УКРАЇНА

(19) UA (11) 158409 (13) U

(51) МПК (2025.01)
F02B 47/00

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 01331**

(22) Дата подання заявки: **12.03.2024**

(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **06.02.2025**

(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: **05.02.2025, Бюл.№ 6**

(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)

(73) Володілець (володільці):
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002 (UA)

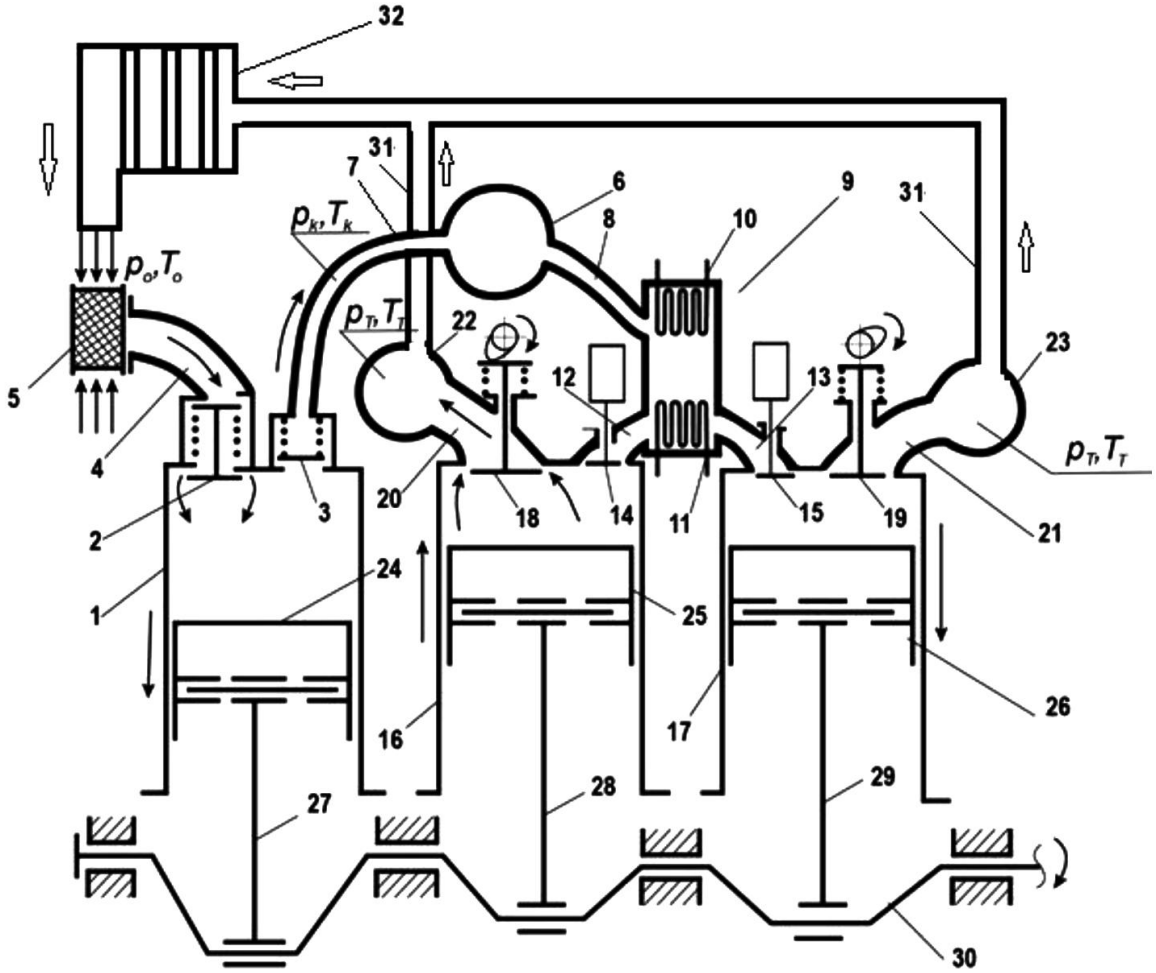
(74) Представник:
Азарова Алла Володимирівна

(54) СПОСІБ РОБОТИ ПОРШНЕВОГО ТЕПЛОВОГО ДВИГУНА

(57) Реферат:

Спосіб роботи поршневого теплового двигуна, в якому процес підігріву повітря здійснюють у зовнішній камері підігріву, що з'єднана каналами та впускними клапанами з робочими циліндрами, зменшення коливань тиску стиснутого повітря в зовнішній камері підігріву протягом циклу досягають за допомогою камери стиснутого повітря, установленої між циліндром для стискування повітря і зовнішньою камерою підігріву, температуру стиснутого повітря в зовнішній камері підігріву підтримують до заданої температури шляхом застосування елементів підігріву. Відпрацьоване повітря з випускних колекторів крізь зовнішній теплообмінник подається на впуск теплового двигуна і крізь повітряний фільтр - до циліндра для стискування повітря, для підвищення коефіцієнта наповнення та коефіцієнта корисної дії.

