



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **106558** (13) **C2**
(51) МПК (2014.01)
F02B 47/00
F02B 33/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2013 07018</p> <p>(22) Дата подання заявки: 04.06.2013</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.09.2014</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 10.06.2014, Бюл.№ 11</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.09.2014, Бюл.№ 17</p>	<p>(72) Винахідник(и): Дяченко Василь Григорович (UA), Ліньков Олег Юрійович (UA), Воронков Олександр Іванович (UA), Нікітченко Ігор Миколайович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002 (UA), Дяченко Василь Григорович, вул. 23 Серпня, 63, кв. 37, м. Харків, 61103 (UA), Ліньков Олег Юрійович, вул. Уборевича, 32, кв. 17, м. Харків, 61136 (UA), Воронков Олександр Іванович, вул. Ейдемана, 13-а, кв. 111, м. Харків, 61118 (UA), Нікітченко Ігор Миколайович, вул. С. Грицевця, 51-а, кв. 28, м. Харків, 61172 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: FR 2319769 A1; 25.02.1977 US 3880126 A; 29.04.1975 US 2009/0199829 A1; 13.08.2009 GB 2327103 A; 13.01.1999 FR 2167356 A5; 24.08.1973 RU 2070643 C1; 20.12.1996 RU 2398118 C1; 27.08.2010 SU 62415 A1; 01.01.1943 US 4149370 A; 17.04.1979 US 2007/0017477 A1; 25.01.2007 WO 2011/159756 A1; 22.12.2011</p>
--	--

(54) СПОСІБ РОБОТИ ПОРШНЕВОГО ТЕПЛОГО ДВИГУНА

(57) Реферат:

Спосіб роботи поршневого теплового двигуна полягає в тому, що в одному із циліндрів здійснюють процеси впуску та стиску повітря до тиску 3-5 МПа, подачу стиснутого повітря в камеру стиснутого повітря, з'єднаною каналами зі спільною для робочих циліндрів зовнішньою камерою згоряння, в яку подають через форсунку паливо, наприклад етиловий спирт, і в якій здійснюють процес згоряння палива при максимальній температурі продуктів згоряння не вищій 1500 К. Продукти згоряння із зовнішньої камери згоряння, з'єднаною з робочими циліндрами каналами, подають через впускні клапани за 5-10 градусів оберту колінчатого вала до верхньої мертвої точки поршнів в робочі циліндри, в яких здійснюють процеси розширення продуктів

UA 106558 C2

згоряння та їх видалення з робочих циліндрів через випускні клапани при переміщенні поршнів робочих циліндрів від нижньої мертвої точки до верхньої протягом 80-120 градусів оберту колінчатого вала, а після їх закриття при 60-100 градусах оберту колінчатого вала до верхньої мертвої точки поршнів робочих циліндрів здійснюють стиск продуктів згоряння, що залишилися в надпоршневих порожнинах робочих циліндрів.

Використання запропонованих способу роботи теплового двигуна та його устрою, наприклад як енергетичної установки автомобіля, забезпечує залежно від умов експлуатації зниження витрат палива, наприклад етилового спирту, на 50-60 відсотків, зниження викидів токсичних хімічних сполук з відпрацьованими газами на 90-95 відсотків без використання додаткових систем їх нейтралізації, а також значно зменшить інтенсивність звукового випромінювання.

Винахід належить до галузі машинобудування, а саме, до способів роботи поршневих теплових двигунів з розділеним чотиритактним циклом.

Відомі способи роботи поршневих чотиритактних теплових двигунів, що мають як мінімум два циліндра, спільну камеру згоряння, в яких здійснюють такти впуску та стиску, процес згоряння палива в камері згоряння, такти розширення та випуску продуктів згоряння [1-6]. Загальними недоліками відомих способів роботи поршневих чотиритактних теплових двигунів, в яких робочий цикл здійснюють як мінімум у двох циліндрах являється недостатня ефективність перетворення теплоти згоряння палива в механічну роботу газів та підвищені викиди з відпрацьованими газами токсичних хімічних сполук, обумовлених обмеженою тривалістю процесу згоряння та високими значеннями тиску і температури продуктів згоряння.

