

УДК 62-124.2

О. Є. САМАРИН

Херсонська державна морська академія

ДВОТАКТНИЙ ОПОЗИТНИЙ ПОРШНЕВИЙ ДВИГУН

У даній роботі проведено аналіз існуючих конструкцій опозитних двигунів. Розроблена схема двотактного опозитного поршневого двигуна, що складається з протилежно розташованих циліндрів з поршнями, з'єднаними зубчастою рейкою з двома рядами протилежно розташованих зубців, кожен з яких знаходиться у зачепленні з шестернею, закріпленою на окремій обгінній муфті, встановленій на валу відповідно. Обгінні муфти мають протилежний робочий та вільний хід. На валах жорстко закріплено додаткові шестерні, які заходяться у зачепленні з центральним зубчастим колесом, встановленим на окремому валу. Наведено основні кінематичні залежності розробленої схеми. У запропонованій схемі двигуна відсутня бічна сила, що притискає поршень до втулки циліндра та обумовлює появу підвищеної сили тертя. Застосування спеціальної обгінної муфти збільшує надійність передачі крутного моменту на приводний вал. Запропоноване рішення дозволяє зменшити енергоємність двигуна та збільшити строк його служби.

Ключові слова: опозитний двигун, реєчна передача, муфта, циліндр, поршень.

А.Е. САМАРИН

Херсонская государственная морская академия

ДВУХТАКТНЫЙ ОПОЗИТНЫЙ ПОРШНЕВОЙ ДВИГАТЕЛЬ

В данной работе проведен анализ существующих конструкций опозитных двигателей. Разработана схема двухтактного опозитного поршневого двигателя, состоящего из противоположно расположенных цилиндров с поршнями, соединенных зубчатой рейкой с двумя рядами противоположно расположенных зубьев, каждый из которых находится в зацеплении с шестерней, закрепленной на отдельной обгонной муфте, установленной на валу соответственно. Обгонные муфты имеют противоположный рабочий и свободный ход. На валах жестко закреплены дополнительные шестерни, которые заходятся в зацеплении с центральным зубчатым колесом, установленным на отдельном валу. Приведены основные кинематические зависимости разработанной схемы. В предлагаемой схеме двигателя отсутствует боковая сила, которая прижимает поршень к втулке цилиндра и обуславливает появление повышенной силы трения. Применение специальной обгонной муфты увеличивает надежность передачи крутящего момента на приводной вал. Предложенное решение позволяет уменьшить энергоемность двигателя и увеличить срок его службы.

Ключевые слова: опозитный двигатель, реєчная передача, муфта, циліндр, поршень.

O.E. SAMARIN

Kherson State Maritime Academy

TWO-STROKE OPPOSED PISTON ENGINE

This paper analyzes the existing structures boxer engine. The scheme two-stroke boxer engine piston composed of oppositely arranged cylinders with pistons connected rack with two oppositely arranged rows of teeth, each of which are in engagement with the gear, mounted on a separate obhinni clutch mounted on the shaft respectively. Obhinni clutches have opposite working and free running. For additional shafts rigidly fixed gears, which undertake in engagement with the central gear wheel mounted on a single shaft. The basic kinematic dependence developed scheme. In the proposed scheme the engine is no lateral force that pushes the piston to the cylinder sleeve and causes the appearance of increased friction. The use of special obhinnoyi coupling increases the reliability of transmission torque to the drive shaft. The proposed solution reduces engine power consumption and increase its life.

Keywords: boxer engine, reychna transmission, clutch, cylinder, piston.

Постановка проблеми

Відомі поршневі двигуни мають суттєві недоліки, а саме: зниження довговічності та потужності за рахунок дії в циліндрі нормальної сили, що притискає поршень до циліндра та сприяє появі додаткової сили тертя, а також шарнірному кріпленню зубців зубчастої рейки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Відомо двотактний опозитний поршневий двигун, що складається з протилежно розташованих циліндрів з поршнями та кривошипно-шатунних механізмів [1] (рис.1).

