

# URZĄD PATENTOWY

## w WARSZAWIE Kl 46a, 19/16

# OPIIS PATENTOWY

Nr 32436

2026.19/16  
Kl. 46a, 79/01

Société Anonyme Adolphe Saurer, Arbon

### Wtryskowy silnik spalinowy

Zgłoszono 21 lutego 1938  
Udzielono 8 grudnia 1943  
Pierwszeństwo: 22 kwietnia 1937 (Niemcy)

Wynalazek niniejszy dotyczy wtryskowego silnika spalinowego, w którym ładunek powietrza podczas suwu sprężania krąży wokoło osi cylindra. W silniku tym podczas suwu sprężania zasadniczo cały ładunek powietrza zostaje wtłoczony do komory spalania o kształcie wybrzuszonym, umieszczonej w tłoku w przybliżeniu współosiowo z nim. Do wirującej zawartości tej komory przy końcu suwu sprężania i na początku suwu rozprężania wtrysnięte zostaje ciekłe paliwo przez dyszę, umieszczoną w głowicy cylindra współśrodkowo względem komory spalania.

W silnikach spalinowych z bezpośrednim wtryskiem ciekłego paliwa znane jest stosowanie specjalnych środków pomocniczych, jak np. zaworów z przysłonami lub

specjalne umieszczenie przewodów ssawnych do powietrza itd., aby nadany został powietrzu przy zasysaniu ruch krążący wokoło osi cylindra. Jednak w znanych silnikach szybkość krążenia powietrza jest tak dostosowana, by podczas wtrysku paliwa powietrze przepływało od jednego strumienia paliwa do drugiego. Powstaje przy tym ta wada, że w praktyce szybkość krążenia powietrza nie może być dostosowana do całego zakresu liczb obrotów silnika spalinowego. Ponadto przy tym układzie z dyszą paliwową, umieszczoną w osi cylindra, szybkość powietrza przy dyszy jest równa zero, co powoduje powolne rozgrzewanie się paliwa, a wraz z tym i duże opóźnienie zapłonu. Z drugiej strony znane jest również w silnikach spalinowych

nadawanie komorze paliwowej w tłoku wybrzuszono kształtu i zaopatrywanie jej w zwężony otwór, łączący ją z wnętrzem cylindra, przez który to otwór musi przepływać powietrze przy zbliżaniu się tłoka do głowicy cylindra. Duża promieniowa szybkość powietrza, płynącego nad dnem tłoka ku otworowi komory spalania wskutek wytłaczającego działania tłoka, powoduje w komorze spalania krążenie powietrza wokoło osi pierścienia kołowego, leżącej w płaszczyźnie prostopadłej do osi cylindra. To wirowanie zostaje jednak nagle zahamowane po przejściu przez tłok odkorbowego martwego położenia, gdy po ukończonym suwie sprężania tłok podczas suwu rozprężania ponownie oddala się od głowicy cylindra. W przypadku wtrysku paliwa, rozłożonego mniej więcej symetrycznie względem chwili odpowiadającej odkorbowemu martwemu położeniu tłoka, druga, później wtrysnięta połowa paliwa nie ulega już dostatecznie intensywnemu wirowaniu. Paliwo zostaje zatem zbyt mało zmieszane ze świeżym powietrzem, co powoduje niezupełne jego spalanie.

Czynione były także próby połączenia ruchu powietrza, krążącego wokoło osi cylindra, z wirowaniem powietrza wokoło osi pierścienia kołowego, wywołanym przez wytłaczające działanie tłoka. W tym przypadku szybkość powietrza przy dyszy paliwowej nie jest już równa zeru, tak iż paliwo zostaje szybciej ogrzane, a powietrze — równomierniej zmieszane z paliwem na całym obwodzie komory spalania. Pozostaje jednak wówczas wada, polegająca na tym, że wirowanie wokoło osi pierścienia kołowego zostaje zahamowane przy zwrotnym ruchu tłoka na początku suwu rozprężania.