За прототип прийнято спосіб роботи чотиритактного двигуна внутрішнього згоряння з розділеним циклом, що має як мінімум два циліндра, в одному з яких здійснюють такти впуску та стискування повітря, подачу стиснутого повітря через випускний клапан до камери згоряння другого циліндра, в якому поршень знаходиться біля верхньої мертвої точки, вприскування в стиснуте повітря палива та запалювання від іскри паливо-повітряної суміші на початку такту розширення, такти розширення продуктів згоряння та їх видалення із циліндра через випускний клапан в навколишнє середовище [6]. Основними недоліками прототипу, як і попередніх аналогів, є недостатня ефективність перетворення теплоти згоряння палива в механічну роботу газів та підвищені викиди з відпрацьованими газами токсичних хімічних сполук, обумовлених обмеженою тривалістю процесу згоряння палива та високими значеннями тиску і температури продуктів згоряння.

Задачею винаходу, що заявляється, є вдосконалення способу роботи поршневого теплового двигуна з розділеним чотиритактним циклом з метою підвищення ефективності перетворення теплоти згоряння палива в механічну роботу газів та зниження викидів з відпрацьованими газами токсичних хімічних сполук.

Поставлена задача вирішується шляхом здійснення чотиритактного циклу, наприклад, в трьох циліндрах, один із яких використовується як компресорний, а два інші як робочі, в яких здійснюються процеси розширення продуктів згоряння і їх видалення в навколишнє середовище, причому процес згоряння палива здійснюють в зовнішній камері згоряння, що з'єднана з компресорним та робочими циліндрами каналами, при обмеженні максимального тиску продуктів згоряння на рівні 3-5 МПа, а максимальної температури продуктів згоряння не більше 1500 К. Зменшення коливань тиску продуктів згоряння в зовнішній камері згоряння протягом циклу (одного оберту колінчатого валу) досягають з допомогою камери стиснутого повітря, встановленої, наприклад, між циліндром для стискування повітря і зовнішньою камерою згоряння. Продукти згоряння з зовнішньої камери згоряння подають до робочих циліндрів через впускні клапани, наприклад, з електромагнітним приводом, які відкривають за 5-10 градусів оберту колінчатого вала до верхньої мертвої точки поршнів робочих циліндрів, а закривають залежно від режиму роботи двигуна за 5-40 градусів оберту колінчатого вала за верхньою мертвою точкою поршнів робочих циліндрів. Видалення продуктів згоряння із робочих циліндрів здійснюють через випускні клапани протягом 80-120 градусів оберту колінчатого вала при переміщенні поршнів робочих циліндрів від нижньої мертвої точки до верхньої мертвої точки. Після закриття випускних клапанів протягом 60-100 градусів оберту колінчатого вала до верхньої мертвої точки поршнів робочих циліндрів здійснюють стиск продуктів згоряння, що залишилися для зменшення втрат енергії на впускних клапанах. Зменшення втрат теплоти від поверхонь каналів стиснутого повітря, камери стиснутого повітря, камери згоряння та каналів, з'єднуючих камеру згоряння з робочими циліндрами, досягають використанням теплоізоляції цих поверхонь.

Функціональне призначення сукупності ознак, що заявляються, полягає в підвищенні ефективності використання теплоти згоряння палива та зниженні викидів з відпрацьованими газами токсичних хімічних сполук шляхом підтримання максимальної температури продуктів згоряння в зовнішній камері згоряння не більше 1500 К, а температури відпрацьованих газів не більше 400 К.

На фіг. 1 показано, як приклад, загальний вид поршневого теплового двигуна з розділеним чотиритактним циклом, в якому здійснюють запропонований спосіб роботи в трьох циліндрах, один з яких використовується як компресорний.

На фіг. 2 показана діаграма зміни тиску в надпоршневій порожнині компресорного циліндра.

На фіг. 3 показана діаграма зміни тиску в надпоршневій порожнині робочих циліндрів.

Двигун, у якому здійснюють запропонований спосіб роботи (див. фіг. 1), містить компресорний циліндр 1 з впускним 2 та випускним 3 клапанами, впускний канал 4, на вході якого встановлено повітряний фільтр 5, камеру стиснутого повітря 6, з'єднану каналом 7 з

компресорним циліндром 1, а каналом 8 з камерою згоряння 9, в якій встановлено устрій для подачі палива, наприклад, форсунку 10, та устрій для запалювання палива 11, яка з'єднана каналами 12 та 13 через впускні канали 14 та 15, наприклад з електроприводами, з робочими циліндрами 16 та 17, які мають випускні клапани 18 та 19, наприклад з кулачковим приводом, через які відпрацьовані гази з робочих циліндрів 16 та 17 відводяться у випускні канали 20 та 21, що з'єднані з випускними колекторами 22 та 23. Поршень 24 компресорного циліндра та поршні 25 і 26 робочих циліндрів шатунами 27, 28 та 29 з'єднані зі спільним колінчатим валом 30.

