



УКРАЇНА

(19) **UA**(11) **113278**(13) **C2**

(51) МПК

F01B 17/02 (2006.01)**F02G 1/02** (2006.01)**F24J 2/42** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

(21) Номер заявки:	а 2013 05248	(72) Винахідник(и):	Негр Гі (LU), Негр Сіріль (FR)
(22) Дата подання заявки:	03.10.2011	(73) Власник(и):	МОТОР ДЕВЕЛОПМЕНТ ІНТЕРНЕСНЛ С.А., 17 rue des Bains, L-1212 Luxembourg, Luxembourg (LU)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.01.2017	(74) Представник:	Мошинська Ніна Миколаївна, реєстр. №115
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Парижської конвенції:	1058005	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	UA 99903 C2, 25.10.2012, UA 22052 C1, 16.10.2000, UA 62513 A, 15.12.2003, RU 2293213 C1, 10.02.2007, UA 11596 U, 15.01.2006, UA 18219 U, 15.11.2006, UA 49714 U, 11.05.2010, UA 100635 C2, 10.01.2013, WO 03006795 A1, 23.01.2003, FR 2952120 A1, 06.05.2011, US 4359118 A, 16.11.1982, WO 2009034421 A1, 19.03.2009, DE 202005017622 U1, 12.01.2006, WO 2005049968 A1, 02.06.2005, US 2003101864 A1, 05.06.2003, WO 2008028881 A1, 13.03.2008.
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Парижської конвенції:	04.10.2010		
(33) Код держави-учасниці Парижської конвенції, до якої подано попередню заявку:	FR		
(41) Публікація відомостей про заявку:	12.08.2013, Бюл.№ 15		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.01.2017, Бюл.№ 1		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/EP2011/067211, 03.10.2011		

(54) ПНЕВМАТИЧНИЙ ДВИГУН, ЩО ВИКОРИСТОВУЄ ОДИН І/АБО ДВА ВИДИ ЕНЕРГІЇ, ЯКИЙ ПРАЦЮЄ НА СТИСНУТОМУ ГАЗІ І/АБО НА ДОДАТКОВІЙ ЕНЕРГІЇ, З АКТИВНОЮ КАМЕРОЮ, ВКЛЮЧЕНОЮ В ЦИЛІНДР**(57) Реферат:**

Об'єктом винаходу є двигун з активною камерою, який містить щонайменше один поршень (2), що встановлений з можливістю переміщення ковзанням в циліндрі (1) і приводить в дію колінчастий вал (5) за допомогою кривошипно-шатунного механізму (3, 4) і який працює згідно з чотирифазним термодинамічним циклом, що містить: ізотермічне розширення без здійснення роботи, перехід - незначне розширення з роботою, що називається квазіізотермічним, політропне розширення зі здійсненням роботи, випускання при атмосферному тиску, що переважно одержує живлення стиснутим повітрям, яке міститься в резервуарі-накопичувачі (12) під високим тиском, через буферну ємність, яка називається робочою ємністю (11), що розширюється до середнього тиску, який називається робочим тиском, в робочій ємності (11) переважно через пристрій динамічного редуктора (13), який відрізняється тим, що активна камера (CA) включена в робочий циліндр, при цьому об'єм циліндра (1), який проходить

UA 113278 C2

поршень, ділиться на дві окремі частини, з яких перша частина утворює активну камеру (CA), і друга частина утворює розширювальну камеру (CD).

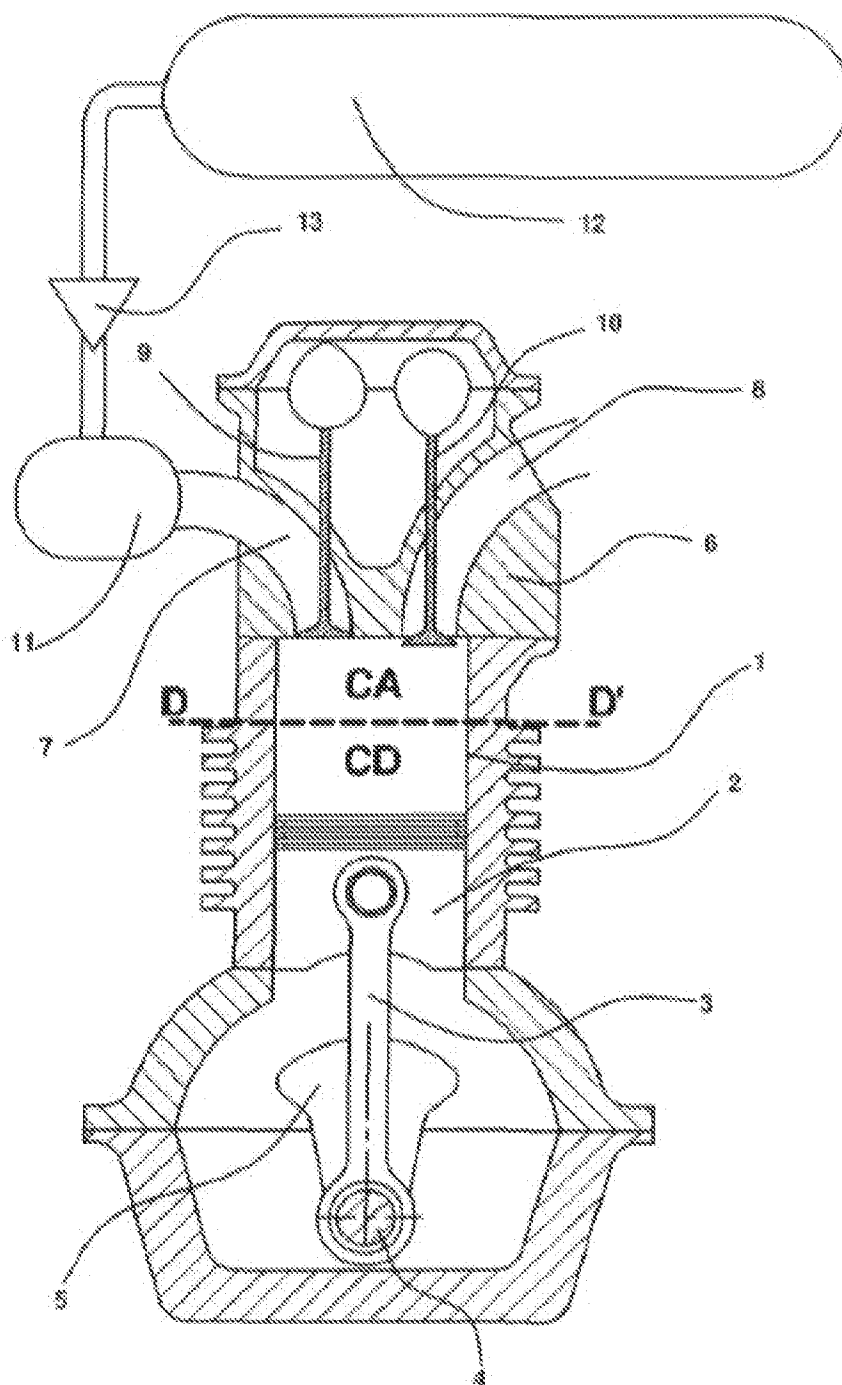


Fig. 1

Винахід стосується двигуна, який працює на стиснутому повітрі або на будь-якому іншому газі і, який використовує камеру, яка називається "активною камерою".

Авторам винаходу належить декілька патентів, що стосуються силових установок, а також їх монтажу, що використовують гази і, зокрема, стиснуте повітря для екологічно абсолютно чистої роботи в умовах міста і передмістя.

Зокрема, була подана міжнародна патентна заявка WO-A1-03/036088, до змісту якої можна звернутися і в якій описаний компресорно-генераторний агрегат з нагнітанням додаткового стиснутого повітря, який працює у варіантах використання одного виду енергії або декількох видів енергії.

У двигунах цього типу, які працюють на стиснутому повітрі і містять резервуар-накопичувач стиснутого повітря, необхідно розширювати стиснуте повітря, що зберігається в резервуарі під дуже високим тиском, який, проте, знижується по мірі випорожнення резервуара, до стабільного проміжного тиску, який називається кінцевим тиском використання, в буферній ємності, що називається робочою ємністю, перед його використанням в робочому циліндрі або робочих циліндрах двигуна.

Добре відомі традиційні клапанно-пружинні редуктори мають дуже низьку витрату, і їх використання за цим призначенням вимагає наявності дуже складного і малоефективного обладнання. Крім того, вони є дуже чутливими до інею, що утворюється внаслідок вологості повітря, що охолоджується під час розширення.

