



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108302** (13) **C2**
(51) МПК (2015.01)
F02B 53/00
F02C 3/16 (2006.01)
F01D 1/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: а 2013 12438	(72) Винахідник(и): Гамалій Віктор Федорович (UA)
(22) Дата подання заявки: 23.10.2013	(73) Власник(и): Гамалій Віктор Федорович, пр. Гагаріна, 312, кв. 27, м. Харків, 61080 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.04.2015	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 2011866 C1; 30.04.1994 DE 3507795 A1; 19.09.1985 GB 231560 A; 06.04.1925 RU 2126906 C1; 27.02.1999 SU 1825877 A1; 07.07.1993 UA 59471 C2; 15.09.2003 US 5636509 A; 10.06.1997 WO 95/17590 A1; 29.06.1995
(41) Публікація відомостей про заявку: 25.07.2014, Бюл.№ 14	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.04.2015, Бюл.№ 7	

(54) РОТОРНИЙ ДВИГУН ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

(57) Реферат:

Роторний двигун внутрішнього згорання має нерухомий фігурний статор, ексцентрично розташований в статорі ротор, мотор редуктор з барабаном прикріплений до станини, фігурно виконані лопаті, закріплені на роторі через шарніри у відповідних фігурних вирізах в роторі, які мають змогу відхилятися від ротора, змінюючи плече сили та зробивши коло притискатись до ротора і проходити впритул зі статором. Рухому частину для зміни робочого об'єму між статором та ротором виконана у вигляді гнучкої полоси, яка одним кінцем прикріплюється до внутрішньої стінки статора, а іншим - до барабана на моторі-редукторі, який переміщує полосу, що приводить до зміни робочого об'єму над ротором радіально. Упорні пластини, розміщені над гнучкою половою, синхронізовано піднімаються та опускаються разом з переміщенням гнучкої полоси, забезпечуючи їй по всій площині на всіх стадіях переміщення стабільну опорну площу. При зміні робочого об'єму між ротором та гнучкою половою фігурні лопаті змінюють кут відхилення, що забезпечує зміну плеча сили, що в свою чергу приводить до зміни крутного моменту на валу відбору потужності ротора. Камери згорання виконані теплоізолюваними з тугоплавкого матеріалу, з впускними та випускними отворами і розміщені у відповідних порожнинах, виконаних в роторі. Камери згорання на момент детонації в них палива герметично закриті і утворені гази, відштовхуючись від стінки статора, обертають ротор. Для охолодження та змащування деталей двигуна застосовується вода, яка через трубу з подвійними стінками подається в стінку статора, де вона перетворюється на пар та проходить до лопатей ротора, спричиняючи на них тиск. Відпрацьовані пар та гази виходять через випускний патрубок до турбокомпресора і надалі до рекуператора.

