

УДК 621.43-543.3

СИРОТА О.В., к.т.н. (НТУ, м. Київ)

Визначення похибки вимірювань при дослідженнях індикаторних показників ДВЗ

Вступ

При проведенні випробувань двигуна велике значення має відповідність отриманих результатів дійсним, обумовленим технічною характеристикою двигуна і особливостями даного режиму роботи. Під час проведення експерименту неминуче виникають похибки і неточності при фіксації параметрів, що досліджуються. Наявність похибки обумовлена декількома факторами, основні з яких недосконалість вимірювальної апаратури гальмівного стенду, точність витримування режиму роботи об'єкту, метод вимірювання параметрів, в деяких випадках порушення синхронізації фіксації даних, наявність неоднорідності ряду послідовних величин в швидкоплинних процесах, електричні аномалії при записуванні осцилограм та багато інших. При опрацюванні результатів досліджень і знаходженні розрахункових параметрів величина похибки зростає і достовірність результатів експерименту знижується.

Постановка задачі

Наявність вищезазначених похибок ставить перед дослідником задачу мінімізувати вплив негативних факторів, які погіршують достовірність результатів випробувань і отримати при експерименті величини якомога ближчі до дійсних.

Основний матеріал

Для визначення можливої похибки

індикаторних діаграм при індицируванні двигуна було знято ряд фрагментів, які включають тридцять осцилограм роботи двигуна в режимі холостого ходу при частоті обертання 800 хв^{-1} . Для уникнення впливу зовнішніх факторів, таких як температура і тиск навколишнього середовища на результати експерименту, випробування двигуна проводились протягом одного дня. Під час проведення експерименту температура в системі охолодження підтримувалась в межах робочого діапазону температур, які характерні для роботи двигуна. Тиск в паливній рампі, тиск оливи, кут випередження запалювання та інші параметри роботи двигуна залишались незмінними. Для запису кожної осцилограми виконувався окремий запуск двигуна і встановлювався ідентичний кут відкриття дросельної заслінки.

Осцилограма тиску в режимі холостого ходу характеризується певною нерівномірністю максимального тиску в різних циклах. На рис.1. показано один з фрагментів отриманих в експерименті осцилограм.

Для досліджень взято десять ідентичних фрагментів осцилограм, визначених в режимі холостого ходу. На першому етапі для кожного фрагменту визначено середній максимальний тиск, який є середнім арифметичним максимальних тисків всіх циклів даного фрагменту осцилограм, *бар*.

$$p_{\text{кр ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n}, \quad (1)$$

де $p_{k\text{ ср}}$ – середній максимальний тиск k -го осцилограм тиску, бар;

p_i – максимальний тиск i -го циклу, бар;

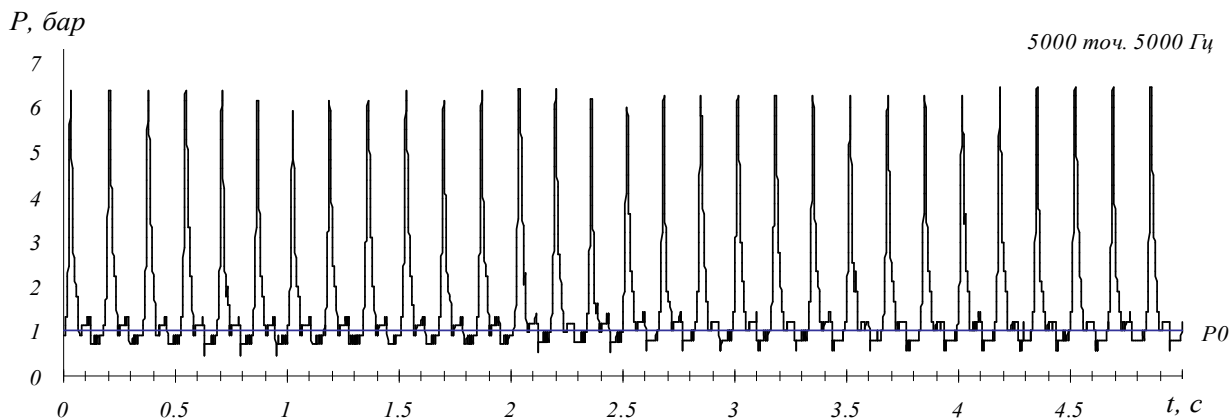


Рис. 1. Фрагмент осцилограми тиску в циліндрі, визначений в режимі холостого ходу двигуна

Середнє арифметичне значення тиску є найбільш близькою величиною до дійсної в окремо взятому фрагменті осцилограм. В таблиці 1 наведено результати розрахунку для десяти фрагментів осцилограм середнього максимального тиску.