Zatem w znanych wtryskowych silnikach spalinowych nie są spełnione wszystkie warunki, jakie są konieczne dla osiągnięcia spokojnego biegu silnika i bezdymnego zupełnego spalania. Na początku

wtrysku paliwa początek strumienia musi być prędko i silnie objęty gorącym strumieniem powietrza, by opóźnienie zapłonu było możliwie nieznaczne. Dalej podczas pozostałej części wtrysku do strumienia paliwa musi być stale doprowadzane świeże powietrze, czyli zwrot kierunku ruchu tłoka nie powinien podczas wtrysku działać hamująco na wirowanie powietrza lub nawet zmieniać jego kierunku.

Aby równocześnie zostały spełnione wszystkie powyższe warunki, wywołuje się według wynalazku pod koniec okresu sprężania wirowanie powietrza, przy którym powietrze przepływa bezpośrednio nad brzegiem otworu tłokowego wzdłuż obwodu komory spalania aż do jej dna i następnie we wznoszącym się z tego dna środkowym śrubowym wirze płynie z powrotem w kierunku dyszy wtryskowej. Taki kształt wiru uzyskuje się dzięki temu, że szybkość ruchu obrotowego powietrza, krążącego dookoła osi cylindra, zwiększa się tak znacznie w stosunku do promieniowego ruchu powietrza, dopływającego do wydrążenia tłoka, że na brzegu otworu tłoka siła odśrodkowa, działająca na masę powietrza, przewyższa siłę, z jaką powietrze jest przetłaczane do środka wskutek przetłaczającego działania tłoka. W myśl więc wynalazku ten stosunek sił, a zatem i nowy kształt wiru osiąga się wówczas, gdy stosuje się średnią szybkość powietrza, wpływającego w czasie okresu wlotowego stycznie do cylindra, większą od szybkości promieniowego dopływu powietrza na brzegu otworu tłoka.

Uzyskany w ten sposób nowy wir powietrza utrzymuje się w odkorbowym martwym położeniu tłoka i nie doznaje on nagłego zahamowania, zachodzącego przy znanych kształtach wirów. Dopóki tłok porusza się ku głowicy silnika, dopóty powietrze, wznoszące się w środkowym śrubowym wirze na podobieństwo trąby powietrznej, płynie wraz z powietrzem do

plywającym na nowo do tej komory od otworu komory spalania wzdłuż obwodu tej komory ku jej dnu. Na początku suwu rozprężania powietrze, wznoszące się ku górze w środkowym śrubowym wirze, przepływa poprzez otwór komory spalania do wnętrza cylindra. Zwrot kierunku ruchu tłoka nie powoduje przy tym zahamowania lub odwrócenia tego wirowania, lecz dopomaga do wydostawania się środkowego wiru powietrza ku dyszy wtryskowej. Dzięki temu nawet i ostatnie wypływające z dyszy ilości paliwa mogą się mieszać z świeżym powietrzem.

W celu uzyskania, aby siła odśrodkowa powietrza, krążącego wokoło osi cylindra, przewyciężyła działanie wytłaczające tłoka, do czego niezbędne jest zachowanie podanego wyżej stosunku szybkości powietrza, przekroje przepływowe do powietrza winny być odpowiednio zwymiarowane i dostosowane do siebie zarówno we wlotowych narządach dla powietrza, jak i na brzegu otworu tłoka. Korzystnie jest, gdy przekrój przepływowy zaworu wlotowego zostaje tak zmniejszony, że przez zwiększenie szybkości powietrza, krążącego wokoło osi cylindra, siła odśrodkowa tego powietrza zostaje odpowiednio zwiększona. Wprawdzie należy się przy tym liczyć z mniej korzystnymi warunkami napełnienia, lecz przeważają tu osiągnięte w ten sposób korzyści lepszego spalania.

Zamiast zwiększania szybkości powietrza, krążącego wokoło osi cylindra, a to w celu uniknięcia związanego z tym zmniejszenia stopnia napełniania cylindra, można zmniejszyć działanie wytłaczające tłoka. Zmniejszenie tego działania osiąga się wówczas, gdy szczelina między tłokiem i głowicą cylindra rozszerza się ku otworowi komory spalania. Także i w tym przypadku działanie siły odśrodkowej powietrza przewycięża wywołane tłokiem działanie wytłaczające.