UA 108302 C2

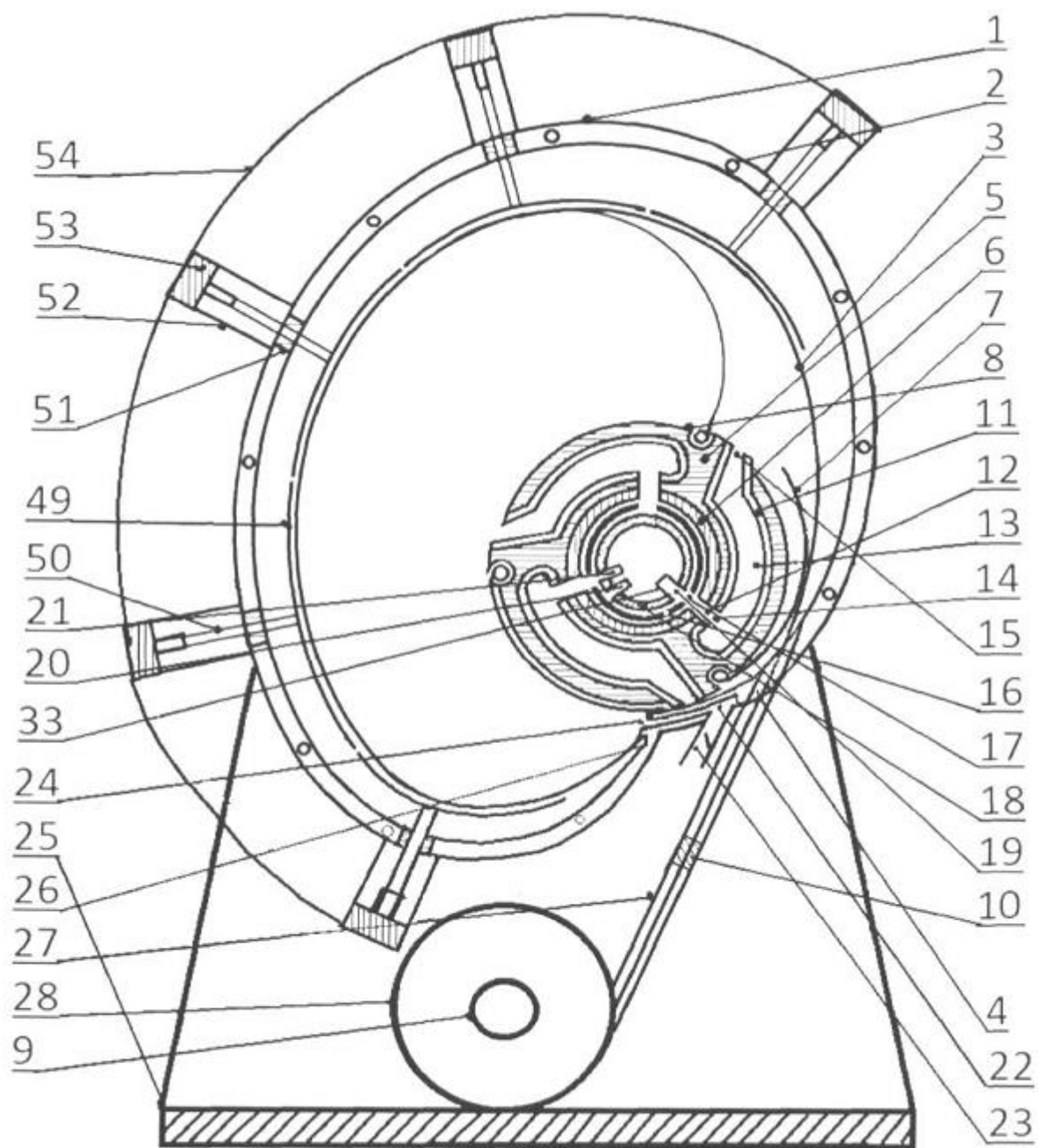


Fig. 1

Винахід належить до області двигунобудування, а саме до роторних двигунів, і може бути використаний в енергомашинобудуванні, тепловозобудуванні, суднобудуванні, авіабудуванні, тракторобудуванні, автобудуванні, мотобудуванні та в пристроях, де разом з перетворюванням внутрішньої енергії палива на теплову та кінетичну енергію необхідно забезпечувати високий

5 діапазон регулювання швидкості обертів з плавною автоматичною зміною передаточного відношення зі зміною крутного моменту в залежності від навантаження на валу відбору потужності.

Найбільш близьким аналогом до винаходу за технічною суттю є роторний двигун внутрішнього згорання (див. RU № 2011866 від 30.04.1994). Даний роторний двигун

10 внутрішнього згорання в своєму складі має нерухомий циліндричний корпус (статор), в якому ексцентрично встановлений ротор з камерами згорання та радіальними пазами, в яких розміщені рухомі лопаті, дві торцеві кришки з підшипниками, в яких розміщений вал, впускні та випускні клапани, розподільні вали, паливну форсунку, впускний та випускний клапан, паливний насос високого тиску. Внутрішня поверхня статора та ротора в ньому покриті спеціальним

15 покриттям для зменшення тертя рухомих частин двигуна.

Недоліком даного роторного двигуна внутрішнього згорання є його складна конструкція, в якій для подання та відводу газів використовуються клапани з розподільчими валами, паливо в даному роторному двигуні використовується не ефективно, в наслідок чого збільшується витрата пального з утворенням токсичних газів. Тепло, отримане при згоранні палива,

20 використовується не в повній мірі, що приводить до малого ККД двигуна, його перегріву та викиду в атмосферу токсичних газів з високою температурою. Робочий об'єм в цьому роторному двигуні статичний, що не дозволяє його використовувати як варіатор.

В основу винаходу поставлена задача створити такий роторний двигун внутрішнього згорання, в якому паливо в камерах згорання буде згорати при високій температурі детонуючи, що дасть змогу отримувати від такої ж кількості палива значно більшу кількість тепла та тиску, токсичні елементи при цьому будуть повністю знешкоджуватися. Тепло після згорання палива

25 буде використовуватись методом додавання води, яка перетворюючись на пар підвищить ККД роторного двигуна, зменшить тертя рухомих частин двигуна та буде охолоджувати його, а сам роторний двигун буде одночасно використовуватись як варіатор, забезпечуючи високий

30 діапазон регулювання швидкості обертів зі зміною крутного моменту на валу відбору потужності з плавною автоматичною зміною передаточного відношення в залежності від навантаження.

На кресленнях (Фіг. 1), (Фіг. 2), (Фіг. 3) та (Фіг. 4) схематично зображений роторний двигун внутрішнього згорання де на (Фіг. 1) у розрізі показаний вигляд спереду, на (Фіг. 2) показано

35 вигляд збоку, на (Фіг. 3) показана бокова кришка, на (Фіг. 4) показана упорна пластина з поздовжніми пазами.

