



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **129153** (13) **U**
(51) МПК (2018.01)
F02B 47/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2018 03708**
(22) Дата подання заявки: **06.04.2018**
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **25.10.2018**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **25.10.2018, Бюл.№ 20**

(72) Винахідник(и):
Дяченко Василь Григорович (UA),
Ліньков Олег Юрійович (UA),
Воронков Олександр Іванович (UA),
Нікітченко Ігор Миколайович (UA),
Тесленко Едуард Вікторович (UA),
Назаров Артем Олександрович (UA)
(73) Власник(и):
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ
УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Ярослава Мудрого, 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. Р. Ейдемана, 13-а, кв. 111, м. Харків, 61118 (UA),
Нікітченко Ігор Миколайович,
вул. Грицевця, 51-а, кв. 28, м. Харків, 61162 (UA),
Тесленко Едуард Вікторович,
просп. Постишева, 2/1, кв. 2, м. Харків, 61145 (UA),
Назаров Артем Олександрович,
пр. Студентський, 10, кв. 437, м. Харків, 61024 (UA)

(54) СПОСІБ РОБОТИ ПОРШНЕВОГО ТЕПЛОВОГО ДВИГУНА

(57) Реферат:

Спосіб роботи поршневого теплового двигуна, в якому процес згоряння палива здійснюють у зовнішній камері згоряння, що з'єднана каналами та впускними 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, за допомогою клапанів 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, зменшення коливань тиску продуктів згоряння в зовнішній камері згоряння протягом циклу (одного оберту колінчатого вала) досягають за допомогою ресивера для стиснутого повітря, встановленого між циліндром для стискування повітря і зовнішньою камерою згоряння, причому максимальну температуру продуктів згоряння в зовнішній камері згоряння підтримують не вище 1500 К шляхом зміни кількості палива, що впорскується в

UA 129153 U

зовнішню камеру згоряння, при переміщенні поршнів в робочих циліндрах від нижньої мертвої точки до верхньої мертвої точки протягом 80-120 градусів обертут колінчатого вала здійснюють видалення продуктів згоряння із робочих циліндрів через випускні клапани, а після їх закриття протягом 60-100 градусів обертут колінчатого вала здійснюють стиснення продуктів згоряння, що залишилися в надпоршневих порожнинах робочих циліндрів, причому зменшення коливання тиску продуктів згоряння в зовнішній камері згоряння протягом циклу (одного обертут колінчатого вала) досягають за допомогою додаткового ресивера для згладжування пульсацій стиснутої горючої суміші, устаткованого між впускними клапанами та каналами зовнішньої камери згоряння, які допомагають здійснювати рівномірне перетікання горючої суміші, причому продукти згоряння, що надходять до додаткового ресивера для згладжування пульсацій стиснутої горючої суміші через з'єднуючі канали з робочими циліндрами, сповільнюють коливання тиску горючої суміші від робочих циліндрів до камери згоряння та не заважають рівномірному згорянню палива у камері згоряння.

