{ — } n_{\text{пов}}^0 \cdot V_{\mu}^{\text{пов}}, \quad \text{м}^3 \text{ повітря}$$

$$1 \text{ кг ГР} \text{ — } v_{\text{пов}}^0, \quad \text{м}^3 \text{ повітря}$$

питомі об'єми повітря:

теоретичний
$$V_{\text{пов}}^0 = 4,76\beta \frac{V_{\text{пов}}}{\mu} \text{ м}^3/\text{кг};$$

дійсний :
$$V_{\text{пов}} = \alpha 4,76\beta \frac{V_{\text{пов}}}{\mu} \text{ м}^3/\text{кг}.$$

повні об'єми повітря:

теоретичний
$$V_{\text{пов}}^0 = v_{\text{пов}}^0 \cdot m_{\text{ГР}}, \text{ м}^3;$$

дійсний :
$$V_{\text{пов}} = v_{\text{пов}} \cdot m_{\text{ГР}}, \text{ м}^3$$

Визначення об'єму продуктів горіння

1 кмоль ГР — , кмолів ПГ

μ кг ГР —

$$n_{\text{ПГ}}^0 = \sum_{\text{ПГ}} n_{\text{ПГ},i}$$

1 кг ГР —

$$n_{\text{ПГ}}^0 V_{\mu}^{\text{ПГ}}$$

$$V_{\text{ПГ}}^0$$

$$V_{\mu}^{\text{ПГ}} = \frac{22,4 \cdot 101,3 \cdot T_{\text{гор}}}{273 \cdot P_{\text{ПГ}}}$$

питомий теоретичний об'єм ПГ:

$$v_{\text{ПГ}}^0 = \frac{v_{\mu}^{\text{ПГ}}}{\mu_{\text{ГР}}} \sum n_{\text{ПГ}_i}, \text{ м}^3/\text{кг},$$

питомий дійсний об'єм ПГ:

$$v_{\text{ПГ}} = v_{\text{ПГ}}^0 + (\alpha - 1) v_{\text{пов}}^0, \text{ м}^3/\text{кг}$$

повний теоретичний об'єм ПГ

$$V_{\text{ПГ}}^0 = v_{\text{ПГ}}^0 \cdot m_{\text{гр}}, \text{ м}^3;$$

повний дійсний об'єм ПГ

$$V_{\text{ПГ}} = v_{\text{ПГ}} \cdot m_{\text{гр}}, \text{ м}^3$$

3. РОЗРАХУНОК ОБ'ЄМУ ПОВІТРЯ ТА ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ ПРИ ГОРІННІ МАТЕРІАЛІВ СКЛАДНОГО СКЛАДУ

3.1. РОЗРАХУНОК ОБ'ЄМУ ПОВІТРЯ ТА ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ СУМІШІ ГАЗІВ

Визначення об'єму повітря:

питомий теоретичний: $V_{\text{пов сум}}^{\text{т}} = \sum_i V_{\text{пов}_i}^{\text{т}} \cdot r_i, \text{м}^3/\text{м}^3$

$$V_{\text{пов сум}}^0 = \sum_i \left(4,76 \beta_i \cdot \frac{\varphi_i}{100} \right) = \frac{4,76}{100} \sum_i (\beta_i \varphi_i)$$

якщо присутній кисень:

$$V_{\text{пов сум}}^0 = \frac{4,76}{100} \left(\sum_i (\beta_i \varphi_i) - \varphi_{\text{O}_2} \right) = \frac{\sum_i (\beta_i \varphi_i) - \varphi_{\text{O}_2}}{21}$$

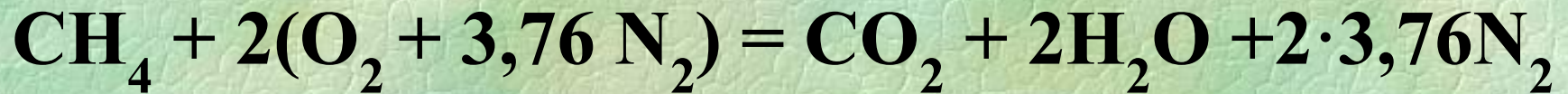
Визначення об'єму продуктів згоряння

Питомий теоретичний:

$$v_{\text{пг сум}}^0 = \sum_i v_{\text{пг } i}^0 \cdot r_i \qquad v_{\text{пг}}^0 = \sum n_{\text{пг } i}, \text{ м}^3$$

Негорючі компоненти вихідної суміші переходять у продукти горіння.