Na rysunku przedstawione są dwie po-

stacie wykonania części wtryskowego silnika spalinowego według wynalazku. Fig. 1 przedstawia przekrój podłużny przez górną część cylindra jednej postaci wykonania silnika z tłokiem w położeniu na krótko przed osiągnięciem górnego odkorbowego martwego położenia, fig. 2 — widok z góry na tłok roboczy, fig. 3 — przekrój przez cylinder silnika podobny do przekroju według fig. 1, z tłokiem w położeniu na początku suwu rozprężania, fig. 4 — perspektywiczny widok tłoka z zaznaczonym przebiegiem przepływu cząstki powietrza przy położeniu tłoka w cylindrze według fig. 1, fig. 5 — częściowy przekrój podłużny innej postaci wykonania silnika przy takim samym położeniu tłoka w cylindrze jak według fig. 1, wreszcie fig. 6 — widok z góry tłoka odmiany silnika według fig. 5.

W cylindrze 1 silnika pracuje tłok 2, który na fig. 1 przedstawiony jest w położeniu na krótko przed osiągnięciem odkorbowego martwego położenia podczas suwu sprężania. Zawór wlotowy 3 i zawór wylotowy 4 umieszczone są w głowicy 6 cylindra. Dysza wtryskowa 5 jest również umieszczona w głowicy 6 cylindra, współosiowo z komorą spalania 7, która znajduje się w wydrążeniu tłoka 2 i w widoku z góry przy dnie ma kształt pierścienia (fig. 2). W środku dna komory spalania 7 umieszczony jest brodawkowy występ 8, stanowiący powierzchnię przewodniczą dla wirującego powietrza. Wskutek wystającego ze środka dna komory 7 występu brodawkowego 8 komora ta posiada kształt wybrzuszony (fig. 1). Komora spalania 7 połączona jest z wnętrzem 11 cylindra za pomocą zwężonego otworu 9, którego przekrój poprzeczny wynosi około  $\frac{1}{2}$  do  $\frac{1}{4}$  poprzecznego przekroju cylindra. Os komory spalania 7, tak jak i os dyszy wtryskowej 5, pokrywa się z osią cylindra. Strumienie rozpylonego paliwa, wypływające z dyszy paliwowej 5, wtrzyśnięte zostają ku szcze-

gólnie silnie rozgrzanym miejscom na bocznych ściankach komory spalania 7, położonych w pobliżu krawędzi 14 jej o.woru 9.

Zawór wlotowy 3 zaopatrzony jest w znaną ściankę zasłonową 10 tak umieszczoną, że przepływający przezeń ładunek powietrza wpływa do komory roboczej 11 cylindra w kierunku w przybliżeniu stycznym, tak iż w cylindrze tym powietrze krąży wokoło jego osi.

Dzięki zmniejszeniu przekroju przepływowego zaworu wlotowego 3 zostaje tak znacznie zwiększona szybkość dopływu powietrza stycznie do cylindra, że ruch obrotowy powietrza, występujący pod koniec suwu sprężania przy przetłaczaniu powietrza do komory spalania, wytwarza na brzegu 14 otworu tłoka siłę odśrodkową, która znacznie przewyższa siłę promieniową, z jaką powietrze jest kierowane do środka wskutek działania przetłaczającego tłoka. Przekrój poprzeczny dla przepływu powietrza w zaworze wlotowym 3 jest zatem mniejszy niż przekrój potrzebny jedynie do osiągnięcia najlepszego stopnia napełnienia.