UA 158409 U


32
31
7
6
9
31
$p_к, T_к$
8
10
p_o, T_o
$p_т, T_т$
22
23
12
13
5
4
$p_т, T_т$
20
18
14
11
15
19
21
3
2
24
25
1
26
16
17
27
28
29
30

Фіг. 1

Корисна модель належить до галузі машинобудування, а саме стосується 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

Як найбільш близький аналог вибрано пневмодвигун [7], який містить три циліндри, один із яких використовують як компресорний, а два інші - як робочі, в яких здійснюють процеси розширення стиснутого повітря і його видалення в навколишнє середовище, причому підігрів здійснюють в зовнішній камері підігріву, що з'єднана з компресорним та робочими циліндрами каналами. Зменшення коливань тиску повітря досягають в акумуляторній камері, підігрів протягом циклу (одного оберту колінчатого вала) вирішують за допомогою камери підігріву, встановленої, між акумуляторною камерою та робочими циліндрами. Підігріте стиснуте повітря подають з камери підігріву до робочих циліндрів через впускні клапани, з електромагнітним приводом. Видалення повітря із робочих циліндрів здійснюють через випускні клапани. Після закриття випускних клапанів поршні робочих циліндрів здійснюють стиск повітря, що залишилося, для зменшення втрат енергії на впускних клапанах. Зменшення втрат теплоти від поверхонь каналів стиснутого повітря, камери стиснутого повітря, камери підігріву та каналів, з'єднуючих камеру підігріву з робочими циліндрами, вирішують використанням теплоізоляції цих поверхонь.

Недоліки найбільш близького аналога. У найбільш близькому аналогу при роботі двигуна відпрацьоване повітря відводиться в атмосферу, що не дає змоги його повторно використовувати у робочому циклі двигуна.

В основу корисної моделі поставлено задачу забезпечення можливості повторно використовувати відпрацьоване повітря в робочому циклі двигуна із забезпеченням ефективної роботи всіх систем.

Технічний результат запропонованої корисної моделі полягає в підвищенні ефективності роботи двигуна шляхом збільшення коефіцієнта наповнення циліндрів завдяки можливості використання відпрацьованого повітря, яке має нижчу температуру ніж атмосферне.

Поставлена задача вирішується в способі роботи поршневого теплового двигуна, в якому процес підігріву повітря здійснюють у зовнішній камері підігріву, що з'єднана каналами та впускними клапанами з робочими циліндрами, зменшення коливань тиску стиснутого повітря в зовнішній камері підігріву протягом циклу вирішують за допомогою камери стиснутого повітря, установленої між циліндром для стискування повітря і зовнішньою камерою підігріву, температуру стиснутого повітря в зовнішній камері підігріву підтримують до заданої температури шляхом застосування елементів підігріву, згідно з корисною моделлю відпрацьоване повітря з випускних колекторів через зовнішній теплообмінник подають на впуск теплового двигуна і через повітряний фільтр - до циліндра для стискування повітря, для підвищення коефіцієнта наповнення та коефіцієнта корисної дії.

Функціональне призначення сукупності ознак, що запропоновані, полягає в підвищенні ефективності роботи поршневого двигуна завдяки можливості збільшення коефіцієнту наповнення циліндрів при використанні відпрацьованого повітря, яке має температуру нижчу ніж атмосферне повітря.

Суть корисної моделі пояснюють кресленнями.

На фіг. 1 показано, як приклад, загальний вигляд поршневого теплового двигуна, в якому здійснюють запропонований спосіб роботи в трьох циліндрах, один з яких використовують 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, акумуляторну камеру стиснутого повітря 6, з'єднану каналом 7 з компресорним циліндром 1, а каналом - 8 з робочими циліндрами 16 і 17, на зовнішній поверхні яких встановлено пристрій для підігріву повітря, наприклад електричні нагріваючі елементи 10, 11, канал 8 з'єднано 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, відпрацьоване повітря з робочих циліндрів 16 та 17

відводиться у випускні канали 20 та 21, що з'єднані з випускними колекторами 22 та 23, які з'єднані повітряними магістралями 31 через теплообмінник 32 з впуском двигуна через повітряний фільтр 5. Поршень 24 компресорного циліндра та поршні 25 і 26 робочих циліндрів шатунами 27, 28 та 29 з'єднані зі спільним колінчатим валом 30.