Для вирішення задачі запропонований механізм роторного двигуна внутрішнього згорання, який складається з фігурного статора 1, наскрізних отворів з внутрішньою різьбою 2, виконаних в торці статора 1, гнучкої полоси 3, отвору 4 для проходження полоси 3, ротора 5 з жорстко закріпленим в ньому валом відбору потужності 6 (далі ВВП), який виконаний у вигляді пустотілої

40 труби, фігурних лопатей 7 з шарніром в їх основі, секторних вирізів 8 в роторі 5, виконаних у відповідності до фігурних лопатей 7, мотора-редуктора 9, ущільнювача 10, порожнин 11

виконаних в роторі 5, наскрізних отворів 12, виконаних в роторі 5, які проходять зсередини ВВП 6 в порожнини 11, теплоізолюваних камер згорання 13 виконаних з тугоплавкого матеріалу,

45 форма яких відповідає формі порожнин 11, вхідних отворів 14 в камерах згорання 13, розташованих у відповідності до отворів 12, вихідних отворів 15 в камерах згорання 13,

виконаних у вигляді сопла та направлених під гострим кутом в зворотному напрямку відносно ходу обертання ротора 5, підшипника ковзання 16, вмонтованого всередині ВВП 6 та

стаціонарно прикріпленого до нього, отворів 17 в підшипнику ковзання 16, виконаних у відповідності до отворів 12 та розміщених напроти них, герметичної труби з подвійними

50 стінками 18, встановленої в підшипник 16 та стаціонарно прикріпленої до букси 30, отвору 19, виконаного в трубі 18 у відповідності до отвору 12, паливної форсунки 20, вмонтованої в трубу

18 послідовно після отвору 19, свічі накаливання 21, вмонтованої в трубу 18 послідовно відразу після форсунки 20, каналу для води 22, виконаного в стінці статора 1, трубки, оснащеної

зворотним клапаном 23, приєднаної до каналу 22, отвору для виходу пару 24 в каналі 22,

55 станини 25, заглиблення 26, виконаного в стінці статора 1, направляючої трубки 27, барабана 28, розташованого на моторі-редукторі 9, на якому закріплюється полоса 3, торцевих кришок 29,

форма яких відповідає формі торця статора 1, букс 30, підшипників 31, ущільнювачів 32, повітряного патрубку 33, герметично прикріпленого до отвору 19, випускних патрубків 34,

розміщених на торцевих кришках 29, отворів 35, виконаних ексцентрично відносно центра в бокових кришках 29, отворів 36 в бокових кришках 29, виконаних у відповідності до отворів 2,

турбокомпресора 37, рекуператора 38, фільтра 39, ємності для води 40, водяного насоса 41, трубки 42, глушника 43, ресивера 44, зворотного клапана 45, повітропроводу 46, трубки 47 та трубки 48, герметично прикріплених по обидві сторони труби 18, упорних пластин 49, від середини яких по обидві сторони виконані повздовжні пази, упорних штоків 50 жорстко прикріплених до упорних пластин 49, підшипників 51, вмонтованих у в стінку статора 1, кронштейнів 52, жорстко закріплених на статорі 1 над підшипниками 51, гідравлічних пристроїв з телескопічними штоками двосторонньої дії 53, гідромагістралей 54, по яких подається та відводиться робочий агент для регулювання роботи пристроїв 53, гідронасоса (на кресленні не вказано), болтів для кріплення торцевих кришок 29 (на кресленні не вказано).

Пристрій працює таким чином.

До станини 25 жорстко прикріплюється статор 1 та мотор-редуктор 9 з барабаном 28. Направляюча трубка 27, з розміщеним всередині неї ущільнювачем 10, одним кінцем герметично прикріплюється до статора 1 над отвором 4, а іншим приєднується до барабана 28. Зверху по периметру статора 1 вмонтовуються підшипники 51, в які зсередини статора 1 встановлюються упорні штоки 50 з жорстко прикріпленими до них упорними пластинами 49. До зовнішньої стінки статора 1, над підшипниками 51, жорстко прикріплюються кронштейни 52, до яких прикріплюються гідравлічні пристрої з телескопічними штоками двосторонньої дії 53, які своїми штоками жорстко поєднуються з упорними штоками 50. До гідравлічних пристроїв 53 приєднуються гідромагістралі 54, по яких подається та відводиться робочий агент від гідронасоса (на кресленні не вказано). Всередині статора 1, до його стінки, в заглибленні 26 з можливістю відхилення прикріплюється один кінець гнучкої полоси 3, яка іншим своїм кінцем по округлій траєкторії під упорними пластинами 49 виводиться через отвір 4 по направляючій трубці 27 з ущільнювачем 10 і закріплюється на барабані 28 мотора-редуктора 9. На роторі 5, з можливістю відхилення, встановлюються фігурні лопаті 7, які утримуються на ньому завдяки шарнірному поєднанню, обумовленому фігурній формі лопатей 7 та відповідним секторним вирізам 8 на роторі 5. В порожнини 11 встановлюються теплоізольовані камери згорання 13, форма яких ідентична до форми порожнин 11. Всередині ВВП 6 стаціонарно закріплюється підшипник ковзання 16 таким чином, щоб виконані в ньому отвори 17 співпадали з отворами 12. В підшипник ковзання 16 встановлюється герметична труба 18 з подвійними стінками та герметично приєднаними до неї трубками 47 і 48, в якій до отвору 19 герметично приєднується повітряний патрубок 33. Послідовно за патрубком 33 в трубу 18 герметично вмонтовується паливна форсунка 20 та відразу за нею послідовно герметично вмонтовується свіча накаливання 21. До торцевих кришок 29, над ексцентрично розташованими отворами 35 жорстко прикріплюються букси 30, в які встановлюються підшипники 31 з ущільнювачами 32. Через отвори 36 одна торцева кришка 29 герметично прикручується до статора 1 болтами (на кресленні не вказано) і ВВП 6 з ротором 5 з відкритої сторони статора 1 встановлюється в підшипник 31 таким чином, щоб гнучка полоса 3 знаходилась між ротором 5 та опорними пластинами 49. Друга торцева кришка 29 з підшипником 31 та ущільнювачем 32 насаджується з іншої сторони статора 1 на ВВП 6 та герметично прикручується через отвори 36 до статора 1 болтами (на кресленні не вказано). Ресивер 44 встановлюється на станині 25 та поєднується з повітря проводом 46 таким чином, щоб зворотний клапан 45 залишався між ресивером 44 та турбокомпресором 37. На рекуператорі 38 встановлюється турбокомпресор 37, який на вході поєднується з випускними патрубками 34, а на виході з однієї сторони поєднується з повітря проводом 46, в який вмонтовано зворотний клапан 45, та який прикріплено до повітряного патрубка 33, а іншою стороною поєднується з рекуператором 38, прикріпленим до станини 25. Ємність для води 40 встановлюється на станині 25 та трубою 42, в яку вмонтовано фільтр 39 та водяний насос 41, поєднується з трубою 47, що прикріплена до однієї сторони труби з подвійними стінками 18. З іншої сторони труби 18 прикріплена до неї трубка 48 поєднується з трубою зі зворотним клапаном 23, що прикріплена до станини 1 з каналом для води 22. Рекуператор 38 поєднується з однієї сторони з ємністю для води 40, а з іншої сторони з глушником 43.

