Лабораторна робота № 3.
Визначення втрат теплоти з відпрацьованими газами двигуна внутрішнього згоряння

Мета роботи: експериментальне визначення витрат теплоти поршневого двигуна внутрішнього згоряння з відпрацьованими газами на різних режимах його роботи.

Обладнання: двигун M10 BMW, пірометр лазерний GM300 (-50+380°C), витратомір газів, термометр 0±150°C, витратомір палива, терези, набір гирьок, тестер автомобільний, секундомір.

Параметри ,що змінюються: режим роботи двигуна (холостий хід середні оберти, 0,8 від максимальних обертів колінчастого вала); кут випередження запалювання (номінальний, раніший за номінальний на 5°, пізніший за номінальний на 5 °).

Теоретичні відомості

Теплота, що виділяється при горінні палива, не може бути повністю трансформована в корисну роботу, оскільки відповідно до другого закону термодинаміки частина теплоти неминуче має бути віддана холодному джерелу. Витрачання теплоти згорання палива, внесеного до двигуна за певний період, на корисну роботу і різні втрати характеризується тепловим балансом. Складові члени теплового балансу можуть бути вказані в теплових одиницях (МДж) на одиницю часу роботи двигуна або у відсотках по відношенню до всієї кількості теплоти палива.

Рівняння теплового балансу в загальному вигляді:

$$Q0 = Qe + \Sigma Q_{втр} = Qe + Qox. + Qв.г. + Qм + Qн.зг + Qзал. ,$$

де: i=1

Q0 - кількість теплоти,підведена з паливом;

Qe – ефективна теплота;

Qox. – теплота, відведена в систему охолодження;

Qв.г – кількість теплоти, яка відводиться відпрацьованими газами;

Qм – кількість теплоти, яка віддається масляній системі;

Qн.зг – кількість теплоти,яка відповідає теоретичній неповноті згорання палива;

Qзал. – інші теплові втрати.

Кількіть теплоти Qв.г , яка відводиться з відпрацьованими газами, визначається за допомогою калориметра або розраховується по різниці тепловмісткості відпрацьваних газів і свіжого заряду з врахуванням теплоти, внесеної з паливом,

$$Q_{о.г} = \left[M_2 I \Big|_{о}^{T_{о.г}} - M_1 I \Big|_{о}^{T_{о}} - c_{т\,о\,п} T_{о} \right] G_{т}$$

тобто

де M_2 і M_1 - кількість кіломолей відповідно продуктів згорання і свіжого заряду, що приходиться на 1 кг палива ; Тв.г і То – температури відповідно відпрацьованих газів і свіжого заряду; стоп – теплоєкість палива; Gт – годинна витрата палива.

При вираженні складових теплового баланса у відсотках маємо

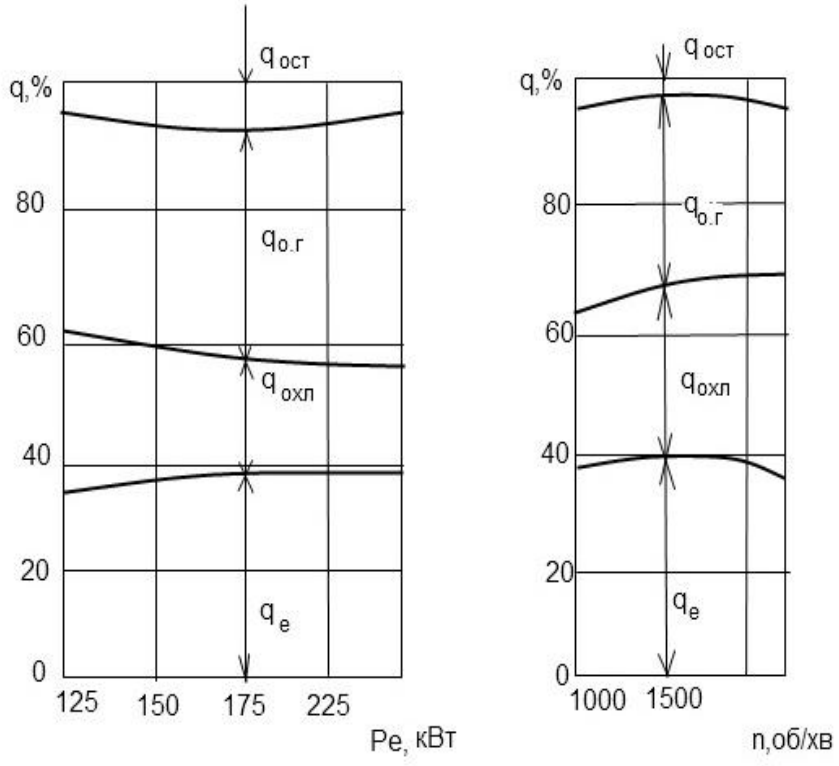
qe + qox. + qв.г + qм + qн.зг +qзал = 100%,

