



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **161743** (13) **U**
(51) МПК

F02G 1/02 (2006.01)

F02G 3/02 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

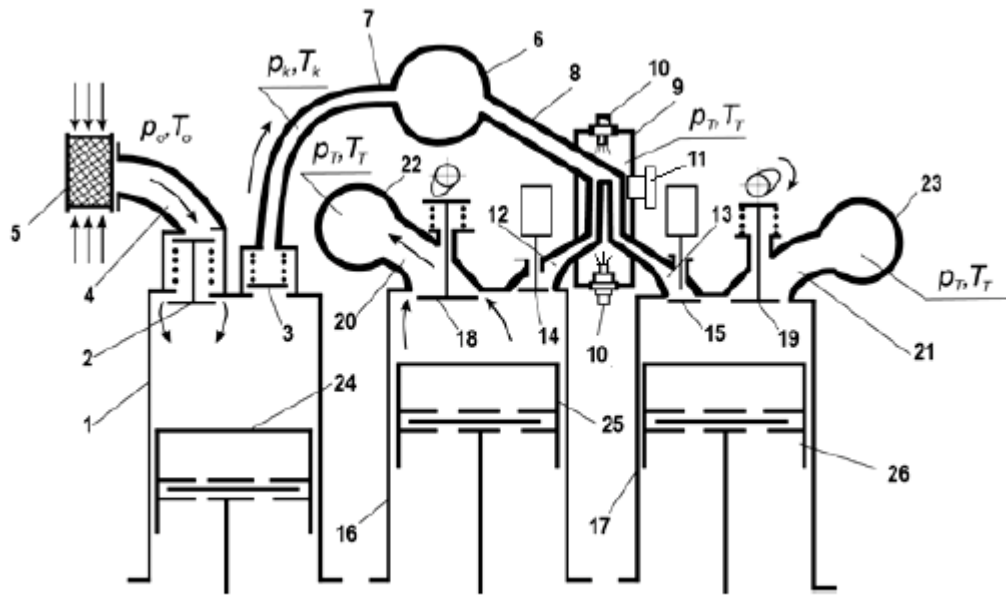
(21) Номер заявки: u 2024 05456	(72) Винахідник(и): Авраменко Андрій Миколайович (UA), Бажинов Олексій Васильович (UA), Воронков Олександр Іванович (UA), Гуров Дмитро Анатолійович (UA), Дяченко Василь Григорович (UA), Нікітченко Ігор Миколайович (UA), Черніков Олександр Вікторович (UA)
(22) Дата подання заявки: 18.11.2024	(73) Володілець (володільці): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 01.01.2026	(74) Представник: Азарова Алла Володимирівна
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 31.12.2025, Бюл.№ 53	

(54) СПОСІБ РОБОТИ ПОРШНЕВОГО ТЕПЛОВОГО ДВИГУНА

(57) Реферат:

Спосіб роботи поршневого теплового двигуна, в одному із циліндрів якого здійснюють процес впуску повітря з навколишнього середовища, його стиск і подачу стиснутого повітря через впускний клапан та з'єднуючий канал до зовнішньої камери згоряння, в яку подають через форсунки паливо і в якій здійснюють процес згоряння цього палива, а процеси розширення продуктів згоряння і подальше їх видалення із робочих циліндрів в навколишнє середовище здійснюють відповідно до порядку їх роботи. Паливні форсунки встановлюють у зовнішній камері згоряння вздовж її осі зверху та знизу, теплообмін між стиснутим повітрям та полум'ям здійснюють крізь стінку каналу підігріву стисненого повітря, а свічку запалювання встановлюють безпосередньо посередині зовнішньої камери згоряння відносно її висоти, продукти згоряння із зовнішньої камери згоряння відводяться у вихлопну систему двигуна.

UA 161743 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до галузі машинобудування, а саме до способів роботи поршневих теплових двигунів.