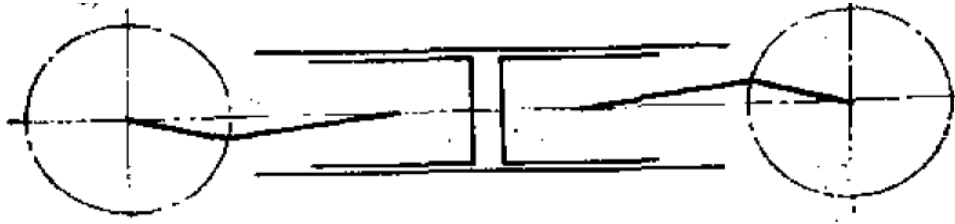


Рис. 1. Двотактний опозитний поршневий двигун

Недоліком такого двотактного опозитного поршневого двигуна є те, що сила, яка виникає при згорянні палива та діє на поршень, розкладається на дві складові – осьову силу, направлену уздовж шатуна, та нормальну силу, направлену перпендикулярно до осі циліндра. Нормальна сила притискає поршень до циліндра та викликає його перекладку в процесі роботи двигуна. При цьому між поршнем та циліндром виникає сила тертя, яка призводить до підвищеного та нерівномірного зношування поршня та циліндра у напрямку дії нормальної сили. Особливо цей процес прискорюється в умовах підвищеної температури та недостатнього змащення у циліндрі, які виникають при роботі двигуна.

Крім того, підвищена сила тертя збільшує механічні втрати двигуна та зменшує його ефективну потужність.

Також відомим є двотактний опозитний поршневий двигун без кривошипно-шатунного механізму, що складається з протилежно розташованих циліндрів з поршнями, з'єднаними рейкою з двома рядами протилежно розташованих зубців [2,3] (рис.2).

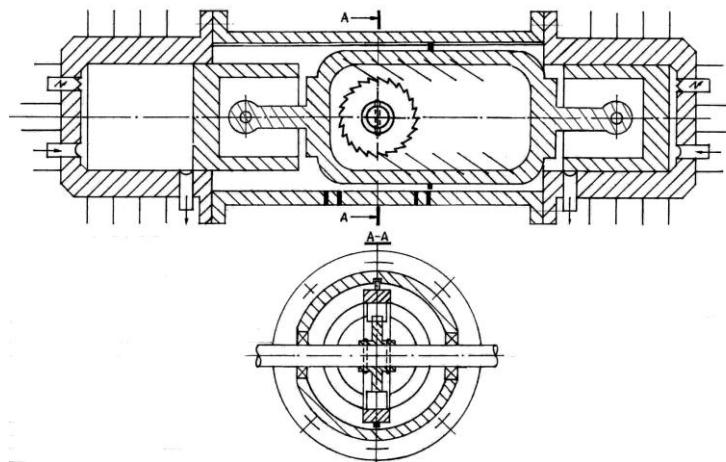


Рис. 2. Двотактний опозитний поршневий двигун без кривошипно-шатунного механізму

Недоліком такого двотактного опозитного поршневого двигуна є те, що сила, яка виникає при згорянні палива та діє на поршень, передається на шарнірно закріплені зубці. Шарнірні з'єднання отримують динамічне навантаження, зношуються та виходять з ладу. При цьому у зачепленні заходиться мала кількість зубців, що збільшує навантаження на них.

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є розробка такого двотактного опозитного поршневого двигуна, у якому сила, що виникає при згорянні палива у циліндрі та діє на поршень, передається через реєчну циліндричну зубчасту передачу на обгінну муфту та приводний вал.

Викладення основного матеріалу дослідження

Запропонований двотактний опозитний поршневий двигун складається з протилежно розташованих циліндрів 1 та 2 з поршнями 3 та 4, з'єднаними зубчастою рейкою 5 з двома рядами протилежно розташованих зубців 6 та 7, кожен з яких знаходиться у зачепленні з шестернею 8 або 9, закріпленою на окремій обгінній муфті відповідно 10 та 11, встановленій на валу відповідно 12 та 13 (рис.3).

Обгінні муфти 10 та 11 мають протилежний робочий та вільний хід.

На валах 12 та 13 жорстко закріплено додаткові шестерні відповідно 14 та 15, які заходиться у зачепленні з центральним зубчастим колесом 16, встановленим на окремому валу 17.

Двотактний опозитний поршневий двигун працює наступним чином.

При згорянні палива в циліндрі 1 виникає сила F_1 , що діє на поршень 3 та переміщує його разом із зубчастою рейкою 5 уздовж осі циліндра.

Ряди зубців 6 взаємодіють з шестернею 8 та створюють крутний момент M_1 , який обертає обгінну муфту 10, встановлену на робочий хід, разом з валом 12 та шестернею 14, що взаємодіє з центральним зубчастим колесом 16 та обертає його разом з валом 17, створюючи крутний момент M_2 .