На початку роботи роторного двигуна ВВП 6 з ротором 5 примусово надається обертання, при цьому труба 18 залишається в статичному положенні по відношенню до підшипника ковзання 16, який обертається в ній та який в свою чергу залишається в статичному положенні по відношенню до ВВП 6. В цей момент стиснуте повітря з ресивера 44 по повітропроводу 46 через патрубок 33 з отвором 19 в трубі 18, через отвори 17 в підшипнику ковзання 16, які по чергово стають над отворами 19, отвори 12 в ВВП 6 з ротором 5 та отвори 14 надходить до камер згорання 13, при цьому зворотний клапан 45 автоматично закривається та не дає змоги стиснутому повітрю проходити до турбокомпресора 37. При обертанні ротора 5 отвори 12 в ньому по чергово стають над стаціонарно розміщеним впускним повітряним патрубком 33,

паливною форсункою 20 та свічкою накаливання 21 і в камери згорання 13, після їх заповнення повітрям, по чергово подається паливо через паливні форсунки 20, після чого на свічку накаливання 21 подається енергія, що приводить до виникнення на ній іскри, внаслідок чого повітряно-паливна суміш в камерах згорання 13 підпалюється. Оскільки ротор 5 обертається навколо своєї осі, то в наступний момент після підпалу повітря паливної суміші свічкою 21 в камері згорання 13 вихідний отвір 15 закривається стінкою статора 1, а вхідний отвір 14 стінкою труби 18. Утворені гарячі гази, розширюючись через отвір 15, відштовхуються від стінки статора 1 в місці знаходження каналу для води 22, утворюючи реактивну тягу, і уже самостійно обертають ротор 5. В цей момент з ємності для води 40 насос 41 поставляє воду в трубу з подвійними стінками 18 та надалі в трубку зі зворотним клапаном 23 до каналу 22. Стінка статора 1 з каналом 22 та водою, яка в ньому знаходиться, під дією гарячих газів з камери згорання 13 розігріваються і пар, утворений при цьому, через отвір 24 проходить до внутрішнього простору статора 1, спричиняючи тиск на лопаті 7 з ротором 5, гарячі гази при цьому з отвору 15, продовжуючи виходить з камери згорання 13, піднімають внутрішню енергію пари, що вийшла з отвору 24. Внаслідок дії гарячих газів та пари на ВВП 6 з'являється крутий момент, відповідний до тиску гарячих газів, тиску робочої пари та плеча сили, відповідного до кута відхилення лопатей 7, який визначається кількістю витраченого пального, тиском газів, тиском пари та розташуванням гнучкої полоси 3 з опорними пластинами 49 в статорі 1. Лопаті 7 розмежовують собою робочу область між ротором 5 та полосою 3 на зони високого та низького тиску, де зона високого тиску розташовується в місці отвору 24, де тиск пари та вихідних гарячих газів з отворів 15 камер згорання 13 найвищі, а зона низького тиску знаходиться в місці виходу відпрацьованих газів та пари біля випускних патрубків 34. При досяганні лопатями 7 зони низького тиску відпрацьовані гази та пара залишають внутрішню порожнину між ротором 5 та полосою 3 через випускні патрубки 34. Далі фігурні лопаті 7, слідуючи за округлою конфігурацією полоси 3, яка відтворює конфігурацію внутрішньої стінки фігурного статора 1 в зменшеному масштабі, потрапляють поміж ротором 5 та стінкою статора 1, повністю притискаються до ротора 5 та проходять впритул з стінкою статора 1, запобігаючи потраплянню газів та пари з зони високого тиску в зону низького тиску, і знов потрапляють в зону високого тиску, та під дією відцентрової сили по округлій траєкторії відхиляються від ротора 5 і сприймають на себе тиск газів та пари. Відпрацьовані гази та пара з патрубків 34 проходять до турбокомпресора 37 та приводять його в дію, внаслідок чого повітря починає нагнітатись до повітряного патрубка 33 і потреба в стиснутому повітрі з ресивера 44 відпадає. В подальшому повітря, отримане від турбокомпресора 37, проходить до камер згорання 13, в момент проходження отворів 15 поряд з випускними патрубками 34, де проходить їх продувка та заповнення свіжою порцією повітря. Оскільки камери згорання 13 теплоізовані та примусово не охолоджуються, то всередині їх зберігається висока температура, при якій в подальші заповнення камер згорання 13 паливом з паливної форсунки 20 повітряно-паливна суміш буде самостійно детонувати при високій температурі без участі свічки накаливання 21 в герметично закритому, з однієї сторони стінкою статора 1, а з іншої стінкою труби 18, просторі. Після турбокомпресора 37 відпрацьовані гази та пара потрапляють до рекуператора 38, де пар конденсується, а гази через глушник 43 виводяться в атмосферу. З рекуператора 38 конденсат потрапляє в ємність для води 40, очищається фільтром 39 та використовується повторно.

