



Patent dodatkowy
do patentu nr 54 754

Zgłoszono: 20.VIII.1964 (P 105 514)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 8.III.1968

Kl. ~~46 a², 63~~

46e, 41/08

MKP F 02 b

41/08

UKD

Twórca wynalazku: dr inż. Adam Kręglewski

Właściciel patentu: Zjednoczenie Przemysłu Taboru Kolejowego, Poznań
(Polska)

Sposób rozruchu silnika do bezpośredniego napędu lokomotywy spalinowej i urządzenie do wykonywania tego sposobu

1

Wynalazek stanowi uzupełnienie rozwiązania według patentu głównego nr 54754.

Celem wynalazku jest zwiększenie momentu obrotowego silnika głównego lokomotywy w okresie jej rozruchu w celu umożliwienia bezpośredniego napędu lokomotywy silnikiem.

Silnik do bezpośredniego napędu lokomotywy spalinowej powinien odpowiadać specjalnym warunkom. Dla osiągnięcia wysokiej przyczepności lokomotywy powinien posiadać możliwie równomierny moment obrotowy, a więc powinien być wielocylindrowy dwusuwowy i posiadać turbosprężarkę do ładowania i doładowania cylindrów roboczych.

Zastosowany na lokomotywie silnik spalinowy, dwusuwowy 4-cylindrowy, z powodu małej ilości cylindrów dawał moment obrotowy bardzo nierównomierny (maksymalny moment był 2,2-krotnie większy od średniego), a ponieważ maksymalny moment obrotowy jest ograniczony przyczepnością lokomotywy na szynach, to średni osiągalny moment był bardzo niski w stosunku do ciężaru przyczepnego lokomotywy.

Moment silnika z normalnym doładowaniem turbosprężarką wzrasta z liczbą jego obrotów. Bezpośredni napęd lokomotywy wymaga jednak wysokiej siły pociągowej czyli wysokich momentów obrotowych silnika przy niskich i najniższych obrotach. Tym wymogom odpowiada silnik z wdmuchem dodatkowym powietrza dostarczanego

2

przez sprężarkę pomocniczą tłokową, napędzaną przez oddzielny silnik pomocniczy (nie pokazany na rysunku). Jeżeli przyjąć dla niego stałe obroty, to ilość powietrza dostarczanego jest niezmienna w czasie; na jeden skok silnika głównego przypada wtedy wdmuch dodatkowego powietrza w stosunku odwrotnym do jego obrotów. O ile aparat wtryskowy będzie dostosowany do wielkiego wachlarza obrotów, silnik osiągnie charakterystykę, odpowiadającą wymogom trakcyjnym, to jest, będzie dawał przy niskich obrotach duży moment obrotowy.

W tym celu niniejszy wynalazek uzupełnia rozwiązanie według patentu głównego, w którym silnik doładowywany jest przez sprężarkę napędzaną silnikiem dodatkowym. Rozruch silnika przy pomocy powietrza sprężonego na wysokie ciśnienie w oddzielnej sprężarce (nie uwidocznionej na rysunku) i magazynowanego pod ciśnieniem 100 atmosfer nie przedstawia zasadniczych trudności. Ze względu na ciężar potrzebnych zbiorników i wynikającej stąd ich ograniczonej pojemności, można za pomocą wtłaczania powietrza doprowadzić silnik do mniej więcej 1/20 i 1/10 jego znamionowych obrotów, zależnie od ciężaru pociągu i profilu pracy. Od sześćdziesięciu obrotów/min. wzwyż powinien silnik przechodzić na pracę z samozapłonem wtryskiwanego paliwa. W tym punkcie przejścia na samozapłon powstają trudności. Przy bardzo niskich obrotach silnika,

tj. np. przy 1/20 jego nominalnych obrotów energia powietrza wylotowego jest tak niska, że nie jest ona w stanie rozruszać turbosprężarki. Wobec tego nie ma dopływu świeżego ładunku, w cylindrze zalega zimne powietrze pozostające po rozprężeniu powietrza rozruchowego.