Геометрична ступінь розширення продуктів згоряння в робочих циліндрах обчислюється за формулою $\delta = V_{\max} / V_{\min}$. Наприклад, при ході поршнів в робочих циліндрах 16 і 17 $S=100$ мм і надпоршневому зазорі при положенні поршнів у верхній мертвій точці $\Delta = 2 - 5$ мм геометрична ступінь розширення продуктів згоряння $\delta = 20 - 50$.

Спосіб роботи теплового двигуна, що заявляється, здійснюють за один оберт колінчатого вала. На такті впуску в компресорному циліндрі 1 повітря з навколишнього середовища через повітряний фільтр 5, канал 4 та впускний клапан 2, наприклад, пластинчатий, поступає в надпоршневую порожнину компресорного циліндра 1 (крива 4-1 на фіг. 2), а при зворотному русі поршня 24 від нижньої мертвої точки до верхньої здійснюють стиск повітря (крива 1-2 на фіг. 2). В кінці такту випуску стиснуте повітря до 3-5 МПа через випускний клапан 3 та канал 7 подається для зниження коливань тиску стиснутого повітря до камери стиснутого повітря 6 (крива 2-3 на фіг. 2), з'єднаної каналом 8 з камерного згоряння 9, спільної, наприклад, для двох робочих циліндрів 16 та 17, в яку через форсунку 10 подається паливо, наприклад етиловий спирт. Паливоповітряна суміш, що утворюється в камері згоряння 9, займається від устрою для запалювання, наприклад свічки накалювання 11, при цьому температуру продуктів згоряння в камері згоряння 9 шляхом зміни витрати палива через форсунку 10 підтримують не вище 1500 К, що практично виключає утворення оксидів азоту. Продукти згоряння через з'єднуючі канали 12 та 13, впускні клапани 14 та 15, наприклад з електромагнітним приводом, подають по черзі до робочих циліндрів 16 та 17. Впускні клапани відкривають за 5-10 градусів обертку спільного на всі циліндри колінчатого вала 30 до верхньої мертвої точки поршнів 25 та 26 робочих циліндрів 16 та 17, а закривають залежно від режиму роботи за 5-40 градусів обертку колінчатого вала 30 за верхньою мертвою точкою поршнів 25 та 26 (ділянка діаграми d-v фіг. 3). Розширення продуктів згоряння в робочих циліндрах 16 та 17 здійснюють переміщенням поршнів 25 та 26 в робочих циліндрах 16 та 17 до їх нижньої мертвої точки (крива v-e на фіг. 3). На такті розширення продуктів згоряння в робочих циліндрах 16 та 17 при положенні поршнів робочих циліндрів 25 та 26 за 0-40 градусів обертку колінчатого вала 30 до нижньої мертвої точки (відповідно до порядку роботи) відкривають, наприклад з допомогою кулачкового механізму, випускні клапани 18 та 19 (фіг. 3). Відпрацьовані гази із робочих циліндрів 16 та 17 видаляють (крива e-e' на фіг. 3) протягом 80-120 градусів обертку колінчатого валу 30 при переміщенні поршнів 25 та 26 від нижньої мертвої точки до верхньої через випускні клапани 18 та 19, випускні канали 20 та 21 до випускних колекторів 22 та 23. При положенні поршнів 25 та 26 в робочих циліндрах 16 та 17 за 60-100 градусів обертку колінчатого валу 30 до їх верхніх мертвих точок випускні клапани 18 та 19 закривають. Продукти згоряння, що залишилися в надпоршневих порожнинах робочих циліндрів 16 та 17 протягом 60-100 градусів обертку колінчатого вала стискають (фіг. 3). Таким чином, чотиритактний цикл здійснюють в даному випадку в трьох циліндрах, один з яких компресорний, за один оберт колінчатого вала.

Ефективність практичного використання запропонованого способу роботи поршневого теплового двигуна можливо оцінити по спрощеній діаграмі циклу.

Спрощена діаграма циклу даного двигуна може бути представлена відкритим термодинамічним циклом зі змінною масою робочого тіла, в якому теплота підводиться з робочим тілом до робочих циліндрів при постійних значеннях тиску і температурі T_1 і відводиться із робочих циліндрів з робочим тілом при постійних значеннях тиску і температурі робочого тіла T_2 . Робоче тіло в термодинамічному циклі - ідеальний газ, теплоємність якого не залежить від температури. Термодинамічний коефіцієнт корисної дії циклу обчислюється за формулою:

$$\eta_t = \frac{L}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{M \cdot C_p \cdot (T_2 - T_0)}{M \cdot C_p \cdot (T_1 - T_0)} = 1 - \frac{T_2 - T_0}{T_1 - T_0},$$

де L - механічна робота газів в циклі;

Q_1 - теплота, що підведена з робочим тілом;

Q_2 - теплота, що відведена з робочим тілом;

C_p - питома масова теплоємність робочого тіла при постійному тиску;

M - маса робочого тіла;

T_0 - температура навколишнього середовища;

T_1 - температура робочого тіла, що надходить до над поршневої порожнини робочих
5 циліндрів;

T_2 - температура робочого тіла, що видаляється з над поршневої порожнини робочих
циліндрів.

