

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПРОЦЕСУ ВІДКЛЮЧЕННЯ ПОРШНЯ В БЕЗШАТУННОМУ ДВИГУНІ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

¹ Придніпровська державна академія будівництва та архітектури;

² Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

Анотація

Запропоновано методику розрахунку процесу відключення циліндрів в безшатунному двигуні внутрішнього згоряння. Модель передбачає можливість диференційовано розглядати вплив на процес спрацьовування механізму відключення циліндрів різних конструктивних та експлуатаційних чинників двигуна.

Ключові слова: модель, відключення циліндрів, процес, параметри, поршень, безшатульний двигун.

Вступ

Максимальна потужність двигуна використовується під час експлуатації автомобіля лише нетривалий час. Основну частину роботи ДВЗ становлять режими холостого ходу і малих навантажень. Водночас максимальна паливна економічність досягається двигуном під час використання 70-80 % своєї потужності, тому на часткових режимах ДВЗ мають так званий недобір економічності. Сутність відключення циліндрів полягає в тому, щоб на часткових режимах виключити з роботи їхню частину, а ті, що залишилися, змусити працювати з більшим навантаженням, тобто на 70-80 % від максимально можливої потужності циліндрів, які залишилися в роботі. Вимкнення циліндрів реалізується за двома напрямками: із зупинкою деталей поршневої групи і без неї [1]. На двигунах класичних схем реалізувати відключення циліндрів шляхом зупинки поршня дуже складно. Одним із можливих конструктивних варіантів двигуна, який дає змогу застосувати механізм відключення циліндрів, є безшатульний ДВЗ, у якому замість звичайного кривошипно-шатунного механізму застосовується кривошипно-кулісний механізм [2].

Метою роботи є розроблення методики розрахунку процесу відключення циліндрів в безшатунному двигуні внутрішнього згоряння.

Результати дослідження

Увесь процес вимкнення поршня розглянуто окремо на двох ділянках руху пальця (рис.1).

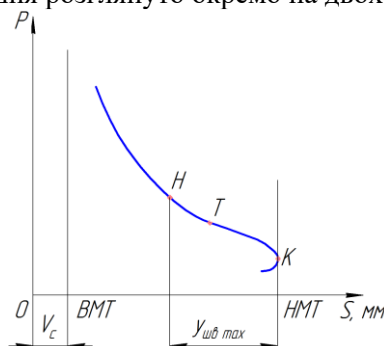


Рис. 1. Розрахункові ділянки процесу відключення поршня

На першій ділянці $H-T$ застосовується кінематика пальця МВЦ, де дається математичний опис руху пальця.

На другій ділянці Т-К використовується друга основна задача динаміки відносного руху матеріальної точки, яка дає змогу знайти кінематичні рівняння руху пальця МВЦ за наявності всіх сил, прикладених до пальця.

Перша ділянка Н-Т:

Переміщення поршня $s(\varphi)$ у момент початку відключення поршня дорівнює

$$S_H = S - y_{шв\max}, \quad (1)$$

де S – повний хід поршня;

$y_{шв\max}$ – максимальне переміщення штока вимикача, яке відповідає переміщенню пальця МВЦ на величину $x_{\max} = 0,5d_{\Pi}$.

$$y_{шв\max} = \frac{d_{\Pi}}{2\operatorname{tg}\beta}. \quad (2)$$

Тут β – кут між висотою і твірною конуса штока-вимикача;

d_{Π} – діаметр пальця вимикача.

Величини d_{Π} та β вибирають із конструктивних міркувань, а також з умов швидкодії МВЦ, міцності та надійності.

Положення точки Н за кутом повороту колінчастого вала знаходимо, беручи до уваги формулу переміщення поршня

$$S_H = R(1 - \cos\varphi_H),$$

звідки, використовуючи залежності (1) і (2), отримаємо

$$\varphi_H = \arccos\left(\frac{d_{\Pi}}{2R\operatorname{tg}\beta} - 1\right) + 360^\circ \quad (3)$$

Друга ділянка Т-К. На цій ділянці палець вимикача переміщується під дією таких сил: R_x , F_1 , F_2 , S_B (див. рис.2.). Початковими умовами для цієї ділянки є переміщення пальця вимикача наприкінці першої ділянки x_t і його швидкість v_m .

