

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 246256 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **440619**

(22) Data zgłoszenia: **2022.03.14**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.09.18 BUP 38/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.12.23 WUP 52/2024**

(51) MKP:

**F02B 47/04** (2006.01)

**F02B 55/02** (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**ZACHODNIOPOMORSKI UNIWERSYTET  
TECHNOLOGICZNY W SZCZECINIE,  
Szczecin, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**SŁAWOMIR ALEKSANDROWICZ, Szczecin, PL  
KAMIL URBANOWICZ, Szczecin, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Monika Wielecka, Szczecin, PL**

(54) Tytuł:

**Silnik spalinowy dwutaktowy**

**PL 246256 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest silnik spalinowy dwutaktowy na paliwa lekkie, o zapłonie iskrowym, w którym energia cieplna pochodząca z wewnętrznego spalania paliwa jest częściowo zamieniana w pożądaną energię mechaniczną w postaci ruchu wału napędzającego maszynę roboczą oraz na pozostałą część w postaci strat tj. ciepła rozpraszanego do otoczenia. Silnik według wynalazku jest dedykowany do stosowania przy napędzie maszyn generujących energię elektryczną. Generatory te mają elementy poruszające się w polu magnetycznym lub wytwarzane jest zmienne pole magnetyczne, gdzie do ich pracy wykorzystywane jest zjawisko indukcji magnetycznej. W szczególności silnik według wynalazku dedykowany jest do szerokiego zastosowania w przemyśle motoryzacyjnym do napędów hybrydowych, gdzie zespół silnika według wynalazku wraz z generatorem elektrycznym wytwarzają energię elektryczną z paliwa, która następnie jest zużywana do napędu silnikami elektrycznymi pojazdów mechanicznych typu samochody osobowe, towarowe i in. Ponadto proponowane rozwiązanie powinno znaleźć szerokie zastosowanie przy produkcji autonomicznych agregatów prądotwórczych.

Dotychczas znane są silniki spalinowe należące do grupy silników cieplnych o spalaniu wewnętrznym, w których energia cieplna powstała wskutek spalania paliwa jest zamieniana na pracę mechaniczną należące do trzech grup: silniki tłokowe (z tłokami poruszającymi się ruchem posuwisto-zwrotnym jak i z tłokami wirującymi), turbinowe (turbospalinowe) i odrzutowe. W dotychczas znanych silnikach wał napędzający, który przekazuje energię mechaniczną z silnika na zewnątrz, wykonuje ruch obrotowy. Znana jest również od niedawna konstrukcja ślinika spalinowego zintegrowanego z generatorem elektrycznym, w którym energia mechaniczna zamieniana na elektryczną jest pozyskiwana z ruchu posuwisto-zwrotnego połączonych, przeciwległych tłoków napędzanych energią cieplną pochodzącą ze spalania wewnętrznego paliwa.

Problemem technicznym dotychczasowych rozwiązań jest skomplikowana budowa silników, tj. układu tłokowo-korbowego oraz rozrządu i co się z tym wiąże wysoki koszt ich wytworzenia, serwisu oraz awaryjność wynikająca z dużej ilości współpracujących elementów wchodzących w skład konstrukcji. Silnik spalinowy według wynalazku ma prostą budowę, która nie posiada układu rozrządu, co sprawia, że przy zoptymalizowaniu jego konstrukcji i użytych materiałów stanie się bardziej niezawodnym i ekonomicznym konkurentem w stosunku do istniejących rozwiązań. Ponadto silnik według wynalazku, tak jak wszystkie silniki dwusuwowe, uzyskuje energię mechaniczną przy każdym co drugim suwie elementu, na który napierają spaliny, a nie tak jak w silnikach czterosuwowych – przy co czwartym suwie. Wpływa to na lepszy bilans energetyczny silnika.

Silnik spalinowy dwutaktowy, według wynalazku, wyposażony jest w komorę spalania umieszczoną w korpusie silnika i połączoną ze świecami zapłonowymi, kolektorami i zaworami ssącymi i wydechowymi, kanałami wylotowymi spalin oraz kanałami dolotowymi i przelotowymi mieszanki powietrzno-paliwowej (jeżeli taka mieszanka jest doprowadzana do komory spalania) lub kanałami dolotowymi i przelotowymi powietrza i wtryskiwaczami (doprowadzającymi paliwo do komory spalania), przy czym w komorze spalania ma tłok połączony z wałem. Istota wynalazku polega na tym, że silnik ma osadzoną nieruchomo na napędzanym wale przegrodę, która stanowi tłok i której jedna część umieszczona jest w pierwszej komorze spalania, a druga część w drugiej komorze spalania. Wał jest napędzany w momencie, gdy go porusza przegroda, natomiast jest napędzającym jeśli rozpatrujemy go w silniku jako całości, który to wał stanowi napęd maszyny roboczej. Część przegrody może mieć kształt prostokąta, prostokąta z zaokrąglonym bokiem przeciwnym do wału itp. Każda z komór spalania w przekroju poprzecznym to kątowny wycinek, przy czym komory spalania są symetryczne względem siebie. Komora spalania odpowiada kształtowi części przegrody. Przegroda, od strony kanałów dolotowych (od dolnej części komory spalania), ma obwodowo umieszczony fartuch, a od czoła ma pierścień kompresyjny. Wał jest osadzony wahlwie w panewkach, które osadzone są nieruchomo w korpusie silnika. Przegroda ma możliwość kątownego poruszania się – obrotowy stopień swobody, w zakresie kąta określonego przez zoptymalizowanie konstrukcyjne komór spalania. Przegroda dzieli każdą komorę spalania na dwie szczelne części – nad (od strony świec zapłonowych i ewentualnie wtryskiwacza) i pod (od strony kanałów dolotowego, przelotowego i wylotowego) przegrodą, których objętość zmienia się w zależności od położenia przegrody w cyklu pracy silnika. Z uwagi na sztywne połączenie obu części przegrody, gdy w jednej komorze spalania zwiększa się objętość części od strony świec zapłonowych, to w drugiej komorze spalania zwiększa się jej objętość od strony kanałów dolotowych, przelotowych i wylotowych. Każda komora spalania ma swój odrębny, niezależny od drugiej komory spalania, układ do dostarczania paliwa, powietrza i odprowadzania spalin, co oznacza, że każda z komór spalania połączona jest z odpowiednimi

