



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 17.10.75 (P. 184064)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 29.08.77

Opis patentowy opublikowano: 27.02.1982

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Państwa Rzeczpospolitej Ludowej

Int. Cl.²

F04B 39/08

F04B 37/12

Twórca wynalazku: József Tóth

Uprawniony z patentu: Energiagazdálkodási Intézet, Budapeszt (Węgry)

Szybkoobrotowa sprężarka tłokowa

1

Przedmiotem wynalazku jest sprężarka tłokowa szybkoobrotowa, której wał korbowy połączony jest korbowodem i sworzniem z tłokiem uszczelnionym pierścieniami tłokowymi i usytuowanym przesuwnie w cylindrze zamontowanym na kadłubie, zawierająca elementy sterujące wlotem i wylotem sprężonego medium.

Sprężarki tłokowe mają zastosowanie w technice chłodniczej oraz przy sieciach sprężonego powietrza, gdzie konieczne jest wytwarzanie sprężonej pary lub sprężonego gazu. W przeciwieństwie do znanych sprężarek innych typów takich jak sprężarki obrotowe, sprężarki odśrodkowe, wysokociśnieniowe turbosprężarki osiowe, dmuchawy i wentylatory, sprężarki tłokowe mogą przy względnie niewielkiej ilości tłoczonego medium wytwarzać wysokie ciśnienie. Ze względu na techniczną wydajność roboczą sprężanego medium, ciśnienie jest znacznie wartościowszym czynnikiem niż objętość, a więc praca sprężarki tłokowej jest wartościowsza technicznie od pracy innego typu sprężarek. Jednostkowa wydajność sprężarki zmienia się z ilością obrotów w prawie prostym stosunku. Oznacza to, że sprężarka pracująca z dwukrotnie większymi obrotami tłoczy w przybliżeniu podwójną ilość medium.

Znane są sprężarki tłokowe, których układ drgający złożony jest z układu drgającego mechanizmu korbowego i układu drgającego zaworów. Układ drgający mechanizmu korbowego

2

składa się z umieszczonego w kadłubie sprężarki wału korbowego, tłoka i połączonego z nim korbowodu. Obracający się wał korbowy wprawia w drgania podłużne tłok usytuowany w cylindrze, co powoduje sprężanie i rozprężanie medium zawartego w cylindrze. Układ drgający zaworów sprężarki składa się z tego płytkowego zaworu ssawnego oraz z płytkowego zaworu tłoczącego. W znanych konstrukcjach zaworów występuje uderzenie płytek zaworowych o szlifowaną powierzchnię wykonanego ze stali gniazda zaworowego, a więc uderzeniem gniazda zaworowego zostaje energetycznie niejednoznacznie określone drganie zaworu.

Ponad 99% przechodzącej przez sprężarkę mocy przepływa przez układ drgający mechanizmu korbowego. Przechodząca sprężarkę moc obciąża układ drgający zaworu tylko w momencie otwarcia zaworu. Moc wzbudzenia zaworów może wynieść co najwyżej 1% mocy całkowitej, zatem moc obciążająca układ drgający mechanizmu korbowego jest co najmniej sto razy większa od mocy, która obciąża układ drgający zaworów. Limitującym układem drgającym sprężarki tłokowej jest więc mechanizm korbowy, zatem jego obciążalnością ograniczona jest możliwość obciążenia całej sprężarki. Wskutek posuwisto zwrotnego ruchu o dużej szybkości znacznych mas tłoka i korbowodu wzbudzane są bardzo duże siły masowe, które wskutek panującego w przestrzeni cylindra ciś-

nienia gazu wzrastają jeszcze bardziej. Pomimo tego, prawidłowo skonstruowany korbowy mechanizm może przenieść te obciążenia aż do ilości obrotów od 20000 do 25000 na minutę. Znany jest stosowany zwykle w szybkoobrotowych silnikach spalinowych mechanizm korbowy, którego obroty osiągają 20000 na minutę, chociaż jego obciążenia przekraczają dopuszczalne obciążenia sprężarki, gdyż tłok po suwie sprężania zostaje jeszcze obciążony wielką energią następującej detonacji wybuchu. Z praktyki eksploatacyjnej wynika jednak, że znane sprężarki tłokowe mogą otrzymać tylko ułamek wysokich ilości obrotów i przy około 4000 obrotach na minutę bardzo szybko ulegają zniszczeniu. Formą zniszczenia jest złamanie płytek zaworu tłoczącego, rzadziej złamanie płytek zaworu ssącego.