Щоб вирішити цю проблему, автори винаходу подали також патентну заявку WO-A1-03/089764, до змісту якої можна звернутися і в якій описаний редуктор з регульованою витратою і система розподілу для двигунів, які одержують живлення нагнічуванням стиснутим повітрям, що містить резервуар стиснутого повітря під високим тиском і робочу ємність.

Під час роботи цих двигунів з "розширенням навантаження" заповнення розширювальної камери являє собою розширення без здійснення роботи, що негативно позначається на загальному ККД машини.

Щоб вирішити вищезгадану проблему, автори винаходу подали також патентну заявку WO-A1-2005/049968, в якій описаний пневматичний двигун, що переважно живиться стиснутим повітрям або будь-яким іншим стиснутим газом, що міститься в резервуарі-накопичувачі під високим тиском, що попередньо розширюється до номінального робочого тиску в буферній ємності, яка називається робочою ємністю. У версії роботи з використанням двох видів енергії робоча ємність містить пристрій підігрівання повітря, який живиться додатковою енергією (від викопного палива або іншою енергією), що дозволяє підвищити температуру і/або тиск повітря, яке проходить через нього.

У двигуні цього типу згідно з WO-A1-2005/049968:

- розширювальна камера являє собою змінний об'єм, що містить засоби, які дозволяють виконувати роботу, вона є здвоєною і знаходиться в постійному контакті через канал з простором, поміщеним над головним робочим поршнем, який обладнаний пристроєм зупинки поршня в його верхній мертвій точці,

- під час зупинки робочого поршня в його верхній мертвій точці в розширювальну камеру надходить повітря або газ під тиском, коли її об'єм є мінімальним, і під дією штовхального зусилля вона збільшує свій об'єм, виконуючи при цьому роботу,

- коли розширювальна камера досягає по суті максимального об'єму, стиснуте повітря, що міститься в ній, розширюється потім в робочому циліндрі, штовхаючи таким чином робочий поршень, який опускається вниз, виконуючи, в свою чергу, роботу,

- при підйомі робочого поршня під час такту випускання змінний об'єм розширювальної камери повертається до свого меншого значення, і повний робочий цикл відновлюється.

Згідно з цим винаходом, розширювальна камера двигуна активно бере участь в роботі. Тому такий двигун називають двигуном з "активною камерою".

У WO-A1-2005/049968 заявлений, зокрема, термодинамічний цикл з чотирьох фаз при роботі у варіанті використання тільки однієї енергії стиснутого повітря, що включає в себе:

- ізотермічне розширення без здійснення роботи;
- перехід - незначне розширення з роботою, що називається квазіізотермічним;
- політропне розширення зі здійсненням роботи;
- випускання при атмосферному тиску.

У документі WO-A1-2008/028881, який являє собою варіант WO-A1-2005/049968, заявлений такий же термодинамічний цикл, але з використанням традиційного кривошипно-шатунного механізму. Переважно він одержує живлення стиснутим повітрям або будь-яким іншим стиснутим газом, що міститься в резервуарі-накопичувачі під високим тиском, який попередньо розширюють до номінального робочого тиску в буферній ємності, яка називається робочою

ємністю. Робоча ємність у варіанті використання двох видів енергії містить пристрій підігрівання повітря, що живиться додатковою енергією (енергією викопного палива або іншою енергією) і дозволяє підвищити температуру і/або тиск повітря, що проходить через нього.

У двигуні цього типу згідно з WO-A1-2008/028881:

- 5 - розширювальна камера, яка називається активною камерою, являє собою змінний об'єм, що містить засоби, які дозволяють виконувати роботу, і з'єднана через канал, який містить затвор, що дозволяє ізолювати її або забезпечувати її контакт з об'ємом, поміщеним в робочому циліндрі над робочим поршнем в його верхній мертвій точці,
- 10 - повітря або газ під тиском надходить в активну камеру, коли вона має свій найменший об'єм і під дією штовхального зусилля збільшує свій об'єм, здійснюючи роботу;
- коли активна камера досягає свого по суті максимального об'єму і робочий поршень по суті опиняється в своїй верхній мертвій точці, впускання перебивається, згадана камера починає сполучатися з робочим циліндром, і стиснуте повітря, що міститься в ній, розширюється, штовхаючи, таким чином, робочий поршень, який опускається і виконує, в свою чергу, роботу;
- 15 - під час розширення об'єм активної камери повертається до свого мінімального значення, щоб можна було почати новий цикл.

Розширювальна камера двигуна згідно з винаходом активно бере участь в роботі. Двигуни згідно з документами WO-A1-2005/049968 і WO-A1-2008/028881 називають двигунами з активною камерою.

- 20 Для забезпечення оптимізованої роботи двигунів цього типу необхідно враховувати втрати напору під час переходу від активної камери до розширювальної камери для WO-A1-2008/028881, а також мертві об'єми, що з'являються при виконанні конструкції переходу, для WO-A1-2005/049968.

Даний винахід пропонує вирішити цю проблему і одночасно спростити конструкцію машини.

- 25 Двигун з активною камерою, включеною в робочий циліндр, згідно з винаходом, використовує ті ж термодинамічні цикли, що і двигуни, описані вище в WO-A1-2005/049968 і WO-A1-2008/028881, а також традиційний кривошипно-шатунний механізм.

Таким чином, об'єктом винаходу є двигун з активною камерою, який містить щонайменше один поршень, що встановлений з можливістю переміщення ковзанням в циліндрі й приводить в дію колінчастий вал за допомогою традиційного кривошипно-шатунного механізму, і, який працює згідно з чотирифазним термодинамічним циклом, що містить:

- ізотермічне розширення без здійснення роботи;
- перехід - незначне розширення з роботою, що називається квазіізотермічним;
- політропне розширення зі здійсненням роботи;
- 35 - випускання при атмосферному тиску,
- який одержує живлення стиснутим повітрям або будь-яким іншим стиснутим газом, що міститься в резервуарі-накопичувачі під високим тиском, через буферну ємність, яка називається робочою ємністю, в яку надходить стиснуте повітря або будь-який інший стиснутий газ, що міститься в резервуарі-накопичувачі під високим тиском, який розширюють до середнього тиску, що називається робочим тиском, в робочій ємності переважно через пристрій динамічного редуктора,
- 40 який відрізняється тим, що містить щонайменше один поршень, встановлений з можливістю переміщення ковзанням в циліндрі, об'єм якого поршнем, що проходить, послідовно ділиться на дві окремі частини, з яких перша частина утворює активну камеру СА, яка включена в циліндр, і друга частина утворює розширювальну камеру, причому

- 45 об'єм циліндра, який проходить поршень, закритий в своїй верхній частині головкою блока циліндрів, що містить щонайменше один впускний канал і отвір і щонайменше один випускний канал і отвір, і виконаний таким чином, що, коли поршень знаходиться в своїй верхній мертвій точці, залишковий об'єм, поміщений між поршнем і головкою блока, за рахунок конструкції скорочується до мінімальних зазорів, що забезпечують безконтактну роботу між поршнем і головкою блока циліндрів;
- 50 стиснуте повітря або газ під тиском надходить в циліндр над поршнем, і під безперервною дією стиснутого повітря, що знаходиться під постійним робочим тиском, об'єм активної камери збільшується, виконуючи роботу, що відповідає фазі квазіізотермічного переходу;
- 55 впускання стиснутого повітря або газу під тиском в циліндр припиняється, як тільки активна камера СА досягає свого максимального об'єму, і кількість стиснутого повітря або газу під тиском, що міститься в згаданій активній камері, розширюється, штовхаючи поршень на другій частині його ходу, яка утворює розширювальну камеру CD, виконуючи роботу і забезпечуючи, таким чином, фазу розширення;

після досягнення поршнем своєї нижньої мертвої точки випускний отвір відкривається для забезпечення фази випускання під час підйому поршня протягом всього його ходу.

Максимальний об'єм активної камери СА, включеної в робочий циліндр, і об'єм розширювальної камери СD визначають таким чином, щоб при номінальному тиску роботи двигуна тиск в кінці розширення в нижній мертвій точці був близьким до атмосферного тиску.

Наприклад, при номінальному робочому тиску в 20 бар в двигуні, що має загальний робочий об'єм циліндрів в 300 см³, тобто об'єм активної камери плюс об'єм розширювальної камери, максимальний об'єм активної камери СА, включеної в циліндр, буде дорівнювати 35 см³ після досягнення 45 градусів повороту двигуна після верхньої мертвої точки, і об'єм розширювальної камери СD буде дорівнювати 265 см³, а тиск в нижній мертвій точці при відкриванні випускання буде дорівнювати 1,03 бар.

Двигун відповідно до винаходу переважно обладнаний редуктором з регульованою витратою згідно з WO-A1-03/089764, що називається динамічним редуктором, який дозволяє живити робочу ємність при номінальному робочому тиску стиснутим повітрям, що надходить з резервуара-накопичувача під високим тиском, здійснюючи розширення без здійснення роботи типу ізотермічного розширення.

