

УДК 629.015

Є.Г.Опанасюк, Д.Б.Бегерський, О.Є.Опанасюк.
Житомирський державний технологічний університет
ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ ДВИГУНА З РЕГУЛЬОВАНИМ ТИСКОМ
ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ

В статті наведено аналіз впливу показників процесу випуску відпрацьованих газів на параметри роботи двигуна. Запропоновано спосіб зміни параметрів роботи двигуна зміною тиску у випускній системі. Представлено результати експериментальних досліджень впливу тиску у випускній системі двигуна на показники його роботи.

Ключові слова: *двигун внутрішнього згорання, процес випуску, випускна система, тиск наприкінці процесу випуску, коефіцієнт залишкових газів, коефіцієнт наповнення.*

Е.Г.Опанасюк, Д.Б.Бегерский, А.Е.Опанасюк
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ ИЗМЕНЕНИЕМ
ДАВЛЕНИЯ В ВЫПУСКНОЙ СИСТЕМЕ

В статье проведено анализ влияния показателей процесса выпуска отработавших газов на параметры работы двигателя. Предложено способ изменения показателей работы двигателя изменением давления в выпускной системе. Представлено результаты экспериментальных исследований влияния давления в выпускной системе двигателя на показатели его работы.

Ключевые слова: *двигатель внутреннего сгорания, процесс выпуска, выпускная система, давление в конце процесса выпуска, коэффициент остаточных газов, коэффициент наполнения.*

Е.Опанасюк, D.Begersky, O.Опанасюк
AN INCREASE OF EFFICIENCY OF THRUSTER-ON THE CHANGE OF PRESSURE
IS IN THE FINAL SYSTEM

In the article the analysis influence's of indexes process of issue workings gases is conducted on the parameters of thruster-on. The method of povyscheniya efficiency of thruster-on the change of pressure is offered in the final system. The results of experimental researches of influence pressure in the final system of engine are presented on the indexes of his work.

Keywords: *internal combustion engine, process of issue, final system, pressure at the end of process of issue, coefficient of remaining gases, coefficient of filling.*

Постановка проблеми. Як відомо за рахунок втрат у випускній системі двигуна втрачається до 12% потужності [1, 2]. Таким чином при зміні параметрів процесу випуску можна значно покращити ефективність роботи двигуна. На даний час дана задача вирішується зміною конструкції випускної системи (встановлення прямооточних глушників) та зміною характеристик процесів газообміну [2]. В першому випадку змінюється опір випускної системи, а отже і тиск наприкінці процесу випуску. Проте це призводить до збільшення шумності роботи двигуна, а отже зміна опору випускної системи можлива лише в певному, вузькому діапазоні, що обумовлено необхідністю забезпечення нормативних значень шумності.

Характеристики процесів газообміну змінюють використанням систем наддуву. Проте використання наддуву також не вирішує проблеми зменшення втрат потужності у випускній системі двигуна. Система наддуву дозволяє підвищити ефективність роботи двигуна за рахунок зміни параметрів процесу впуску. Проте така система не зменшує опір випускної системи, а отже вона не зменшує і втрати у випускній системі.

З наведених даних можна зробити висновок про те, що проблема зменшення тиску у випускній системі з метою підвищення ефективності роботи двигуна, є актуальною.

Вплив тиску залишкових газів на коефіцієнт залишкових газів.

Величина коефіцієнту залишкових газів γ_r характеризує якість очистки циліндра від продуктів згорання. Зі збільшенням кількості залишкових газів зменшується кількість свіжого заряду, що надходить в циліндр двигуна в процесі впуску.

У чотиритактних двигунах величина γ_r залежить від міри стиску, параметрів робочого тіла вкінці впуску, частоти обертання та інших факторів.

Коефіцієнт залишкових газів γ_r визначається за формулою [3]:

$$\gamma_r = \frac{T_k + \Delta T}{T_r} \cdot \frac{P_r}{\varepsilon \cdot P_a - P_r},$$

де: ΔT - температура підігріву свіжого заряду; ε - міра стиску; P_r - тиск наприкінці випуску; P_a - тиск наприкінці впуску.

В циліндрі двигуна перед початком процесу наповнення завжди знаходиться деяка кількість залишкових газів, що знаходиться в об'ємі V_C камери згоряння. Величина тиску залишкових газів встановлюється в залежності від числа і розташування клапанів, опорів впускного і випускного трактів, фаз газорозподілу, характеру наддуву, швидкохідності двигуна, навантаження, системи охолодження та інших факторів.

Проаналізувавши залежність коефіцієнту залишкових газів від тиску залишкових газів (рис. 1) можна зробити висновок, що збільшення тиску залишкових газів призводить до збільшення коефіцієнту залишкових газів.

Вплив тиску в кінці процесу випуску на коефіцієнт наповнювання.