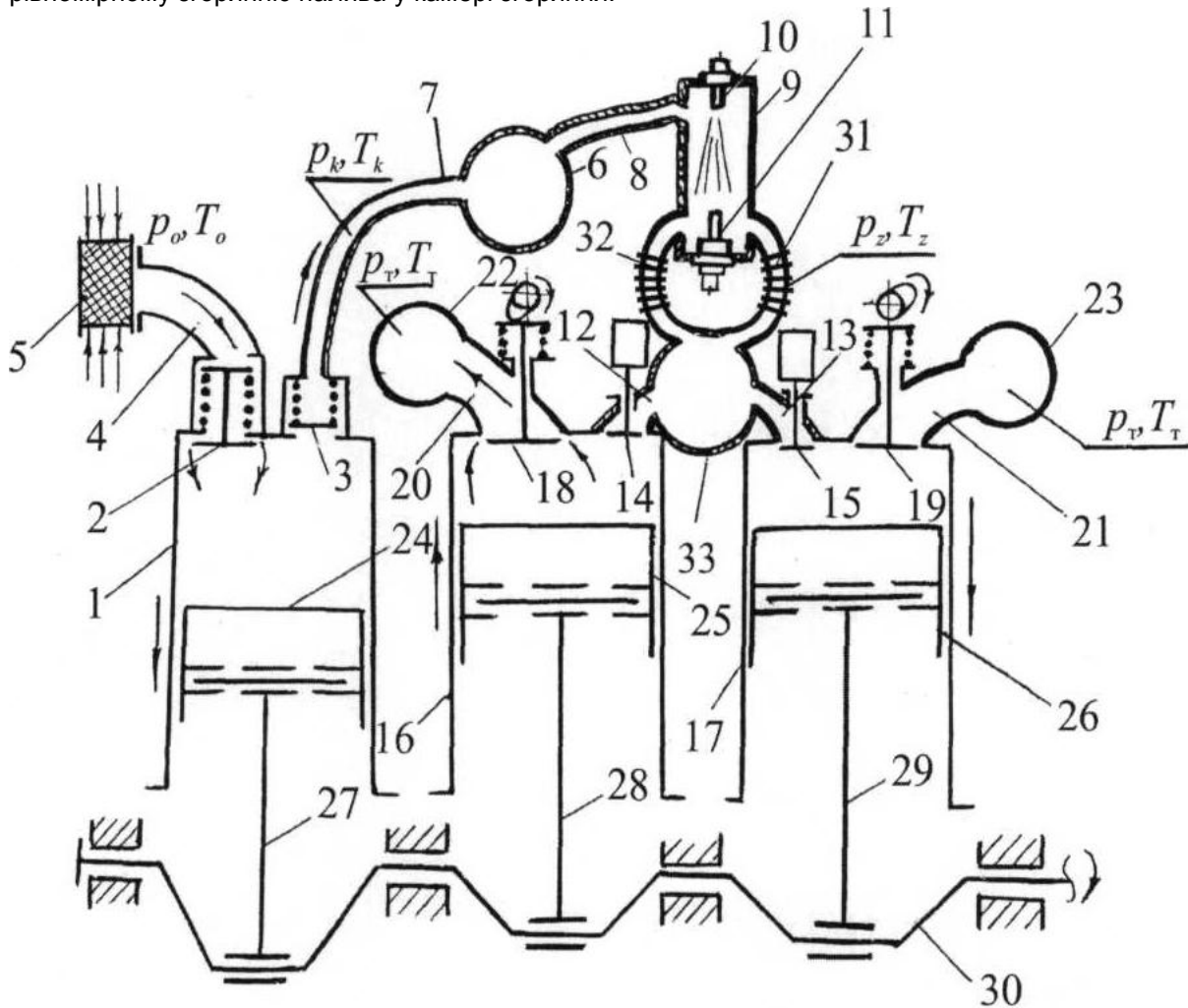


Fig. 1

Корисна модель 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 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]. Загальними недоліками відомих способів роботи поршневих чотиритактних теплових двигунів, в яких робочий цикл здійснюють як мінімум у двох циліндрах, 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.

За прототип прийнято спосіб роботи чотиритактного двигуна внутрішнього згоряння з розділеним циклом, що має як мінімум два циліндри, 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 паливоповітряної 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 корисної моделі, 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 вала) досягають з допомогою ресивера для згладжування пульсацій, встановленого між циліндром для стиснення повітря і зовнішньою камерою згоряння та ресивера для згладжування пульсацій стиснутої горючої суміші, встановленого між камерою згоряння та робочими циліндрами. 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 стиснення 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, досягаються 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, ресивер для згладжування пульсацій 6, з'єднану каналом 7 з компресорним циліндром 1, а каналом 8 з камерою згоряння 9, в якій встановлено пристрій для подачі палива, наприклад, форсунку 10, та пристрій для запалювання палива 11, що з'єднана каналами 31,32 з ресивером 33 для згладжування пульсацій стиснутої горючої суміші та через впускні канали 12 та 13 і 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 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 $5=100$ 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 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 до 3-5 МПа через випускний клапан 3 та канал 7 подається для зниження коливань тиску стиснутого повітря до ресивера 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 пристрою 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 канали 31 та 32 та ресивер 33 призначеного для згладжування пульсацій стиснутої горючої суміші, 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 обертуті 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 обертуті 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 обертуті 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 обертуті колінчатого валу 34) 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 обертуті 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 обертуті 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;

5 M - маса робочого тіла;

T_0 - температура навколишнього середовища;

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

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

При значенні $T_0 = 300\text{ K}$ (27°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 T_2 , термодинамічний коефіцієнт корисної дії буде зменшуватися. Термодинамічний коефіцієнт корисної дії двигунів внутрішнього згоряння не перевищує 0,70.