Геометричний ступінь розширення стиснутого повітря в робочих циліндрах обчислюють 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 Δ=2-5 мм геометричний ступінь розширення стиснутого повітря δ=20-50.

Спосіб роботи теплового двигуна, що запропонований, 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, надходить в надпоршневу порожнину компресорного циліндра 1 (крива d-a на фіг. 2), а при зворотному русі поршня 24 від нижньої мертвої точки до верхньої здійснюють стиск повітря (крива a-b на фіг. 2). В кінці такту випуску стиснуте повітря через випускний клапан 3 та канал 7 подають для зниження коливань тиску стиснутого повітря до акумуляторної камери стиснутого повітря 6 (крива b-c на фіг. 2), з'єднаної каналом 8 з робочими циліндрами 16 та 17, в яких стиснуте повітря нагрівають за допомогою нагріваючих елементів 10, 11. Стиснуте повітря через канали 12 і 13 надходить до робочих циліндрів 16 та 17, де підігрівається електричними нагріваючими елементами 10, 11, при цьому температуру стиснутого повітря підтримують на заданому рівні. 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-ν фіг. 3). Закривають впускні клапани 14 та 15 залежно від режиму після 5-40 градусів оберту колінчатого вала за верхньою мертвою точкою поршнів 25 та 26 (точка ν 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 з 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 відпрацьоване повітря витискують через випускні клапани 18 та 19, випускні канали 20 та 21 до випускних колекторів 22 та 23. Після закриття випускних клапанів18 та 19 з 25-60 градусів оберту колінчатого вала до верхньої мертвої точки поршнів робочих циліндрів 25 та 26 здійснюють стиск повітря. Повітря, що залишилося, в надпоршневих порожнинах робочих циліндрів 16 та 17 протягом 25-60 градусів оберту колінчатого вала до верхньої мертвої точки стискують (крива e'-d фіг. 3).

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 обчислюють за формулою:

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

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 надпоршневої порожнини робочих циліндрів;

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

При значенні T_0=300 K (27 ºC); T_1=1500 K; T_2=400 K термодинамічний коефіцієнт корисної дії циклу η_t=0,92. З підвищенням температури робочого тіла, що видаляють з робочих циліндрів T_2,

термодинамічний коефіцієнт корисної дії буде зменшуватися. Термодинамічний коефіцієнт корисної дії двигунів внутрішнього згоряння не перевищу $\varepsilon = 0{,}70$.

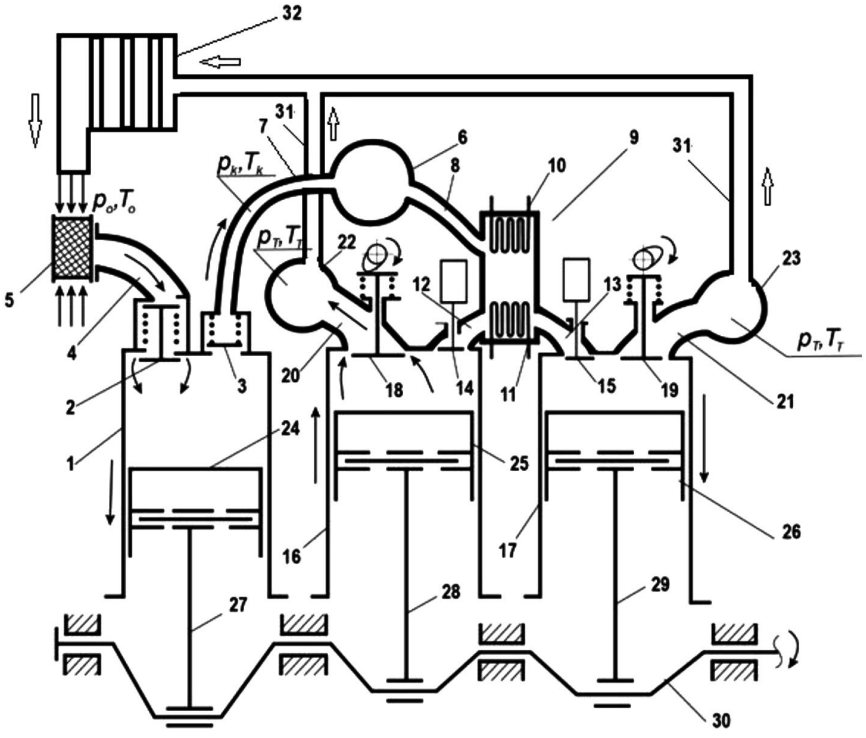
Використання запропонованого способу роботи теплового двигуна, наприклад, як енергетичної установки автомобіля, забезпечує залежно від умов експлуатації зниження експлуатаційних витрат палива, наприклад етилового спирту, на 100 відсотків, зниження викидів токсичних хімічних сполук з відпрацьованими газами на 100 відсотків без використання додаткових систем їх нейтралізації, а також значно зменшує інтенсивність звукового випромінювання, та дає змогу використовувати відпрацьоване повітря для охолодження повітря в салоні авто в літній період експлуатації.

