

Лабораторна робота № 7

Визначення надлишку повітря при спалюванні природного газу

7.1 Основні теоретичні положення

Мета роботи - ознайомитися з пристроєм і здобути навички практичного застосування газоаналізатора Ороа - Фішера для визначення складу продуктів спалювання енергетичного палива; визначити коефіцієнт надлишку повітря в продуктах спалювання природного газу з матеріального балансу повітря і палива і на основі даних газового аналізу.

Кількість повітря, необхідне для спалювання 1м³ газу при умові повного використання цього повітря, називається теоретично необхідним, позначається V^0 і виражається в кубічних нанаметрах на кубічний нанаметр сухого газу (тут і далі об'єми повітря і газів дано у кубічних метрах при 0,1013 МПа (760 мм.рт.ст. і 0 0С).

Для забезпечення повноти вигорання зазвичай подають повітря трішки більше, ніж теоретично необхідно.

Відношення дійсно поданого кількості повітря V^d до теоретично необхідному називається коефіцієнтом надлишку повітря:

$$\alpha = \frac{V^d}{V^0} \quad (7.1)$$

У разі повного згорання з паливом прореагує тільки теоретично необхідна кількість повітря, а залишок його

$$V^d - V^0 = (\alpha - 1) V^0 \quad (7.2)$$

увійде до складу димових газів.

Коефіцієнт надлишку повітря визначається наступними способами:

Якщо виміряти кількість надлишку повітря V_e що йде на горіння і кількість палива, що спалюється V_T , то знаючи V^0 , отримаючи

$$\alpha = \frac{V_e}{V^0 V_T} \quad (7.3)$$

До складу газоподібного палива входять: метан, водень, окис вуглецю, важкі вулеводороди, вуглекислий газ, азот, кисень. Склад сухого газу задається у відсотках на 1 мЗ:

$$CH_4^T + H_2^T + CO^T + \sum C_m H_n^T + CO_2^T + N_2^T + O_2^T = 100 \quad (7.4)$$

И Індекс «Г» вказує, що даний газ входить до складу палива. Теоретично необхідну кількість повітря V^0 визначається за заданим складом спалюваного газу

$$V^0 = 0,0476 \left[0,5 \cdot CO^T + 0,5 \cdot H_2^T + 2CH_4^T + \sum \left(m + \frac{n}{4} \right) (C_m H_n)^T - O_2^T \right] \quad (7.5)$$

Якщо за допомогою газоаналізатора визначити вміст у продуктах згоряння CO_2 і O_2 , то коефіцієнт надлишку повітря можна визначити за формулою

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{79}{21} \cdot \frac{O_2}{100 - (CO_2 + O_2)}} \quad (7.6)$$

7.2 Принцип дії та призначення газоаналізатора Орса - Фішера.

Газоаналізатор Орса - Фішера призначений для визначення процентного вмісту в газовій суміші таких компонентів: трьохатомних газів RO_2 , кисню O_2 і окісі вуглецю CO .

Принцип дії газоаналізатора Ороа-Фішера заснований на виборчому поглинанні окремих компонентів газової суміші відповідними поглинаючими розчинами.

Визначення процентного вмісту компонентів здійснюється оцінкою скорочення обсягу аналізованої проби газової суміші.

Газоаналізатор Орса - Фішера складається з наступних основних частин (рисунок. 7.1) : газовий фільтр 1 ; гумова груша 2 ; посудина для поглинання O_2 3 заповнений лужним розчином пирогаллової кислоти ; посудину для поглинання $RVIX_2$, заповнений розчином луку KOH 4 ;

вимірювальна бюретка з охолоджувальною сорочкою 5 ; напірна склянка 6 ; розподільна гребінка 7 ; краники 8 , 9 , 10 ; триходовий краник 11 ; гумовий мішечок 12 ; газозабірні трубка 13 .

У приладі передбачено місце для установки третьої поглинаючої судини , призначеного для поглинання CO розчином полухлористої міді.

Поглинаючі судини 3 і 4 заповнені тонкими скляними трубками для збільшення поверхні зіткнення аналізованого газу з реактивом , що прискорює протікання реакції. У бюретку 5 забирається проба газу в кількості 100 см³ і за її розподілом проводиться відлік поглинених RO₂ і O₂.

Напорна склянка 6 служить для забору аналізованого газу в бюретку . При опусканні або підніманні склянки газ відповідно засмоктується або витісняється . Розподільна гребінка і краники служать для розподілу газу у

відповідні судини.