Термодинамічний цикл двигуна з активною камерою згідно з винаходом ідентичний термодинамічному циклу по WO-A1-2005/049968 і по WO-A1-2008/028881. Він характеризується ізотермічним розширенням без здійснення роботи, який забезпечується динамічним редуктором, з подальшим переходом, що супроводжується дуже незначним квазіізотермічним розширенням, наприклад, від об'єму 3000 кубічних сантиметрів до об'єму 3050 кубічних сантиметрів, при роботі за рахунок використання тиску повітря, що міститься в робочій ємності, під час заповнення розширювальної камери, після чого йде політропне розширення з розширювальної камери в робочий циліндр з проведенням роботи і з суттєвим пониженням температури, що завершується випусканням розширеного повітря в атмосферу.

Нерідко температура випускання в двигуні такого типу приймає значення близько від -75 до -100 градусів Цельсія нижче навколишньої температури.

Переважно і, зокрема, у варіанті роботи з використанням одного виду енергії від стиснутого повітря двигун з активною камерою, включеною в циліндр, відповідно до винаходу містить декілька послідовних рівнів циліндрів у вигляді каскаду, кожна з яких виконана і працює згідно з вищезгаданим принципом винаходу, причому об'єм цих послідовних циліндрів поступово збільшується.

Перший циліндр меншого об'єму одержує живлення стиснутим повітрям з робочої ємності.

Наступний або наступні циліндри збільшувального об'єму одержують живлення стиснутим повітрям за рахунок випускання з передуючого/попереднього циліндра.

Між кожним циліндром, тобто між двома послідовними циліндрами встановлені один або декілька теплообмінників з атмосферою, що дозволяють підвищувати температуру повітря при випусканні з попереднього циліндра, щоб привести її до значення, близького до навколишньої температури, і збільшити, таким чином, об'єм повітря, що випускається.

Загальний робочий об'єм циліндрів, об'єм активної камери і об'єм розширювальної камери кожного циліндра визначають таким чином, щоб об'єм повітря, що випускається з кожного з циліндрів, тобто загальний робочий об'єм циліндра, збільшений на об'єм, що одержується при підвищенні температури в теплообмінниках, був по суті еквівалентним максимальному об'єму активної камери наступного циліндра.

Залежно від вибраного числа циліндрів і від загального робочого об'єму двигуна характеристики кожного циліндра визначають таким чином, щоб температури випускання в кожному циліндрі були по суті ідентичними. Отже, показники пониження тиску при випусканні виявляються також по суті однаковими.

Наприклад, але не обмежувально, трициліндровий двигун згідно з винаходом із загальним робочим об'ємом циліндрів 508,7 см³, що живиться від робочої ємності з номінальним тиском 100 бар, буде мати наступні характеристики:

		Циліндр 1	Циліндр 2	Циліндр 3
Робочий об'єм	см ³	19,7	89	400
Об'єм включеної активної камери	см ³	5,5	26	129
Об'єм розширювальної камери	см ³	14,2	63	271
Тиск впускання	бар	100	22,3	4,7
Температура впускання	К	293	293	293
Тиск випускання	бар	22,3	4,7	1
Температура випускання	К	197	195	195

У варіанті застосування винаходу з використанням двох видів енергії і з додатковим паливом стиснуте повітря при навколишній температурі, що міститься в робочій ємності, підігрівують при постійному тиску за допомогою додаткової енергії в тепловому підігрівачі. Це дозволяє збільшити кількість використовуваної і доступної енергії за рахунок того, що стиснуте повітря перед надходженням в активну камеру СА підвищує свою температуру і збільшує свій об'єм, що збільшує автономність машини (наприклад, автотранспортного засобу), обладнаної двигуном відповідно до винаходу, пропорціонально згаданому збільшенню об'єму.

Мова йде про ізобарне підігрівання, і підвищення температури вдвічі дозволяє подвоїти корисний об'єм стиснутого повітря і так далі.

Таким чином, резервуар на 200 літрів стиснутого повітря при 200 бар, тобто 40 м³ повітря при 293 К (20 °С), дозволить мати при 586 К (тобто 313 °С) 80 м³ стиснутого повітря.

Горіння, що починається при навколишній температурі, дозволяє за участю невеликої кількості енергії одержати значні результати, залишаючись при цьому нижче температур утворення забруднюючого повітря оксиду азоту. Використання пристрою теплового підігрівання або теплового підігрівача дозволяє застосовувати безперервне чисте горіння, яке можна каталізувати або очищувати від забруднень будь-якими відомими засобами з метою одержання викидів, що практично не містять забруднень.

Як енергія тепловий підігрівач може використовувати викопне паливо, таке як бензин, газойль або ж зріджений нафтовий газ або побутовий природний газ. Підігрівач може також використовувати біопаливо або етиловий спирт, що забезпечує роботу з використанням двох видів енергії і зовнішнього згорання, де підвищення температури забезпечує паливник. Підігрівач може також використовувати термохімічні процеси, що забезпечують таке підвищення температури.

Згідно з варіантом винаходу, двигун з активною камерою використовує сонячну енергію для підігрівання стиснутого повітря і обладнаний для цього параболічним сонячним пристроєм або будь-якою іншою системою використання сонячної енергії, фокусна точка якої знаходиться в камері, що дозволяє підвищувати температуру стиснутого повітря, що проходить через робочу ємність.

Ця характеристика дозволяє збільшити кількість використовуваної і доступної енергії за рахунок того, що перед потраплянням в циліндр стиснуте повітря збільшить свою температуру і об'єм, що поліпшує автономність машини, обладнаної двигуном відповідно до винаходу, пропорціонально згаданому збільшенню об'єму.

Різні використовувані види енергії можна використовувати окремо або в комбінації.

У випадку двигуна з використанням двох видів енергії, що містить декілька циліндрів, засоби, що дозволяють підігрівати повітря за допомогою додаткової енергії, переважно встановлені між двома останніми циліндрами, що дозволяє зберегти участь навколишньої теплової енергії при підвищенні температури в теплообміннику або теплообмінниках, розташованих між попередніми циліндрами.

Разом з тим можна використовувати пристрої підігрівання і/або додаткового підігрівання між кожною парою циліндрів, не змінюючи принцип даного винаходу.

Згідно з версією цього варіанта, після кожного рівня повітря, яке випускається, спрямовується в єдиний підігрівач з декількома рівнями, що дозволяє використовувати тільки одне джерело горіння.

У варіанті роботи з додатковою енергією термодинамічний цикл першого циліндра містить п'ять фаз:

- ізотермічне розширення;
- підвищення температури;
- перехід - незначне розширення зі здійсненням роботи, що називається квазіізотермічним;
- політропне розширення зі здійсненням роботи;
- випускання при атмосферному тиску;

і термодинамічний цикл наступних/послідовних циліндрів у випадку багатциліндрового двигуна містить чотири фази:

- підвищення температури;
- перехід - незначне розширення зі здійсненням роботи, що називається квазіізотермічним;
- політропне розширення зі здійсненням роботи;
- випускання при атмосферному тиску.

У варіанті зі стиснутим повітрям, наприклад, на автотранспортному засобі міського призначення для роботи використовують тільки тиск стиснутого повітря в резервуарі під високим тиском. При роботі з додатковою енергією, викопною або іншою, наприклад, на

транспортному засобі в умовах автошляху, включають підігрівання робочої ємності, що дозволяє підвищити температуру повітря, яке проходить через робочу ємність і, отже, збільшити об'єм і/або тиск, що використовується для робочого навантаження активної камери і розширювальної камери.

5 Двигуном відповідно до винаходу керують по крутному моменту і по режиму обертів за допомогою контролю тиску в робочій ємності, причому цей контроль переважно здійснюють за допомогою динамічного редуктора, коли він працює в режимі використання двох видів енергії з додатковою енергією (викопною або іншою), і за допомогою електронного обчислювального пристрою, яким обладнаний двигун і який регулює кількість додаткової енергії, що додається, залежно від тиску в згаданій робочій ємності.

10 Згідно з варіантом винаходу, який забезпечує автономну роботу двигуна відповідно до винаходу з використанням двох видів енергії, двигун з активною камерою з'єднаний з повітряним компресором, який під час роботи з додатковою енергією дозволяє поповнювати стиснутим повітрям резервуар-накопичувач стиснутого повітря під високим тиском. Переважно між компресором і резервуаром-накопичувачем розташовують теплообмінник, щоб стиснуте повітря під високим тиском при підвищеній температурі на виході компресора могло в резервуарі досягнути температури, близької до навколишньої температури.