Zadaniem niniejszego wynalazku dodatkowego do patentu głównego nr 54 754 jest usunięcie zachodzących trudności w rozruchu silnika w okresie ruszania lokomotywy przez wykorzystanie zbędnego powietrza dostarczanego przez sprężarkę pomocniczą i wypływającego przy bardzo niskich obrotach silnika przez zawór bezpieczeństwa (wymieniony w patencie głównym) do przepłukania cylindrów silnika głównego, usunięcia z nich zalegającego zimnego powietrza i zastąpienia go powietrzem o temperaturze końcowej jego sprężania w sprężarce pomocniczej. W ten sposób cylindry głównego silnika otrzymują ładunek świeżego powietrza i potrzebnego tlenu do spalania o temperaturze zabezpieczającej dostatecznie temperaturę końcową sprężania, potrzebnej do samozapłonu wtryskiwanego paliwa. Do osiągnięcia tych temperatur nie potrzeba więc żadnych grzejników elektrycznych lub innych urządzeń ogrzewczych.

Rozwiązanie według wynalazku uwidocznione jest w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia wykres indykatorowy, fig. 2 — wykres temperatury w odniesieniu do wykresu na fig. 1, fig. 3 — schemat urządzenia, fig. 4 — przekrój w powiększeniu przez kierownicę turbosprężarki w miejscu osadzenia dyszy, doprowadzającej powietrze do sprężarki pomocniczej, fig. 5 — przekrój według linii A—A na fig. 4.

W punkcie martwym a, fig. 1 otwiera się zawór rozruchowy (nie uwidoczniiony na rysunku) i dopuszcza powietrze rozruchowe o ciśnieniu od 30—40 ata do cylindra 1.

Przy napełnieniu 45% ustaje dopływ powietrza w punkcie b. Powietrze rozpręża się do punktu otwarcia zaworów 4 lub szczelin wylotowych w punkcie c. Ciśnienie powietrza spada gwałtownie do wysokości ciśnienia w przewodzie wylotowym przed turbiną w punkcie d. Od tego punktu do punktu f, to jest do chwili zamknięcia szczelin wlotowych, cylinder otrzymuje, względnie powinien otrzymać świeży ładunek. W okresie f do g następuje wdmuch powietrza o ciśnieniu 5 ata dostarczanego przez pomocniczą sprężarkę tłokową 10, który podnosi ciśnienie w cylindrze do 5 ata. Przy dalszym postępie tłoka powietrze jest sprężane do około 50 ata w punkcie h; ciśnienie to spada przy otwierającym się zaworze rozruchowym do ciśnienia powietrza rozruchowego w punkcie a.

Odpowiedni przebieg temperatur będzie następujący: Punktem wyjściowym jest temperatura w punkcie f, fig. 2. Przy dotychczasowym stanie rzeczy będzie to temperatura równa temperaturze w punktach d i f. Ponieważ wylot powietrza, ze względu na bardzo niskie obroty silnika, nie będzie w stanie rozruszać turbosprężarki, nie nastąpi wymiana ładunku i w cylindrze będzie w punkcie f zalegać powietrze o temperaturze wylotu, to jest około -150°C .

Przez wdmuch powietrza gorącego o temperaturze końcowej sprężarki tłokowej, to jest około $+180^{\circ}\text{C}$, temperatura w cylindrze podniesie się w punkcie g do około -40°C , a w punkcie h otrzymamy końcową temperaturę sprężania około $+200^{\circ}\text{C}$. Przy temperaturze powietrza rozruchowego (15°C) otrzymamy w punkcie b początkową temperaturę rozprężania około $+30^{\circ}\text{C}$, a końcową temperaturę w punkcie c około -30°C , i w punkcie d około -150°C , jak wyżej przyjęto. Jasną jest rzeczą, że przy temperaturze około 200°C w punkcie a samozapłon nie nastąpi.

Według niniejszego wynalazku sposób rozruchu silnika ulega zmianie w ten sposób, że nadmiar gorącego powietrza wdmuchu wprowadzony będzie do zbiornika powietrza ładującego 3. Jak wyżej wyjaśniono, ilość powietrza wdmuchu na jeden skok silnika zmienia się w odwrotnym stosunku do obrotów silnika.

