

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **240149**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **428368**

(51) Int.Cl.
C21D 7/06 (2006.01)
B24C 1/10 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **27.12.2018**

(54)

Urządzenie do śrutowania zaworów silników spalinowych

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

29.06.2020 BUP 14/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

21.02.2022 WUP 08/22

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

JAROSŁAW MIKUŁA, Gliwice, PL
WOJCIECH GRZEGORZEK, Łędziny, PL
DANIEL ADAMECKI, Gliwice, PL
STANISŁAW MIKUŁA, Gliwice, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Justyna Duda

PL 240149 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do śrutowania zaworów silników spalinowych.

Urządzenie jest przeznaczone do umacniania zgniotem powierzchniowym wszystkich newralgicznych stref zaworów silników spalinowych benzynowych, gazowych i wysokoprężnych ze zwiększoną skutecznością śrutowania, w celu uzyskania wyższych efektów w zakresie trwałości zmęczeniowej i odporności na zużycie ściernie.

Zawory silników spalinowych są narażone na znaczne obciążenia zmienne o dużej liczbie cykli zmian oraz na procesy zużycia ściernego. Rolę ścierniwa w tym przypadku spełniają pyłowe zanieczyszczenia powietrza dolotowego oraz stałe produkty spalania paliw silnikowych. Pęknięcie zaworu w silniku spalinowym oznacza natychmiastową jego awarię, często o dużych skutkach, w tym związanych również z bezpieczeństwem. Poprzez śrutowanie w stanie wstępnego obciążenia w warstwie wierzchniej wywoływane są naprężenia własne ściskające o większej wartości, rośnie również twardość materiału zaworów w porównaniu ze śrutowaniem w stanie swobodnym. Są to przesłanki uzyskania zdecydowanie wyższych efektów śrutowania sposobem wg wynalazku, niż ma to miejsce w przypadku znanych sposobów umacniania zgniotem powierzchniowym.

Znane są sposoby umacniania warstwy wierzchniej elementów maszyn narażonych na oddziaływanie zmęczeniowe i zużycie ściernie polegające na wykorzystaniu nagniatania statycznego lub dynamicznego rolkami lub kulkami obciążonymi mechanicznie, czy też miotanych strumieniem sprężonego powietrza. Znane sposoby umacniania śrutowaniem polegają na uderzaniu strumieniem śrutu, najczęściej w postaci kulek, w obrabianą powierzchnię elementu pozostającego podczas zabiegu śrutowania w stanie swobodnym, tj. bez wstępnego naprężenia. Powoduje to, że skuteczność zabiegu jest ograniczona, zwłaszcza w przypadku elementów wykonywanych ze stali stopowych poddanych umacniającej obróbce cieplnej, a więc posiadających podwyższoną twardość. Intensyfikacja procesu śrutowania przez wzrost prędkości strumienia śrutu napotyka na ograniczenia fizyczne w przypadku wyrzutników pneumatycznych, natomiast w przypadku wirnikowych wyrzutników mechanicznych ze wzrostem prędkości obrotowej wyrzutników silnie rośnie zużycie ściernie śrutu, wirników i dysz. Tworzy to dużą ilość pyłu metalicznego, co powoduje zagrożenie jego wybuchem.

Przegląd znanych rozwiązań urządzeń do śrutowania elementów maszynowych zawierają prace: Kalman R.: Mechaniczne umacnianie powierzchni części maszyn. WNT Warszawa: 1965, s. 137–138; Szulc St, Stefko A.: Obróbka powierzchniowa części maszyn. WNT Warszawa: 1976; Przybylski W.: Obróbka nagniataniem. WNT Warszawa: 1979.

Zagadnienie umacniania zaworów silników spalinowych omówiono w pracy: Doleckij W. A. (red.): Uwieliczenie resursów maszyn technologicznymi metodami. Maszynostroje, Moskwa, 1978 (ros.). Na str. 112 w/w pracy przedstawiono koncepcję przyrządu do nagniatania statycznego jedynie części cylindrycznej trzonka zaworu rolkami, zaś na str. 113 zaprezentowany został schemat innego urządzenia do nagniatania przylgni grzybków zaworów rolkami stożkowymi bez chłodzenia i smarowania.