Osiągalna maksymalna ilość obrotów eksploatacyjnych sprężarek tłokowych wynosi 15000 do 20000 na minutę, co najczęściej w odpowiedzialnych jednostkach konstrukcyjnych ograniczone jest konstrukcją układu drgającego mechanizmu korbowego. Ponieważ układ drgający znanych sprężarek tłokowych jest energetycznie niejednoznacznie określony, płytki zaworowe łamią się pod działaniem powstającego przy ich uderzeniu o gniazdo zaworowe bardzo dużego skoku napięcia. Celem wynalazku jest opracowanie konstrukcji sprężarki, w której zostałoby zlikwidowane energetyczne niejednoznaczne określenie układu drgającego zaworów, a jej ilość obrotów ograniczona tylko ilością obrotów układu korbowego wynosiłaby 15000 + 20000 obr./min. co pięciokrotnie podwyższa szybkość obrotową znanych sprężarek tłokowych.

W sprężarce według wynalazku element sterujący wylotem zawiera utworzoną w głowicy cylindra cylindryczną przestrzeń połączoną ze szczelinami tłocznego króćca. W cylindrycznej przestrzeni umieszczony jest sterujący tłok dociskany stale w kierunku jego przesuwu w cylindrycznej przestrzeni sprężystymi elementami. Tłok sprężarki jest od strony głowicy cylindra trwale połączony z hamującym korkiem o średnicy mniejszej od średnicy cylindrycznej przestrzeni głowicy cylindra oraz wydrążonym i lekko stożkowym. W jednym z przykładów wykonania sprężyste elementy dociskające sterujący tłok w kierunku jego przesuwu w cylindrycznej przestrzeni stanowią poduszki medium gazowego utworzone w przestrzeniach pomiędzy sterującym tłokiem i otaczającymi sterujący tłok cylindrami, tłokiem i pokrywami.

Liczba obrotów sprężarki według wynalazku może około pięciokrotnie przewyższyć liczbę obrotów znanych najnowszych typów sprężarek tłokowych, bez znacznego zmniejszenia trwałości, co jest korzystne ze względów gospodarczych. Przy małym ciężarze sprężarki korzystnie możliwe jest uzyskanie dużej mocy. W rozwiązaniu według wynalazku wyeliminowano niekorzystne uderzenie płytek zaworu o gniazda, dzięki niemu trwałość elementów sprężarki została zwiększona.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładach wykonania na rysunkach, na których

fig. 1 przedstawia sprężarkę tłokową w przekroju wzdłużnym, fig. 2 — wykres siły działającej na płytkę zaworową w funkcji przesunięcia płytki, fig. 3 — sprężarkę tłokową w widoku schematycznym, fig. 4 — sprężarkę według wynalazku w korzystnym przykładzie wykonania, w przekroju wzdłużnym, fig. 5 — sprężarkę w innym przykładzie wykonania w przekroju wzdłużnym, fig. 6 — sprężarkę w jeszcze innym przykładzie wykonania, w przekroju wzdłużnym, w dwu położeniach. Układ drgający sprężarki tłokowej (fig. 1) składa się z układu drgającego mechanizmu korbowego i układu drgającego umieszczonego w kadłubie 1 sprężarki korbowego wału 27, tłoka 4 i połączonego z nim sworzniem 3 korbowodu 2. Te części składowe poruszają się w połączeniu ze sobą. Obracanie korbowego wału 27 wprawia, przez łączący się z nim korbowód 2, tłok 4 w cylindrze 6 w drgania podłużne. Przy uszczelniającym działaniu tłokowym pierścieni 5 tłokowych gaz w przestrzeni 7 cylindra 6 wskutek drgań wzdłużnych zostaje sprężony w ruchu do przodu, a rozrzedzany w ruchu wstecznym.