Найбільш важливою величиною, що характеризує процес випуску, є коефіцієнт наповнення, що представляє собою відношення дійсної кількості свіжого заряду, що поступила до циліндра, до тієї кількості, що могла б вміститися у робочому об'ємі циліндра за умови, що температура і тиск в ньому рівні температурі і тиску середовища, з якого поступає свіжий заряд. Величина коефіцієнта наповнення в основному залежить від тактності двигуна, його швидкохідності і досконалості системи газорозподілу.

Коефіцієнт наповнення визначається за формулою [3]:

$$\eta_v = \frac{T_k}{T_k + \Delta T} \cdot \frac{1}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{1}{P_k} \cdot (\varepsilon P_a - P_r);$$

Залежність коефіцієнта наповнення від тиску наприкінці процесу випуску показано на рис. 2.

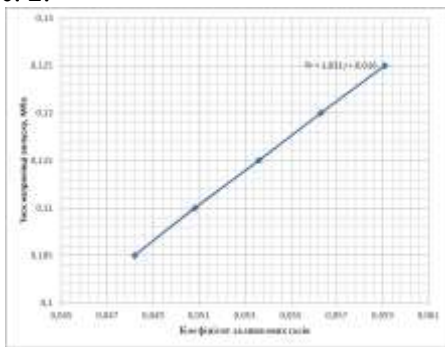


Рис. 1. Залежність коефіцієнту залишкових газів від тиску наприкінці випуску

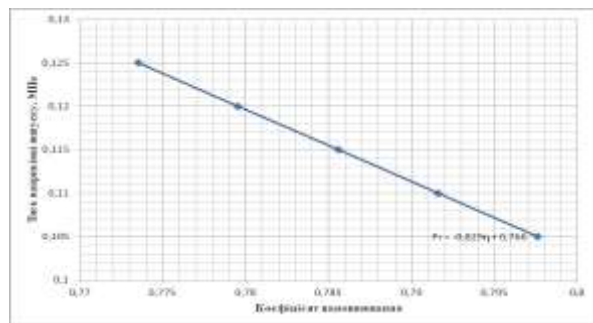


Рис. 2. Залежність коефіцієнту наповнювання від тиску наприкінці випуску

Експериментальні дослідження впливу тиску у випускній системі двигуна на показники його роботи

Нами були проведені дослідження впливу тиску в системі випуску відпрацьованих газів на частоту обертання колінчастого вала бензинового двигуна на холостому ході, середніх (30-40% від n_N) та високих обертах (60-70% від n_N). Зовнішній вигляд експериментальної установки показано на рис. 3.



Рис. 3. Зовнішній вигляд

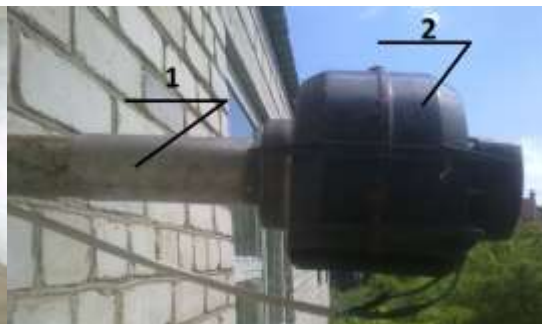


Рис. 4. Вентилятор системи опалення

експериментальної установки.

автомобіля ВАЗ – 2199, під'єднаний до
випускної системи досліджуваного двигуна

Для досліджень було використано чотирьохтактний, чотирьохциліндровий, рядний двигун М – 10 автомобіля BMW 316, характеристики якого наведено в табл. 1

Таблиця 1.

Технічна характеристика двигуна автомобіля « BMW 316»

| Характеристики | Числові значення |
|--|------------------|
| Міра стиску | 9,5 |
| Номінальна потужність кВт (к.с) при частоті обертання колінчастого валу 5800 об/хв | 66 (90) |
| Максимальний крутний момент Н·м при частоті обертання колінчастого валу 4000 об/хв | 125 |

Для зміни тиску у випускній системі двигуна було використано вентилятор системи опалення автомобіля ВАЗ – 2199, який було під'єднано до випускної системи (рис. 4). Тиск було виміряно в трьох точках системи випуску відпрацьованих газів двигуна: 1) після випускного колектора; 2) після резонатора; 3) після глушника. Виміри проводилися на різних частотах обертання колінчастого валу двигуна.

Виміри було проведено за допомогою приладу (рис. 5.), що складається з двох скляних трубок та вимірювальної шкали. Скляні трубки заповнюються водою і одна з них з'єднується з вимірюваною точкою за допомогою гнучкого шланга. Різниця між висотами водяних стовпів в кожній зі скляних трубок і буде показувати величину тиску в мм водяного стовпа, що неважко перевести в будь – яку іншу одиницю тиску.