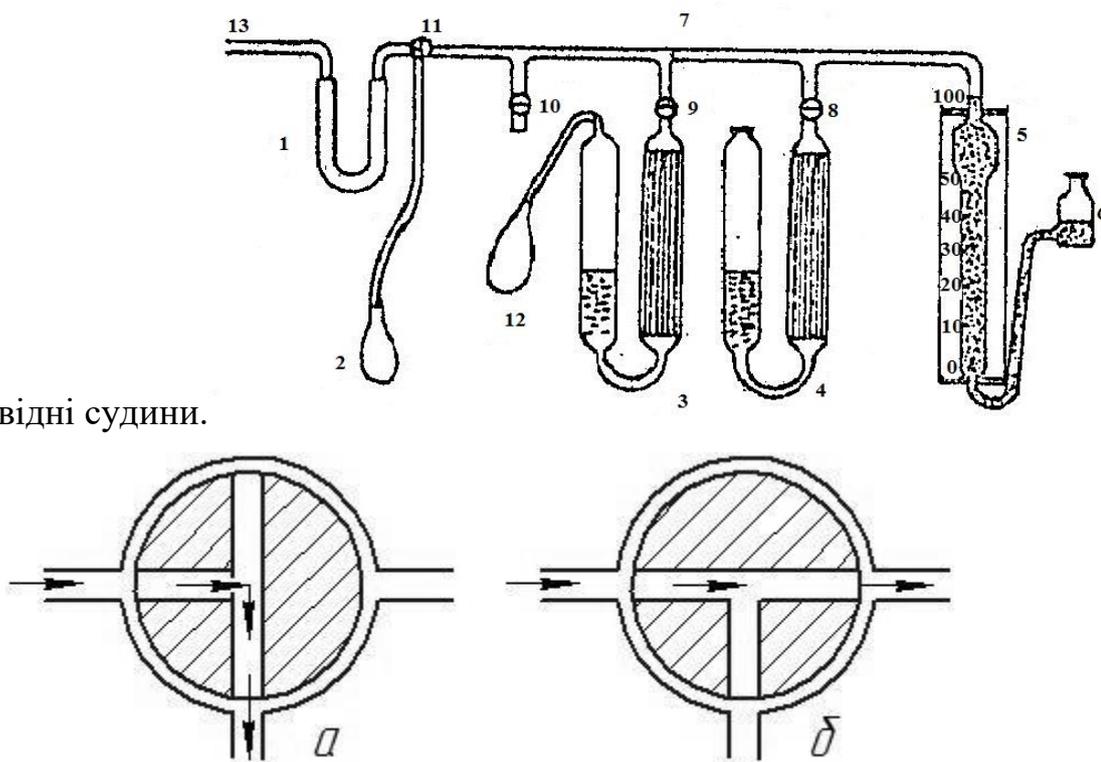


Рис. 7.2. Газоаналізатор Орсо-Фішера

Вимірювальна бюретка має охолоджувальну сорочку , яка заповнена дистильованою водою, і служить для підтримки постійної температури газу в бюретці .

Напорна склянка заповнена дистильованою водою, підкисленою декількома краплями сірчаної кислоти і підфарбованою метилоранжа . Іноді при виробництві аналізу в бюретку можуть потрапити реактиви з поглинальних судин , що може призвести до спотворення результатів аналізу . Попадання пірогалолу може бути легко виявлено за темного кольору цього реактиву . Для виявлення попадання КОН виробляють підкислення : КОН вступить в реакцію нейтралізації з H_2SO_4 і вода в бюретці знебарвлюється. Окислити воду необхідно і для зменшення розчинення в ній CO_2 .

Для визначення процентного вмісту в продуктах згоряння CO_2 , застосовують 40 %-ний розчин їдкого калію (КОН). У посудину заливають 150 см³ розчину. Для визначення процентного вмісту в продуктах згоряння кисню застосовують суміш з розчинів 50 %-ної пірогаллової кислоти і 40 %-ого їдкого калію. У посудину заливають 50 см³ кислоти і 100 см³ КОН. Так як така суміш активно поглинає кисень , то на відкритий в атмосферу кінець судини надягають гумовий мішечок 12 .

Триходовий кран 11 дає можливість продути газову лінії (Рисунок 7.1 , положення а) або подати газ в бюретку (рисунок 7.2 , положення б). Гумова груша 2 має клапан , який дозволяє просасивається газ тільки в одному напрямку - з газової лінії до трьохходовим крану.

Підготовка газоаналізатора до дії.

Підняти напірну склянку 6 , відкрити краник 10 і заповнити бюрет – ку 5 водою приблизно до поділу 60-70 ; потім кран 10 закрити .

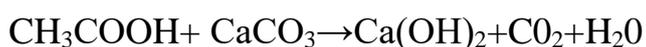
Відкриваючи крани 8 і 9 , за допомогою напірної склянки по черзі під - вести рівні розчинів до верхніх відміток у судинах 3 і 4. Підводити рівні в судинах слід обережно , щоб уникнути попадання реактивів в крани і гребінку .

Відкривши кран 10, підняти напірну склянку 6 і заповнити баретки водою повністю до верхньої позначки .