Надалі цикли повторюються.

Для регулювання швидкості обертів зі зміною крутного моменту та плавною автоматичною зміною передаточного відношення на ВВП 6 мотор-редуктор 9 переміщає полосу 3, закріплену на барабані 28, та синхронно з цим гідронасос (на кресленні не вказано) по гідромагістралях 54 переміщає робочий агент до гідропристроїв 53, які синхронно через свої штоки піднімають або опускають упорні штоки 50 з жорстко прикріпленими до них упорними пластинами 49, завдяки чому по всій площині гнучкої полоси 3 створюється відповідна опорна площа, при цьому полоса 3 збільшує або зменшує робочий об'єм над ротором 5 радіально рівномірно, при цьому фігурні лопаті 7 змінюють плече сили, з яким вони діють на ротор 5. Упорні пластини 49 по обидві сторони мають повздовжні пази, завдяки яким при переміщенні пластин 49 від верхнього до нижнього положення пази проникають один між одного, зберігаючи по всій площині при всіх стадіях переміщення стабільну опорну площу для полоси 3, яка в свою чергу зберігає герметичність робочого простору. Лопаті 7 мають робочий діапазон дії, який визначається їх параметрами та відстанню між мінімальним радіусом вигину полоси 3, що дорівнює мінімальному відхиленню лопатей 7 від ротора 5 та максимальним радіусом вигину полоси 3, який відповідає найвищому положенню упорних пластин 49.

Слід зазначити, що відстань між торцевими кришками 29 та ширина лопатей 7 з полосою 3 рівні товщині ротора 5, а фігурний статор 1 виконаний таким чином, щоб фігурні лопаті 7 мали

можливість на початку ходу по пологому радіусу максимально відхилитись від ротора 5, а на завершальній стадії по пологому радіусу притискатись до ротора 5 та проходили впритул з його стінкою. Також слід зазначити, що висота кронштейнів 52 відповідає довжині виходу телескопічних штоків гідравлічних пристроїв двосторонньої дії 53, довжина яких в свою чергу відповідає довжині упорних штоків 50.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