Обладнаний таким чином двигун з активною камерою відповідно до винаходу з використанням одного виду енергії і двох видів енергії працює в трьох режимах:

20 - робота в режимі використання одного виду енергії - нульове забруднення - із попередньо стиснутим повітрям, що міститься в резервуарі-накопичувачі під високим тиском;

- робота в режимі використання двох видів енергії із попередньо стиснутим повітрям, що міститься в резервуарі-накопичувачі під високим тиском, плюс додаткова енергія, що одержується від теплового підігрівача;

25 - робота в автономному режимі використання двох видів енергії зі стиснутим повітрям, що подається в резервуар повітряним компресором, що обертається двигуном, плюс додаткова енергія, яка одержується від теплового підігрівача.

Теплообмінники можуть бути теплообмінниками повітря/повітря або повітря/рідина або будь-яким іншим пристроєм або газом, що забезпечує шуканий ефект підігрівання.

30 Двигун з активною камерою відповідно до винаходу можна застосовувати на будь-яких наземних, морських, залізничних, повітряних транспортних засобах. Двигун з активною камерою відповідно до винаходу переважно може також знаходити своє застосування в аварійних генераторних агрегатах, так само як і в численних побутових установках, що використовуються для одержання електроенергії, для обігрівання і кондиціонування.

35 Інші цілі, переваги і відмітні ознаки винаходу будуть більш очевидні з нижченаведеного опису декількох варіантів виконання, представлених як необмежувальні приклади, з посиланнями на прикладені креслення, на яких:

40 Фіг. 1 зображує схематичний вигляд двигуна відповідно до винаходу з активною камерою, включеною в циліндр, який показаний в осьовому розрізі в своїй нижній мертвій точці, і його пристрою живлення стиснутим повітрям.

Фіг. 2-4 зображують схематичні вигляди в розрізі, що ілюструють різні фази роботи двигуна відповідно до винаходу.

Фіг. 5 зображує вигляд в розрізі багатоциліндрового двигуна з активною камерою, що містить три рівні.

45 Фіг. 6 - схематичний вигляд в розрізі двигуна з активною камерою відповідно до винаходу і його пристрою живлення повітрям під високим тиском, що містить пристрій підігрівання стиснутого повітря за допомогою сонячного параболічного пристрою.

Фіг. 7 - вигляд в розрізі багатоциліндрового двигуна з показуванням його пристрою підігрівання за допомогою горіння.

50 Фіг. 8 - схематичний вигляд двигуна з активною камерою відповідно до винаходу, з'єднаного з компресором, що живить резервуар-накопичувач.

На фіг. 1 показаний двигун з активною камерою відповідно до винаходу, що містить робочий циліндр 1, в якому переміщується ковзанням поршень 2, з'єднаний через шатун 3 з шатунною шийкою 4 колінчастого вала 5.

55 Об'єм робочого циліндра 1 двигуна відповідно до винаходу, через який проходить поршень 2, ділиться по уявній лінії DD' (що відповідає площині розподілу, ортогональній до осі циліндра) на дві частини: першу частину, що утворює активну камеру CA, яка, таким чином, включена в циліндр, і другу частину, що утворює розширювальну камеру CD.

Робочий циліндр 1 закритий верхньою головкою 6 блока, що містить впускний канал 7 і випускний канал 8, а також відповідні засоби перекриття згаданих каналів, при цьому згадані засоби в цьому випадку є відповідно впускним клапаном 9 і випускним клапаном 10.

Впускний канал 7 з'єднаний з робочою ємністю 11 при робочому тиску, яка живиться від резервуара 12 високого тиску через динамічний редуктор 13.

Стиснуте повітря під високим тиском, що міститься в резервуарі-накопичувачі 12 високого тиску, розширюється до робочого тиску в робочій ємності 11 за допомогою динамічного редуктора 13, здійснюючи, таким чином, першу фазу термодинамічного циклу: ізотермічне розширення без здійснення роботи.

Пристрій (не показаний), керований педаллю акселератора, керує динамічним редуктором 13 для забезпечення регулювання тиску в робочій камері і, відповідно, для забезпечення керування двигуном.

Коли поршень 2 знаходиться в своїй верхній мертвій точці, то відповідно до конструкції залишковий об'єм між верхньою стороною поршня і ділянкою головки блока 6, що знаходиться навпроти, є нульовим або майже нульовим, і в цьому випадку об'єм активної камери СА і розширювальної камери CD дорівнює нулю.

Починаючи від верхньої мертвої точки поршня, об'єм циліндра, який проходить поршень і який знаходиться над верхньою стороною поршня, буде поступово збільшуватися, утворюючи таким чином послідовно активну камеру СА і потім розширювальну камеру CD.

Таким чином, хід поршня 2 вниз в циліндрі 1 містить першу "верхню" частину, що відповідає поступовому утворенню активної камери СА, і другу "нижню" частину, що відповідає поступовому утворенню розширювальної камери CD.

На фіг. 2 показаний двигун з активною камерою відповідно до винаходу під час впускання, при цьому впускний клапан 9 відкривається, починаючи від верхньої мертвої точки. Стиснуте повітря при номінальному робочому тиску, що міститься в робочій ємності 11, живить з постійним тиском включену активну камеру СА, об'єм якої поступово збільшується, і штовхає поршень 2 під час його ходу вниз, виконуючи роботу і здійснюючи другу фазу термодинамічного циклу: так званий квазіізотермічний перехід з незначним розширенням та із здійсненням роботи.

На фіг. 3 показаний двигун з включеною активною камерою СА відповідно до винаходу, коли поршень 2 доходить до лінії DD', тобто в момент, коли об'єм активної камери СА стає максимальним і тиск в активній камері виявляється номінальним робочим тиском, ідентичним тиску повітря, що міститься в робочій ємності 11. Впускний клапан 9 закрився і перекрив подачу повітря під тиском. Стиснуте повітря при номінальному тиску, що міститься в активній камері СА, розширюється, штовхаючи поршень 1 в напрямку його нижньої мертвої точки (фіг. 4), виконуючи роботу розширення в двигуні й здійснюючи третю фазу термодинамічного циклу: політропне розширення зі здійсненням роботи.

Потім поршень 1 досягає своєї нижньої мертвої точки (фіг. 1), що відповідає максимальному вільному об'єму циліндра, який проходить поршень, при цьому випускний клапан 10 відкритий з метою видалення через випускний канал 8 розширеного повітря при тиску, близькому до атмосферного тиску, в атмосферу під час його ходу вгору, що відповідає четвертій фазі термодинамічного циклу: випускання при навколишньому/атмосферному тиску.

На фіг. 5 показаний багатоциліндровий двигун з трьома рівнями з робочим об'ємом, що збільшується відповідно до винаходу. Зліва направо на фігурі показаний перший циліндр 1 найменшого робочого об'єму, в якому переміщується ковзанням поршень 2, з'єднаний шатуном 3 з шатунною шийкою 4 колінчастого вала 5. Цей робочий циліндр 1 розділений лінією DD' на дві частини: активну камеру СА і камеру часткового розширення CD (на кресленні не видна). Робочий циліндр 1 закритий головкою блока 6, що містить впускний канал 7 і випускний канал 8, а також засоби перекриття цих каналів, якими є впускний клапан 9 і випускний клапан 10. Впускний канал 7 з'єднаний з робочою ємністю 11 при робочому тиску, яка живиться від резервуара 12 високого тиску через динамічний редуктор 13. Випускний канал 8 сполучається з входом першого теплообмінника 14 повітря/повітря.

Другий рівень утворений другим циліндром 1А, робочий об'єм якого перевищує робочий об'єм першого циліндра 1 і в якому переміщується ковзанням поршень 2А, з'єднаний шатуном 3А з шатунною шийкою 4А загального колінчастого вала 5. Другий робочий циліндр 1А поділений по лінії DD' на дві частини: другу активну камеру СА1, об'єм якої по суті дорівнює робочому об'єму першого циліндра 1, збільшеному на додатковий об'єм, одержаний при підігріванні повітря, що випускається в теплообміннику 14 повітря/повітря, і другу камеру часткового розширення CD1. Другий робочий циліндр 1А закритий загальною головкою блока 6, що містить впускний канал 7А і випускний канал 8А, а також засоби перекриття цих каналів, якими в цьому випадку є впускний клапан 9А і випускний клапан 10А. Впускний канал 7А

з'єднаний з виходом теплообмінника 14 повітря/повітря, що живить його стиснутим повітрям при постійному тиску від випускання першого циліндра. Випускний канал 8А сполучається з входом другого теплообмінника 15 повітря/повітря.