Jeżeli więc tłok 2 przesuwają się w kierunku odkorbowego martwego położenia, to powietrze, krążące w cylindrze roboczym w kierunku zaznaczonym strzałką 12, zostaje wprowadzone do komory spalania 7 w sposób następujący. Na fig. 4 uwidoczniła jest droga przepływu *a* cząstki powietrza pod koniec suwu sprężania w cylindrze (fig. 1). Cząstka ta podlega działaniu dwóch sił, a mianowicie siły odśrodkowej, usiłującej przesunąć cząstkę na zewnątrz oraz działaniu siły wytłaczającej, wywieranej przez tłok, usiłującej przesunąć cząstkę do środka cylindra. W punkcie *b* krawędzi 14 otworu 9 tłoka 2 siła odśrodkowa przewyższa dośrodkową siłę promieniową, działającą na cząstkę powietrza wskutek wytłaczania. Wskutek tego w punkcie *b* bezpośrednio pod krawędzią 14 cząstka powietrza porusza się

względem komory spalania 7 tak, że przepływa wzdłuż obwodu komory spalania ukośnie względem osi cylindra, aż mniej więcej w punkcie *c* zbliża się do dna tej komory, po czym płynie wzdłuż linii krzywej w postaci spirali *d* ku osi tej komory, a wreszcie wzdłuż linii śrubowej *e* wznosi się od brodawkowego występu 8 w kierunku dyszy wtryskowej 5 (fig. 1). Przy tym wznoszeniu się wzdłuż linii śrubowej wszystkie cząstki powietrza tworzą łącznie wir 13 w rodzaju trąby powietrznej (fig. 1).

Paliwo wtryskiwane jest dyszą 5 pod krawędź 14 otworu 9 do komory spalania 7 w postaci kilku oddzielnych, równomiernie rozdzielonych na obwodzie dyszy strumieni poprzez górną część wiru 13 w postaci trąby powietrznej. Na początku wtrysku środkowy wir 13, którego powietrze przepływało wzdłuż gorących ścianek komory spalania 7, silnie podgrzewa paliwo już na początku strumienia, tak iż otrzymuje się stosunkowo nieznaczne opóźnienie zapłonu. Przed osiągnięciem przez tłok odkorbowego martwego położenia powietrze, wznoszące się w wirze 13 wraz z powietrzem wpływającym jeszcze z wnętrza 11 cylindra do komory spalania 7, płynie razem przy obwodzie tej komory z powrotem ku jej dnu. Powietrze to miesza się dokładnie z paliwem wypływającym z dyszy.

Na początku suwu rozprężania, gdy tłok 2 znów porusza się ku dołowi w kierunku kukorbowym (fig. 3), wir 13 w postaci trąby powietrznej przepływa przez otwór 9 do wnętrza cylindra. Ten wypływ wiru 13 z komory spalania 7 połączony zostaje działaniem ssącym tłoka 2. Ostatnie resztki świeżego powietrza w wirze 13 przepływają przy tym poprzez strumień paliwa, tak iż i resztki paliwa zostają zmieszane ze świeżym powietrzem.

W postaci wykonania silnika według fig. 5 i 6 w głowicy 6 cylindra umieszczony jest również zawór wlotowy 3, wylotowy

wy 4 i dysza wtryskowa 5, umieszczona współosiowo względem komory spalania 7 i osi cylindra. Komora 7 jest również wykonana w postaci pierścieniowego (w widoku z góry) wydrążenia tłoka 2, pracującego w cylindrze 1, przy czym komora ta wskutek umieszczenia brodawkowego występu w środku jej dna posiada również kształt wybrzuszony. Komora 7 jest również połączona z wnętrzem 11 cylindra za pomocą zwężonego otworu 9 o przekroju poprzecznym, wynoszącym od  $\frac{1}{2}$  do  $\frac{1}{4}$  poprzecznego przekroju cylindra. Zawór wlotowy 3 jest również zaopatrzony w ściankę przesłonową 10 lub podobny narząd tak umieszczony, że powietrze ładujące wprowadzane jest przez zawór wlotowy 3 do wnętrza 11 cylindra roboczego w przybliżeniu w kierunku stycznym do jego gładzi i wskutek tego krąży w jego wnętrzu.

Górna powierzchnia tłoka posiada pochyle wydrążenie 15 w postaci stożka. Dzięki temu ścięciu szczelina między tłokiem 2 i głowicą 6 cylindra rozszerza się w kierunku krawędzi 14 otworu 9 komory spalania 7.