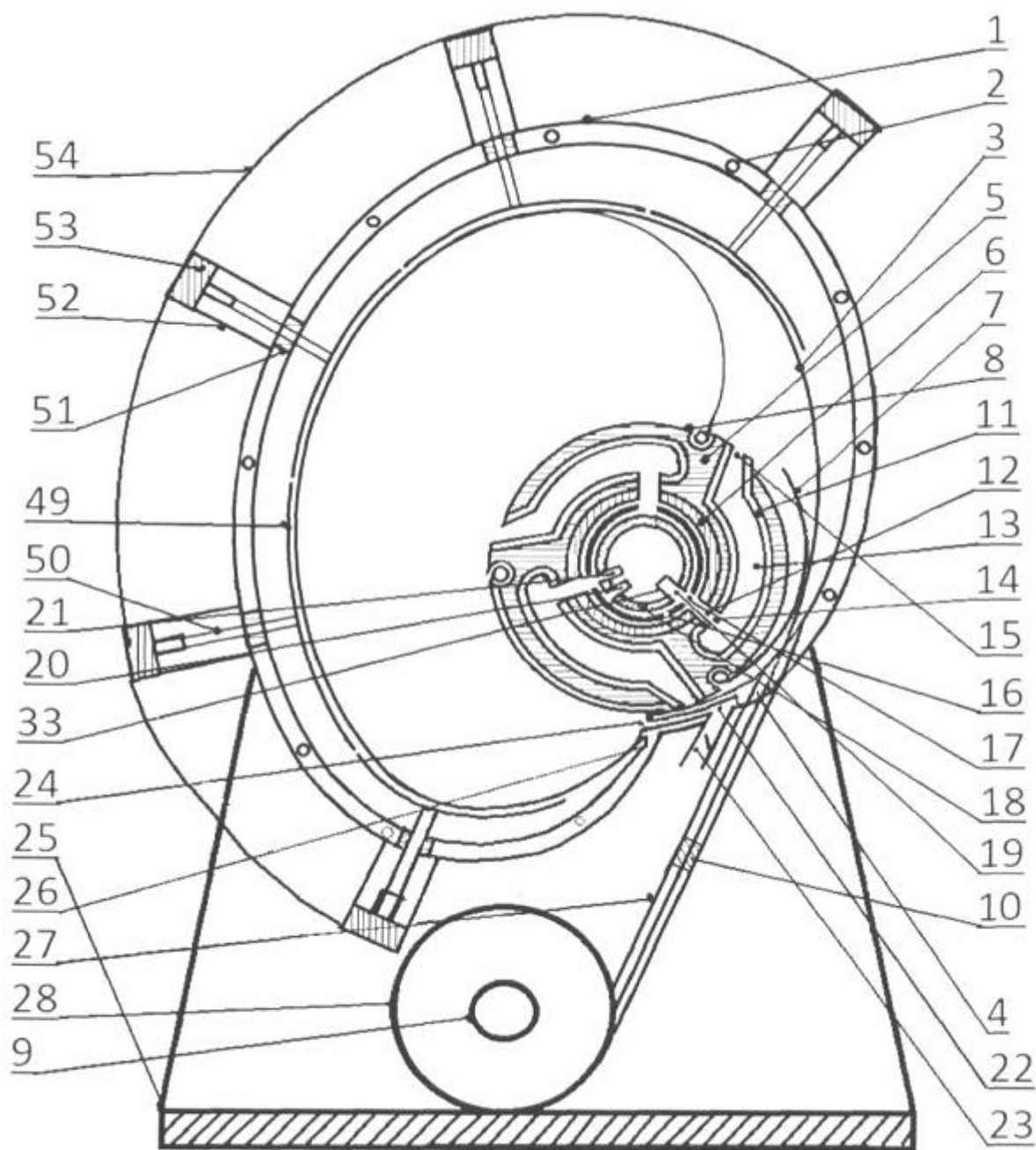
1. Роторний двигун внутрішнього згорання, який містить нерухомий статор, ексцентрично розташований в статорі ротор, камери згорання, які розміщені в роторі, рухомі лопаті, торцеві кришки з підшипниками, з розміщеним в них валом відбору потужності, паливну форсунку, який **відрізняється** тим, що камери згорання виконані теплоізольованими з тугоплавкого матеріалу та розміщені в порожнинах, виконаних в роторі, при цьому порожнини в роторі мають отвори, а камери згорання мають впускні та випускні отвори, розташовані у відповідності до отворів в роторі, камери згорання на момент згорання в них палива герметично закриті, причому паливо в камерах згорання детонує, крім того утворені при детонації газу потрапляють на стінку статора та обертають ротор, а відпрацьовані газу виходять через випускні патрубки до турбокомпресора.

2. Роторний двигун внутрішнього згорання за п. 1, який **відрізняється** тим, що вал відбору потужності пустотілий, в середній частині якого виконані наскрізні отвори, сумісні з отворами в роторі, в вал відбору потужності стаціонарно встановлений підшипник ковзання, в якому виконані отвори, ідентичні отворах, виконаним на валу відбору потужності, в підшипник ковзання встановлена труба з подвійними стінками, яка стаціонарно прикріплена до букси, всередину труби з подвійними стінками вмонтована паливна форсунка з свічкою накаливання та повітряним патрубком, при цьому паливо з повітрям до камер згорання подаються через вал відбору потужності.

3. Роторний двигун внутрішнього згорання за п. 1, який **відрізняється** тим, що для охолодження та змащування деталей двигуна застосовується вода, яка через трубу з подвійними стінками подається в стінку статора, причому в стінці статора вода перетворюється на пар та проходить до лопатей ротора, які приводяться в дію паром, а відпрацьований пар виходить через випускні патрубки до турбокомпресора.

4. Роторний двигун внутрішнього згорання за п. 1, який **відрізняється** тим, що статор виконаний фігурним, а лопаті виконані фігурно у відповідності до округлості ротора з шарнірами в своїй основі, причому лопаті закріплені на роторі через шарніри у відповідних фігурних вирізах на роторі, фігурні лопаті на початку ходу по пологому радіусу максимально відхилені від ротора, а на завершальній стадії по пологому радіусу притиснені до ротора, при цьому лопаті, зробивши коло, проходять впритул зі статором.

5. Роторний двигун внутрішнього згорання за будь яким з пп. 1-4, який **відрізняється** тим, що робочий об'єм над ротором змінюється радіально, а для зміни робочого об'єму використана гнучка полоса, яка одним кінцем прикріплена до внутрішньої стінки статора, а іншим - намотана на барабан мотора-редуктора та закріплена на ньому, гнучка полоса проходить через стінку статора по направляючій трубці, обладнаній ущільнювачем, причому гнучка полоса всередині статора має опорні пластини, які регулюються гідравлічними пристроями через штоки, а штоки знаходяться в підшипниках та проходять через стінку статора, при цьому опорні пластини синхронізовано змінюють своє положення при переміщенні гнучкої полоси, регулювання швидкості обертів з плавною автоматичною зміною передаточного відношення зі зміною крутного моменту на валу відбору потужності забезпечене переміщенням гнучкої полоси.