Перевірити прилад на щільність . Перевірка кранів сполучних трубок поглинальних судин зводиться до наступного. Після підбиття рівнів до верхніх відміток і закриття кранів рівні повинні залишатися на місці при опущеною напірної склянці. Опускання рівнів свідок -ствуєт про нещільності. Перевірка бюретки, розподільної гребінки і триходового крана проводиться таким чином. При заповненій бюретці і положенні 1 триходового крана слід опустити вниз напірну склянку і спостерігати за рівнем води в бюретці , який повинен відразу опуститися кілька вниз (для врівноваження тисків у напорній склянці і беретке) , а потім встановитися на п газостійному рівні. Якщо рівень продовжує опускатися , це свідчить про наявність нещільності . Нещільності усуваються змазуванням кранів вазеліном і більш щільною посадкою сполучних гумових трубок.

7.3 . Проведення роботи

Дослідний газ отримується шляхом змішування в колбі 3% розчину оцетної кислоти та соди CaCO_3 . В результаті хімічної реакції :



отримуємо вуглекислий газ CO_2 та пари вологи H_2O . Рахзом з киснем O_2 та азотом N_2 з повітря, що містяться в об'ємі колби, утворюється дослідний газ, що імітує продукти згорання природнього газу.

Пробу газу прокачується до мірної бюретки газоаналізатора шляхом опускання напірної колби 6. Триходовий кран при цьому повинен перебувати в положенні 6 (рисунок. 7.2). Завдяки розрідженню, що створюється в розподільчій гребінці і мірній бюретці газу з колби прямуватимуть в бюретку . Для аналізу відбирається проба 100 см^3 газів. Рекомендується відбирати в бюретку більшу кількість газів (тобто підвести рівень води нижче нульової позначки) , а надлишок потім витіснити в атмосферу. Для цього, піднявши напірну склянку, треба прикласти її до

корпусу приладу таким чином , щоб поєдналися рівні в бюретці і склянці. Потім, відкривши кран 10 повільно підняти склянку і довести рівень в бюретці до нульової позначки , рахуючи по нижньому меніску . Опустити склянку неможна, бо станеться підсмоктування повітря з крана 10 в бюретку, що спотворить результати вимірювань.

Вміст у газах RO_2 (CO_2) визначається шляхом пропуску проби газу через ємність з лугом. Для цього відкрити кран 8 на посудині 4 з розчином КОН. Потім, повільно піднімаючи і опускаючи напірну склянку, прокачати пробу газу через судину. При цьому потрібно стежити за тим , щоб при підніманні склянки рівень води в бюретці не переходив за верхню позначку і вода не потрапляла в розподільну гребінку і посудину з реактивом , а рівень розчину КОН не опускався занадто низько в посудині, заповненій скляними трубками , що може призвести до проскакування бульбашок газу з поглинаючої судини в атмосферу; при опусканні склянки рівень реактиву не піднімався вище верхньої позначки поглинаючої судини і реактив не потрапляв в кран , розподільну гребінку і бюретку .

Всього потрібно провести 5-6 прокачувань. Потім необхідно підвести рівень реактиву точно до верхньої позначки і закрити кран 8. Поєднавши рівні в бюретці і склянці, відрахувати, якому діленню шкали відповідає рівень. Тим самим фіксується кількість поглиненого RO_2 (CO_2), потрібно провести ще 1-2 контрольних прокачування. Якщо контрольний відлік не дає ніяких змін поглиненого обсягу, треба вважати аналіз закінченим і записати його результати.

Вміст у газах O_2 визначається шляхом пропуску проби газу скрізь об'єм з пірогаллоном . Для цього відкрити кран 9 судини з лужним розчином пірогаллона і провести аналіз за описаним вище методом . З метою зручності відліків після аналізу на вміст O_2 записують загальний обсяг поглинених $RO_2 + O_2$. Розчин пірогаллової кислоти крім O_2 поглинає також і RO_2 . Тому необхідно строго дотримуватися послідовного

аналізу : спочатку газу пропускаються через посудину з КОН , і тільки після поглинання RO_2 пропускаються через посудину з пірогаллоном .

Після закінчення аналізів потрібно , відкривши кран 10 і піднявши напірну склянку, витіснити залишки газів в атмосферу, довести рівень води в бюретці до верхньої позначки і закрити кран 10 . Потім апарат буде підготовлений для відбору нової проби .

Таблиця 7.1

№ п/п	Витрата повітря V_6 , м ³ /с	Показання реометрів (паливо) V_T , м ³ /с	RO_2 , %	$RO_2 + O_2$, %

7.4. Обробка результатів вимірювань

Визначення коефіцієнтів надлишку повітря

Визначення α за результатами газового аналізу. Процентний вміст трьохатомних газів і кисню в продуктах згоряння (з табл. 7.1) підставляють у формулу (7.6).

Звіт про лабораторну роботу повинен містити схему і опис лабораторної установки і принципу дії, а також схему газоаналізатору Орса-Фішера, результати обробки даних вимірювань.