

АЕРОПОРТИ ТА ЇХ ІНФРАСТРУКТУРА

УДК 621.06.03.532.528

В.В. Єфіменко, асист.,
С.В. Іванов, д-р хім. наук, проф.,
В.Ф. Новікова, канд., техн. наук, доц.,
О.В. Полякова, асист.

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ РОЗЧИНЕНИХ ГАЗІВ У НАФТОПРОДУКТАХ

Розглянуто питання розчинності повітря в реактивних паливах, його вплив на роботу паливної системи, розрахункові і експериментальні методи визначення кисню і азоту в паливах, фактори, що впливають на процес розчинності. Розроблено методику хроматографічного визначення вмісту розчинених газів. Наведено схему для введення проб до хроматографічної колонки.

Нафтопродукти, як і будь-які рідини, мають властивість розчиняти в собі гази. Явище розчинення є результатом дифузії повітря, що знаходиться в надпаливному просторі, тому розчинені гази містяться в стані рівноваги з надпаливною атмосферою. У нормальних умовах кількість розчиненого повітря в паливі марок РТ, ТС-1 може досягати 16–18 % об.

Розчинення газів відбувається наступним чином. Тепловий рух молекул палива і повітря призводить до того, що крізь межу паливо-повітря проходять і молекули повітря, і молекули палива. Проникнення молекул газів, що входять до складу повітря, в паливо і подальша дифузія їх по всьому об'єму – це розчинення повітря в паливі.

Звичайно, частина молекул газу, що вже проникла в паливо, виходить з нього внаслідок того ж теплового руху. Але поки кількість молекул у паливі незначне, з нього їх виходить менша кількість, ніж потрапляє зворотню, тобто продовжується розчинення повітря. Коли, нарешті, кількість молекул газу у рідині стане настільки великою, що за одиницю часу стільки ж молекул газу встигає вийти з неї, такий стан розчину називають насиченим. У такому випадку рідина знаходиться в рівновазі з газом.

Зрівноважену розчинність газів у паливах виражають коефіцієнтами Бунзена, Рауля, Генрі та ін. Коефіцієнт Бунзена характеризує об'єм газу, зведений до нормальних умов, що розчиняється в 1 м³ палива:

$$\alpha_b = \frac{V_0}{V_p} = \frac{V_r P_r 273}{V_p (273 + t)(P - P_H)}$$

де V_0 – об'єм розчиненого газу, м³; V_p – об'єм палива при температурі насичення, м³; V_r – об'єм розчиненого газу, виміряний при температурі насичення, м³; P_r – тиск газу, Па; P – тиск у резервуарі, в якому проходить насичення палива газом, Па; P_H – тиск насиченої пари, Па; $P - P_H$ – парціальний тиск газу, Па.

Для повітря коефіцієнт Бунзена може бути визначений за формулою:

$$\alpha_b = \frac{0,8577}{0,1733 + \rho_{20} 10^{-3}} = 0,7075,$$

де ρ_{20} – густина палива при температурі 20 °С, кг/м³.

Коефіцієнти розчинності Бунзена для повітря, азоту і кисню пов'язані між собою співвідношенням:

$$\alpha_b = 0,791\alpha_{N_2} + 0,209\alpha_{O_2} = 1,125\alpha_{N_2}.$$

Це дає змогу наближено визначити вміст розчиненого повітря в паливах при нормальних умовах [1].

При зберіганні нафтопродуктів за рахунок зміни тиску і температури кількість розчинених газів може значно змінюватися, викликаючи зміну властивостей палив. Тому важливим питанням є розроблення методики визначення вмісту розчинених у паливі газів, що перебувають в умовах, відмінних від нормальних (температура 0, тиск 101,3 кПа).

Для визначення вмісту розчинених у паливі газів розроблений хроматографічний метод, суть якого полягає в тому, що виділення розчинених у рідині газів здійснюється шляхом продувки її газом-носієм у пробовідбирачу з наступним розділенням утвореної суміші на хроматографі з детектором по теплопровідності, що дозволяє провести аналіз розчинених газів за 1,5–2 хв.

Для цього хроматограф обладнають додатковим пристроєм, що приєднують до колонок в газову лінію (рис. 1).

Перед початком аналізу газ-носії пропускають по байпасній лінії 3, 5, 6 (рис. 2). При цьому короткозамкнену лінію перекривають у точці 4. Шприцом об'ємом 5 см³ відбирають 1 см³ проби палива і перекривають байпасну лінію в точках 3, 5. Короткозамкнену лінію відкривають у точці 4. Голкою, з'єднаною зі шприцом 1 і зігнутою під кутом 90°, проколюють мембрану так, щоб шприц був у верхньому вертикальному положенні, для вирівнювання тиску в дозувальному об'ємі і шприці. Після цього шприц повертають у горизонтальне положення і витримують протягом 1 хв, інтенсивно струшуючи, для виділення розчинених газів і їхнього перемішування з газом-носієм. Лінію перекривають в точці 4 і відкривають байпасну лінію в точці 5, повертаючи шприц у нижнє положення. Газову фазу 2 шприца подають у трубку 6 і відкривають лінію в точці 3. Проба газу захоплюється газом-носієм та спрямовується на колонки для аналізу. Після виписування піків на регістраторі визначають концентрацію розчиненого кисню і азоту, попередньо провівши тарування хроматографа по цим газам.