Wszystkie znane rozwiązania urządzeń do śrutowania nie zapewniają dostatecznie wysokiej efektywności obróbki wymaganej dla zaworów współczesnych silników spalinowych. Znane urządzenia do śrutowania zaworów silnikowych nie umożliwiają ograniczenia temperatury, która w czasie obróbki wzrasta wskutek zamiany na ciepło pracy odkształcenia plastycznego, nie zabezpieczają więc przed niekorzystną relaksacją naprężeń własnych. Przy stałym dążeniu do zwiększania osiągnięć, a więc stopnia wyęźnienia elementów silników przy jednoczesnym zmniejszaniu ich wymiarów (tzw. down sizing), koniecznym jest poszukiwanie nowych rozwiązań w zakresie umacniania podstawowych elementów silników, zwłaszcza stosowanych w pojazdach. Zwiększone wymagania dotyczące efektywności umacniania spełnia urządzenie do śrutowania w stanie wstępnego naprężenia wg wynalazku.

Istotą wynalazku jest urządzenie do śrutowania zaworów silników spalinowych w stanie wstępnego naprężenia charakteryzujące się tym, że posiada samozaciskające się szczęki mocujące obrabiany zawór, zwierane sprężyną, osadzone w przesuwnej wzdłużnie oprawie stanowiącej tłok przemieszczany w cylindrze hydraulicznym obracany wokół osi wspólnie z oprawą, przy czym urządzenie wyposażone jest w co najmniej jedną dyszę rozpylającą ciecz chłodząco-smarującą.

Urządzenie do obróbki wg wynalazku pozwala na uzyskanie zaworów silnikowych o wielu korzystniejszych cechach użytkowych. Bardzo duża efektywność polepszenia trwałości zmęczeniowej wynika z tego, że uderzenia kulek śrutujących w powierzchnię napiętego siłą, rozciągającą zaworu powoduje znaczne zwiększenie chwilowej siły uderzenia, gdyż usztywniony zawór ma pozornie większą masę. Jednocześnie istniejący w wyniku napinania stan naprężeń rozciągających współdziała ze złożonym

stanem naprężeń lokalnych od uderzeń kulek, co powoduje efekt rozleglejszego uplastycznienia materiału zaworu pod działaniem silnie niesymetrycznego rozkładu naprężeń.

Urządzenie oprócz śrutowania zaworów ze szczególnym uwzględnieniem strefy zamka zaworowego, trzonka i strefy przejścia trzonka w grzybek zaworu umożliwia jednocześnie nagniatanie statyczne przylgni zaworowej.

Stan uplastycznienia sięga na większą głębokość, stąd wyższe są naprężenia własne ściskające formujące się ostatecznie po zdjęciu obciążenia wstępnego. Eksploatacyjne naprężenia rozciągające w trzonku zaworu są w warstwie wierzchniej pomniejszane o naprężenia własne ściskające. W efekcie wzrasta trwałość zmęczeniowa, gdyż pęknięcia zmęczeniowe zawsze rozpoczynają od warstwy powierzchniowej zaworu. Efekty te w rozwiązaniu wg wynalazku są osiągnięte przez wykonywanie śrutowania trzonków zaworów poddanych jednocześnie w trakcie zabiegu działania odpowiednio dobranej siły rozciągającej, która dodatkowo wywołuje efekt statycznego nagniatania przylgni grzybków zaworów.

Całokształt wspomnianych zabiegów w jednym cyklu obróbczym pozwala dogodnie realizować urządzenie wg wynalazku.

Śrutowanie dodatkowo zwiększa twardość umacnianej warstwy wierzchniej, co powoduje wzrost odporności na zużycie tarciove. Dodatkowym efektem śrutowania jest korzystny mikrorelief powierzchni z licznymi nachodzącymi na siebie kulistymi zagłębieniami stanowiącymi kieszenie smarne sprzyjające występowaniu efektu smarowania elastohydrodynamicznego we współpracy z prowadnikami, co zmniejsza opory ruchu i w znacznym stopniu zmniejsza zużycie ściernie.

Regulacja końcowego efektu śrutowania urządzeniem wg wynalazku polega na doborze siły wstępnego napinania zaworu, doborze średnicy i materiału śrutu, prędkości jego wyrzutu, czasu obróbki i krotności przejść obróbczych. Korzystnym jest dobrać siłę obciążenia wstępnego odpowiadającą 50–85% siły wynikającej z granicy proporcjonalności materiału zaworu.

Urządzenie wg wynalazku może być stosowane również w procesie regeneracji zaworów eksploatowanych niezależnie od wcześniej zastosowanych w ich produkcji zabiegów technologicznych. Korzystną okolicznością śrutowania zaworów w czasie regeneracji jest pewien wzrost średnicy śrutowanego trzonka zaworu. Wzrost, chociaż niewielki, służy częściowej kompensacji ubytków zużyciowych eksploatowanych zaworów, a więc poprawie szczelności.