15 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 викидів токсичних хімічних сполук з відпрацьованими газами на 90-95 відсотків без використання додаткових систем їх нейтралізації, а також значно зменшує інтенсивність

20 звукового випромінювання.

Джерела інформації:

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

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

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

25 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 на винахід №106558 від 10.09.2014 р.,

МПК F02B 47/00.

30 МПК F02B 33/00.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб роботи поршневого теплового двигуна, в якому процес згоряння палива здійснюють у зовнішній камері згоряння, що з'єднана каналами та впускними 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, за допомогою клапанів 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, зменшення коливань тиску продуктів згоряння в зовнішній камері згоряння протягом циклу (одного оберту колінчатого вала) досягають за допомогою ресивера для стиснутого повітря, встановленого між циліндром для стискування повітря і зовнішньою камерою згоряння, причому максимальну температуру продуктів згоряння в зовнішній камері згоряння підтримують не вище 1500 K шляхом зміни кількості палива, що впорскується в зовнішню камеру згоряння, при переміщенні поршнів в робочих циліндрах від нижньої мертвої точки до верхньої мертвої точки протягом 80-120 градусів оберту колінчатого вала здійснюють видалення продуктів згоряння із робочих циліндрів через випускні клапани, а після їх закриття протягом 60-100 градусів оберту колінчатого вала здійснюють стиснення продуктів згоряння, що залишилися в надпоршневих порожнинах робочих циліндрів, який **відрізняється** тим, що зменшення коливання тиску продуктів згоряння в зовнішній камері згоряння протягом циклу (одного оберту колінчатого вала) досягають за допомогою додаткового ресивера для згладжування пульсацій стиснутої горючої суміші, встановленого між впускними клапанами та каналами зовнішньої камери згоряння, які допомагають здійснювати рівномірне перетікання горючої суміші, причому продукти згоряння, що надходять до додаткового ресивера для згладжування пульсацій стиснутої горючої суміші через з'єднуючі канали з робочими циліндрами, сповільнюють

коливання тиску горючої суміші від робочих циліндрів до камери згоряння та не заважають рівномірному згорянню палива у камері згоряння.