При значенні $T_0=300\text{K}$ ($27\text{ }^\circ\text{C}$); $T_1=1500\text{K}$; $T_2=400\text{K}$ термодинамічний коефіцієнт корисної дії
циклу $\eta_t=0,92$. З підвищенням температури робочого тіла, що видаляється з робочих циліндрів
10 T_2 , термодинамічний коефіцієнт корисної дії буде зменшуватися. Термодинамічний коефіцієнт
корисної дії двигунів внутрішнього згоряння не перевищує 0,70.

Використання запропонованого способу роботи теплового двигуна, наприклад, як
енергетичної установки автомобіля, забезпечує залежно від умов експлуатації зниження
експлуатаційних витрат палива, наприклад, етилового спирту, на 50-60 відсотків, зниження
15 викидів токсичних хімічних сполук з відпрацьованими газами на 90-95 відсотків без
використання додаткових систем їх нейтралізації, а також значно зменшує інтенсивність
звукового випромінювання.

Джерела інформації:

1. Авт. Св. СССР № 80445 кл. 46a², 109 (МКИ F0247/00), 1947.
2. Авт. Св. СССР № 128231 кл. 46a², 109 (МКИ F0247/00), 1958.
3. Патент Франції № 2172505 МКИ F02B41/00, F02B75/00, 1973.
4. Патент США № 3880126, МКИ F02B33/22, 1975.
5. Заявка Франції № 2319769, МКИ F02B75/12, 1977.
6. Патент США № 8006656, МКИ F02B25/00, 2009.

25

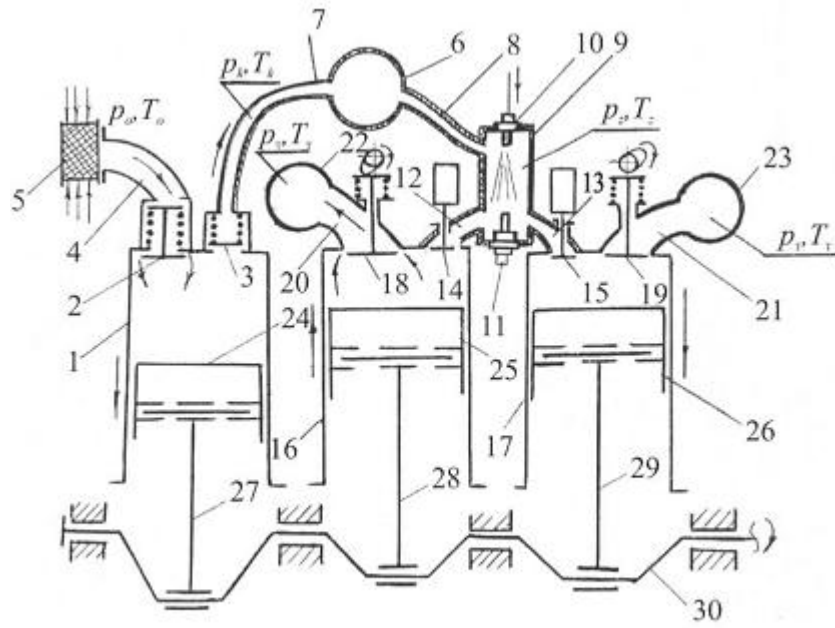
ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб роботи поршневого теплового двигуна, в одному із циліндрів якого здійснюють процес
впуску повітря з навколишнього середовища, його стиск і подачу стиснутого повітря через
30 впускний клапан та з'єднуючий канал до камери згоряння, в яку подають через форсунки
паливо, наприклад, етиловий спирт, і в якій здійснюють процес згоряння палива, а процеси
розширення продуктів згоряння і подальше їх видалення із робочих циліндрів в навколишнє
середовище здійснюють відповідно до порядку їх роботи, який **відрізняється** тим, що процес
згоряння палива здійснюють у зовнішній камері згоряння, що з'єднана каналами та впускними
35 клапанами з робочими циліндрами, причому максимальний тиск продуктів згоряння палива в
зовнішній камері згоряння підтримують на рівні 3-5 МПа за рахунок кількості палива, що
впорскується в зовнішню камеру згоряння та тривалості відкриття впускних клапанів робочих
циліндрів, наприклад клапанів з електромагнітним приводом, які відкривають за 5-10 градусів
оберту колінчатого вала до верхньої мертвої точки поршнів робочих циліндрів, а закривають
40 залежно від режиму роботи двигуна за 5-40 градусів оберту колінчатого вала за верхньою
мертвою точкою поршнів робочих циліндрів.