kanalem (co najmniej jednym) wylotowym spalin, kanałem przelotowym i z kanałem dolotowym. Kanał przelotowy znajduje się na bocznej ścianie komory spalania, a kanał dolotowy na dolnej ścianie, tj. na środku płaskiej powierzchni komory spalania. Można powiedzieć, że są one połączone za pośrednictwem komory spalania. Kanały dolotowe połączone są z kolektorami ssącymi, a kanały wylotowe z kolektorami wydechowymi. Od strony świec zapłonowych (górne części), krawędź kanału przelotowego, połączonego z komorą spalania, jest umieszczona poniżej krawędzi kanału wylotowego. Usytuowanie kanału przelotowego względem kanału wylotowego spalin jest takie, że w skrajnym dolnym (jak najdalej od świec zapłonowych) położeniu przegrody światło kanału wylotowego spalin pokrywa się w największym stopniu ze światłem kanału przelotowego. Natomiast w położeniu przegrody, której krawędź po przeciwnej stronie fartucha (górną) w przybliżeniu pokrywa się z górną (od strony świec zapłonowych) krawędzią kanałów przelotowych, górna (od strony świec zapłonowych) krawędź kanałów wylotowych spalin jest powyżej tych krawędzi o odległość wynikającą z optymalizacji konstrukcji silnika w zakresie wymiany gazów w komorach spalania. Kanały przelotowe (po dwa na każdą komorę spalania) są usytuowane symetrycznie względem płaszczyzny symetrii pionowej poprzecznej korpusu na bocznych ścianach komory spalania. Kanał wylotowy jest umieszczony symetrycznie w dolnej części komory spalania, pośrodku ściany stanowiącej część walca, w taki sposób aby przepłukiwanie komory spalania podczas jej opróżniania ze spalin było optymalne. Kanał przelotowy jest umieszczony korzystnie w dolnej części komory spalania, tak aby znajdował się możliwie najbliżej dolnej ściany komory spalania. Kształt kanałów przelotowych jest taki, aby ich powierzchnia poprzeczna była możliwie największa przy zachowaniu warunku lokalizacji poniżej kanałów wylotowych spalin z możliwie małym kątem powierzchni komór spalania w stosunku do ich całkowitego kąta powierzchni bocznych. Fartuch przegrody separuje dolną część komory spalania (pod przegrodą) od kanału wylotowego spalin i zaworu wydechowego, uniemożliwiając otwieranie zaworu wydechowego pod naporem ciśnienia mieszanki paliwowo-powietrznej / powietrza powstającego w wyniku jej/jego sprężania pod przegrodą w trakcie jej ruchu w dół. Każdą komorę spalania od odpowiedniego kanału dolotowego oddziela odpowiedni zawór ssący. Kanał wylotowy od kolektora wydechowego oddziela odpowiedni zawór wydechowy.

Korzystnie zawór wydechowy otwierający połączenie kanału wylotowego z kolektorem wydechowym spalin, połączony jest z trzonkiem, na którym znajduje się sprężyna osadzona w gnieździe, połączonym z kolektorem wydechowym spalin i opiera się na zawleczce trzonka. Siła sprężyny dociskającej zawór wydechowy jest tak dobrana, aby sprężana mieszanka paliwowo-powietrzna / powietrze i powstające w ten sposób ciśnienie pod przegrodą nie było w stanie otworzyć tego zaworu do momentu zastąpienia kanału wylotowego spalin przez fartuch przegrody, natomiast ciśnienie spalin mogło swobodnie otwierać zawór wydechowy.