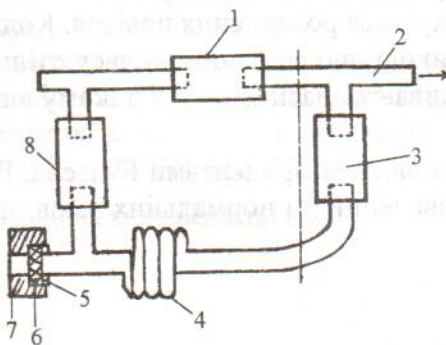


Рис. 1. Пристрій для введення проб газів у хроматограф:
1, 3, 8 – трубки з вакуумної гуми; 2 – мідна трубка; 4 – трубка з дозованим об'ємом газу-носія; 5 – штуцер для введення проби; 6 – гумова мембрана; 7 – накидна гайка

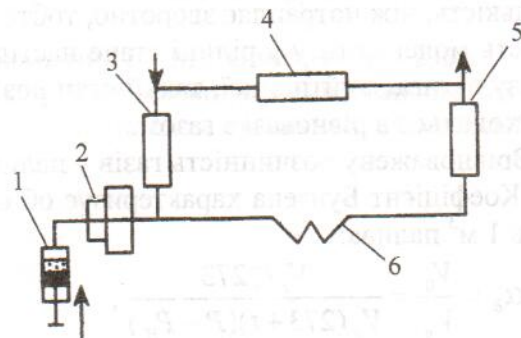


Рис. 2. Схема введення газової проби у хроматограф:
1 – шприц; 2 – штуцер для введення проби; 3, 4, 5 – трубки з вакуумної гуми; 6 – трубки з дозованим об'ємом газу-носія

Як показали результати досліджень, при температурі 20° С і тиску 101,3 кПа, розчинність повітря в паливах залежить від їхньої густини, поверхневого натягу, в'язкості, температури, тиску та інших факторів (див. таблицю).

Для оцінки надійності паливних систем літаків важливе значення має процес виділення розчиненого газу з палив в умовах польоту, коли спостерігається вібрація конструкції літака.

Розчинність у паливі кисню, азоту та інертних газів, що є компонентами повітря, – різна. У реактивному паливі при 15,5° С коефіцієнт розчинення кисню дорівнює 0,0285, азоту – 0,0157. Внаслідок цього кисень розчиняється в паливі в більшій пропорції, ніж є його в повітрі. Об'ємне співвідношення азоту до кисню складає 2,07:1, тоді як у повітрі воно дорівнює 3,76:1. Це збільшує вибухонебезпечність сумішей повітря з випаром палива.

Залежність розчинності повітря в паливі від його властивостей

Густина, кг/м	В'язкість, ст	Поверхневий натяг	Розчинність повітря
882	898	29,3	7,75
880	368	29,5	9,05
870	17,5	26,8	9,7
780	1,67	23,4	17,2
723	0,63	18,4	22,8

При наборі висоти маса розчиненого повітря у паливі зменшується пропорційно зниженню тиску в паливних баках. Об'єм газу, що виділяється, достатньо великий і може досягти декілька сот метрів на тисячу літрів палива. У результаті цього спостерігається короточасне закипання палива, що супроводжується кавітацією і коливанням тиску в паливопроводах. Це призводить до порушення роботи паливної апаратури, зменшення подачі палива, утворення парових пробок і зупинки двигуна [2].

Отже, визначення вмісту розчинених газів хроматографічним методом з наступною дегазацією дозволить підвищити експлуатаційні властивості реактивних палив.

Список літератури

1. Дубовкин Н.Ф. Физико-химические и эксплуатационные свойства реактивных топлив. – М.: Химия, 1985. – 238 с.
2. Береговой А.Н., Сфименко В.В. Влияние растворенного в топливе воздуха на работу топливного насоса // Исследование эксплуатационных свойств авиаГСМ и спецжидкостей: Сб. науч. тр. – К.: КИИГА, 1985. – С. 38–42.

Стаття надійшла до редакції 29. 05. 02.

УДК 662.75.004.12(045)

С.В. Бойченко, канд. техн. наук,
О.М. Береговой, інж.,
Л.А. Федорович, студ.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БАРБОТАЖУ НА ВТРАТИ ПАЛИВА В БАКАХ ЛІТАКА

Розглянуто результати досліджень втрат палива від випаровування в динамічних умовах, спеціальний пристрій барботажу палива для імітування перекачування палива в паливній системі та дослідження втрат від випаровування в цих умовах.

На теперішній час встановлено, що питомі втрати палива для реактивних двигунів складають приблизно $28,9 \text{ кг/м}^3$, при цьому основні втрати (94 %) виникають на етапі набору висоти, а інші (6 %) – на етапі горизонтального польоту [1; 2]. Для дослідження втрат авіаційних палив від випаровування в умовах польоту літака [3; 4; 5], оцінки втрат палива при імітації перекачування палива між баками літака в процесі польоту й еволюціях польоту був створений прилад, на якому про втрати палива можна судити за зменшеннями об'єму палива, що продувається (рис. 1).

Конструктивно прилад складається зі скляного циліндра 2 з ущільненням 1 для розташування в ньому випробуваного палива, поршня 4, що переміщається всередині циліндра 2, штока 3, закріпленого на поршні, подовжного вирізу для спостереження мірної трубки, мірної трубки 5 (1 мл палива заповнює трубку на висоту 110 мм), сатуратора 6, через який здійснюється продувка палива повітрям.