Третій рівень утворений третім циліндром 1В, робочий об'єм якого ще більший і перевищує робочий об'єм другого циліндра 1А і в якому переміщується ковзанням поршень 2В, з'єднаний шатуном 3В з шатунною шийкою 4В загального колінчастого вала 5. Робочий циліндр 1В поділений по лінії DD' на дві частини: третю активну камеру СА2, об'єм якої по суті дорівнює робочому об'єму другого циліндра 1А, збільшеному на додатковий об'єм, одержаний при підігріванні повітря, що випускається у другому теплообміннику 15 повітря/повітря, і третю розширювальну камеру CD2, не показану на кресленні. Робочий циліндр 1В закритий головкою блока 6, що загальна для трьох циліндрів і містить впускний канал 7В і випускний канал 8В, а також засобу перекриття цих каналів, якими в цьому випадку є впускний клапан 9В і випускний клапан 10В. Впускний канал 7В з'єднаний з виходом другого теплообмінника 15 повітря/повітря, що живить його стиснутим повітрям при постійному тиску від випускання другого циліндра 1А. Випускний канал 8В виходить в атмосферу.

Стиснуте повітря під високим тиском, що міститься в резервуарі-накопичувачі 12 високого тиску, розширюється в динамічному редукторі 13 до номінального робочого тиску, який в цьому випадку може бути набагато вищим, наприклад, 100 бар, ніж у випадку описаного вище одноциліндрового двигуна.

Значення об'ємів, тиску і температур, вказані нижче при описі роботи, представлені як необмежувальний приклад реалістичного і можливого варіанта виконання винаходу.

Коли поршень 2 першого циліндра 1 знаходиться в своїй верхній мертвій точці, впускний клапан 9 відкритий, і стиснуте повітря під номінальним тиском, що міститься в робочій ємності 11, живить при постійному тиску включену активну камеру СА першого циліндра 1 і штовхає поршень 2 вниз, здійснюючи роботу. Поршень 2 доходить до лінії DD', на якій об'єм активної камери СА в 5,5 куб. см знаходиться під номінальним робочим тиском в 100 бар, ідентичним тиску повітря, що міститься в робочій ємності 11. Впускний клапан 9 закривається і перекриває надходження повітря під тиском. Стиснуте повітря під номінальним тиском, що міститься в активній камері СА, частково розширюється в розширювальній камері, штовхаючи поршень 1 в напрямку його нижньої мертвої точки, здійснюючи роботу приводу розширення.

Під час цього часткового розширення стиснуте повітря охолоджується до мінус 78 градусів. Перший поршень 1 доходить до своєї нижньої мертвої точки, тоді як тиск повітря, що міститься в циліндрі 1, при даному загальному об'ємі 90 см³ поки залишається високим, близько 20 бар. Випускний клапан 10 відкрився, і поршень 1 виштовхує при майже постійному тиску стиснуте повітря в теплообмінник 14 повітря/повітря, в якому він підігрівається і по суті доходить до навколишньої температури, збільшуючи свій об'єм з 20 см³ до 26 см³.

Коли поршень 2А другого циліндра 1А знаходиться в своїй верхній мертвій точці, впускний клапан 9А відкритий, і стиснуте повітря при вторинному робочому тиску, що міститься в теплообміннику 14, живить при постійному тиску (20 бар) другу включену активну камеру СА1 циліндра 1А і штовхає другий поршень 2А вниз, здійснюючи роботу. Поршень 2А доходить до лінії DD', на якій об'єм другої активної камери СА1 в 26 см³ знаходиться під вторинним робочим тиском в 20 бар, ідентичним тиску повітря, що міститься в теплообміннику 14. Впускний клапан 9А закривається і перекриває надходження повітря під тиском. Стиснуте повітря під вторинним тиском (20 бар), що міститься у другій активній камері СА1, частково розширюється, штовхаючи другий поршень 1А в напрямку його нижньої мертвої точки, здійснюючи роботу приводу розширення.

Під час цього часткового розширення стиснуте повітря охолоджується до мінус 78 градусів. Другий поршень 1А доходить до своєї нижньої мертвої точки, тоді як тиск повітря, що міститься у другому циліндрі 1А, при даному загальному об'ємі 90 см³ доки залишається високим, близько 5 бар. Випускний клапан 10А відкрився, і другий поршень 1А виштовхує при майже постійному тиску стиснуте повітря у другий теплообмінник 15 повітря/повітря, в якому він підігрівається і по суті доходить до навколишньої температури, збільшуючи свій об'єм з 90 см³ до 129 см³.

Коли третій поршень 2В третього циліндра 1В знаходиться в своїй верхній мертвій точці, впускний клапан 9В відкритий, і стиснуте повітря при третинному робочому тиску 5 бар, що міститься у другому теплообміннику 15, живить при постійному тиску третю включену активну камеру СА2 третього циліндра 1В і штовхає поршень 2В вниз, здійснюючи роботу. Поршень 2В доходить до лінії DD', на якій об'єм третьої активної камери СА2 в 129 см³ знаходиться під третинним робочим тиском в 5 бар, ідентичним тиску повітря, що міститься у другому теплообміннику 15. Впускний клапан 9В закривається і перекриває надходження повітря під тиском. Стиснуте повітря під третинним тиском, що міститься в третій активній камері СА2,

розширюється повністю, штовхаючи третій поршень 1В в його нижню мертву точку, здійснюючи роботу приводу розширення, і досягає значення атмосферного тиску.

Під час цього розширення стиснуте повітря охолоджується до мінус 78 градусів. Третій поршень 1В доходить до своєї нижньої мертвої точки, тоді як тиск повітря, що міститься в третьому циліндрі 1В, при даному загальному об'ємі 400 см³ є близьким до атмосферного тиску, при цьому випускний клапан 8В відкривається, і третій поршень 2В виштовхує в атмосферу стиснуте повітря, що міститься в третьому циліндрі 1В.

На фіг. 6 показаний двигун з включеною активною камерою відповідно до винаходу і його пристрій живлення повітрям під високим тиском, який містить пристрій підігрівання стиснутого повітря за допомогою сонячного параболічного пристрою 16, фокус якого знаходиться в робочій ємності, що дозволяє підвищити температуру стиснутого повітря, яке проходить через неї. Ця конструкція дозволяє збільшити кількість використовуваної і доступної енергії за рахунок того, що перед надходженням у включену активну камеру стиснуте повітря підвищує свою температуру і збільшує свій тиск і/або об'єм, що сприяє підвищенню продуктивності двигуна і/або збільшенню автономії транспортного засобу, обладнаного таким двигуном.

На фіг. 7 представлений багатоциліндровий двигун з активною камерою відповідно до винаходу у версії використання двох видів енергії і схематично показаний пристрій 17 підігрівання стиснутого повітря, розташований між останнім (другим) теплообмінником 15 і впуском останнього (третього) циліндра, з додаванням додаткової енергії. Цей пристрій підігрівання в цьому випадку є пальником 17, що живиться від газового балона 18. Таким чином, горіння, що застосовується в цьому випадку, є горінням зовнішнього/внутрішнього типу і дозволяє значно збільшити об'єм і/або тиск стиснутого повітря, що надходить в результаті випускання з попереднього циліндра (другого циліндра).

На фіг. 8 показаний двигун з активною камерою відповідно до винаходу, що працює в автономному режимі з використанням двох видів енергії з так званою додатковою енергією викопного або рослинного походження, коли, згідно з версією винаходу, він обертає повітряний компресор 19, який живиться стиснутим повітрям резервуар-накопичувач 12 через теплообмінник 20 повітря/повітря. Спільна робота двигуна ідентична роботі, описаній вище з посиланнями на фіг. 1-4. Однак ця додаткова ознака дозволяє поповнювати резервуар-накопичувач в ході використання за допомогою додаткової енергії.

У порівнянні з відомими рішеннями, якими є попередні винаходи авторів, зв'язані з так званими двигунами з "активною камерою", даним винаходом запропонований спосіб керування роботою двигуна, що містить щонайменше один циліндр, закритий головкою блока, в якому переміщується поршень, з можливістю зупинки поршня у верхній мертвій точці, що дозволяє додати/включити в робочий циліндр функціонально і конструктивно активну камеру СА, яка в попередніх винаходах була "зовнішньою" відносно циліндра, з яким ця "зовнішня" активна камера була зв'язана.

Це включення/додавання активної камери СА в циліндр дозволяє не тільки конструктивно спростити пневматичний двигун, який працює на стиснутому повітрі або газі, але також сприяє поліпшенню його характеристик і підвищенню його продуктивності.

Двигун з активною камерою відповідно до винаходу був описаний у варіанті роботи на стиснутому повітрі. Однак він може використовувати будь-який стиснутий газ/гази під високим тиском, не виходячи за рамки заявленого винаходу.