Korpus, od zewnątrz, w miejscu kanałów wylotowych ma połączone szczelnie z korpusem kolektory wydechowe spalin, wewnątrz których, na krawędziach kanałów wylotowych spalin są gniazda zaworów wydechowych. Zawór wydechowy dociska sprężyna, umieszczona w gnieździe sprężyny połączonym nieruchomo z kolektorem wydechowym spalin, w taki sposób, że przy istnieniu określonego nadciśnienia w komorze spalania podczas ruchu przegrody w dół, odsłaniającego najpierw kanał wylotowy spalin a potem jednocześnie kanał wylotowy spalin i kanały przelotowe, zawór wydechowy otwiera się, powodując drożność kanału wylotowego spalin i możliwość wyrzucenia spalin na zewnątrz komory spalania do kolektora wydechowego spalin i dalej do połączonej szczelnie z kolektorem rury wydechowej.

Korzystnie zawór ssący połączony jest z trzonkiem zakończonym zawleczką i na którym osadzona jest sprężyna. Sprężyna może być umieszczona w kanałach doprowadzających smar i wtedy opiera się z drugiej strony na ścianie korpusu silnika. Zawór ssący dociskany jest sprężyną do gniazda zaworu od wewnątrz komory spalania w taki sposób, że po wytworzeniu określonego podciśnienia pod przegrodą, w wyniku jej ruchu ku górze, sprężyna zaworu ssącego poddaje się powodując otwarcie zaworu ssącego i w konsekwencji udrożnienia się przepływ powietrza / mieszanki paliwowo-powietrznej z kanału dolotowego do komory spalania.

Korzystnie trzonek połączony z zaworem wydechowym jest częściowo umieszczony w prowadnicy, która jest umieszczona w ścianie kolektora wydechowego spalin. Korzystnie trzonek połączony z zaworem ssącym jest częściowo umieszczony w prowadnicy, która umieszczona jest w korpusie.

W przypadku obu zaworów połączenie trzonek-prowadnica jest smarowane.

Korzystnie korpus silnika jest zamknięty szczelnie pokrywami korpusu, jeżeli jest otwarty po bokach. Alternatywnie korpus może być dzielony np. wzdłuż osi symetrii poprzecznej albo podłużnej do wału.

Korzystnie w korpusie i przegrodzie są kanały rozprowadzające środek smarujący. Te kanały są zbędne w przypadku silników, do których doprowadzana jest mieszanka paliwowo-powietrzna lub powietrze z dodatkiem środka smarującego.

Korzystnie, w przypadku rozprowadzania środka smarującego kanałami w przegrodzie, przegroda od czoła ma pierścień zgarniający.

Korzystnie kanał rozprowadzający środek smarujący w korpusie silnika jest zamknięty pokrywą kanału smarującego.

Korzystnie, z uwagi na konieczność chłodzenia korpusu ma on kanały rozprowadzające ciecz chłodzącą, które rozmieszczone są w taki sposób, aby chłodzenie silnika zapewniało optymalny proces spalania mieszanki paliwowo-powietrznej oraz trwałość części wynikającą z ich nie przegrzewania się. W wariantcie bez układu chłodzenia przy pomocy cieczy, silnik ma odpowiednie ożebrowanie zewnętrzne spełniające identyczną funkcję.

Silnik według wynalazku ma standardowo, tak jak inne silniki spalinowe, układ zasilania sterowany impulsami generowanymi przez urządzenia czytające ruch wału wyposażony w pompę paliwa mechaniczną wahliwą lub elektryczną i układ wtryskowy oraz układ zapłonowy sterowany tymi impulsami, wyposażony w układ indukujący wysokie napięcie; układ smarowania napędzany pompą oleju mechaniczną wahliwą lub elektryczną; układ chłodzenia napędzany pompą mechaniczną wahliwą lub elektryczną z cieczą chłodzącą lub opcjonalnie chłodzenie powietrzem; układ wydechowy z katalizatorem spalin. Pompa paliwa tak jak oleju i cieczy chłodzącej może być mechaniczna wahliwa np. typu abisyńskiego lub elektryczna obrotowa. Silnik spalinowy wg wynalazku ma rozrusznik, który w proponowanym wariantcie jest elektrycznym silnikiem krokowym zaadoptowanym na potrzeby uruchomienia silnika spalinowego. Możliwe jest także ręczne uruchamianie silnika, np. w autonomicznych generatorach energii elektrycznej małej mocy.

Silnik według wynalazku jako jednostka dwutaktowa oraz dzięki specyfice jego budowy, uzyskuje energię mechaniczną z każdego ruchu przegrody, przy jej poruszaniu zarówno w jedną, jak i w drugą stronę (naprzemiennie suw pracy w każdej z komór spalania). W odróżnieniu od silników tłokowych posuwisto-zwrotnych czterosuwowych ruch pracy następuje przy każdym obrocie części przegrody w dół czyli dwie połowy przegrody na przemian generują moment obrotowy przeciwnie skierowany. W porównaniu do klasycznych silników dwusuwowych, poza wspomnianym wcześniej każdym ruchu pracy przegrody (a nie co drugim ruchu tłoka), posiada możliwość lepszego rozmieszczenia kanałów i dolotów/przelotów/wylotów powietrza /mieszanki paliwowo-powietrznej i spalin. Dzięki temu sprawność silnika według wynalazku jest większa. Dotyczy to również ekologii działania motoru. Prostota budowy zaś przemawia za ekonomicznością konstrukcji – silnik nie ma rozrządu. Możliwość zastosowania wtrysku bezpośredniego do komory spalania lub wtłoczenia przygotowywanej przed komorą spalania mieszanki paliwowo-powietrznej oraz zapłon jedną lub większą ilością świec zapłonowych powoduje, że istnieje duże pole do optymalizacji w celu uzyskania maksymalnych oszczędności zużycia paliwa. Dobór odpowiednio skonstruowanych zaworów ssących jak również wydechowych, właściwe zaprojektowanie kanałów i kolektorów ssących oraz wydechowych, układu dolotowego jak również wydechowego oraz należyte wyprofilowanie przegrody pozwala na rezygnację z zaworu EGR przy zachowaniu efektywności i ekologii spalania paliwa. Ponadto zastosowanie katalizatora daje możliwość zachowania norm czystości spalin.