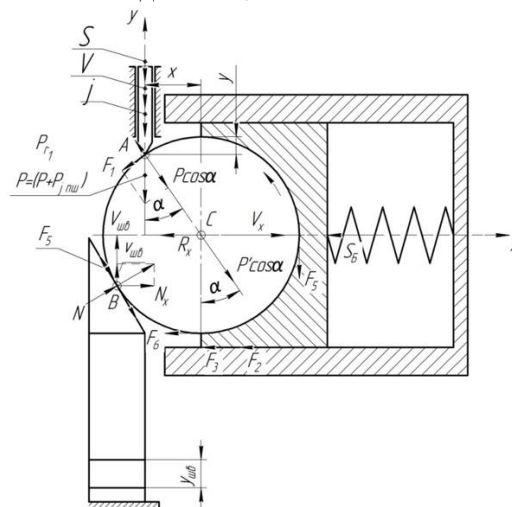


Рис. 2. Схеми до розрахунку процесів вимкнення поршня

Закон руху пальця вимикача під впливом цих сил будемо знаходити на підставі 2-го закону динаміки. Диференціальне рівняння прямолінійного руху має вигляд:

$$m \frac{dv_2}{dt} = m\omega \frac{d}{d\varphi} v_2 = \frac{1}{2} (P_r + P_{nu}) \sin 2\alpha - S_B - F_1 \cos \alpha - F_2. \quad (4)$$

Тут m – маса, приведена до пальця вимикача,

$$m = m_{ne} + m_{no} + \frac{1}{3} m_{np}, \quad (5)$$

де m_{y0} – маса пальця вимикача

$m_{п0}$ – маса напівобойми;

$m_{пр}$ – маса пружини.

Початкові умови: $\varphi = \varphi_T; v_I = v_T; x_I = x_T;$ при $Rx = 0$.

Параметри у кінці відключення: $x_2 = x_K = \frac{d_{II}}{2}$; невідомі – $\varphi = \varphi_K; v_2 = v_K$.

Інтегруючи функцію $v_2(\varphi)$, знаходимо переміщення пальця вимикача x_2 залежно від часу, тобто кута φ повороту колінчастого вала.

Висновки

Представлена математична модель добре моделює робочий процес МВЦ при застосуванні його в безштанному двигуні.

Модель передбачає можливість диференційовано розглядати вплив на процес спрацьовування МВЦ різних конструктивних та експлуатаційних чинників двигуна і механізму, а також вибору їх раціональних величин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Осетров О. О. Визначення кількості та послідовності відключення циліндрів стаціонарного дизель-генератора на експлуатаційних режимах / О. О. Осетров, Є. І. Жуковський // Двигатели внутреннего сгорания. – 2019. – № 1. – С. 73-80.

2. Мищенко Н.И. Нетрадиционные малоразмерные двигатели внутреннего сгорания. В 2-х томах. Т. 1. Теория, разработка и испытание нетрадиционных двигателей внутреннего сгорания. – Донецк: «Лебедь», 1998 – 228 с.

3. Мищенко Н.И., Шляхов В.С., Юрченко Ю.В., Колесникова Т.Н. Деякі результати дослідження відключення циліндрів в автомобільному бензиновому двигуні внутрішнього згоряння // Двигуни внутрішнього згоряння, Харків, - 2014 – 34-36 с.

Колеснікова Тетяна Миколаївна — канд. техн. наук, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Дніпро, e-mail: tnk1403@ukr.net,

Тодоров Владлен Юрійович — студент групи 274-21-1, механіко-машинобудівний факультет, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, e-mail: Todorov.V.Y@nmu.one

Determination of the quantitative content of liquefied gas components

Abstract

A methodology for calculating the process of cylinder shutdown in a rodless internal combustion engine is proposed. The model provides for the possibility of differentiated consideration of the influence of various structural and operational factors of the engine on the process of cylinder shutdown.

Keywords: model, cylinder shutdown, process, parameters, piston, rodless engine.

Kolesnikova Tetiana Mykolaivna - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Machine Operation and Repair, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dnipro, e-mail: tnk1403@ukr.net,

Todorov Vladlen Yuriiovych - student of group 274-21-1, Faculty of Mechanical Engineering, National Technical University "Dnipro Polytechnic", Dnipro, e-mail: Todorov.V.Y@nmu.one