Wzrost odporności na zużycie i poprawa szczelności zaworów ogranicza dostawanie się oleju silnikowego do komory spalania silnika, którego produkty spalania wraz ze spalinami zanieczyszczają powietrze atmosferyczne. Zastosowane obróbki zaworów w wymieniony sposób przyczynia się więc do poprawy ekologii atmosfery. Obróbka zaworów wg opisanego sposobu zapewnia dużą wydajność przy niewielkim zużyciu energii i bardzo dużych efektach poprawy niezawodności zaworów silników spalinowych.

Urządzenie wg wynalazku może być łatwo przystosowane do śrutowania w stanie wstępnego napięcia innych elementów maszyn, zwłaszcza sprężyn naciskowych, w tym także sprężyn zaworów silników spalinowych. Duże możliwości przystosowywania urządzenia do obróbki zaworów o różnych rozmiarach, jak dla innych elementów maszyn ułatwia modułowa, dzielona w wielu płaszczyznach poziomych konstrukcja obudowy urządzenia.

Urządzenie do śrutowania zaworów wg wynalazku ilustruje rysunek, na którym Fig. 1, to przekrój pionowy przez urządzenie, Fig. 2 to przekrój przez szczęki samozaciskowe, zaś Fig. 3 to szczegół mocowania końcówki trzonka w szczękach urządzenia.

Urządzenie do śrutowania zaworów wg wynalazku przedstawione jest w przykładzie realizacji.

Urządzenie jest zamknięte w obudowie **19**, w której odbywa się proces obróbki zgniotem przez śrutowanie całego trzonka zaworu **5** wraz ze strefą przejścia w grzybek wykonany w stanie wstępnego obciążenia zaworu **5** regulowaną siłą wzdłużną. Jednocześnie realizowany jest proces statycznego nagniatania przylgni grzybka obrabianego zaworu silnikowego **5**, co polepsza jej odporność na zużycie i korzystnie zwiększa sztywność kontaktową zaworu. Obrabiany zawór **5** po zdjęciu pokrywy **6** urządzenia jest wstawiany końcówką trzonka w samozaciskowe szczęki **1**, osadzone w oprawie **3** i zaciśnięte sprężyną **2**.

Obrabiany zawór **5** jest osadzony w samozaciskających szczękach **1** i poddawany działaniu siły rozciągającej wywołanej przez układ hydrauliczny z jednoczesnym śrutowaniem i obracaniem wokół osi. Prawidłowe pozycjonowanie trzonka zaworu **5** ułatwia wymienny silikonowy ogranicznik **17**. Oprawa **3** pełni funkcję tłoka przesuwanego względem cylindra hydraulicznego **4** i wywołującego obciążenie zaworu wzdłużną siłą rozciągającą. Po zasileniu przestrzeni **7** medium hydraulicznym pod regulowanym ciśnieniem przez króciec **8** następuje wywołanie siły rozciągającej w trzonku zaworu **5**, którego grzybek opiera się wówczas o rolki stożkowe **9**. Następuje jednocześnie mocne zaciśnięcie szczęk **1**

oraz ściśnięcie sprężyny **10**. Wówczas następuje uruchomienie wyrzutników **11** śrutu **12**, korzystnie rozmieszczonych równomiernie na ścianie obudowy **19** urządzenia. Wyrzutniki **11** mają możliwość przemieszczania się wzdłuż ściany obudowy **19** oraz wychylania kąтового dysz **16**. Wyrzucany strumień śrutu **12**, uderzając w powierzchnię zaworu **5**, umacnia go, ze szczególnym uwzględnieniem strefy zamka zaworu **5** i trzonka wraz ze strefą przejścia w grzybek. Dla zapewnienia równomierności stanu umocnienia warstwy wierzchniej zaworu **5** następuje włączenie jego obrotu wraz z oprawą **3** wokół osi. Obrót realizowany jest przy pomocy przekładni mechanicznej **14** poprzez przesuwne połączenie wpustowe **13**. Korzystne jest obracanie zaworu **5** ruchem wahadłowo-nawrotnym. W wyniku obracania zaworu **5** następuje jednoczesne statyczne nagniatanie przyłgni, grzybka zaworu **5** poprzez rolki **9** pod działaniem siły rozciągającej zawór **5**. W przypadku rezygnacji z nagniatania przyłgni grzybka zaworu **5** rolki **9** mogą być zastąpione łożyskiem tocznym stożkowym.

