

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ В ЦИКЛІ ОТТО

Михалко Ю.Ю.¹, студент;

Брянцева А.О.¹, студент;

Любименко О.М.¹, к.ф-м.н., доц., e.n.lyubimenko@gmail.com;

Штепа О.А.,¹ к.т.н., доц., o.a.shtepa@gmail.com

¹ *Донецький національний технічний університет, Покровськ, Україна*

Перший газовий двигун у 1876 р., в якому проводився стиск газової суміші, та коли в подальшому відбувається миттєве її згорання був виготовлений німецьким конструктором Н. А. Отто.

У 1879 році капітаном російського флоту О. С. Костовічем був опрацьований та створений перший бензиновий двигун з карбюратором.

В циклі Отто термодинамічно розімкнений ідеальний робочий процес поршневого двигуна внутрішнього згорання виконується однією і тією ж порцією ідеального газу і умовно замикається ізохоричним процесом 4 – 1, де впродовж якого від робочого тіла відводиться кількість тепла (q_2). Для поршневого двигуна внутрішнього згорання відбувається перехід від термодинамічно розімкненого робочого процесу, до кругового процесу, та покращеного циклу з підведенням тепла при постійному об'ємі (рис.1).

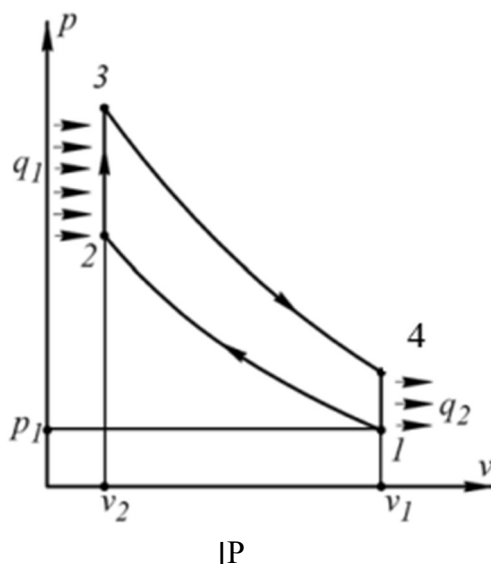


Рисунок 1. Цикл Отто в P, v діаграмі.

Проведемо дослідження параметрів для ідеального циклу поршневого двигуна внутрішнього згорання з підведенням тепла в характерних точках, де в якості робочого тіла використовують повітря.

Перша характерна точка має такі параметри:

$$P_1 = 0,1 \text{ МПа}, t_1 = 30^\circ\text{C}$$

Визначаємо питомий об'єм:

$$v_1 = \frac{R \cdot T_1}{P_1} = \frac{287 \cdot (30+273)}{0,1 \cdot 10^6} = 0,87 \text{ м}^3/\text{кг}$$

де: $R_b = 287 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ – універсальна газова стала.

Друга характерна точка має такі параметри:

Оскільки ступінь стиску $\varepsilon = v_1/v_2$; то

$$v_2 = v_1/\varepsilon = \frac{0,87}{3,8} = 0,223 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Температура в кінці адіабатного стиску крива 1-2, рисунок 1, визначається із співвідношення:

$$T_2 = T_1 \cdot \varepsilon^{\kappa-1} = (30+273) \cdot 3,8^{1,4-1} = 517 \text{ К}$$

$$t_2 = T_2 - 273 = 517 - 273 = 244 \text{ }^\circ\text{C}$$

Тиск у кінці адіабатного стиску:

$$P_2 = \frac{R \cdot T_2}{v_2} = \frac{287 \cdot 517}{0,223 \cdot 10^6} = 0,6 \text{ МПа}$$

Третя характерна точка має такі параметри:

Із співвідношення параметрів в ізохорному процесі (лінія 2-3, рисунок 1).

$$\frac{P_3}{P_2} = \frac{T_3}{T_2} = \lambda = 3,33$$

Отже,

$$P_3 = P_2 \cdot \lambda = 0,6 \cdot 3,33 = 2 \text{ МПа}$$

$$T_3 = T_2 \cdot \lambda = 517 \cdot 3,33 = 1721 \text{ К}; t_3 = 1448 \text{ }^\circ\text{C}$$

Четверта характерна точка має такі параметри :

Питомий об'єм $v_4 = v_1 = 0,87 \text{ м}^3/\text{кг}$

Температура в кінці адіабатного розширення:

$$T_4 = T_3 \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} = 1721 \frac{1}{3,8^{1,4-1}} = 1012 \text{ К}$$

Тиск у кінці адіабатного розширення визначається із співвідношення параметрів в ізохорному процесі (лінія 4 – 1, рисунок 1):

$$P_4 = P_1 \frac{T_4}{T_1} = 0,1 \frac{1012}{303} = 0,33 \text{ МПа}$$

По результатам дослідження знайдемо роботу, термічний ККД, кількість підведеної і відведеної теплоти:

Кількість підведеної теплоти:

$$q_1 = c_v (T_3 - T_1) = \frac{20,93}{29} (1721 - 303) = 1023 \text{ кДж}/\text{кг}$$

Кількість відведеної теплоти:

$$q_2 = c_v (T_4 - T_1) = \frac{20,93}{29} (1012 - 303) = 511,7 \text{ кДж}/\text{кг}$$

Термічний ККД:

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{1023 - 511,7}{1023} = 0,5 = 50\%$$

Робота циклу :

$$l_{\text{ц}} = q_1 - q_2 = 1023 - 511,7 = 511,3 \text{ кДж}/\text{кг}$$

Як бачимо працює двигун внутрішнього згорання з підведенням тепла при постійному об'ємі за циклом Отто, коли ккд дорівнює 50%.

Література

1. Драганов Б.Х., Бесараб О.С., Долинський А.А. та ін. Теплотехніка: Підручник.- К.: ІНК ОС, 2005. – 400 с.
2. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка.–К., 2001. –320 с.

Анотація

Представлені дослідження параметрів для ідеального циклу поршневого двигуна внутрішнього згорання з підведенням тепла в характерних точках, де в якості робочого тіла використовують повітря

Розглянуто особливості циклу Отто, описано параметри в характерних точках.

Ключові слова: двигун внутрішнього згорання, тиск, об'єм, коефіцієнт корисної дії, робота циклу.

Аннотация

Представлено исследования параметров для идеального цикла поршневого двигателя внутреннего сгорания с подводом тепла в характерных точках, где в качестве рабочего тела используют воздух. Рассмотрены особенности цикла Отто, описаны параметры в характерных точках.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, давление, объем, коэффициент полезного действия, работа цикла.

Abstract

Parameters studies for the ideal cycle of a reciprocating internal combustion engine with heat supply at characteristic points where air is used as a working fluid are presented. The features of the Otto cycle are considered, the parameters at characteristic points are described.

Keywords: internal combustion engine, pressure, volume, efficiency, cycle operation.