Винахід не обмежується описаними і показаними на кресленнях прикладами виконання: матеріали, засоби керування, описані пристрої можна варіювати в межах еквівалентів при досягненні однакових результатів. Можна також змінювати число робочих циліндрів, їх робочі об'єми, максимальний об'єм активної камери відносно до об'єму, що витісняється з циліндра/циліндрів, і число ступенів розширення.

50 ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

1. Двигун з активною камерою, що містить щонайменше один робочий циліндр (1), виконаний з можливістю переміщення в ньому з ковзанням щонайменше одного поршня (2), сполученого через шатун (3) з шатунною шийкою (4) колінчастого вала (5) і виконаного з можливістю приведення в дію колінчастого вала (5) за допомогою традиційного кривошипно-шатунного механізму, і виконаний з можливістю роботи згідно з чотирифазним термодинамічним циклом, що включає:

- ізотермічне розширення без здійснення роботи;
- перехід - незначне розширення з роботою, що називається квазіізотермічним;
- політропне розширення зі здійсненням роботи;

- випускання при атмосферному тиску,

причому двигун виконаний з можливістю одержання живлення у вигляді стиснутого повітря або будь-якого іншого стиснутого газу, що міститься в резервуарі-накопичувачі (12) під високим тиском, через буферну ємність, що називається робочою ємністю (11), і його розширення до

середнього тиску, що називається робочим тиском, в робочій ємності (11), переважно через пристрій динамічного редуктора (13),

який **відрізняється** тим, що поршень (2) встановлений з можливістю переміщення ковзанням щонайменше в одному циліндрі (1), об'єм якого, який проходить поршень, розділений на дві окремі частини, з яких перша утворює активну камеру (CA), яка включена в циліндр, і друга

частина утворює розширювальну камеру (CD), причому

циліндр (1), який проходить поршень, виконаний закритим в своїй верхній частині головкою (6) блока циліндрів, що містить щонайменше один впускний канал і отвір (7) і щонайменше один випускний канал і отвір (9), при цьому залишковий об'єм, між поршнем і головкою (6) блока, скорочений до мінімальних зазорів, що забезпечують безконтактну роботу між поршнем і

головкою блока циліндрів, коли поршень знаходиться в своїй верхній мертвій точці, причому, коли поршень знаходиться в своїй мертвій точці, об'єм активної камери рівний нулю; причому двигун виконаний з можливістю подачі стиснутого повітря або газу під тиском в циліндр над поршнем і створення безперервного штовхального зусилля стиснутого повітря або будь-якого іншого газу, що знаходиться під постійним робочим тиском, що забезпечує збільшення об'єму активної камери (CA) і виконує роботу, яка відповідає фазі квазіізотермічного переходу;

причому двигун виконаний з можливістю припинення впускання стиснутого повітря або газу під тиском в циліндр у міру досягнення активною камерою (CA) свого максимального об'єму і розширення кількості стиснутого повітря або газу під тиском, що міститься в згаданій активній камері, з забезпеченням штовхального впливу на поршень на другій частині його ходу, яка утворює розширювальну камеру (CD), виконуючи роботу і забезпечуючи, таким чином, фазу розширення;

причому двигун виконаний з можливістю відкривання, після досягнення поршнем своєї нижньої мертвої точки, випускного отвору для забезпечення фази випускання під час підйому поршня протягом всього його ходу.

2. Двигун з активною камерою за п. 1, який **відрізняється** тим, що максимальний об'єм активної камери (CA), включеної в робочий циліндр, і об'єм розширювальної камери (CD) є таким, що при номінальному тиску роботи двигуна тиск в кінці розширення в нижній мертвій точці був близьким до атмосферного тиску.

3. Двигун з активною камерою за п. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що містить декілька послідовних циліндрів (1; 1A; 1B) збільшувального об'єму, кожний з яких виконаний з можливістю функціонувати згідно з вищезгаданим принципом, перший циліндр меншого об'єму виконаний з можливістю живлення стиснутим повітрям або газом під тиском з робочої ємності (11), і наступний або наступні циліндри виконані з можливістю живлення стиснутим повітрям за рахунок випускання з попереднього циліндра (8A, 8B);

- між кожним циліндром встановлений щонайменше один теплообмінник з атмосферою, який виконаний з можливістю підвищення температури повітря при випусканні з попереднього циліндра, для приведення її до значення, близького до навколишньої температури, і збільшення об'єму повітря, яке випускається.

4. Двигун з активною камерою за будь-яким з пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що робоча ємність (13) містить пристрій (17) підігрівання за допомогою додаткової енергії вихідного або іншого походження стиснутого повітря або газу під тиском при постійному тиску, при цьому згаданий пристрій підігрівання виконаний з можливістю підвищення температури повітря або газу, що проходить через нього, і збільшення кількості використовуваної і доступної енергії за рахунок підвищення температури стиснутого повітря або газу під тиском перед надходженням в активну камеру і збільшення його об'єму.

5. Двигун з активною камерою за п. 3 або 4, який **відрізняється** тим, що пристрій підігрівання при постійному тиску розташований між двома останніми згаданими послідовними циліндрами після теплообмінника, при цьому згаданий пристрій виконаний з можливістю підвищення температури повітря або газу, що проходить через нього, і збільшення кількості використовуваної і доступної енергії за рахунок підвищення температури і збільшення об'єму стиснутого повітря або газу під тиском перед надходженням в активну камеру.

6. Двигун з активною камерою за одним з пп. 4 або 5, який **відрізняється** тим, що пристрій (25) підігрівання містить сонячний параболічний підігрівач, фокус якого знаходиться в робочій ємності.

7. Двигун з активною камерою за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що двигун виконаний з можливістю керування крутним моментом і режимом обертів двигуна, контролюючи тиск в робочій ємності (11).
- 5 8. Двигун з активною камерою за будь-яким з пп. 4-6, який **відрізняється** тим, що під час роботи з використанням двох видів енергії з додатковою енергією передбачений електронний обчислювальний пристрій, який забезпечує контроль кількості енергії, яка додається, залежно від тиску стиснутого повітря або газу під тиском і, отже, від маси повітря або газу, що надходить в робочу ємність.
- 10 9. Двигун з активною камерою за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що двигун з'єднаний з повітряним або газовим компресором з можливістю його обертання під час автономної роботи у варіанті використання двох видів енергії, причому компресор виконаний з можливістю поповнення, під час роботи з додатковою енергією, резервуара-накопичувача стиснутим повітрям або газом під тиском.
- 15 10. Двигун з активною камерою за попереднім пунктом, який **відрізняється** тим, що теплообмінник, встановлений між компресором і резервуаром-накопичувачем, виконаний з можливістю доведення в резервуарі стиснутого повітря або газу при високому тиску і підвищеній температурі на виході компресора до температури, близької до температури навколишнього середовища.
- 20 11. Двигун з активною камерою за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що виконаний з можливістю функціонувати в трьох режимах окремо або в їх комбінації, зокрема
- в режимі використання одного виду енергії при нульовому забрудненні із попередньо стиснутим повітрям або газом, що міститься в резервуарі-накопичувачі під високим тиском;
 - в режимі використання двох видів енергії із попередньо стиснутим повітрям або газом, що міститься в резервуарі-накопичувачі під високим тиском, плюс додаткова енергія, що
- 25 одержується від пристрою підігрівання; та
- в автономному режимі використання двох видів енергії зі стиснутим повітрям або газом, який подається в резервуар повітряним компресором, що обертається двигуном, плюс додаткова енергія, що одержується від пристрою підігрівання.