Silnik według wynalazku nie należy do żadnej z wymienionych grup i jest konstrukcją całkowicie oryginalną. W silniku według wynalazku energia mechaniczna dostarczana na wał napędowy pochodzi z ruchu wahliwego przegrody napędzanej energią rozprężających się pod wpływem ciepła spalin w komorach spalania silnika i jest wytwarzana w postaci energii wahliwego ruchu wału napędzającego generującego moment obrotowy. Ponieważ jedynym warunkiem przetwarzania energii mechanicznej w elektryczną przez generatory elektryczne jest ruch elementów w polu magnetycznym, to nie jest istotne, czy ten ruch będzie obrotowy, posuwowy, wahliwy czy też innego rodzaju.

Silnik według wynalazku nie wymaga układu recyrkulacji spalin (EGR), gdyż przez odpowiednio ukształtowane i rozmieszczone kanały wylotowe spalin, kanały przelotowe powietrza/mieszanki paliwowo-powietrznej oraz kształt przegrody, pozostająca po przepłynięciu komory spalania ilość spalin i ich rozmieszczenie (optymalnie dobrane) współistniejąca z mieszanką paliwowo-powietrzną w procesie jej spalania zapewnia pożądane cieplnie i ekologicznie wartości.

Wynalazek jest bliżej przedstawiony w poniższym przykładzie wykonania i na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia silnik wraz z zespołami na schemacie blokowym, Fig. 2 przedstawia silnik w przekroju poprzecznym w płaszczyźnie B-B z Fig. 3, Fig. 3 przedstawia silnik w przekroju wzdłużnym A-A z Fig. 2.

### Przykład I

Silnik spalinowy dwutaktowy na wale 1 (zakończonym czopem) osadzonym wahliwie w panewkach 2 (dwa łożyska ślizgowe poprzeczne są utworzone przez wał 1 oraz panewki 2), znajdujących się wewnątrz korpusu 3 silnika ma połączoną z nim nieruchomo przegrodę 4 z umieszczonym obwodowo fartuchem 5. Wał 1 z przegrodą 4 umieszczony jest w korpusie 1 w taki sposób, że dzieli każdą z dwóch komór spalania 6 na dwie szczelne części o pojemności zależnej od położenia przegrody 4. Każda komora spalania 6 ma w przekroju poprzecznym kształt wycinka kąтового. Kształt komory spalania 6 odpowiada kształtowi części przegrody 5, która jest w niej umieszczona. Korpus 3 ma kanał dolotowy 7 i przelotowy 8 mieszanki paliwowo-powietrznej (zawierającej środek smarujący) oraz kanał wylotowy 9 spalin, osobne dla każdej z komór spalania 6. Kanały 7, 8, 9 połączone są z komorą spalania 6, z którą również połączone są świece zapłonowe 10, umieszczone w przeciwległe do kanałów 7, 8, 9 i połączone elektrycznie z układem generującym wysokie napięcie wraz z systemem sterującym ich zapłonem. Położenie kanału przelotowego 8 względem kanału wylotowego 9 jest takie, że od strony świec zapłonowych 10, krawędź kanału przelotowego 8 jest umieszczona poniżej krawędzi kanału wylotowego 9, tak, że przy ruchu przegrody 4 w stronę kanału wylotowego 9 najpierw otwiera się dostęp do kanału wylotowego 9, a dopiero później przegroda 4 odsłania kanał przelotowy 8. Fartuch przegrody 4 separuje część komory spalania 6 pod przegrodą 4 od kanału wylotowego spalin 9 i zaworu wydechowego 12, zabezpieczając w ten sposób otwieranie zaworu wydechowego 12 pod naporem ciśnienia mieszanki paliwowo-powietrznej powstającego w wyniku jej sprężania pod przegrodą 4. Komorę spalania 6 od kanału dolotowego 7 oddziela zawór ssący 11. Kanał wylotowy 9 spalin zamyka zawór wydechowy 12. Oba zawory 11 i 12 są umieszczone w korpusie 1. Zawór ssący 11 dociskany jest sprężyną 13 do gniazda kanałów dolotowych 7 za pośrednictwem zawleczki 14 trzonka 15. Gniazdo zaworu ssącego 11 znajduje się na otworze łączącym kanał dolotowy 7 z komorą spalania 6. Kanał dolotowy 7 połączony jest z kolektorem ssącym 16 wyposażonym w układ wtrysku pośredniego paliwa/gaźnik. Kolektor wydechowy 17, który jest oddzielony od kanału wylotowego 9 zaworem wydechowym 12, połączony jest z rurą wydechową 18 i jest przymocowany do korpusu 1 silnika w miejscu kanału wylotowego 9. W kolektorze wydechowym 17 umieszczony jest zawór wydechowy 12, który dociskany jest sprężyną 13 do gniazda kanału wylotowego 9 osadzonej na trzonku 15 zakończonym zawleczką 14. Siła sprężyny 13 dociskającej zawór wydechowy 12 jest tak dobrana, aby sprężana mieszanka paliwowo-powietrzna i powstające w ten sposób ciśnienie pod przegrodą 4 nie było w stanie otworzyć tego zaworu 12 do momentu zasłonięcia kanału wylotowego spalin 9 przez fartuch 5 przegrody 4, natomiast ciśnienie spalin mogło swobodnie otwierać zawór wydechowy 12. Trzonki 15 zaworów ssącego 11 i wydechowego 12 są osadzone suwliwie w prowadnicach 19. Przegroda 4 na obwodzie ma rowek, w którym ma umieszczony pierścień kompresyjny 20. Korpus 1 ma dwie pokrywy 21 korpusu.