Układ drgający zaworów składa się z płytek 17 zaworu ssącego i dociskających je sprężyn 18 oraz z płytki 10 zaworu tłoczącego i dociskających ją sprężyn 11. W docisniętej śrubami nakrywającej płytce 9 tuleje 19 złącza kształtowego zabezpieczają wspornik współpracujący sprężyn 18, które dociskają płytki 17 zaworu ssącego do ssących otworów 16. W przypadku próżni panującej w przestrzeni 7, ciśnienie gazu panującego w ssących otworach 16 unosi płytki 17 zaworu ssącego pokonując nacisk sprężyny 18, a z ssących otworów 16 przepływa gaz do przestrzeni 7 cylindra 6. Krawędź 12 umocowanego w nakrywającej płytce 9 wsporczego sworznia 13 wspiera sprężyny 11, wskutek czego płytka 10 zaworu tłoczącego docisnięta jest do wylotowych. Panujące w przestrzeni 7 nadciśnienie unosi płytkę 10 zaworu tłoczącego ponad wylotowe kanały 15 pokonując nacisk sprężyn 11, a z przestrzeni 7 cylindra 6 przez wylotowe kanały 15 wypływa gaz na zewnątrz. Obrót korbowego wału 27 (fig. 1) przez korbowód 2 i sworznię 3 jednoznacznie określa stan ruchu tłoka 4, a jednocześnie, ponieważ tłok 4 jest ciałem stałym, również jego stan energetyczny. Tłok 4 uszczelniony jest tłokowymi pierścieniami 5 w cylindrze 6, zaś drgania tłoka 4 wywołują drgania gazu zamkniętego w przestrzeni 7, co powoduje drganie zaworów. Układ drgający zaworów jest energetycznie podporządkowany układowi drgającemu mechanizmu korbowego. Uderzenie płytek 17 zaworu ssącego o powierzchnię kołnierza 8 cylindra 6 lub ich uderzenie o powierzchnię nakrywającej płytki 9 płytki 10 zaworu tłoczącego oznacza niejednoznaczne określenie energetyczne. Skok napięcia powstający wskutek niejednoznacznego określenia w płytce zaworu jest dobrze widoczny z wykresu na fig. 2, gdzie działająca na płytkę zaworową siła F przedstawiona jest w funkcji przesunięcia X płytki zaworowej. W odpowiadającym punktowi A jej stanie spoczynku płytka zaworowa spoczywa na gnieździe zaworowym, żadna siła na nią nie działa i jej

przesunięcie jest równe zeru. Przy wzroście wewnętrznego ciśnienia gazu, płytka zaworowa unosi się, zaś działająca na nią siła sprężyny po pokonaniu początkowej bezwładności wzrasta w prostym stosunku względem przesuwu płytki zaworowej, w kierunku strzałki *a*. Na wysokości *H* maksymalnego przesunięcia płytka zaworowa jest nieruchoma i pozostaje tu aż do zamknięcia przepływu gazu przez zawór, co na wykresie odpowiada punktowi *B*. Przy zmniejszeniu wewnętrznego ciśnienia gazu płytka zaworowa zaczyna się opuszczać, zaś działająca na nią siła sprężyny po pokonaniu początkowej bezwładności zmniejsza się w prostym stosunku względem przesuwu płytki zaworowej, w kierunku strzałki *b*.