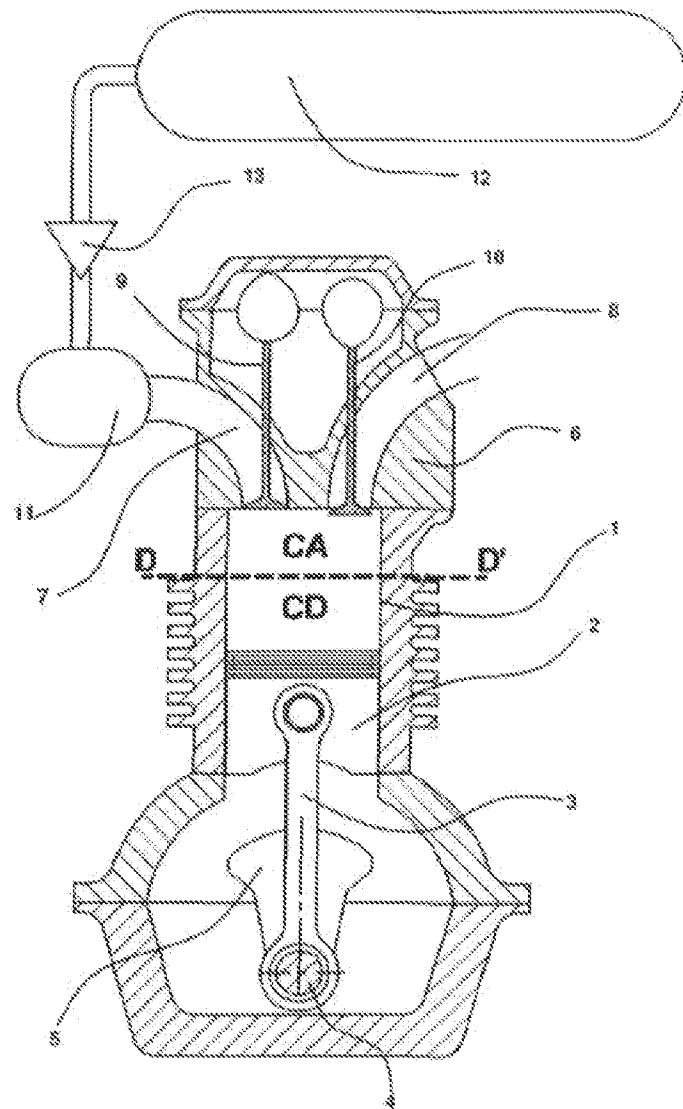


Fig. 1

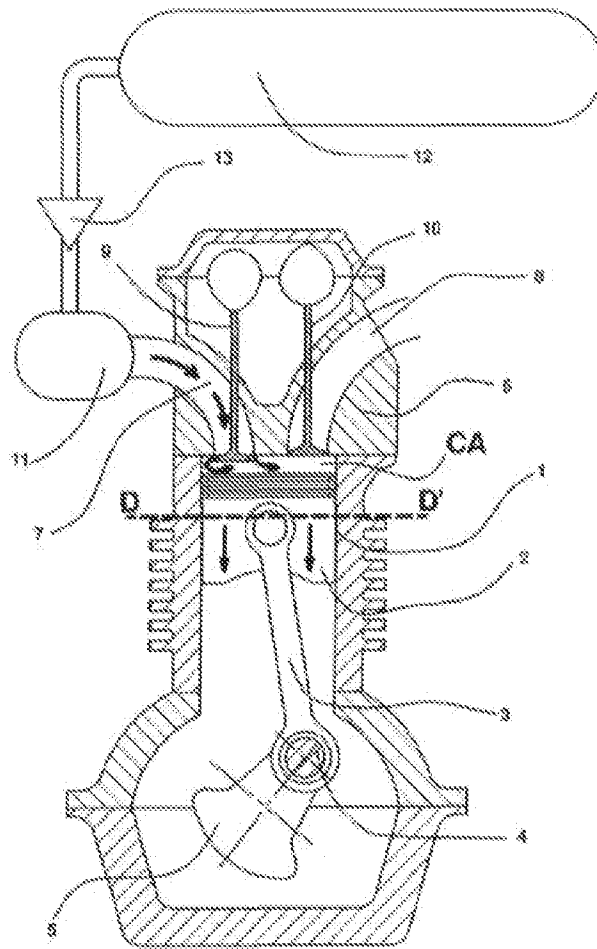


Fig. 2

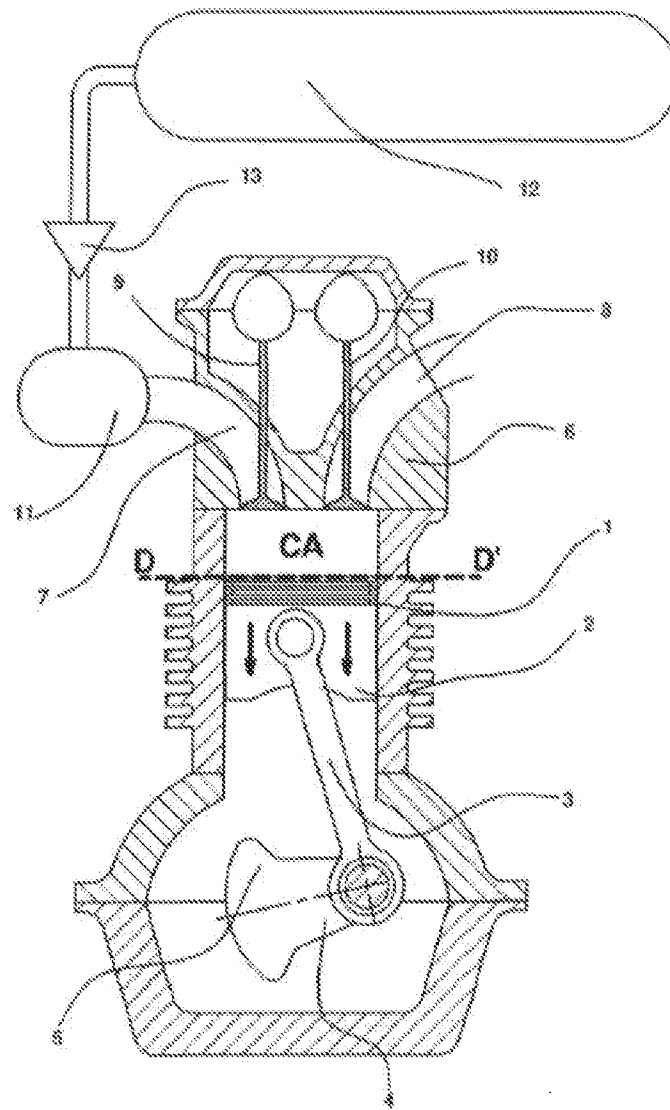


Fig. 3

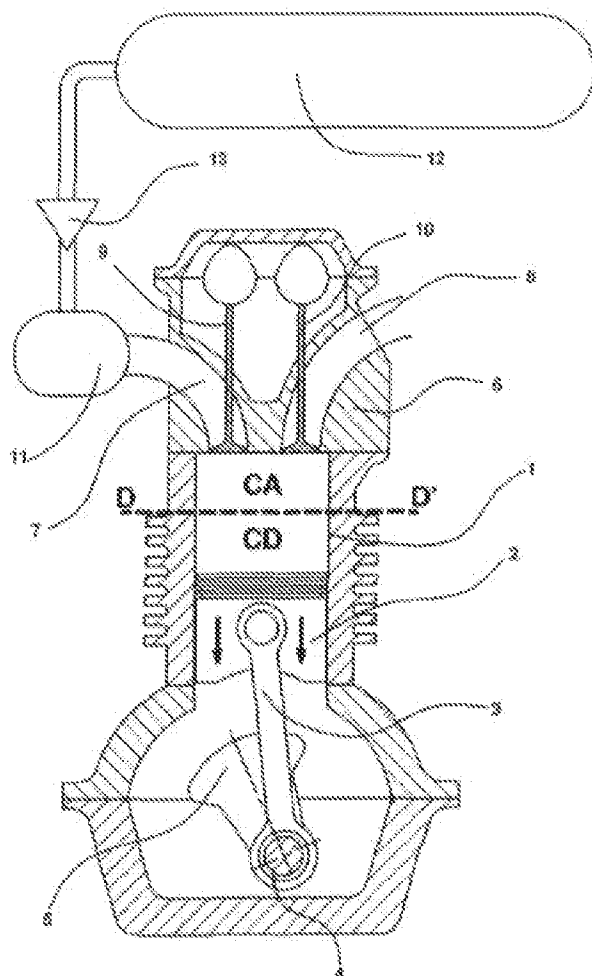


Fig. 4

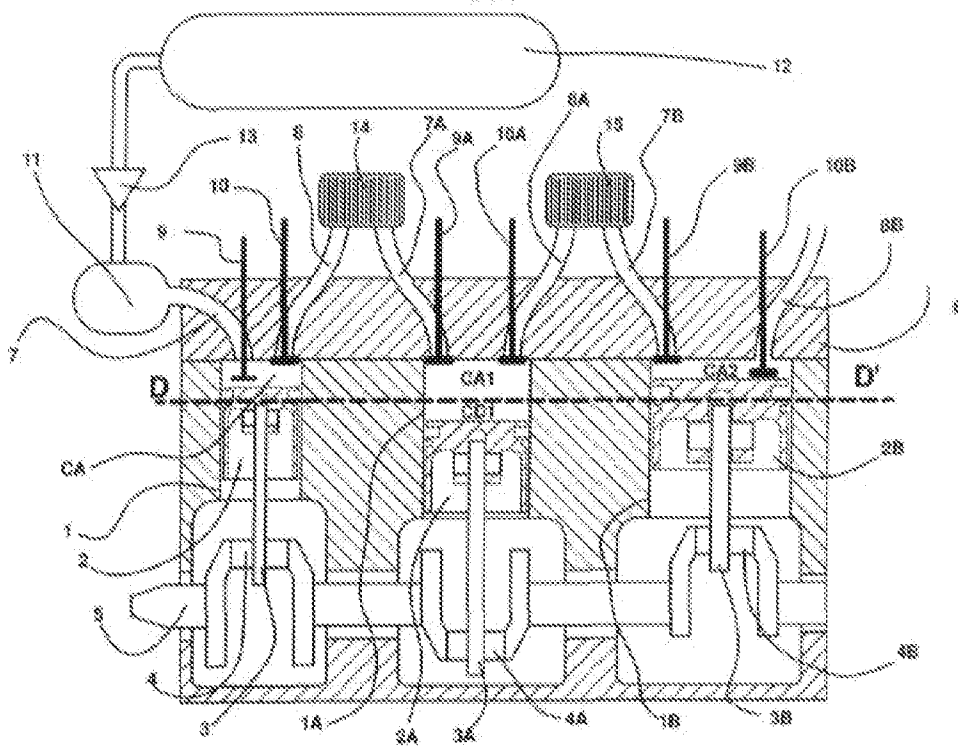


Fig. 5