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ:

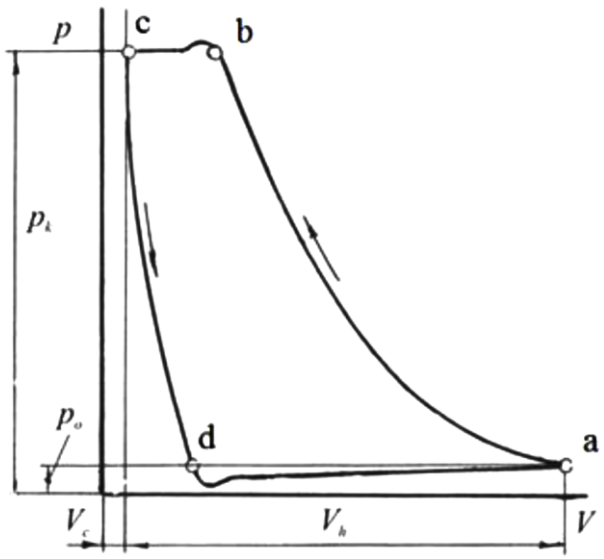
1. АС СРСР №80445 кл. 46а2, 109 (МПК F02 47/00), 1947.
2. АС СРСР №128231 кл. 46а2, 109 (МПК F02 47/00), 1958.
3. Патент Франції №2172505 МПК F02B 41/00, F02B 75/00, 1973.
4. Патент США № 3880126, МПК F02B 33/22, 1975.
5. Заявка Франції № 2319769, МПК F02B 75/12, 1977.
6.Патент США № 8006656, МПК F02B 25/00, 2009.
7. Патент України № UA 149467, МПК F02B 47/00, F02B 33/22. Дьяченко Василь Григорович; Воронков Олександр Іванович; Нікітченко Ігор Миколайович; Тесленко Едуард Вікторович; Назаров Артем Олександрович; Гнатов Андрій Вікторович; Аргун Щасяна Валіковна. Спосіб роботи поршневого теплового двигуна, u202007289, опубл. 24.11.2021, бюл. № 47/2021.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

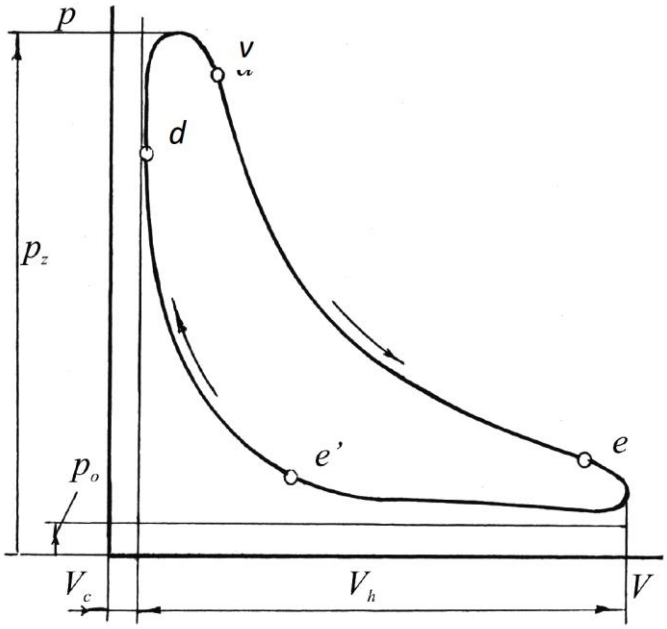
Спосіб роботи поршневого теплового двигуна, в якому процес підігріву повітря здійснюють у зовнішній камері підігріву, що з'єднана каналами та впускними клапанами з робочими циліндрами, зменшення коливань тиску стиснутого повітря в зовнішній камері підігріву протягом циклу досягають за допомогою камери стиснутого повітря, установленої між циліндром для стискування повітря і зовнішньою камерою підігріву, температуру стиснутого повітря в зовнішній камері підігріву підтримують до заданої температури шляхом застосування елементів підігріву, який **відрізняється** тим, що відпрацьоване повітря з випускних колекторів крізь зовнішній теплообмінник подається на впуск теплового двигуна і крізь повітряний фільтр - до циліндра для стискування повітря, для підвищення коефіцієнта наповнення та коефіцієнта корисної дії.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

Комп'ютерна верстка В. Юкін

ДО "Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій", вул. Дмитра Годзенка, 1, м. Київ – 42, 01601