Płytkę zaworową z dużą szybkością uderza o gniazdo zaworowe i znajduje się w pewnym momencie w stanie nieobciążonym, kiedy ustaje działanie sprężyny, a brak jeszcze oddziaływania siły uderzenia gniazda zaworowego, ponieważ uderzenie jeszcze nie nastąpiło co na wykresie odpowiada położeniu punktu *C*. Na działanie następującego z dużą szybkością uderzenia nakłada się w gnieździe zaworowym działanie luznej poprzednio płytki zaworowej. Wskutek dużej wytrzymałości stali, wciśnięcia względnie małych wymiarów wywołane są działaniem bardzo dużych sił w kierunku strzałki *d*, zaś płytka zaworowa dochodzi z powrotem do swego pierwotnego stanu nieobciążonego, co odpowiada położeniu punktu *A*. Z uwagi na przejrzystość, wykres z fig. 2 został przedstawiony ze zniekształceniem. Punkt *B* powinien znajdować się wielokrotnie wyżej, ze względu na to, że moduł sprężystości gniazda zaworowego ze stali jest około dziesięciomilionową wielokrotnością modułu sprężystości transportowanego gazu. Mimo tego, powstający przy uderzeniu płytki zaworowej znaczny skok napięcia jest na wykresie dobrze widoczny.

W jednym z przykładów wykonania (fig. 3) uruchamianie zaworów następuje z pomocą mechanizmu korbowego. Na umieszczonym w kadłubie 1 korpusie 28 łożyska umieszczony jest korbowy wał 27, który powoduje posuwisto-zwrotny ruch tłoka 4 poruszającego się w leżącym cylindrze 6 za pomocą korbowodu 2 i sworznia 3. Kołnierza 8 cylindra 6 kończy się w cylindrycznej przestrzeni 20, która bezpośrednio przechodzi w przestrzeń 7. W cylindrycznej przestrzeni 20 sterujący tłok 24 wyprowadza ruch posuwisto-zwrotny wywołując obrót pomocniczego korbowego wału 21, z którym jest połączony korbowodem 22 i sworzniem 23. Korbowy wał 27 obraca się synchronicznie z wałem korbowym 21. Gdy tłok 4 porusza się do tyłu, sterujący tłok 24 zamyka szczeliny 26 wylotowego kanału 15, a w przestrzeni 7 powstaje próżnia. W dalszym ciągu swego ruchu powrotnego tłok 4 otwiera szczeliny 25 i do próżni doprowadzone jest ze ssącego otworu 16 medium gazowe, które wypełnia przestrzeń 7. Wtedy poruszający się do przodu tłok 4 zamyka szczeliny 25 i spręża ściśnięte w przestrzeni 7 medium gazowe tak długo, aż korbowód 22 napędu pomocniczego cofnie z powrotem sterujący tłok 24 i spowoduje otwarcie szczelin 26.

Wówczas sprężone medium zostaje odprowadzone wylotowym kanałem 15, aż do zamknięcia przez sterujący tłok 24 szczelin 26 i przygotowania przez poruszający się do tyłu tłok 4 następnego zassania. W takiej konstrukcji nie występuje już uderzenie zaworu o gniazdo, a dzięki temu energetyczne niejednoznaczne określenie układu zostało wyeliminowane.

W korzystnym przykładzie wykonania (fig. 4) do kołnierza 8 cylindra 6 dopasowana jest głowica 30 cylindra z uszczelnieniem 44 dociśnięta elementami 43. W wewnętrznej cylindrycznej przestrzeni 20 głowicy 30 cylindra umieszczony jest sterujący tłok 24 uszczelniony tłokowymi pierścieniami 50. Sterujący tłok 24 wkręcony jest w trzon 32, który jest uszczelniony i przechodzi na wylot przez płytę 35 szczelnie zamykającą głowicę 30 cylindra. Zamykająca płytę 35 przymocowana jest śrubami 36 zabezpieczonymi sprężystą podkładką 37. Pomiędzy sterującym tłokiem 24 i zamykającą płytą 35 znajduje się sprężysty element 33, zaś pomiędzy zamykającą płytą 35 i oporowym pierścieniem 38 usytuowany jest element sprężysty 34. Oporowy pierścień 38 umieszczony jest na przeciwnym do sterującego tłoka 24 końcu trzona 22. Oporowy pierścień 38 na nagwintowanym końcu 41 trzona 32 zabezpieczony jest nakrętką 39 i przeciwnakrętką 40.