При цьому центральне зубчасте колесо 16 взаємодіє з шестернею 15 та передає на вал 13 крутний момент M_1 . Так як обгінна муфта 11 встановлена на вільний хід, крутний момент M_1 з валу 13 на неї не передається.

Одночасно ряди зубців 7 взаємодіють з шестернею 9 та створюють крутний момент M_3 , рівний за значенням, але протилежний за напрямком моменту M_1 , який обертає обгінну муфту 11. Так як обгінна муфта 11 працює на вільний хід, крутний момент M_3 вал 13 та шестернею 15 не передається.

При цьому поршень 3 через зубчасту рейку 5 переміщує поршень 4 у крайнє положення, стискаючи чисте повітря.

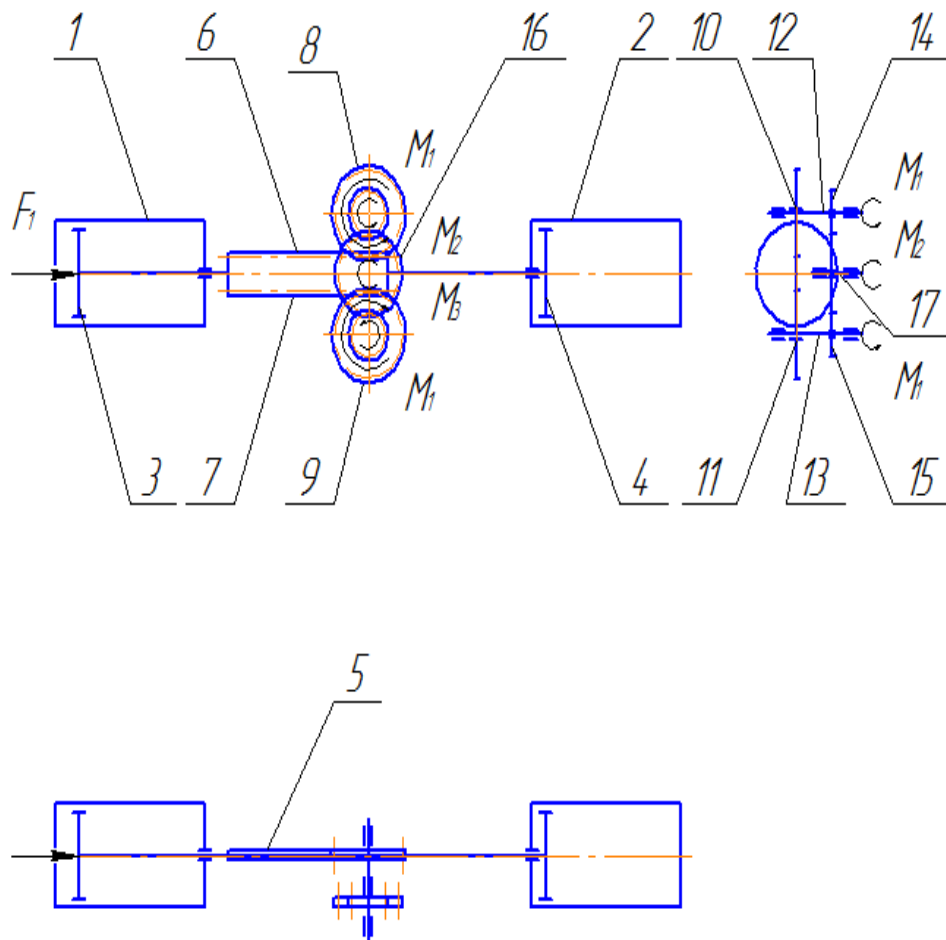


Рис. 3. Схема двотактного поршневого опозитного двигуна при робочому ході першого циліндра: 1, 2 – циліндри; 3,4 – поршні; 5 - зубчаста рейка; 6, 7 – зубці; 8, 9 – шестерні; 10, 11 - обгінній муфті; 12, 13 - вали; 14, 15 - додаткові шестерні; 16 - центральне зубчасте колесо; 17 - вал

Після подачі палива у циліндр 2 виникає сила F_1 , що діє на поршень 4 та переміщує його разом із зубчастою рейкою 5 уздовж осі циліндра у зворотному по відношенню до першого такту напрямку (рис. 4).

Ряди зубців 7 взаємодіють з шестернею 9 та створюють крутний момент M_1 , який обертає обгінну муфту 11, встановлену на робочий хід, разом з валом 13 та шестернею 15, що взаємодіє з центральним зубчастим колесом 16 та обертає його разом з валом 17, створюючи крутний момент M_2 .