При горінні 1 м³ метану



утворюються

1 м³ **CO₂**, 2 м³ **H₂O** та 7,52 м³ **N₂**

Питомі об'єми продуктів згоряння деяких газів

Найменування речовин	Об'єм продуктів згоряння, м ³ /м ³			
	<i>CO₂</i>	<i>H₂O</i>	<i>N₂</i>	<i>SO₂</i>
Водень- H₂	÷	1.0	1.88	÷
Оксид вуглецю - CO	1.0	÷	1.88	÷
Сірководень- H₂S	÷	1.0	5.64	1.0
Метан-CH₄	1.0	2.0	7.52	÷
Ацетілен- C₂H₂	2.0	1.0	9.4	÷
Етан - C₂H₆	2.0	3.0	13.16	÷
Етилен - C₂H₄	2.0	2.0	11.28	÷
Пропан - C₃H₈	3.0	4.0	16.8	÷
Бутан - C₄H₁₀	4.0	5.0	24.4	÷
Пентан - C₅H₁₂	5.0	6.0	30.08	÷

Визначення $v_{\text{псум}}^0$ використанням таблиці зводиться до перемноження об'ємних часток компонентів r_i на відповідні коефіцієнти таблиці з наступним їхнім додаванням по колонках.

питомий дійсний:

об'єм повітря $V_{\text{пов сум}} = \alpha V_{\text{пов сум}}^0 M^3$

об'єм ПГ $V_{\text{пг сум}} = V_{\text{пг сум}}^0 + (\alpha - 1) V_{\text{пов сум}}^0 M^3$

повний теоретичний:

об'єм повітря $V_{\text{пов}}^0 = V_{\text{пов сум}}^0 \cdot V_{\text{сум}} M^3$

об'єм ПГ $V_{\text{пг}}^0 = V_{\text{пг сум}}^0 \cdot V_{\text{сум}} M^3$

повний дійсний:

об'єм повітря $V_{\text{пов}} = V_{\text{пов сум}} M^3 \cdot V_{\text{сум}}$

об'єм ПГ $V_{\text{пг}} = V_{\text{пг сум}} M^3 \cdot V_{\text{сум}}$

3.2. РОЗРАХУНОК ОБ'ЄМУ ПОВІТРЯ ТА ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ ПРИ ГОРІННІ СКЛАДНИХ РЕЧОВИН В КОНДЕНСОВАНОМУ СТАНІ

Визначення об'єму повітря:

питомий теоретичний $V_{\text{повскл}}^0 = \sum_i V_{\text{пов}_i}^0 \cdot g_i$

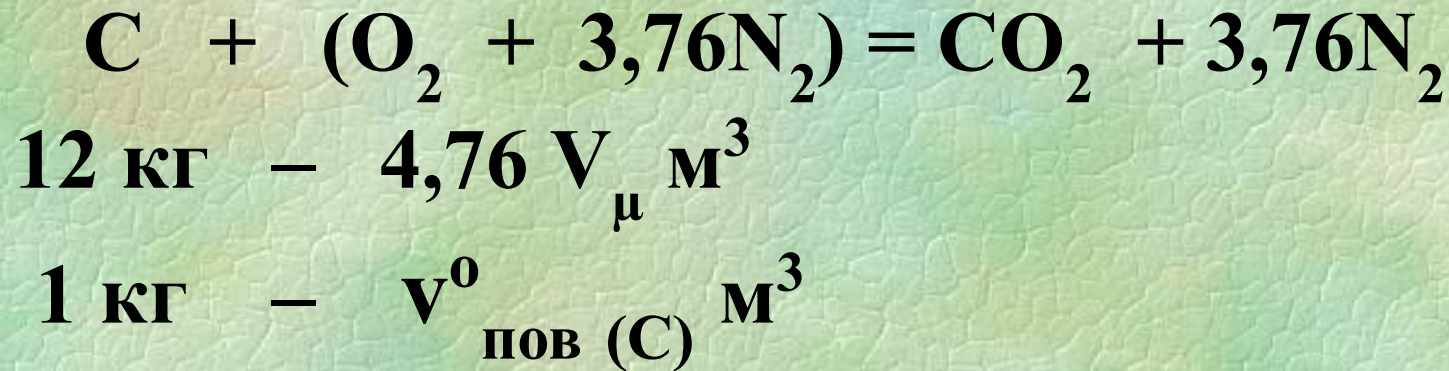
Загальний об'єм повітря складається із об'ємів повітря, що витрачається на горіння кожного елемента, за вирахуванням кількості повітря, що відповідає кількості кисню в речовині.