Przyjmując, że stosunek pojemności skokowej sprężarki tłokowej do pojemności cylindrów silnika głównego będzie tak dobrany, że przy 240 obr./min. silnika, ilość dodatkowego powietrza będzie równa 100%—tom podstawowego ładunku powietrza dostarczanego przez turbosprężarkę, wtedy przy 60 obr./min. dodatkowe powietrze będzie stanowiło 400% podstawowego ładunku, co doprowadziło by do zbyt wysokich ciśnień sprężania w cylindrze. Z tego powodu zastosowano w znanym rozwiązaniu zawór bezpieczeństwa, zapobiegający wzrostowi ciśnienia ponad 5 ata i odprowadzający nadmiar powietrza na zewnątrz.

Według niniejszego wynalazku odpływ tego zbędnego powietrza skierowany jest do zbiornika 3 powietrza ładującego. Dzięki temu, cylinder ładowany jest powietrzem gorącym, a powietrze zimne zalegające w cylindrze wydalone jest przez zawory lub szczeliny wylotowe. Temperatura w punkcie f (fig. 2) podniesie się wówczas do około 150°C , a cały proces odbędzie się na znacznie wyższym poziomie temperatur i osiągnięcie w punkcie h temperatury samozapłonu jest zapewnione, szczególnie jeżeli cylinder i tłok będą od razu nagrzane do temperatury mniej więcej odpowiadającej pełnej pracy silnika, co jest łatwo osiągalne przez nagrzanie całego obiegu wody i oleju w silniku pomocniczym, uruchomionym przed rozruchem silnika głównego.

Poza tym, wczesne uruchomienie silnika pomocniczego umożliwia jeszcze dalsze ulepszenie przebiegu rozruchu silnika, mianowicie przez skierowanie gorącego powietrza, przed rozruchem silnika głównego, do napędu turbosprężarki 31 za pomocą dyszy 37 umieszczonej równolegle do kierownicy turbiny turbosprężarki. Przy obranej powyżej pojemności skokowej sprężarki tłokowej, otrzymuje się wówczas, przed łopatkami turbiny, strumień powietrza o ciśnieniu 5 ata i temperaturze $180-200^{\circ}\text{C}$. Przy tych parametrach energia powietrza odpowiada mniej więcej 1/8 do 1/10 energii gazów wylotowych silnika przed turbiną przy jego pełnej pracy. To znaczy, że można przy pomocy powietrza dostarczanego przez sprężarkę tłokową rozruszać turbosprężarkę do mniej więcej połowy obrotów znamionowych. Rozumie się, że z chwilą rozruchu silnika, powietrze sprężarki tł-

kowej zostanie odcięte od turbiny i skierowane do zaworu wdmuchowego silnika.

To proste urządzenie zapewni płukanie cylindrów w zakresie od 0—240 obr./min. silnika, to jest w okresie, w którym nadmiar powietrza wdmuchiwanego będzie maleć i płukanie cylindrów musi przejmować turbosprężarka. W okresie tym, praca gazów w turbinie będzie jeszcze słaba i bezwładność rozbieganej turbosprężarki będzie bardzo pomocna.

Cylinder 1 silnika dodatkowo doładowanego posiada szczeliny wlotowe 2, doprowadzające w normalny sposób powietrze do przepłukania cylindra i do odnowienia ładunku w cylindrze; powietrze to jest dostarczane przez turbosprężarkę 31 do zbiornika powietrza 3. Odpływ spalin z cylindra odbywa się przez sterowany zawór wylotowy 4. W cylindrze znajduje się tłok 5 połączony z mechanizmem korbowym 6. Przerywane linie oznaczają położenie górnej krawędzi tłoka 7 i położenie mechanizmu korbowego 8 w chwili zamknięcia przelotni 9 doprowadzającej do wnętrza cylindra dodatkowe powietrze, dostarczane przez niezależną sprężarkę tłokową 10 — (punkt g na wykresie według fig. 1). Dodatkowe powietrze ze sprężarki przepływa przez kurek trójdrogowy 11 i może być skierowane do silnika poprzez chłodnicę 12 lub bezpośrednio przez obejście 13.