Для вимірювання частоти обертання колінчастого валу двигуна було використано датчик Холла SS413A фірми – виробника Honeywell (рис. 6).



Рис. 5. Пристрій для вимірювання тиску у випускній системі двигуна.



Рис. 6. Пристрій для вимірювання частоти обертання колінчастого валу двигуна.

Для обробки та збереження інформації від датчика частоти обертання колінчастого валу двигуна було розроблено спеціалізований модуль на базі мікроконтролера ATmega16 фірми Atmel (рис. 7).



Рис. 7. Модуль програмно-апаратного комплексу для дослідження характеристик двигуна внутрішнього згоряння на основі МК ATmega16

Результати вимірювань тиску у випускній системі двигуна занесені до табл. 2.

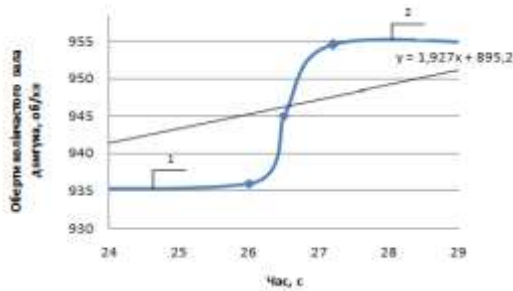
Таблиця 2.

Значення тиску кінця випуску

| № п/п. Точки , що досліджується | Застосування вентилятора | Тиск при холостому ході, мм.вод.ст. | Тиск при середніх обертах, мм.вод.ст. | Тиск при високих обертах, мм.вод.ст. |
|------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | - | 65 | 110 | 210 |
| | + | 55(p) | 5 | 130 |
| 2 | - | 20 | 50 | 190 |
| | + | 65(p) | 65(p) | 110 |
| 3 | - | 2 | 1 | 2 |
| | + | 2(p) | 1(p) | 2(p) |

*(p) – означає, що виникло розрідження

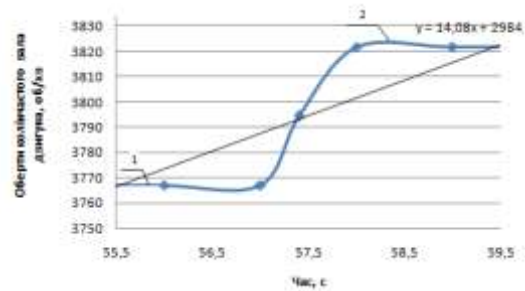
На рис. 8, 9 представлені результати проведених досліджень з впливу тиску у системі відпрацьованих газів бензинового двигуна внутрішнього згорання на частоту обертання колінчастого вала.



1: P = 636,4 Па

2: P = 532,46 Па (створилося розрідження)

Рис. 8. Залежність зміни частоти обертання колінчастого вала двигуна від зміни тиску на холостому ході



1: P = 2036,4 Па

2: P = 1272,7 Па

Рис. 9. Залежності зміни частоти обертання колінчастого вала двигуна від зміни тиску на високих обертах.

З отриманих результатів видно, що зменшення тиску у системі випуску відпрацьованих газів бензинового двигуна внутрішнього згорання сприяє підвищенню частоти обертання колінчастого вала двигуна. Так як зв'язок величини тиску кінця випуску з величиною коефіцієнту наповнювання та величиною коефіцієнту залишкових обернено пропорційний, то можна стверджувати, що зниження величини тиску кінця випуску сприяє збільшенню величини індикаторної потужності двигуна.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналітичне дослідження впливу параметрів газообміну на потужнісні характеристики двигуна внутрішнього згорання: при підвищенні міри стиску з 6 до 10,5 коефіцієнт наповнювання зростає на 3,5-4 % а коефіцієнт залишкових газів знижується на 40-50 %; зниження тиску наприкінці випуску P_p з 0,125 МПа до 0,105 МПа призводить до зниження коефіцієнта залишкових газів на 15-18 % і зростання коефіцієнта наповнювання на 3-3,4 %.

2. Створено експериментальну установку для вивчення впливу параметрів процесу випуску на показники роботи двигуна.

3. Проведено експериментальне дослідження впливу параметрів процесу випуску на показники роботи двигуна.

4. Проведено обробку та аналіз експериментального дослідження, в ході якого підтверджено, що зниження величини тиску кінця випуску сприяє збільшенню величини ефективної потужності двигуна.

1. А. И. Колчин. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. В. П. Демидов: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш. Школа, 1980. – 400с., ил.
2. А.С. Орлин. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей. М.Г. Круглов / Под ред.. М.:Машиностроение, 1983.
3. Ф.І. Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов, І.І. Тимченко. Автомобільні двигуни: Підручник. – 3-те видання. – К.: Арістей, 2001. – 476с.

Стаття надійшла до редакції 02.05.2014.