#### **Działanie silnika**

Silnik spalinowy wahliwy dwutaktowy pracuje dwustronnie, naprzemiennie, przenosząc siły mechaniczne pochodzące od naporu rozprężających się spalin w komorach spalania 6 podczas spalania mieszanki paliwowo-powietrznej, działające na przegrodę wahliwą 4 przez połączony z nią wał 1 na czop tego wału 1, który stanowi wyjście napędu z silnika. Ruch wału 1 jest wahadłowy, a jego zakres jest zdeterminowany przez wielkości konstrukcyjne części silnika.

#### **Działanie silnika w pojedynczej komorze spalania**

Przegroda 4 znajduje się w skrajnym dolnym (a w drugiej komorze skrajnie górnym) położeniu 22, czyli fartuch 5 dotyka dolną powierzchnią dolnej powierzchni komory spalania 6 i przegroda 4 zaczyna się obracać w górę. W wyniku powstania podciśnienia pokonującego siłę sprężyny 13 zawór ssący 11 otwiera się, udrażniając otwór pomiędzy kanałem dolotowym 7 i komorą spalania 6, wymuszając wlot przygotowywanej w układzie wtrysku pośredniego paliwa/gaźniku mieszanki paliwowo-powietrznej z kanału dolotowego 7 i jednocześnie z kolektora ssącego 16. Podciśnienie pod przegrodą wahliwą 4 powoduje także dociśnięcie zaworu wydechowego 12, utrzymując jego zamknięcie. W okolicach Górnego Martwego Położenia (GMP) 22 zgodnie z chwilowym wyprzedzeniem zapłonu wygenerowanym przez układ zapłonowy, następuje zapłon mieszanki paliwowo-powietrznej wywołany przez iskrę na świecy zapłonowej 10. Przegroda 4 po osiągnięciu maksymalnego górnego położenia 22 – GMP jest zawracana w dół siłą ciśnienia rozprężających się spalin powstających w wyniku spalania mieszanki paliwowo-powietrznej. Następuje cykl pracy silnika po jednej stronie (w jednej komorze spalania 6). W trakcie tego ruchu przegrody 4, pod nią następuje sprężanie powietrza zassanego podczas jej ruchu w górę. Przegroda 4 dochodzi do położenia 23, tj. zrównuje się z krawędzią kanału przelotowego 8. Ponieważ ta krawędź znajduje się poniżej górnej krawędzi kanału wylotowego 9 spalin, czyli ten kanał 9 stał się

już moment wcześniej drożny, to ciśnienie spalin znajdujących się w komorze spalania 6 powoduje pokonanie siły sprężyny 13 zaworu wydechowego 12 i jego otwarcie. W tej fazie ruchu przegrody 4 jej fartuch 5 separuje dolną część komory spalania 6 (pod przegrodą) od kanału wylotowego 9 i zaworu wydechowego 12, zabezpieczając w ten sposób przedwczesne otwieranie zaworu wydechowego 12 pod naporem ciśnienia mieszanki paliwowo-powietrznej powstającego w wyniku jej sprężania pod przegrodą 4. Siła sprężyny 13 dociskającej zawór wydechowy 12 jest tak dobrana, aby sprężana mieszanka paliwowo-powietrzna i powstające w ten sposób ciśnienie pod przegrodą 4 nie było w stanie otworzyć tego zaworu 12 do momentu zastąpienia kanału wylotowego 9 przez fartuch 5, natomiast ciśnienie spalin mogło swobodnie otwierać zawór wydechowy 12. Spaliny pod ciśnieniem są wyrzucane z komory spalania 6 do kanału wylotowego 9 i dalej do kolektora wydechowego spalin 17 oraz rury wydechowej 18. Podczas dalszego podążania w dół przegrody 4 odsłania ona jednocześnie kanał wylotowy 9 i kanał przelotowy 8. Dynamiczny wlot sprężonego pod przegrodą 4 mieszanki paliwowo-powietrznej przez kanały przelotowe 8 powoduje dalszy wydmuch i wypłukanie spalin z części komory spalania 6 znajdującej się nad przegrodą 4. Boczne usytuowanie kanałów przelotowych 8 względem umieszczonego centralnie otworu kanału wylotowego 9 zapewnia odpowiednią cyrkulację gazów wewnątrz komory spalania 6 podczas cyklu opróżniania jej ze spalin i napełniania świeżą mieszanką paliwowo-powietrzną. Przegroda 4 dochodzi do skrajnego dolnego położenia 22, zawór wydechowy 12 zamyka się siłą sprężyny 13 i cykl działania tej części silnika rozpoczyna się od początku według powyższego opisu.