При цьому центральне зубчасте колесо 16 взаємодіє з шестернею 14 та передає на вал 12 крутний момент M_1 . Так як обгінна муфта 10 встановлена на вільний хід, крутний момент M_1 з валу 12 на неї не передається.

Одночасно ряди зубців 6 взаємодіють з шестернею 8 та створюють крутний момент M_3 , рівний за значенням, але протилежний за напрямком моменту M_1 , який обертає обгінну муфту 10. Так як обгінна муфта 10 працює на вільний хід, крутний момент M_3 валу 12 та шестернею 14 не передається.

При цьому поршень 4 через зубчасту рейку 5 переміщує поршень 3 у крайнє положення, стискаючи чисте повітря.

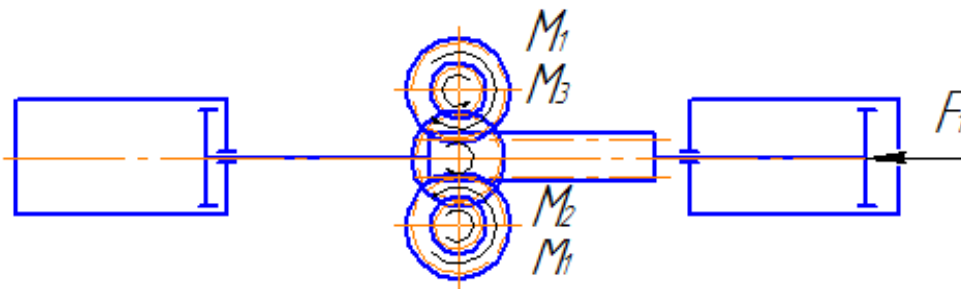


Рис. 4. Схема двотактного поршневого опозитного двигуна при робочому ході другого циліндра

Основна кінематична залежність у реєчній передачі має вигляд [4]:

$$v_p = 0,5\omega_1 m_t z_1 = \frac{\pi}{60} m_t z_1 n_1 \quad (1)$$

- де v_p - швидкість поступального руху рейки 5, мм/с;
 ω_1 - кутова швидкість шестерні 8, закріпленій на муфті 10, C^{-1} ;
 m_t - окружний ділительний модуль зубців шестерні 8, мм;
 z_1 - кількість зубців шестерні 8, закріпленій на обгінній муфті;
 n_1 - частота обертання шестерні 8, M^{-1}
 Середня швидкість руху поршня дорівнює:

$$v_{cp} = \frac{S}{t} \quad (2)$$

- де S – хід поршня від верхньої до нижньої мертвої точки, мм;
 t – час ходу поршня, с.

З урахуванням того, швидкість зубчастої рейки v_p дорівнює середній швидкості руху поршня v_{cp} , прирівняємо вирази (1) і (2) та отримаємо частоту обертання шестерні 8, закріпленій на обгінній муфті 10:

$$n_1 = \frac{60S}{t\pi m_t z_1 n_1} \quad (3)$$

Виходячи з кінематики механізму, частота обертання валу 17 буде дорівнювати:

$$n_2 = n_1 \frac{z_2}{z_3} \quad (4)$$

- де z_2 – кількість зубців шестерні 14, закріпленій на валу 12;
 z_3 – кількість зубців центрального зубчастого колеса 16, закріпленого на валу 17.

Підставимо вираз (3) у формулу (4) та отримаємо кінцевий вираз:

$$n_2 = \frac{60S z_2}{\pi t m_T n_1 z_1 z_3} \quad (5)$$

Висновки

Запропоноване технічне рішення дозволить підвищити надійність та довговічність двотактного опозитного поршневого двигуна завдяки жорсткому виконанню зубців на зубчастій рейці та застосуванню спеціальної обгінної муфти.

Список використаної літератури

1. Кане А.Б. Судовые двигатели внутреннего сгорания: Учебник. - Л.: Судостроение, 1982. -288 с.
2. Urkunde über die Eintragung des Gebrauchsmusters "Zweitakt-Boxermotor ohne Kurbeltrieb", Nr.20304487.8, IPC F02B 75/32.
3. Urkunde über die Eintragung des Gebrauchsmusters "Verbrennungsmotor", Nr.202005004680.9, IPC F02B 15/00.
4. Гинзбург Е.Г., Голованов Н.Ф., Фирун Н.Б., Халебский Н.Т. Зубчатые передачи: Справочник. – Л: Машиностроение, 1980. – 416 с.