Відомі способи роботи поршневих теплових двигунів, що мають щонайменше два циліндри, спільну камеру згоряння, в яких здійснюють такти впуску та стиску, процес згоряння палива в камері згоряння, такти розширення та випуску продуктів згоряння [1-6].

Недоліком пристроїв-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 та високими значеннями тиску і температури продуктів згоряння

10 Як найближчий аналог до корисної моделі вибрано пневмодвигун [7], який містить три циліндри, один із яких використовується як компресорний, а два інші - як робочі, в яких здійснюються процеси розширення стиснутого повітря і його видалення в навколишнє середовище, причому підігрів 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 стиснутого повітря не більше 1500 К. Зменшення коливань тиску повітря досягають в акумуляторній камері, підігрів протягом циклу (одного оберту колінчатого вала) досягають за допомогою камери згоряння, встановленої між акумуляторною камерою та робочими циліндрами. Підігріте стиснуте повітря подають з камери згоряння до робочих циліндрів через впускні клапани, з електромагнітним приводом. 20 Видалення повітря із робочих циліндрів здійснюють через випускні клапани. Після закриття випускних клапанів в поршневих робочих циліндрах здійснюють стиск повітря, 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. 25

Недоліки найближчого аналога - при згорянні палива виділяються шкідливі речовини в вихлопних газах, які негативно впливають на навколишнє середовище та людину і такий двигун залежить від викопних енергоресурсів.

30 Задачею корисної моделі є забезпечення різкого зниження рівня викидів токсичних відпрацьованих газів двигуна із забезпеченням ефективної роботи всіх систем.

Технічний результат корисної моделі полягає в забезпеченні ефективної роботи всіх систем двигуна з мінімальною кількістю продуктів згоряння, які утворюються у зовнішній камері згоряння при сталому згорянні збідненої паливоповітряної суміші з температурою, меншою 1500 К без коливань тиску і концентрацій палива та окислювача (повітря) у зовнішній камері згоряння. 35

Поставлена задача вирішується тим, що в способі роботи поршневого теплового двигуна, в одному із циліндрів якого здійснюють процес впуску повітря з навколишнього середовища, його стиск і подачу стиснутого повітря через впускний клапан та з'єднуючий канал до зовнішньої камери згоряння, в яку подають через форсунки паливо, і в якій здійснюють процес згоряння цього палива, а процеси розширення продуктів згоряння і подальше їх видалення із робочих циліндрів в навколишнє середовище здійснюють відповідно до порядку їх роботи, згідно з корисною моделлю, при здійсненні процесу згоряння палива у зовнішній камері згоряння забезпечують відсутність контакту полум'я і продуктів згоряння безпосередньо зі стисненим повітрям перед його подачею в робочі циліндри, для чого паливні форсунки встановлюють у зовнішній камері згоряння вздовж її осі зверху та знизу, чим забезпечують максимально рівномірне горіння палива без дії на нього стиснутого повітря, завдяки чому отримують 40 максимально ефективний теплообмін між стиснутим повітрям та полум'ям крізь стінку повітряного каналу, а свічку запалювання встановлюють безпосередньо посередині зовнішньої камери згоряння відносно її висоти, завдяки чому забезпечують надійне займання паливоповітряної суміші, а продукти згоряння із зовнішньої камери згоряння відводяться у вихлопну систему двигуна. 45

Функціональне призначення сукупності ознак, що заявляються, полягає в підвищенні ефективності використання теплоти нагріву стиснутого повітря через стінки трубок та повному (сталому) горінні факела палива без безпосередньої руйнуючої дії на нього стиснутого повітря.

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

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

На фіг. 3 показана діаграма зміни тиску в надпоршневий 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, акумуляторну камеру стиснутого повітря 6, з'єднану каналом 7 з компресорним циліндром 1, а каналом підігріву стисненого повітря 8 з зовнішньою камерою згоряння 9, в якій встановлено пристрій для підігріву повітря, наприклад паливні форсунки 10 і свічка запалення 11, канал підігріву стисненого повітря 8 з'єднано з каналами 12 та 13 через впускні клапани 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 нагріте повітря подається до циліндрів, відпрацьоване повітря 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, у зовнішньої камери згоряння 9 повітря для згоряння підводиться з каналу підігріву стисненого повітря 8 через отвір 31, а продукти згоряння із зовнішньої камери згоряння 9 відводяться у вихлопну систему двигуна через отвір 32.