Bezpośrednio przy cylindrze 1 silnika znajduje się zawór doładowawczy 14, sterowany mechanizmem krzywkowym 15; wał krzywkowy mechanizmu 15 jest napędzany przez wał korbowy 6 silnika ze stosunkiem obrotów 1:1. Dźwignia 16 przekazuje impulsy mechanizmu krzywkowego 15 na grzybek 17 zaworu 14. Otwarcie tego zaworu powinno następować w chwili zakrycia szczelin wlotowych 2 przez tłok 5 — (punkt f na wykresie wg fig. 1). Punkt obrotu 18 dźwigni 16 jest osadzony na tłoczku 19, znajdującym się w pomocniczym cylindrze pneumatycznym 20. Przewód sterowniczy 21 i 22 z wbudowanym, trójdrogowym kurkiem manipulacyjnym 23 dostarcza do cylindra 20 sprężone powietrze, które wywołuje na tłoczku 19 siłę wystarczającą do ściśnięcia sprężyny 24 i do ustawienia dźwigni 16 w położeniu roboczym. Przez przekręcenie kurka manipulacyjnego 23 o 90° następuje odcięcie dopływu sprężonego powietrza oraz odpowietrzenie przewodu 22 i wnętrza cylindra 20.

Wtedy pod wpływem sprężyny 24 tłoczek 19 cofa się do położenia 25 (oznaczonego linią przerywaną) i pociąga za sobą dźwignię 16 do położenia jałowego, uniemożliwiającego otwieranie zaworów 14. Zawór bezpieczeństwa 26 ogranicza maksymalne ciśnienie doładowania do poziomu bezpiecznego dla konstrukcji silnika; ograniczenie to jest konieczne przy bardzo niskich obrotach silnika.

Według niniejszego wynalazku powietrze wpływające z zaworu bezpieczeństwa 26 skierowane jest przez przewód 27 do zbiornika powietrza ładującego 3. O ile silnik jest przy wyższych obrotach doładowany przez normalną turbosprężarkę z turbiną 30 i turbosprężarką 31 oraz chłodnicą powietrza 32, to w połączeniu tejże ze zbiornikiem

powietrza 3 znajduje się klapa zwrotna lub obrotowa 33, która przepuszcza powietrze, dostarczane przez turbosprężarkę do zbiornika, ale zapobiega odpływowi powietrza wdmuchiwanego, wpływającego z zaworu bezpieczeństwa 26. Przy normalnej pracy silnika głównego i czynnej sprężarki tłokowej 10 ciśnienie powietrza dodatkowego nie przekracza 5 at, zawór bezpieczeństwa 26 jest zamknięty, czyli nie ma odpływu powietrza ze sprężarki do zbiornika powietrza 3, klapa zwrotna 33 jest otwarta.

Przy bardzo niskich obrotach silnika głównego, szczególnie przy pracy silnika przy pomocy wysokoprężnego powietrza rozruchowego, a pełnych obrotach sprężarki 10, ciśnienie przed zaworem wdmuchu 17 będzie zbyt wysokie, wtedy zawór bezpieczeństwa 26 przepuszcza nadmiar sprężonego powietrza do zbiornika 3 i silnik pracuje wówczas przy wysokiej temperaturze powietrza ładującego, co przeciwdziała wybiegnięciu cylindra 1 i zapewnia samozapłon przy przejściu na paliwo, nawet przy niskich obrotach rzędu 1/20 obrotów nominalnych głównego silnika.

Przy wrastających obrotach, ładunek wdmuchiwany spada w odwrotnym stosunku do obrotów i już przy 1/10 obrotów nominalnych ilość wdmuchu wystarczy na doładowanie silnika, przy czym jednak turbosprężarka 31 będzie jeszcze nieczynna i przepłukiwanie cylindra — niedostateczne.

By temu zapobiec turbosprężarka 31 posiada według niniejszego wynalazku, specjalne urządzenie, czynne po uruchomieniu sprężarki tłokowej 10 lecz przed uruchomieniem silnika głównego. Przy odpowiednim nastawieniu kurków trójdrogowych 28 i 11 powietrze sprężone w sprężarce tłokowej 10 przepływa przez przewód 29 wprost do dyszy 37 i napędza wirnik turbiny 34 przyspieszając go do mniej więcej połowy obrotów nominalnych. Przed samym rozruchem silnika przy pomocy powietrza wysokiego ciśnienia nastawia się kurki trójdrogowe 11 i 28 w ten sposób, że powietrze ze sprężarki tłokowej 10 przepływa do zaworu 14, a jego nadmiar przez zawór bezpieczeństwa 26 do zbiornika powietrza ładującego 3. Przystawianie kurków 11 i 28 może być oczywiście zautomatyzowane.