Таблиця 1.

Середні значення тиску осцилограм	
№	$P_{k\text{ ср}}$, бар
1	6.41886
2	6.253447
3	6.3843
4	6.254513
5	6.2245
6	6.223693
7	5.994887
8	6.263747
9	6.273353
10	6.263453

На другому етапі за розрахованим середнім максимальним тиском в кожній з серій однотипних осцилограм, записаних при однакових параметрах роботи експериментальної установки знаходимо середнє арифметичне значення тиску набору серій осцилограм[1]:

$$p_{\text{ср}} = \frac{\sum_{k=1}^m P_{k\text{ ср}}}{m}, \quad (2)$$

де $p_{\text{ср}}$ – середній максимальний тиск, бар;

m - кількість фрагментів (серій) осцилограм, що визначаються;

Для даного набору фрагментів осцилограм $p_{\text{ср}} = 6.255475$ бар.

За середнім арифметичним максимального тиску серії осцилограм в “m” фрагментах визначаємо середньоквадратичну абсолютну похибку максимального тиску, бар:

$$\sigma_x = \pm \sqrt{\frac{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \dots + \varepsilon_m^2}{i(i-1)}}, \quad (3)$$

де $\varepsilon_1 = p_{k\text{ ср}} - p_1$; $\varepsilon_2 = p_{k\text{ ср}} - p_2 \dots$
 $\varepsilon_m = p_{k\text{ ср}} - p_m$ - відхилення середніх максимальних тисків в окремих фрагментах осцилограм від середнього арифметичного для всіх фрагментів. В результаті отримуємо величину середньоквадратичної абсолютної похибки $\sigma_x = \pm 0,03553$ бар.

Найбільш вірогідна абсолютна похибка середнього арифметичного максимальних тисків всіх осцилограм, яка

є частиною середньоквадратичної абсолютної похибки, *бар*:

$$\rho_x = \pm 0,6745 \cdot \sigma_x, \quad (4)$$

Для даного набору фрагментів серії осцилограм: $\rho_x = \pm 0,02397$ *бар*.

Середньоквадратична абсолютна похибка σ_x вважається критерієм граничної абсолютної похибки перевищення якої маловірогідне, *бар*:

$$\sigma_{\max} \approx 3\sigma_x, \quad (5)$$

Отримуємо: $\sigma_{\max} \approx \pm 0.10659$ *бар*.

Таким чином значення максимального тиску в режимі холостого ходу дорівнює, *бар*:

$$p = p_{\text{cp}} \pm \rho_x, \quad (6)$$

В даному випадку значення максимального тиску знаходиться в межах:

$$p = 6,255475 \pm 0,02397 \text{ бар.}$$

Відносна похибка розрахована за залежністю:

$$\delta = \pm \frac{\rho_x}{p_{\text{cp}}}, \quad (7)$$

дорівнює $\delta = 0,00383$.

Отримана відносна похибка може бути використана для оцінки осцилограм тиску, записаних в інших швидкісних і навантажувальних режимах роботи двигуна.

Література

1. Гутаревич Ю.Ф., Корпач А.О. Випробування двигунів внутрішнього згоряння: Навчальний посібник. – К. : НТУ, 2002. – 191 с.

Анотації:

В статті описано метод розрахунку похибки експерименту при випробуванні ДВЗ. Визначена величина середньоквадратичної абсолютної похибки, найбільш вірогідна абсолютна похибка та відносна похибка максимального тиску, яка може виникнути при індицируванні двигуна.

Ключові слова: індикаторні показники, похибка вимірювання.

В статті описан метод расчета погрешности эксперимента при испытании ДВС. Определена величина среднеквадратичной абсолютной погрешности, наиболее вероятная абсолютная погрешность и относительная погрешность максимального давления, которая может возникнуть при индицировании двигателя.

Ключевые слова: индикаторные показатели, погрешность измерения.

Article describes the methods for calculation the errors by experiment of ICE. Defined the value of average absolute error, the most probable absolute error and the abundance error of maximum pressure which can be arise by experiment of engine.

Keywords: indicator statements, error of measurement.