де: qe = (Qв/Qo)100%; qox = (Qox/Qo) 100%

На рис.1 приведена залежність теплоти відпрацьовних газів від навантаження и частоти обертання колінчастого вала для карбюраторного двигуна .

Рис.1а показує зміни по характеристиці навантаження.

Зі збільшенням частоти обертання для карбюраторного двигуна (рис.1б) теплота відпрацьованих газів значно збільшується.



а) б)

Рис.1.Зміна теплоти відпрацьованих газів у відсотках:
Карбюраторний двигун – 35-50%
Дизель: без наддуву – 25-45% з наддувом – 25-40%.

Вплив відпрацьованих газів на навколишнє середовище

До складу відпрацьованих газів автомобіля входять такі шкідливі речовини (окис вуглецю, азоту, різні вуглеводні, сірчаний газ, з'єднання свинцю, сажа), які шкідливо впливають на здоров'я людини, послаблюючи здатність крові постачати організму кисень, що впливає на сприйняття навколишнього світу, реакцію, викликає млявість. У результаті неповного згоряння палива виникають частинки сажі, які при вдиханні з повітрям глибоко проникають у легені і провокують респіраторні захворювання, бронхіт та астму.

Порядок виконання роботи

1. Перевірити готовність механізмів і систем двигуна до роботи.
2. Записати значення температури у випускному тракті двигуна; покажчиків витратомірів газів та палива.
3. Запустити двигун і включити секундомір.

4. Через кожні 30 сек роботидвигуна на режимі прогрівання фіксувати значення температури, покажчиків витратомірів відпрацьованих газів і палива та температури охолоджувальної рідини.
5. Зафіксувати час від запуску двигуна до стабілізації температури оходжувальної рідини,витрату газів та палива.
6. Підключити тестер автомобільний до системи запалювання двигуна в режимі вимірювання частоти обертання колінчастого вала. Зафіксувати початкові значення температури, покажчиків витратомірів газів і палива.
7. Запустити двигун, дати йому попрацювати 5хв в режимі холостого ходу і заглушити. Записати значення виміряних параметрів.
8. Запустити двигун і дати йому попрацювати при частоті обертання колінчастого валу 1800 об/хв на протязі 5 хв, зафіксувати значення температури газів. Заглушити двигун і записати значення покажчиків витратомірів відпрацьованих газів і палива.
9. Запустити двигун і дати йому попрацювати при частоті обертання колінчастого валу 2800 бо/хв на протязі 5хв, зафіксувати значення температури відпрацьованих газів. Заглушити двигун і записати значення покажчиків витратомірів відпрацьованих газів і палива.
10. Обчислити кількість теплоти, яка відводиться з відпрацьованими газами на різних режимах роботи двигуна (за пп 7,8,9) та її частку в тепловому балансі.
11. Побудувати графік зміни в часі температури відпрацьованих газів в процесі прогріву двигуна Tr=f(t).
12. Проаналізувати результати досліджень і зробити відповідні висновки.

Контрольні запитання:

1. Як визначити експериментально кількість теплоти, відведеної від двигуна з відпрацьованими газами? Навести схему установки.
2. Як визначити аналітично кількість теплоти, відведеної від двигуна з відпрацьованими газами?
3. Як залежить величина втрат тепла через систему випуску відпрацьованих газів від режиму роботи двигуна?
4. Поясніть особливості графічної залежності Tr=f(t) на режимі прогріву двигуна.
5. Як залежить кількість теплоти, відведеної від двигуна з відпрацьованими газами, від витрати палива?