Na łopatki 35 wirnika 34 działają normalnie gazy wylotowe silnika, skierowane przez kierownicę 36. Pewna część obwodu kierownicy jak wyżej wspomniano, zajęta jest (fig. 5) przez dyszę 37 kształtu Laval'a, która wyrzuca, przed rozruchem silnika, strumień gorącego powietrza o prędkości ponaddźwiękowej na łopatki 35 turbiny 30 i przyspiesza turbosprężarkę 31 do mniej więcej połowy nominalnych obrotów. Powietrze to jest doprowadzone przewodem 29 (fig. 3).

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób rozruchu silnika do bezpośredniego napędu lokomotywy spalinowej z wdmuchem gorącego powietrza o ciśnieniu około 5 at dostarczanego przez sprężarkę z oddzielnym napędem o stałych obrotach według patentu nr 54 754, **znamienny tym**, że przy bardzo niskich

obrotach silnika, nadmiar powietrza wypływającego przez nastawny zawór bezpieczeństwa kieruje się do zbiornika powietrza ładującego celem przepłukania cylindrów silnika.

2. Sposób rozruchu silnika według zastrz. 1, **znamienny tym**, że gorące powietrze kierowane jest do turbosprężarki, z prędkością ponaddwukrotną i przyspiesza turbinę do mniej więcej połowy normalnych obrotów turbosprężarki.
3. Urządzenie do wykonywania sposobu według zastrz. 1, **znamienne tym**, że zawór bezpieczeństwa przez który odpływa nadmiar powietrza

wdmuchiwanego do cylindra silnika jest obudowany i połączony z zbiornikiem powietrza ładującego silnik, przy czym w połączeniu turbosprężarki z zbiornikiem umieszczona jest klapa zwrotna, która niedopuszcza do odpływu powietrza poprzez turbosprężarkę na zewnątrz.

4. Urządzenie do wykonania sposobu według zastrz. 1 i 2, **znamienne tym**, że do kierownicy turbiny turbosprężarki wbudowana jest dysza, która przed uruchomieniem głównego silnika, przy pracującej sprężarce wdmuchu, skierowuje powietrze na łopatki turbiny i rozrusza ją do prawie połowy obrotów nominalnych.

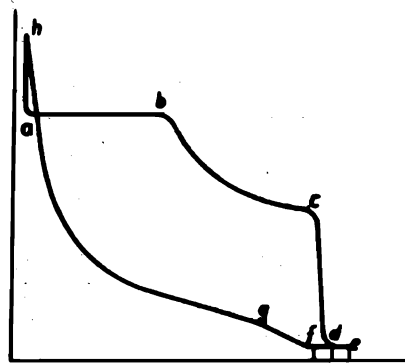


Fig. 1

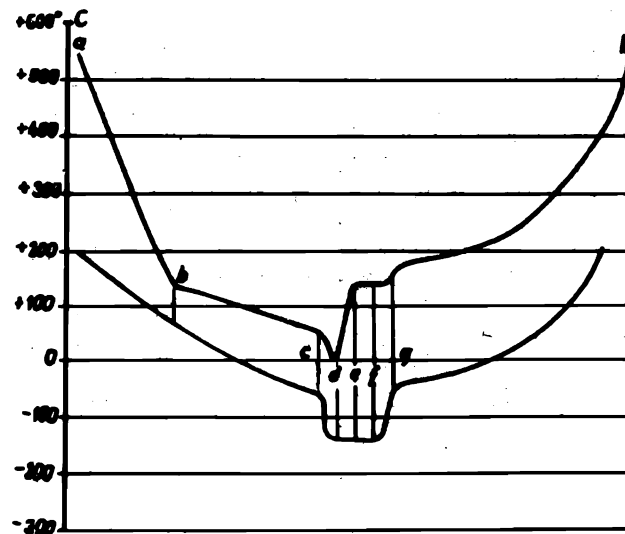


Fig. 2