W głowicy 30 cylindra znajduje się kołowa przestrzeń 31 sprężania, połączona od wewnątrz z cylindryczną przestrzenią 20 przez szczelinę 26, zaś od zewnątrz przez wylotowy kanał 15 z tłocznym króćcem 42 sprężarki. Na czołowej powierzchni 45 tłoka 4 znajduje się otwór 48, w którym umocowany jest trwale wykonany z lekkiego materiału i wewnątrz wydrążony hamujący korek 47. Średnica hamującego korka 47 jest nieco mniejsza od średnicy wewnętrznej cylindrycznej przestrzeni 30 cylindra i jest lekko stożkowa. Czołowa powierzchnia 45 tłoka 4 opada lekko od środka na zewnątrz, zaś dolna powierzchnia 46 głowicy 30 cylindra jest odpowiednio do niej ukształtowana.

Działanie sprężarki według wynalazku jest następujące. Przy ruchu tłoka 4 do przodu wzrasta ciśnienie w przestrzeni 7 i powoduje przesuw sterującego tłoka 24 względem sprężystego elementu 33 do góry tak długo, aż tłok sterujący 24 spowoduje otwarcie szczeliny 26, którymi sprężony gaz wydostaje się w kierunku tłocznego króćca 42. Wpływ gazu trwa aż do osiągnięcia przez tłok 4 górnego martwego położenia, przy czym górna powierzchnia hamującego korka 47 osiąga również dolny punkt szczeliny 26. Wówczas tłok 4 wraz z hamującym korkiem 47 zaczyna poruszać się do dołu i wskutek próżni porywa ze sobą sterujący tłok 24, który ściśniętym elementem 33 sprężystym przyciskany jest do dołu. Sterujący tłok 24 zamyka szczelinę 26, jednak nie może wyjść na zewnątrz z wewnętrznej cylindrycznej przestrzeni 20 głowicy 30 cylindra, gdyż jest on zatrzymany trzonem 32 przez sprężysty element 34, który w czasie ruchu sterującego tłoka 24 do dołu jest ściśnięty. Hamujący korek 47 zmniejsza do minimum swoją objętością martwą przestrzeń,

oraz dławii wpływ gazu w pobliżu górnego marnego punktu, dzięki czemu poruszający się z dużą szybkością tłok 4 zostaje hamowany przez spiętrzającą się poduszkę gazu.

Przedstawione rozwiązanie (fig. 4) eliminuje w pełni energetyczne niejednoznaczne określenie i wskutek samosterującej właściwości zaworu tłoczającego doskonale dostosowuje się do zmiennego ciśnienia przestrzeni ciśnieniowej.

Dla wyeliminowania sterującego tłoka 24 sprężystość sprężystych elementów 33, 34 powinna być dokładnie taka sama jak sprężystość transportowanego medium. Uzyskuje się to przez zastosowanie jako elementu sprężystego 33, 34 samego transportowanego medium.