Фиг. 1

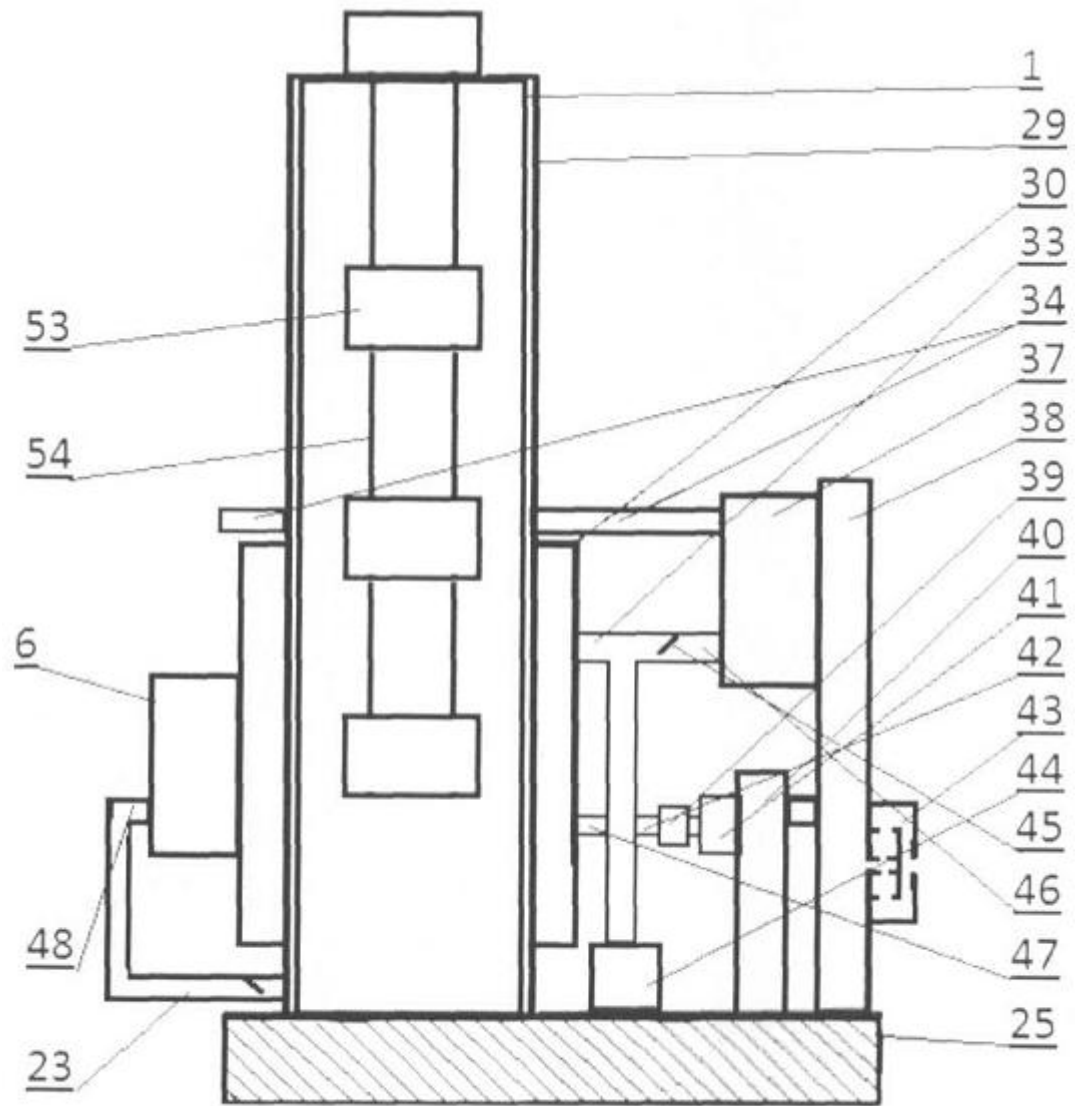


Fig. 2

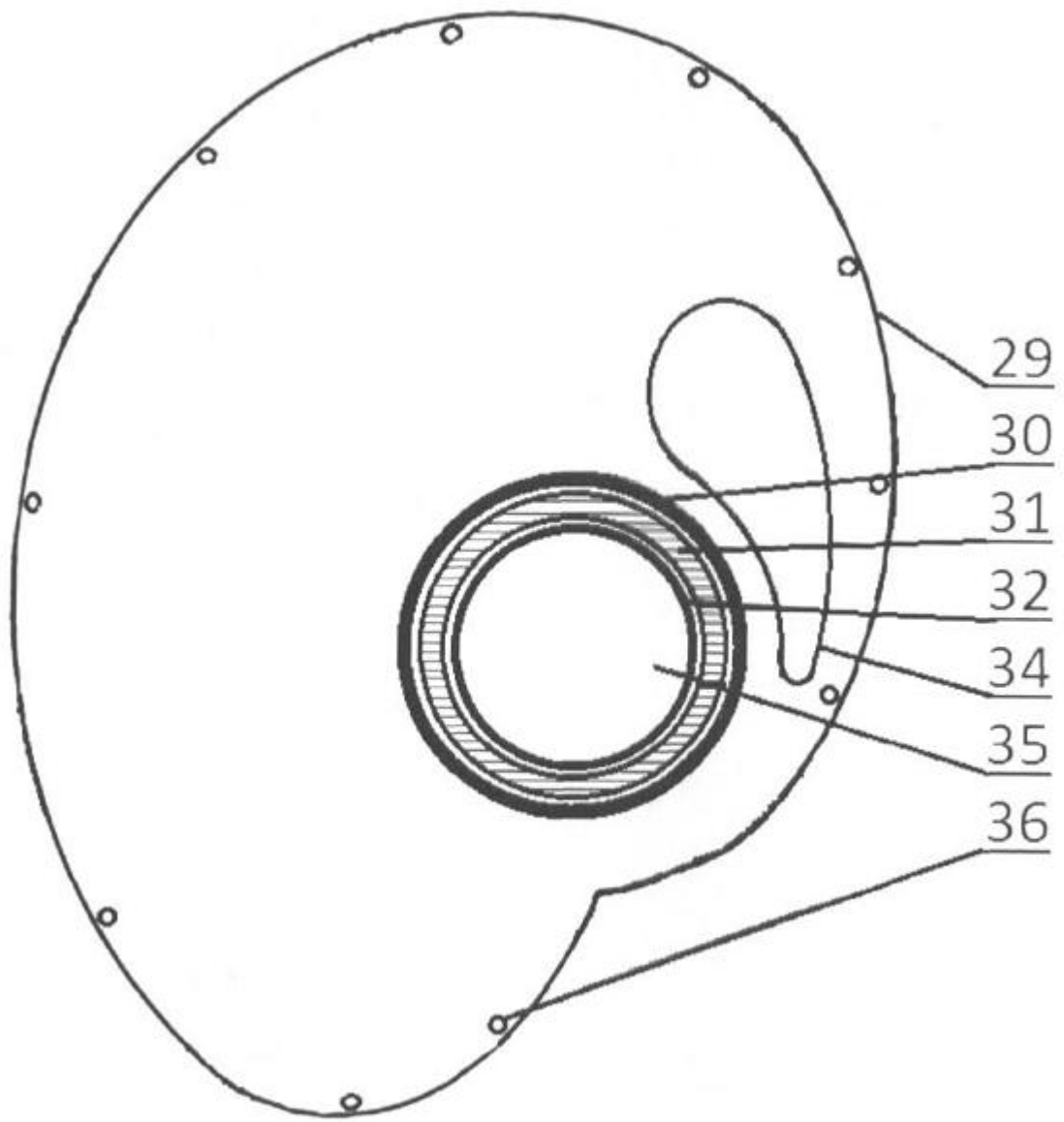


Fig. 3

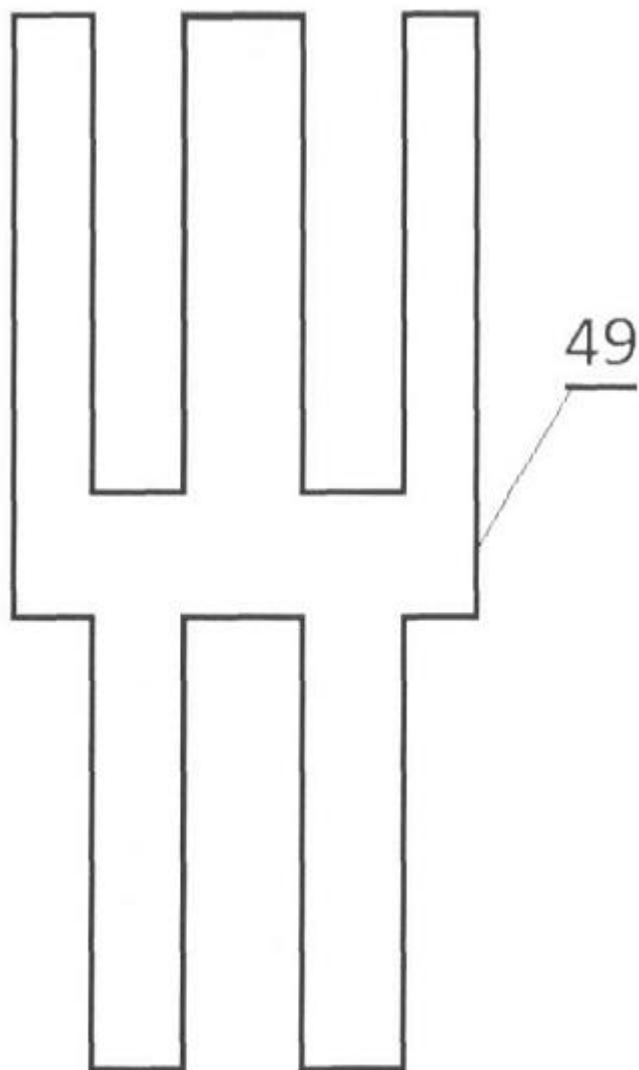


Fig. 4

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

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

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