$$V_{\text{повскл}}^0 = V_{\text{пов(С)}}^0 \frac{\varphi_{\text{С}}}{100} + V_{\text{пов(S)}}^0 \frac{\varphi_{\text{S}}}{100} + V_{\text{пов(Н)}}^0 \frac{\varphi_{\text{Н}}}{100} - V_{\text{пов(О)}}^0 \frac{\varphi_{\text{О}}}{100}$$

1 кмоль кисню (32кг) міститься в 4,76 кмольх повітря ($4,76V_{\mu} \text{ м}^3$), тоді 1 кг кисню відпо-відає об'єму повітря:

$$V_{\text{пов(О)}}^0 \frac{\text{м}^3/\text{кг}}{= \frac{4,76V_{\mu}}{32}}$$

Реакції горіння елементів речовини (С, Н, S).



$$V_{\text{пов(С)}}^0 \frac{\text{м}^3/\text{кг}}{= \frac{4,76V_{\mu}}{12}}$$



$$2 \text{ кг} \text{ — } 0,5 \cdot 4,76 V_{\mu} \text{ м}^3$$

$$1 \text{ кг} \text{ — } V_{\text{пов(Н)}}^0$$

$$V_{\text{пов(Н)}}^0, \text{ м}^3/\text{кг.} = \frac{0,5 \cdot 4,76 V_{\mu}}{2}$$



$$32 \text{ кг} \text{ — } 4,76 V_{\mu} \text{ м}^3$$

$$1 \text{ кг} \text{ — } V_{\text{пов(С)}}^0$$

$$V_{\text{пов(С)}}^0 = \frac{4,76 V_{\mu}}{32}, \text{ м}^3/\text{кг.}$$

$$V_{\text{повскл}}^{\text{н}} = \frac{4,76 V_{\mu}}{100} \left(\sum_i \frac{\varphi_i \beta_i}{\mu_i} - \frac{\varphi_O}{32} \right), \text{ м}^3 / \text{кг}$$

Якщо ГР складається з С, Н, О, S, то

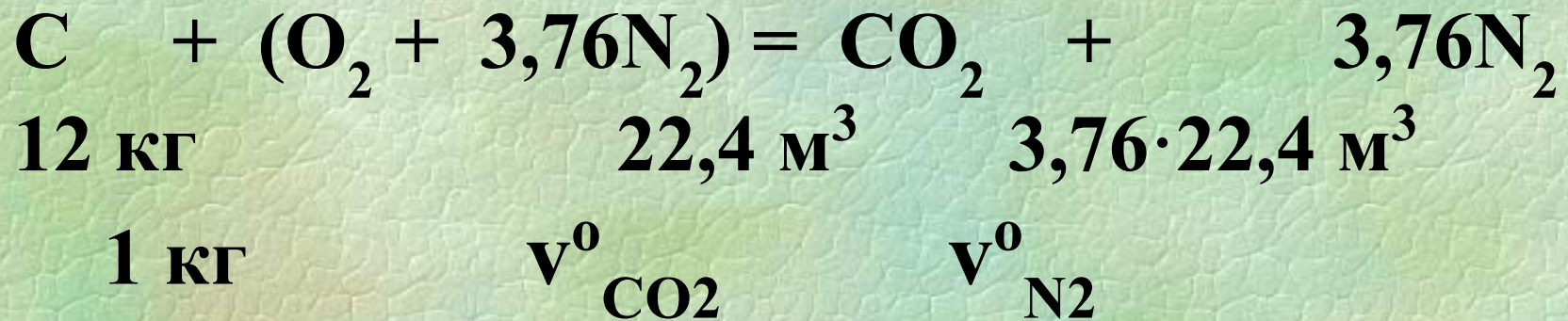
$$V_{\text{повскл}}^0 = \frac{4,76 \cdot V_{\mu}}{4 \cdot 100} \left(\frac{\varphi_C^{\text{м}^3/\text{кг.}}}{3} + \varphi_H + \frac{\varphi_S - \varphi_O}{8} \right),$$