Gdy po jednej stronie (w jednej komorze spalania 6) następuje praca silnika według powyższego opisu, po przeciwnej stronie (w drugiej komorze spalania 6) cykl działania jest analogiczny jednak przesunięty w fazie o 180 stopni. Zapewnia to niepulsującą (przeciwnie niż w przypadku innych silników spalinowych) pracę silnika tj. ciągły, naprzemienny napęd – moment obrotowy na czopie wału 1 niezależnie od faz cykli wewnątrz silnika.

Zatrzymanie rozpedzonych mas przegrody 4, wału 1 oraz połączonych z wałem 1 poprzez czop ruchomych elementów maszyny elektrycznej w skrajnych położeniach przegrody 4 zapewnia przesunięty o 180 stopni cykl pracy/sprężania powietrza dokonujący się po przeciwnej stronie symetrycznego silnika oraz dodatkowo obciążenie elektryczne pochodzące od generatora prądu. Gdy z jednej strony kończy się cykl pracy rozpedzający przegrodę 4, po przeciwnej stronie następuje koniec cyklu sprężania i zapłon mieszanki paliwowo-powietrznej hamujące ruch przegrody 4 do góry, i działający na przegrodę 4 w dół.

#### **Rozruch silnika**

Rozruch silnika następuje ręcznie (w przypadku małych, prostych generatorów elektrycznych) lub przy pomocy elektrycznego silnika krokowego zasilanego z baterii akumulatorów lub z zewnętrznego źródła prądu.

#### **Zatrzymanie silnika**

Zatrzymanie silnika jest realizowane przez odłączenie od zasilania świec zapłonowych 10.

#### **Przykład II**

Silnik wykonany analogicznie jak w Przykładzie I, przy czym kolektor ssący 16 nie posiada układu wtrysku pośredniego paliwa /gaźnika a kanałami dolotowymi i przelotowymi dostarcza się powietrze, przy czym paliwo jest dostarczane wtryskiwaczami 24 zlokalizowanymi w otworze w korpusie 1 obok świec zapłonowych 10. Wtryskiwacze 24 połączone są z układem wytwarzającym określone ciśnienie paliwa podawanego do wtryskiwaczy 24, a także w system sterowania ich pracą. W wale 1 i przegrodzie 4 oraz korpusie 3 wykonane są kanały 25 na środek smarujący. Kanał smarujący 25 w korpusie 3 jest zamknięty pokrywą 26. Na obwodzie przegrody 4 umieszczone są dwa pierścienie zgarniające 27. Wał 1, na swoich obu końcach, połączony jest z dwiema kostkami rozdzielczymi środka smarującego 28, do których przewodami doprowadzany jest środek smarujący. Korpus 3 chłodzony jest przez ciecz chłodzącą rozprowadzaną w kanałach 29 cieczy chłodzącej.