Геометричний ступінь розширення стиснутого повітря 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 надпоршневу зазорі при положенні поршнів у верхній мертвій точці $\Delta=2-5$ мм геометричний ступінь розширення стиснутого повітря $\delta=20-50$.

На такті впуску в компресорному циліндрі 1 повітря з навколишнього середовища через повітряний фільтр 5, канал 4 та впускний клапан 2, наприклад пластинчатий, надходить в надпоршневу 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 через випускний клапан 3 та канал 7 подається для зниження коливань тиску стиснутого повітря до акумуляторної камери стиснутого повітря 6 (крива 2-3 на фіг. 2), з'єднаної каналом 8 з зовнішньою камерою згоряння 9, спільної, наприклад, для двох робочих циліндрів 16 та 17, в яку через трубки подається стиснуте повітря, та здійснюється підігрів при згорянні палива, яке впорскується форсунками 10, і підпалюється свічкою запалення 11. Нагріте повітря через з'єднуючі канали 12 та 13, впускні клапани 14 та 15, наприклад з електромагнітним приводом, подають до робочих циліндрів 16 та 17. Впускні клапани відкриваються за 5-10 градусів оберту колінчатого вала 30 до верхньої мертвої точки поршнів 25 та 26 робочих циліндрів 16 та 17 (ділянка діаграми d-v фіг. 3). Закриваються впускні клапани 14 та 15 залежно від режиму після 5-40 градусів оберту колінчатого вала за верхньою мертвою точкою поршнів 25 та 26 (точка v діаграми фіг. 3). Розширення стисненого повітря 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 стиснутого повітря в робочих циліндрах 16 та 17, при положенні поршнів робочих циліндрів 25 та 26 за 0-40 градусів оберту колінчатого вала 30 до нижньої мертвої точки (відповідно до порядку роботи), відкривають, наприклад за допомогою кулачкового механізму, випускні клапани 18 та 19 (e фіг. 3). Відпрацьоване повітря із робочих циліндрів 16 та 17 видаляють (крива e-e" на фіг. 3). При переміщенні поршнів 25 та 26 від нижньої мертвої точки до верхньої через відпрацьоване повітря витискується через випускні клапани 18 та 19, випускні канали 20 та 21 до випускних колекторів 22 та 23. Після закриття випускних клапанів 18 та 19 з 25-60 градусів оберту колінчатого вала до верхньої мертвої точки поршнів робочих циліндрів 25 та 26 здійснюють стиск повітря. Повітря, що залишилися в надпоршневих порожнинах робочих циліндрів 16 та 17 протягом 25-60 градусів оберту колінчатого вала до верхньої мертвої точки, стискають (крива e'-d фіг. 3). Таким чином, робочий процес здійснюють в даному випадку в трьох циліндрах, один з яких компресорний і два робочих, за один оберт колінчатого вала.

Ефективність практичного використання запропонованого способу роботи поршневого теплового двигуна можливо оцінити за спрощеною діаграмою 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;

5 T_0 - температура навколишнього середовища;

T_1 - температура робочого тіла, що надходить до надпоршневої порожнини робочих циліндрів;

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

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

15 Використання запропонованого способу роботи теплового двигуна, наприклад, як енергетичної установки автомобіля, забезпечує, залежно від умов експлуатації, - зниження викидів токсичних хімічних сполук з відпрацьованими газами на 50-60 відсотків; зниження експлуатаційних витрат палива, наприклад етилового спирту, на 20-30 відсотків, а також значно зменшує інтенсивність звукового випромінювання (завдяки сталому згорянню збідненої паливоповітряної суміші у зовнішній камері згоряння).