W trakcie śrutowania do komory urządzenia podawana jest ciecz chłodząco-smarująca rozpylana przez dyszę **16**. Po uderzeniu w obrabiany zawór **5** śrut **12** wraz z cieczą chłodząco-smarującą jest wyprowadzany na zewnątrz komory przez wysyp **15**. Po przepłukaniu i ewentualnym schłodzeniu śrut **12** wraca do wyrzutników **11** w układzie zamkniętym. Użycie cieczy chłodząco-smarującej, w korzystnej postaci emulsji olejowo-wodnej, polepsza jakość umacnianej powierzchni oraz ogranicza niekorzystne zjawiska relaksacji naprężeń własnych ściskających wywołanych zabiegiem, a także zjawiska rekryształizacji odkształconej struktury warstwy wierzchniej zaworu, które to zjawiska intensyfikują się w podwyższonej temperaturze. Wzrost temperatury, gwałtowny w strefie uderzenia, wynika z zamiany pracy odkształcenia plastycznego materiału umacnianego na ciepło. Dodatkowo ciecz zwilża powstające produkty zużycia, co zabezpiecza przed groźbą wybuchu pyłu metalicznego tworzącego się podczas śrutowania. Ciecz po filtracji może być zwracana do układu zraszania w obiegu zamkniętym. Po ukończeniu śrutowania zaworu **5** wyłączane są wyrzutniki **11** śrutu **12**, zatrzymywany obrót zaworu **5** i zwalniane ciśnienie medium hydraulicznego pod tłokiem **3**. Wówczas ściśnięta sprężyna **10** cofa oprawę **3** do pozycji wyjściowej, zwalniany zostaje naciąg wstępny zaworu **5**, który łatwo może być wyjęty ze szczęk **1** oraz umieszczony kolejny zawór przeznaczony do śrutowania. Wyjęcie obrobionego zaworu ułatwiają sprężynki **18**, luzując szczęki **1**. Proces rozpoczyna się ponownie jak opisano wcześniej. Pokrywa **6** zabezpiecza przed rozbryzgiwaniem cieczy, umożliwiając stałe odpowietrzanie wnętrza komory roboczej urządzenia.

Zastrzeżenie patentowe

1. Urządzenie do śrutowania zaworów silników spalinowych, w stanie wstępnego naprężenia **znamiennie tym**, że posiada samozaciskające się szczęki (**1**) mocujące obrabiany zawór (**5**), zwierane sprężyną (**2**), osadzone w przesuwnej wzdłużnie oprawie (**3**) stanowiącej tłok przemieszczany w cylindrze hydraulicznym (**4**) obracany wokół osi wspólnie z oprawą (**3**), przy czym urządzenie wyposażone jest w co najmniej jedną dyszę (**16**) rozpylającą ciecz chłodząco-smarującą.