Podczas pracy przegrody w kierunku do świec zapłonowych 10 następuje zasysanie powietrza pod wahliwą przegrodą 4 i jednocześnie sprężanie powietrza nad tą przegrodą 4. Gdy objętość komory spalania 6 nad przegrodą 4 i związane z tym ciśnienie powietrza osiągną określoną wartość następuje wtrysk paliwa przez wtryskiwacz 24 do tej objętości komory 4 nad przegrodą 4 i wymieszanie go ze znajdującym się tam powietrzem. Moment wtrysku paliwa jest skoordynowany z położeniem przegrody 4 i dobrany tak, aby wymieszanie paliwa z powietrzem było optymalne.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Silnik spalinowy dwutaktowy wyposażony w komorę spalania umieszczoną w korpusie silnika i połączoną ze świecami zapłonowymi, kolektorami i zaworami ssącymi i wydechowymi, kanałami wylotowymi spalin oraz kanałami dolotowymi i przelotowymi mieszanki powietrzno-paliwowej lub kanałami dolotowymi i przelotowymi powietrza i wtryskiwaczami, przy czym w komorze spalania ma tłok połączony z wałem, **znamienny tym**, że ma osadzoną nieruchomo na wale (1) przegrodę (4), która stanowi tłok i której jedna część umieszczona jest w pierwszej komorze spalania (6), a druga część w drugiej komorze spalania (6), a każda z komór spalania (6) w przekroju poprzecznym to kątowy wycinek, przy czym komory spalania (6) są symetryczne względem siebie, zaś przegroda (4), od strony kanałów dolotowych (7), ma obwodowo umieszczony fartuch (5), a od czoła ma pierścień kompresyjny (20), przy czym wał (1) jest osadzony wahlwie w panewkach (2), które osadzone są nieruchomo w korpusie (3) silnika, zaś każda komora spalania (6) połączona jest z odpowiednim kanałem wylotowym spalin (9) i kanałami przelotowymi (8) oraz z kanałem dolotowym (7), przy czym od strony świec zapłonowych (10) krawędzie kanałów przelotowych (8) są umieszczone poniżej krawędzi kanału wylotowego (9), przy czym każdą komorę spalania (6) od odpowiedniego kanału dolotowego (7) oddziela odpowiedni zawór ssący (11), a zawór wydechowy (12) oddziela odpowiedni kolektor wydechowy spalin (17) od kanału wylotowego (9).
2. Silnik spalinowy dwutaktowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawór wydechowy (12) połączony jest z trzonkiem (15), na którym znajduje się sprężyna (13) osadzona w gnieździe połączonym z kolektorem wydechowym spalin (17) i opiera się na zawleczce (14) trzonka (15).
3. Silnik spalinowy dwutaktowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawór ssący (11) połączony jest z trzonkiem (15) zakończonym zawleczką (14) i na którym osadzona jest sprężyna (13).
4. Silnik spalinowy dwutaktowy według zastrz. 2, **znamienny tym**, że trzonek (15) jest częściowo umieszczony w prowadnicy (19), która jest umieszczona w ścianie kolektora wydechowego spalin (17).
5. Silnik spalinowy dwutaktowy według zastrz. 3, **znamienny tym**, że trzonek (15) jest częściowo umieszczony w prowadnicy (19), która umieszczona jest w korpusie (3).
6. Silnik spalinowy dwutaktowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że korpus (3) jest zamknięty szczelnie pokrywami (21) korpusu (3).
7. Silnik spalinowy dwutaktowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w korpusie (3) i przegrodzie (4) ma kanały (25) rozprowadzające środek smarujący.
8. Silnik spalinowy dwutaktowy według zastrz. 7, **znamienny tym**, że przegroda (4) od czoła ma pierścień zgarniający (27).
9. Silnik spalinowy dwutaktowy według zastrz. 7, **znamienny tym**, że kanał (25) rozprowadzający środek smarujący w korpus (3) jest zamknięty pokrywą (26) kanału (25) rozprowadzającego środek smarujący.
10. Silnik spalinowy dwutaktowy według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w korpus (3) ma kanały (29) rozprowadzające ciecz chłodzącą.