Jeśli tłok 2 (fig. 5) porusza się w kierunku odkorbowego martwego położenia, to powietrze, krążące we wnętrzu 11 cylindra, tak jak i poprzednio, przepływa z tego wnętrza przez otwór 9 do komory spalania 7. Wskutek zastosowania stożkowego wydrążenia 15 na wewnętrznej powierzchni tłoka 2 składowa szybkości powietrza, wywołana przez działanie wytłaczające przy zbliżaniu się tłoka 2 do odkorbowego martwego położenia, znacznie się zmniejsza, tak iż przewyciężona zostaje przez występującą wskutek obrotu powietrza siłę odśrodkową przy krawędzi 14 otworu 9 komory spalania 7. Zatem, tak jak i poprzednio, powietrze płynie w kierunku sirzałek 12 (fig. 5 i 6) bezpośrednio nad brzegiem 14 otworu 9 komory spalania 7 i przepływa ukośnie wzdłuż ze-

wnętrznych ścianek tej komory ku jej dnu. Przebiegi, dotyczące wirowania powietrza, wtrysku paliwa i mieszania go z powietrzem, są zresztą takie same w silniku według fig. 5 i 6, jak i w postaci wykonania silnika według fig. 1 i 3.

Zalety silnika według fig. 5 i 6 polegają na tym, że wspomniane korzystne wywoływanie wirów przy dopływie powietrza do komory spalania 7 następuje bez potrzeby wprowadzania do wnętrza 11 cylindra powietrza ze zbyt dużą szybkością. Zatem w silniku według fig. 5 i 6 przekrój przepływowy zaworu wlotowego 3 może posiadać normalną wielkość.

Zamiast stożkowego wydrążenia 15 w tłoku można też zastosować takie wydrążenie w głowicy cylindra 1.

Układ silnika spalinowego według wynalazku nadaje się zarówno do cztero- jak i do dwusuwowych silników spalinowych.

#### Z a s t r z e ż e n i a   p a t e n t o w e .

1. Wtryskowy silnik spalinowy, w którym ładunek powietrza, krążący dookoła osi cylindra, zostaje wtłaczany zasadniczo w całości podczas suwu sprężania do komory spalania, umieszczonej w tłoku przynajmniej w przybliżeniu współosiowo z tym tłokiem i posiadającej kształt wybrzuszony, przy czym do wirującej zawartości powietrza pod koniec suwu sprężania i na początku suwu rozprężania jest wtryskiwane ciekłe paliwo przez dyszę, umieszczoną współśrodkowo względem komory spalania w głowicy cylindra, znamieny tym, że wielkość otworu (9) komory spalania (7) i wielkość przekroju przepływu zaworu wlotowego tak są dobrane, iż średnia szybkość powietrza, wpływającego podczas suwu wlotowego stycznie do dna cylindra, jest przynajmniej równa lub większa od maksymalnej szybkości dopływu promieniowego na brzegu otworu tłoka, tak iż pod koniec skoku sprężania, przy

przechodzeniu do komory spalania powietrza, krążącego dookoła osi cylindra, siła odśrodkowa, działająca na tę masę powietrza, przewyższa siłę promieniową, z jaką powietrze zostaje przepychane do środka wskutek działania przetłaczającego tłoka, na skutek czego powietrze przepływa bezpośrednio nad brzegiem otworu (9) wzdłuż obwodu komory spalania (7) aż do jej dna i następnie w wstępującym z tego dna środkowym, śrubowym wirze, płynie z powrotem w kierunku dyszy wtryskowej.