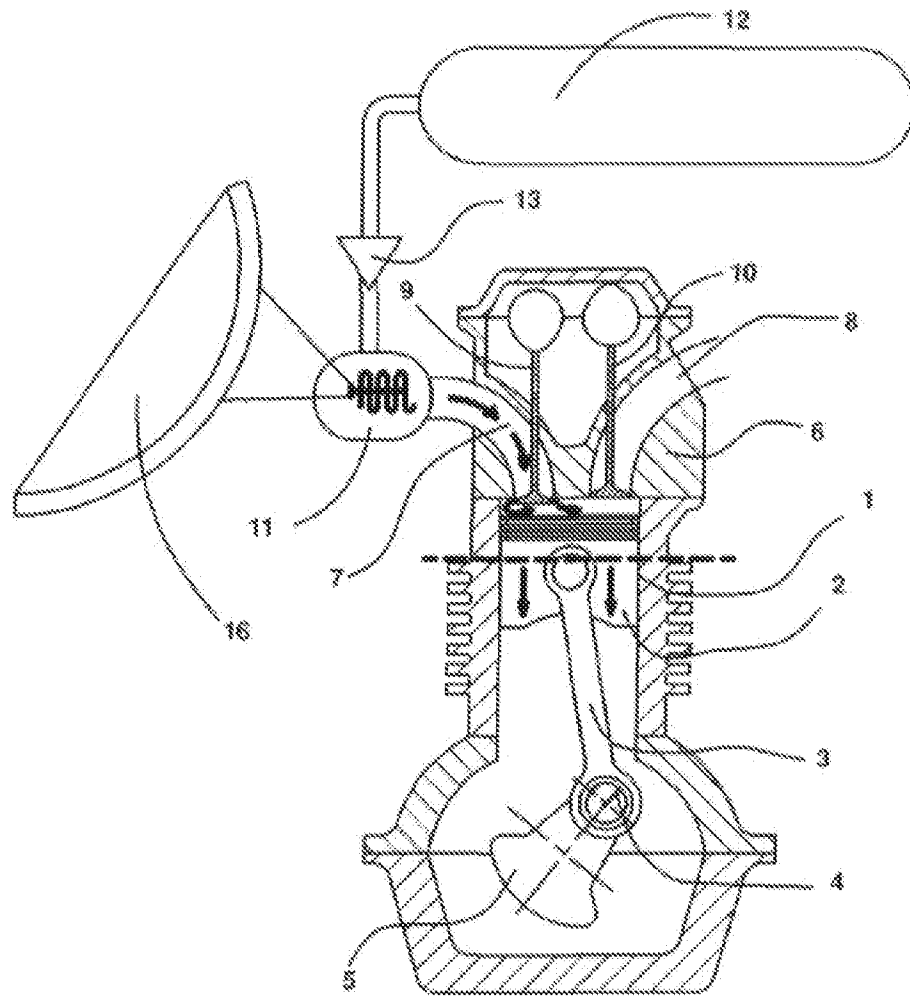


Fig. 6

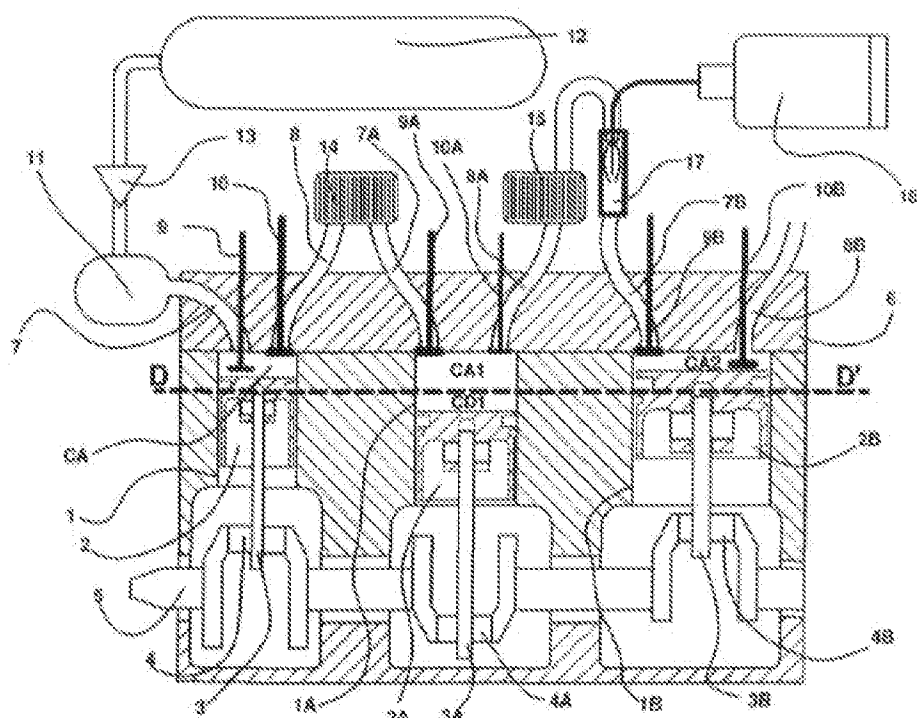


Fig. 7

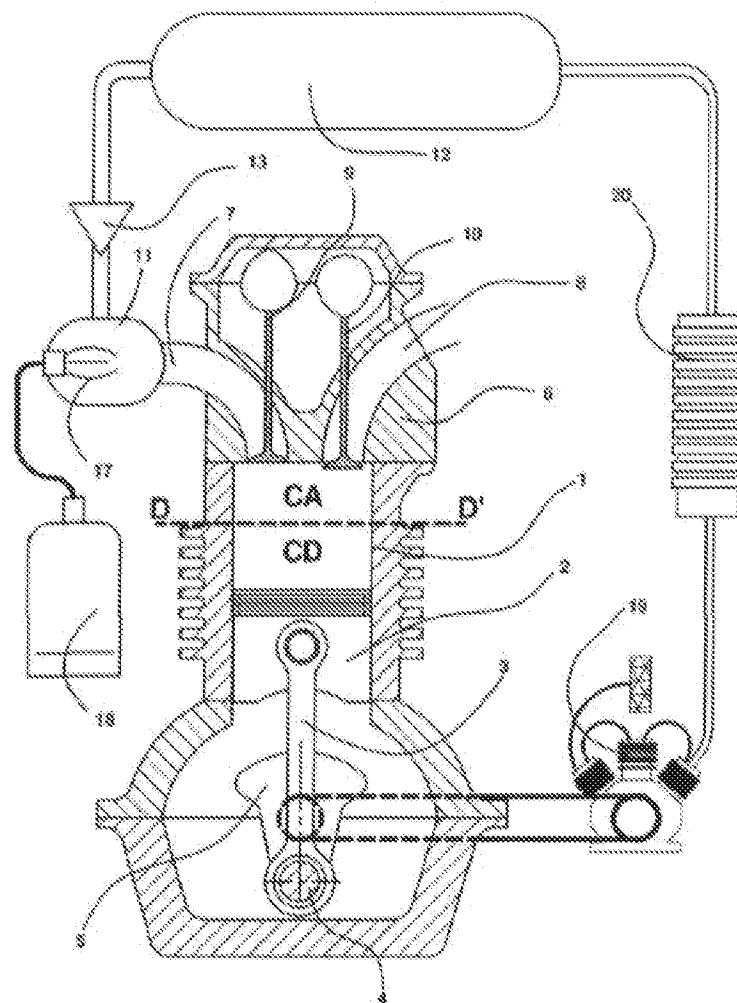


Fig. 8

Комп'ютерна верстка О. Рябко

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

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