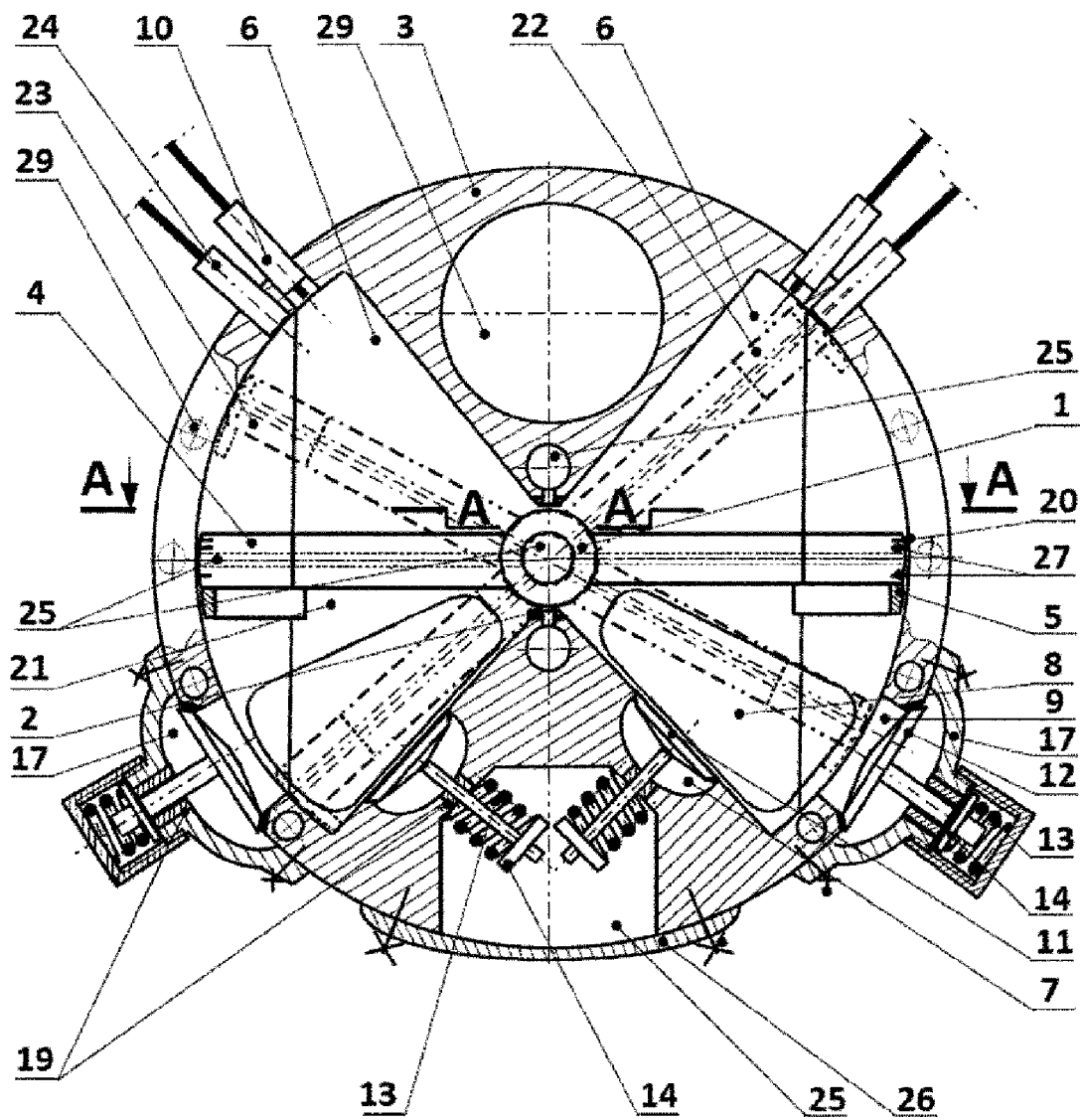


Fig. 2

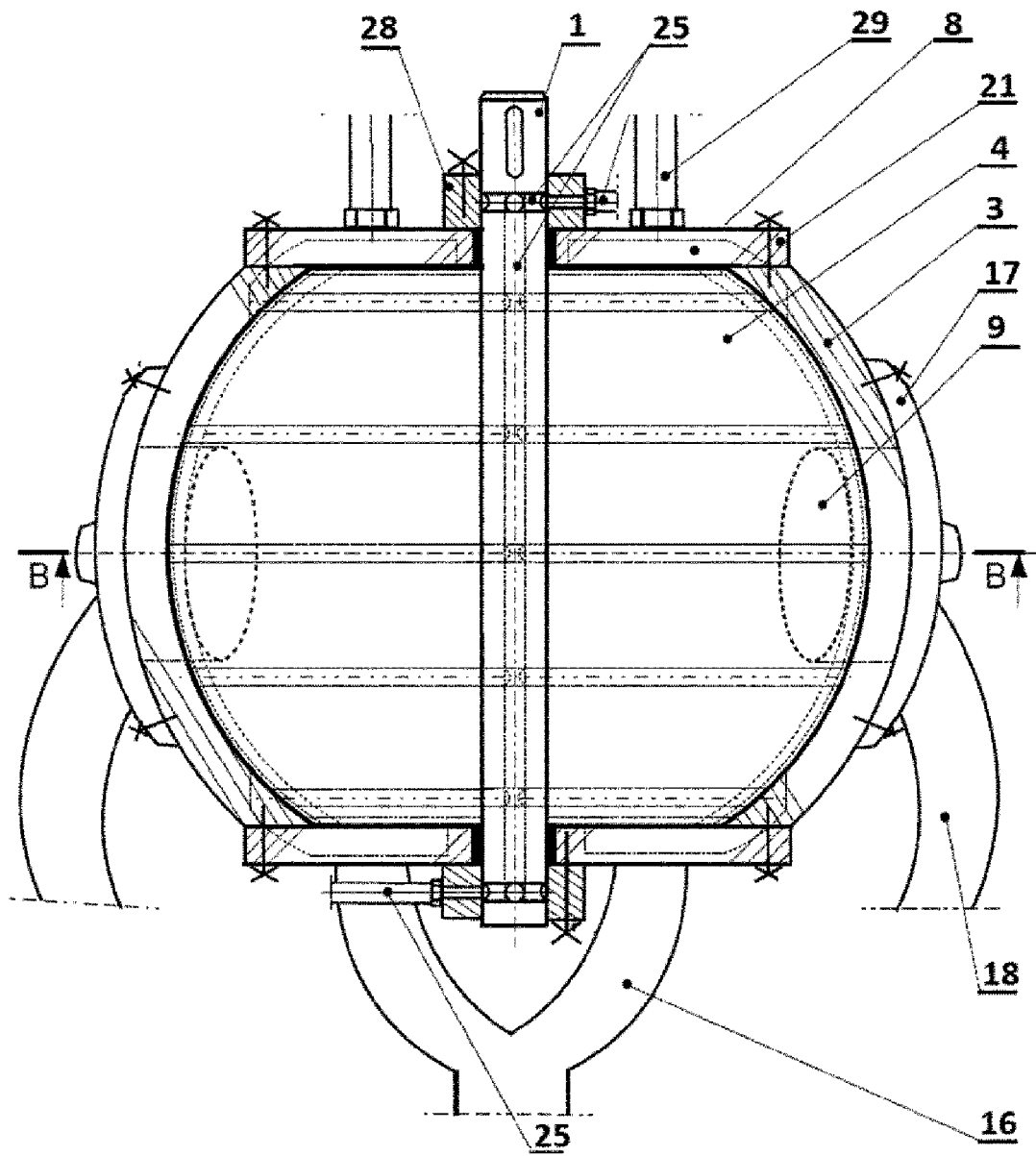


Fig. 3