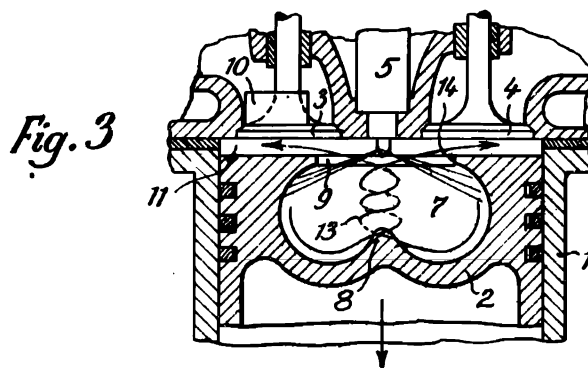
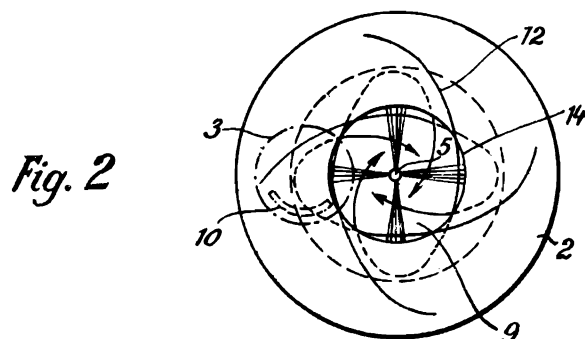
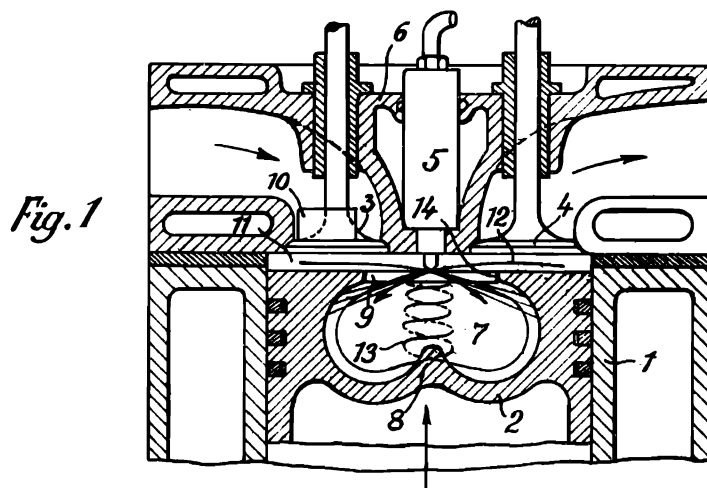
2. Wtryskowy silnik spalinowy według zastrz. 1, znamienny tym, że zarówno dno tłoka jak i głowica posiadają płaskie powierzchnie, ograniczające przestrzeń spalania.

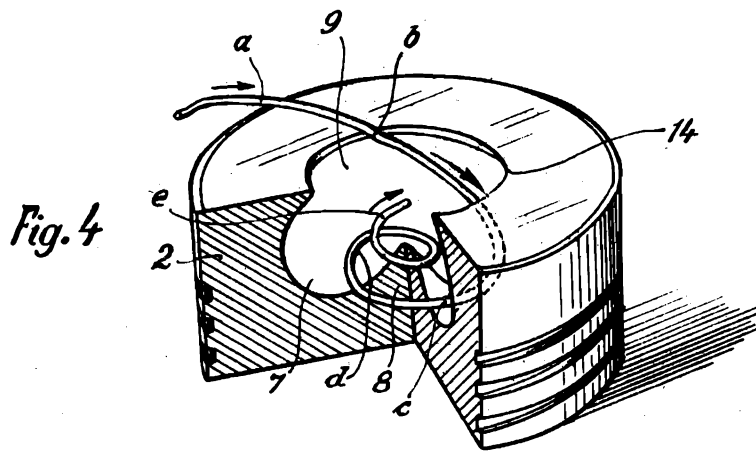
3. Odmiana wtryskowego silnika spalinowego według zastrz. 1, znamienna tym,

że w czołowej powierzchni tłoka (2) względnie w głowicy cylindra (1) jest wykonane stożkowe wydrążenie (15), tak iż między tłokiem (2) a głowicą (6) cylindra powstaje przestrzeń, rozszerzająca się w kierunku otworu (9) komory spalania (7), dzięki czemu wskutek zmniejszenia wytłaczającego działania tłoka pod koniec suwu sprężania maksymalna szybkość dopływu powietrza przy brzegu otworu tłoka jest mniejsza od średniej szybkości powietrza, wpływającego podczas suwu wlotowego stycznie do cylindra.

S o c i é t é A n o n y m e  
A d o l p h e S a u r e r  
Zastępca: inż. J. Wyganowski  
rzecznik patentowy







*Fig. 5*