20 Джерела інформації:

1. Авт. Св. СРСР № 80445 кл. 46a2, 109 (МПК F02 47/00), 1947.

2. Авт. Св. СРСР № 128231 кл. 46a2, 109 (МПК F02 47/00), 1958.

3. Патент Франції № 2172505 МПК F02B 41/00, F02B 75/00, 1973.

4. Патент США № 3880126, МПК F02B 33/22, 1975.

25 5. Заявка Франції № 2319769, МПК F02B 75/12, 1977.

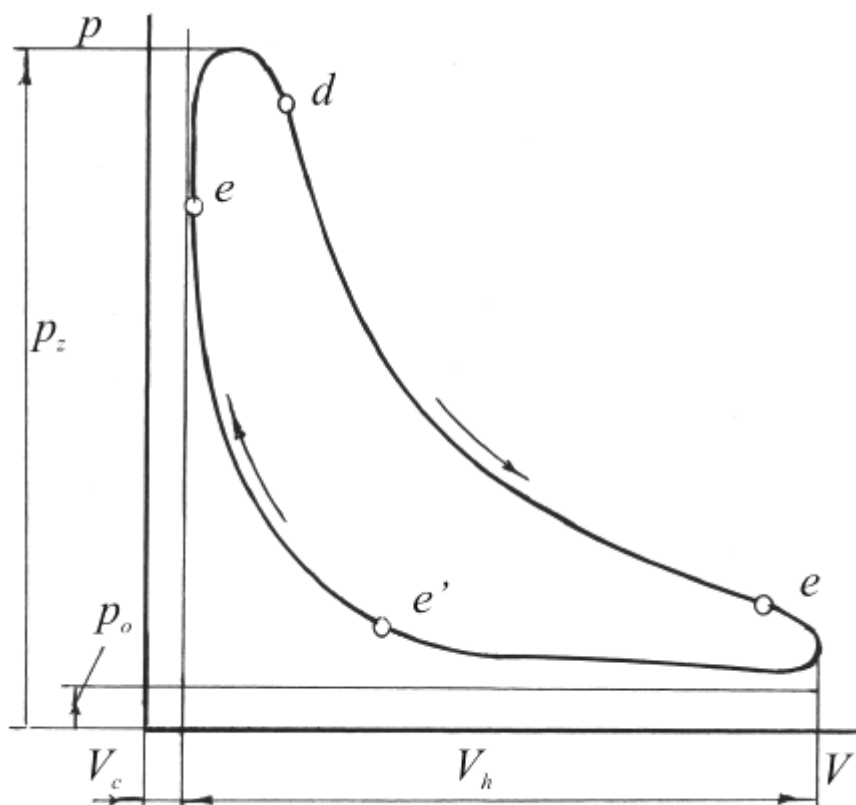
6. Патент США № 8006656, МПК F02B 25/00, 2009.

7. Патент України № UA 106558, F02B 47/00, F02B 33/00. Дяченко В.Г., Ліньков О.Ю., Воронков О.І., Нікітченко І.М. Спосіб роботи поршневого теплового двигуна, а 2013 07018, опубл. 10.09.2014, Бюл. № 17.

30

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб роботи поршневого теплового двигуна, в одному із циліндрів якого здійснюють процес впуску повітря з навколишнього середовища, його стиск і подачу стиснутого повітря через
 35 впускний клапан та з'єднуючий канал до зовнішньої камери згоряння, в яку подають через форсунки паливо і в якій здійснюють процес згоряння цього 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 паливні форсунки встановлюють у зовнішній камері згоряння вздовж її осі зверху та знизу, теплообмін між
 40 стиснутим повітрям та полум'ям здійснюють крізь стінку каналу підігріву стисненого повітря, а свічку запалювання встановлюють безпосередньо посередині зовнішньої камери згоряння відносно її висоти, продукти згоряння із зовнішньої камери згоряння відводяться у вихлопну систему двигуна.



Фиг. 3