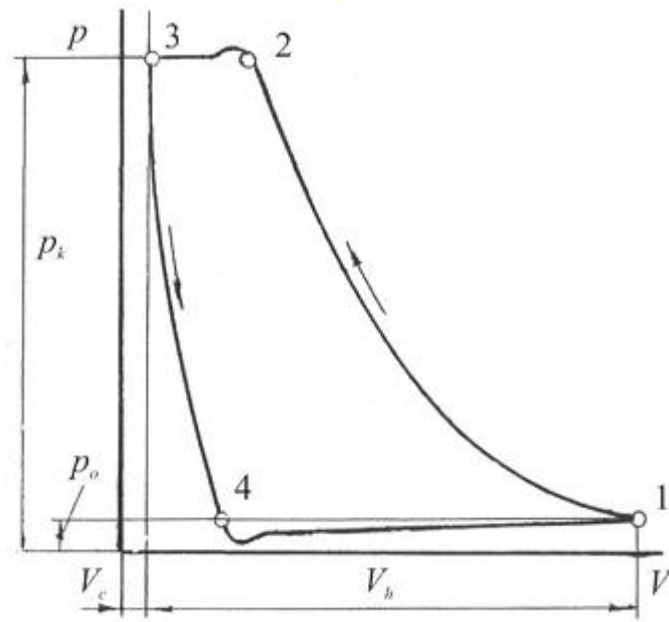
2. Спосіб роботи поршневого теплового двигуна по п. 1, який **відрізняється** тим, що зменшення
коливаний тиску продуктів згоряння в зовнішній камері згоряння протягом циклу (одного оберту
45 колінчатого вала) досягають за допомогою камери стиснутого повітря, установленної, наприклад,
між циліндром для стискування повітря і зовнішньою камерою згоряння.

3. Спосіб роботи поршневого теплового двигуна по пп. 1-2, який **відрізняється** тим, що
максимальну температуру продуктів згоряння в зовнішній камері згоряння підтримують не вище
1500 К шляхом зміни кількості палива, що впорскується в зовнішню камеру згоряння.

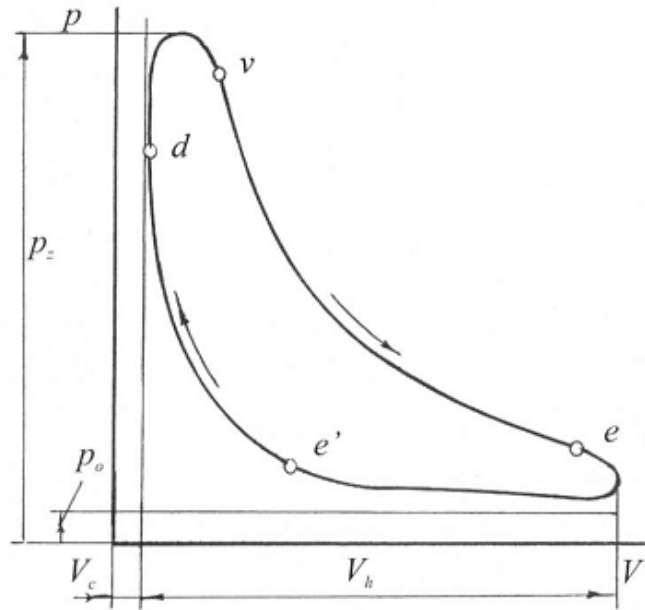
4. Спосіб роботи поршневого теплового двигуна по пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що при
переміщенні поршнів в робочих циліндрах від нижньої мертвої точки до верхньої мертвої точки
50 протягом 80-120 градусів оберту колінчатого вала здійснюють видалення продуктів згоряння із
робочих циліндрів через впускні клапани, а після їх закриття протягом 60-100 градусів оберту
колінчатого вала здійснюють стиск продуктів згоряння, що залишилися в надпоршневих
порожнинах робочих циліндрів.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фіг. 3

Комп'ютерна верстка В. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601