Rysunki

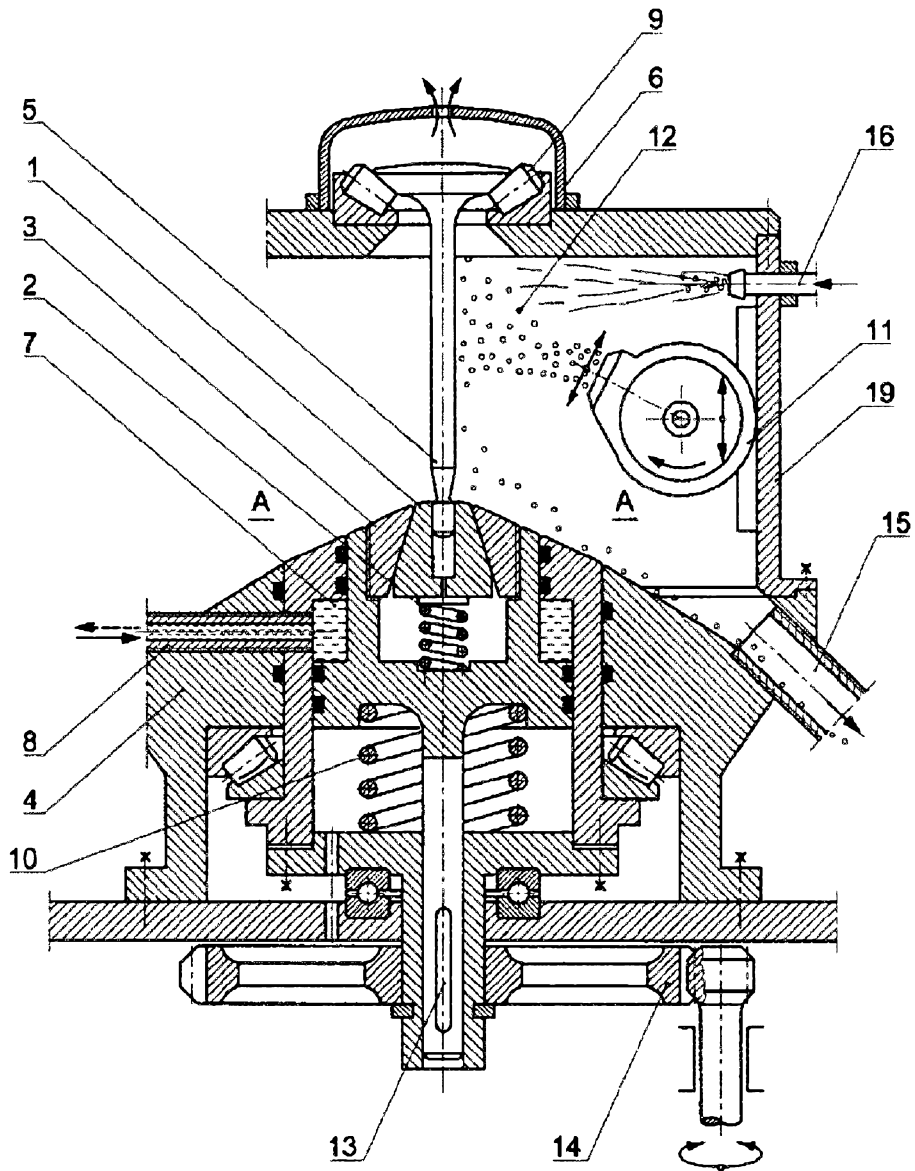


Fig. 1

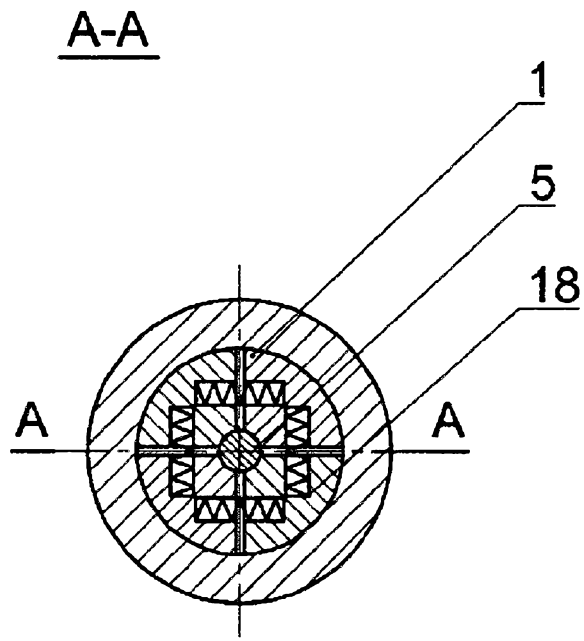


Fig. 2

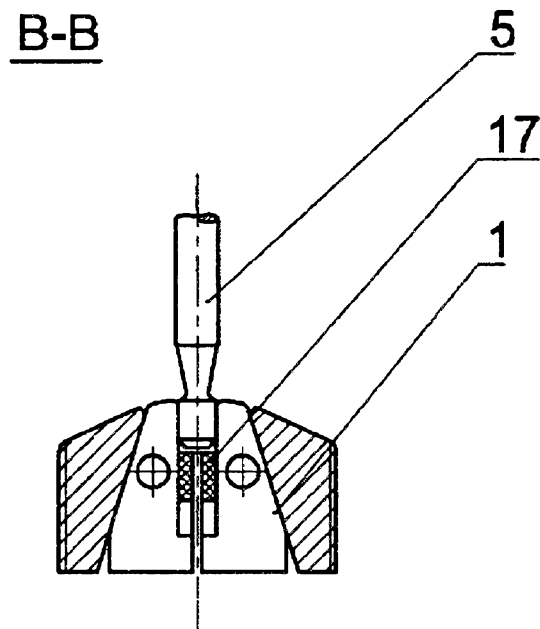


Fig. 3