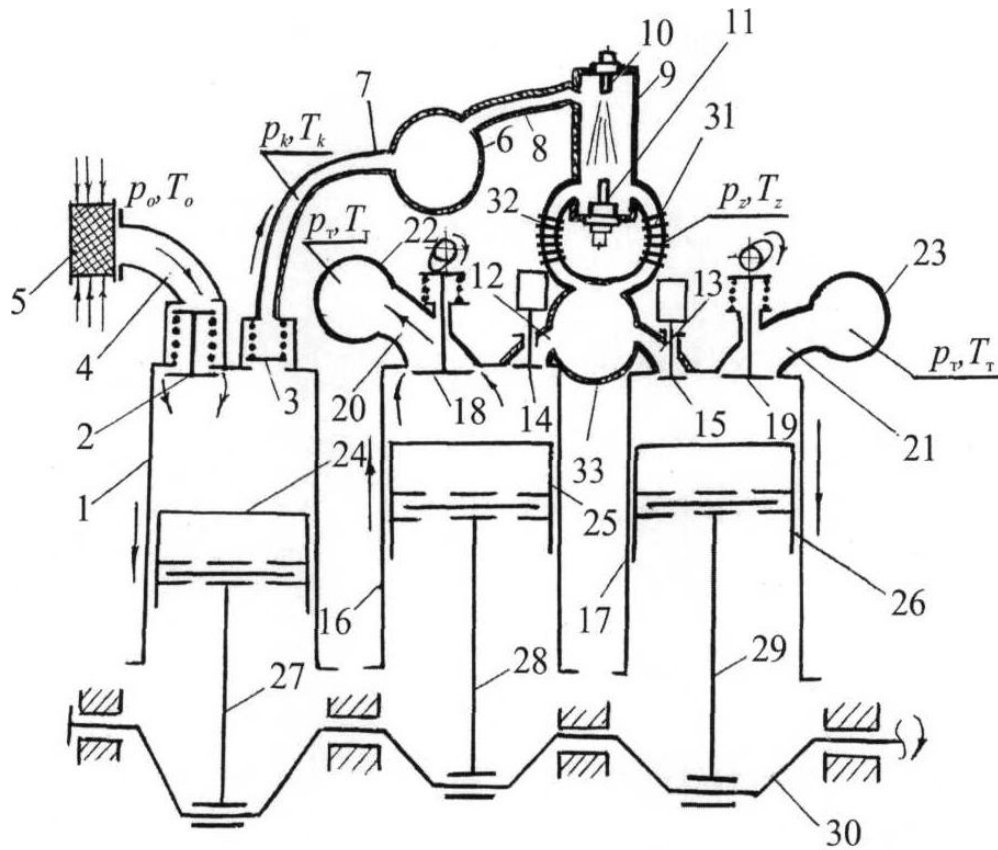


Fig. 1

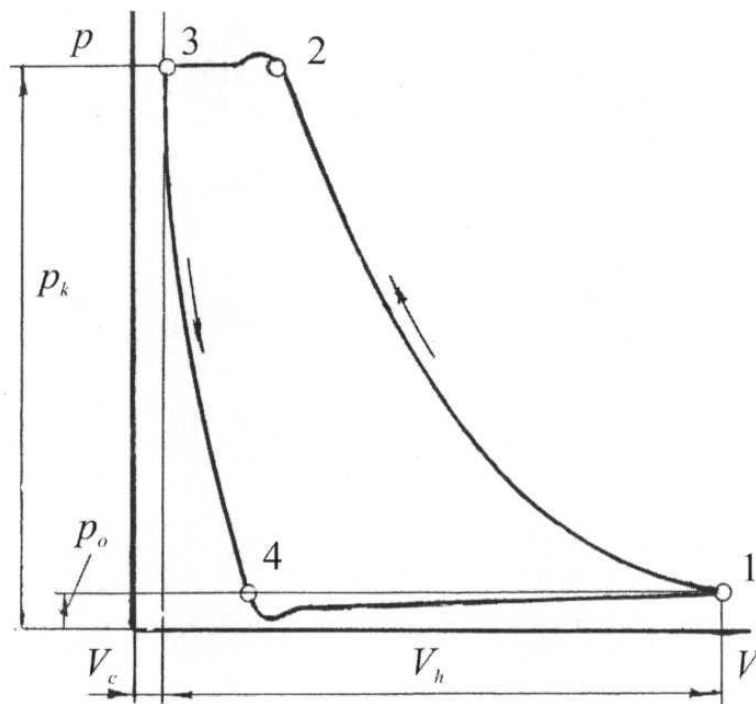
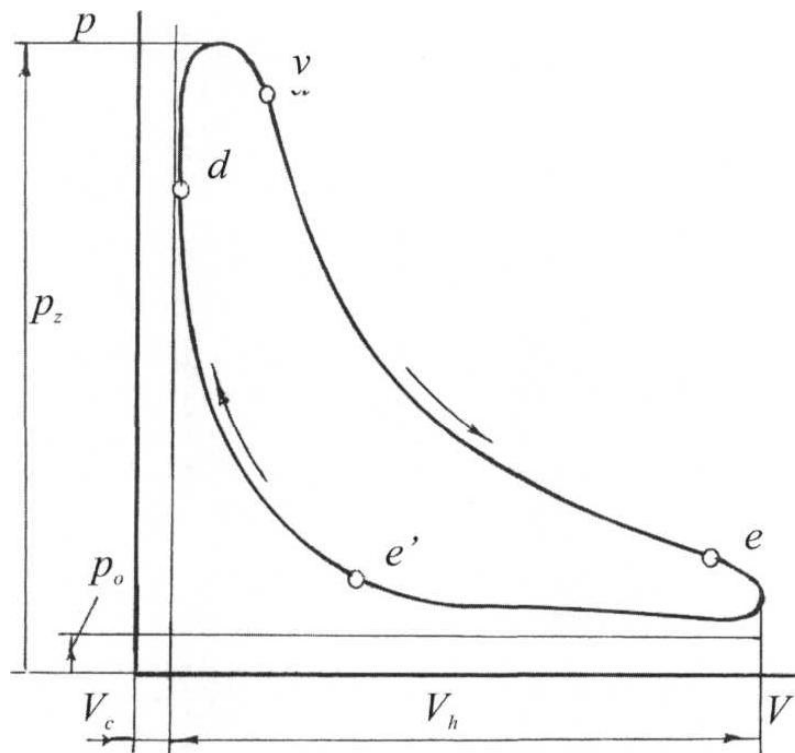


Fig. 2



Фіг. 3

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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