W kolejnym przykładzie wykonania (fig. 5) do kadłuba 1 dociśnięty jest śrubami 66 spawany blok cylindryczny za pośrednictwem jarzma 65. Śruby 66 zabezpieczone są sprężystymi pierścieniami 67. Ukształtowanie głowicy 30 cylindra jest zgodne z ukształtowaniem głowicy 30 cylindra z fig. 4. Różnicę stanowi przyłącze 56 kołnierza ślepego tłoczego króćca 42. Sterujący tłok 24 jest całkowicie podparty utworzoną w przestrzeni 20, 49, 64, 63 poduszką gazową transportowanego gazu. W komorze przestrzeni 63 sterującego tłoka 24 znajduje się wewnątrz tłok 57 umieszczony na trzonie 51. Trzon 51 jest ściśle dopasowany w pokrywach 59 zamykającej sterujący tłok 24 i swym górnym, zaopatrzone w gwint, końcem 62 umocowany jest w pokrywach 60 zamykającej cylinder 53. Pierścień 61 uszczelnia zaopatrzone w gwint koniec 62, oraz zabezpiecza go przed obrotem. Sterujący tłok 24 ograniczony jest w swym ruchu do góry przez ciśnienie w przestrzeni 49 i w przestrzeni 63, zaś w swym ruchu do dołu ograniczenie stanowi ciśnienie gazu znajdującego się w przestrzeni 64. Pierścień 58 tłoka 57 nie odgrywa przy uszczelnianiu ważnej roli, ponieważ płynący gaz, ze względu na następujące z dużą prędkością drgania, bezwzględnie ulega zahamowaniu w wąskich przekrojach.

Ukształtowanie konstrukcji zaworu z fig. 5 jest skomplikowane na skutek wystającego od dołu trzonu 51, konstrukcja ta jest jednak korzystna przy różnych mediach lub w warunkach wstępnej eksploatacji, gdyż na powstające w zaworze warunki ciśnieniowe można oddziaływać z zewnątrz przez nastawienie trzonu 51.

W jeszcze innym przykładzie wykonania (fig. 6) sterujący tłok 24, wykonany jest jako tłok różnicowy, zaś ograniczenie ruchu sterującego tłoka 24 odbywa się w cylindrze 85 przez gaz sprężający się w większej przestrzeni górnej i w mniejszej przestrzeni dolnej. Sprężarka ma również zamontowany ssący zawór 36 dla przystosowania sprężarki według wynalazku do sprężania również par. Takie rozwiązanie umożliwia 6000 do 8000 obrotów na minutę, gdyż obciążenie, zaworu ssącego jest o wiele mniejsze niż obciążenie zaworu tłoczającego. Obok sprężarek chłodniczych i sprężarek powietrznych sprężarka według wynalazku może znaleźć zastosowanie w pojazdach z poduszką powietrzną ponieważ przy małym ciężarze sprężarki, który w tym przypadku jest szczególnie pożądany, można osiągnąć bardzo dużą moc sprężarki.

Zastrzeżenia patentowe

1. Szybkoobrotowa sprężarka tłokowa, której wał korbowy połączony jest korbowodem i sworzniem z tłokiem uszczelnionym pierścieniami tłokowymi i usytuowanymi przesuwając się w cylindrze zamontowanym na kadłubie, zawierająca elementy sterujące wlotem i wylotem sprężonego medium, **znamienna tym**, że jej element sterujący wylotem zawiera utworzoną w głowicy (30) cylindra cylindryczną przestrzeń (20) połączoną ze szczelinami (26) tłoczego króćca (42), przy czym w cylindrycznej przestrzeni (20) umieszczony jest sterujący tłok (24) dociskany stale w kierunku jego przesuwu w cylindrycznej przestrzeni (20) sprężystymi elementami (33, 34).

2. Sprężarka według zastrz. 1, **znamienna tym**, że jej tłok (4) jest od strony głowicy (30) cylindra trwale połączony z hamującym korkiem (17) o średnicy mniejszej od średnicy cylindrycznej przestrzeni (20) głowicy (30) cylindra oraz wydrążonym i lekko stożkowym.

3. Sprężarka według zastrz. 1, **znamienna tym**, że sprężyste elementy dociskające sterujący tłok (24) w kierunku jego przesuwu w cylindrycznej przestrzeni (20) stanowią poduszki medium gazowego, utworzone w przestrzeniach (49, 63, 64) pomiędzy sterującym tłokiem (24) i otaczającymi sterujący tłok (24) cylindrami (53, 85) tłokiem (57) i pokrywami (59, 60).