Якщо прийняти, що $V_{\mu} = 22,4 \text{ м}^3/\text{кмоль}$

$$V_{\text{повскл}}^0 = 0,267 \left(\frac{\varphi_C}{3} + \varphi_H + \frac{\varphi_S - \varphi_O}{8} \right), \text{ м}^3/\text{кг.}$$

Визначення об'єму продуктів горіння

питомий теоретичний $v_{\text{пг скл}}^0 = \sum_i v_{\text{пг } i}^0 g_i$



$$v_{\text{CO}_2}^0 = \frac{22,4}{12} = 1,88$$

$$v_{\text{N}_2}^0 = \frac{3,76 \cdot 22,4}{12} = 7,0$$

Якщо в ГР міститься кисень, то повітря для горіння знадобиться менше. Це означає, що до зони реакції, а потім і в ПГ надійде менше азоту.

В повітрі на 1 кмоль кисню (32 кг) приходить ся 3,76 кмоль або $3,76V_{\mu}$ м³ азоту, тоді наявність 1 кг кисню зменшує об'єм азоту в ПГ на величину:

$$V_{\text{ПГ}(\text{N}_2)}^0 = \frac{3,76V_{\mu}}{32}, \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Якщо в складі ГР міститися нітроген та волога, то при горінні вони переходять у газоподібні ПГ. Об'єм 1 кг азоту і пари води за нормальних умов дорівнює:

$$V_{\text{ПГ}(\text{N}_2)}^0 = \frac{V_{\mu}}{28}, \frac{\text{м}^3}{\text{кг}};$$

$$V_{\text{ПГ}(\text{H}_2\text{O})}^0 = \frac{V_{\mu}}{18}, \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$$

Питомий об'єм продуктів горіння елементів

$$v_{\text{пг}_i}^0 = \frac{V_{\mu}}{\mu_i} \beta_i, \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1}.$$

Хімічний елемент	Об'єм продуктів згоряння, м ³ /кг				
	CO ₂	H ₂ O	N ₂	SO ₂	P ₂ O ₅
Карбон <i>C</i>	1,88	—	7,0	—	—
Гідроген <i>H</i>	—	11,2	21,0	—	—
Сульфур <i>S</i>	—	—	2,63	0,7	—
Фосфор <i>P</i>	—	—	4,7	—	0,36
Нітроген <i>N</i>	—	—	0,8	—	—
Оксиген <i>O</i>	—	—	-2,63	—	—
Волога <i>W</i>	—	1,24	—	—	—

Визначення $\nu_{\text{ПГ}}^0$ використанням таблиці
зводиться до перемноження масових
часток компонентів g_i на відповідні
коефіцієнти таблиці з наступним їхнім
додаванням по колонках.

питомий дійсний:

об'єм повітря $V_{\text{пов}_{\text{скл}}} = \alpha m_{\text{пов}_{\text{скл}}}^{0/M^3}$

об'єм ПГ $V_{\text{пг}_{\text{скл}}} = V_{\text{пг}_{\text{скл}}}^0 + (\alpha - 1) V_{\text{пов}_{\text{скл}}}^0$

повний теоретичний:

об'єм повітря $V_{\text{пов}}^0 = V_{\text{пов}_{\text{скл}}}^0 \cdot m_{\text{гр}}, \quad M^3$

об'єм ПГ $V_{\text{пг}}^0 = V_{\text{пг}_{\text{скл}}}^0 \cdot M^3 \cdot m_{\text{гр}}$

повний дійсний:

об'єм повітря $V_{\text{пов}} = V_{\text{пов}_{\text{скл}}} \cdot M^3 \cdot m_{\text{гр}}$

об'єм ПГ $V_{\text{пг}} = V_{\text{пг}_{\text{скл}}} \cdot M^3 \cdot m_{\text{гр}}$

Завдання на самопідготовку:

Вивчити матеріал

1. Демидов, Шандыба, Щеглов:- Горение и свойства горючих веществ, стор. 18-29.
2. Демидов, Саушев. Горение и свойства горючих веществ, стор. 24-42.