

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **217302**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **387553**

(51) Int.Cl.
F01L 3/24 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **19.03.2009**

(54) **Sposób i układ diagnozowania stanu zaworów rozruchowych silnika wysokoprężnego,
zwłaszcza okrętowego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
27.09.2010 BUP 20/10

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.07.2014 WUP 07/14

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA MORSKA W SZCZECINIE,
Szczecin, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**LESZEK CHYBOWSKI,
Stargard Szczeciński, PL
ROBERT GRZEBIENIAK, Szczecin, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Tadeusz Kachnic

PL 217302 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ diagnozowania stanu zaworów rozruchowych silnika wysokoprężnego, zwłaszcza okrętowego.

Zawory rozruchowe w głowicach cylindrowych silników spalinowych wysokoprężnych są stosowane głównie w silnikach wolnoobrotowych, zarówno w elektrowniach stacjonarnych, jak i w głównych układach napędowych na statkach. Zawory rozruchowe pracują jedynie podczas rozruchu lub dodatkowo podczas hamowania i zmiany kierunków obrotów silnika. Nieszczelność zaworu rozruchowego może powstać w wyniku procesów degradacji (zużycia) elementów składowych zaworu lub w wyniku zaniedbania lub nieprawidłowo prowadzonych czynności obsługowych. Szybkie zdiagnozowanie nieszczelności między przylgnięm trzonu zaworu a jego gniazdem jest niezwykle istotne z dwóch powodów. Pierwszy to obniżenie osiągniętych prędkości pracy silnika w związku z nieszczelnością przestrzeni roboczej cylindra i związanym z tym spadkiem ciśnienia w komorze spalania. Drugim i najważniejszym powodem szybkiego zdiagnozowania nieszczelności jest zagrożenie eksplozją w kolektorze powietrza rozruchowego silnika, która może być efektem zapłonu paliwa lub oleju cylindrowego, który przedostał się z określonego układu cylindrowego, poprzez nieszczelny zawór rozruchowy w czasie pracy silnika lub podczas rozruchu. Eksplozja może powstać również w wyniku zapłonu nadmiernej ilości oleju smarowego nagromadzonego w kolektorze rozruchowym, który dostał się tam wraz z powietrzem ze sprężarki powietrza rozruchowego w przypadku zużytych pierścieni zgarniających tłoków sprężarki lub nawet w wyniku zasysania przez sprężarkę oparów oleju znajdujących się w atmosferze np. siłowni okrętowej. Wreszcie eksplozja może powstać w wyniku zapłonu osadów węglowych powstałych w wyniku rozpadu termicznego substancji ropopochodnych na rozgrzanych ściankach kolektora powietrza rozruchowego.

Proces eksplozji zainicjować mogą gazy o temperaturze powyżej 1200 V przedostające się z komory spalania cylindra do kolektora rozruchowego przez nieszczelny zawór rozruchowy. Podczas rozruchu sprężone powietrze o ciśnieniu ok. 3 MPa może spowodować powstanie mieszaniny wybuchowej. Niewykluczona jest również hipoteza o możliwości samozapłonu oleju nagromadzonego w kolektorze powietrza rozruchowego, który może być zainicjowany przyrostem temperatury, podczas gwałtownego napływu powietrza rozruchowego o wysokim ciśnieniu do kolektora rozruchowego podczas rozruchu wywołując powstanie mieszaniny palnej o temperaturze ok. 400°C.

Do stosowanych środków przeciwdziałających możliwości powstania eksplozji w kolektorze rozruchowym należy zaliczyć prawidłowo przeprowadzone czynności obsługowe na zaworach rozruchowych i innych elementach systemu powietrza rozruchowego. Kontrola rodzaju i ilości oleju zbierającego się w kolektorze powietrza rozruchowego silnika. Innym środkiem zapobiegającym eksplozji jest rozdzielanie układu rozruchowego każdego z silników od pozostałej części systemu sprężonego powietrza za pomocą zaworów zwrotnych. Kolejnym ograniczeniem możliwości wystąpienia eksplozji jest ograniczenie możliwości dostania się do kolektora rozruchowego oleju ze sprężarki. Temu celowi służy stosowanie odolejaczy-odwadniaczy lub filtrów na rurociągu tłocznym sprężarki, stosowanie automatycznych lub ręcznych układów drenażu zbiorników sprężonego powietrza oraz układów drenażu na kolektorze rozruchowym, w postaci rurki lub zaworu odwadniającego, które muszą być zawsze drożne, a jak dowodzi praktyka, nie zawsze tak jest.

Obecnie zgodnie z zaleceniami Międzynarodowego Stowarzyszenia Instytucji Klasyfikacyjnych dla silników bezpośrednio nawrotnych o średnicy cylindra powyżej 230 mm stosuje się wygaszacze płomienia na połączeniu każdego zaworu rozruchowego z kolektorem powietrza rozruchowego lub bezpieczniki membranowe zainstalowane na dopływie powietrza do każdego zaworu rozruchowego. Natomiast dla silników nienawrotnych oraz pomocniczych silników spalinowych o średnicy cylindra powyżej 230 mm akceptuje się pojedynczy bezpiecznik membranowy lub łapacz płomienia zainstalowany na dopływie powietrza do kolektora powietrza rozruchowego. Ponadto, w układach w rozwiązaniu z łapaczem płomienia zamiast bezpieczników membranowych stosuje się pojedynczy kłapowy zawór bezpieczeństwa na kolektorze powietrza rozruchowego.

Wskutek zaniedbań lub nieprawidłowo przeprowadzanych przeglądów zaworów rozruchowych oraz przypadków zaślepienia przez operatorów drenażu kolektora rozruchowego, w celu ograniczenia strat powietrza rozruchowego, eksplozje w kolektorach powietrza rozruchowego nie są zjawiskiem incydentalnym. W wyniku eksplozji giną ludzie, najczęściej powstaje pożar, który w przypadku siłowni na statku stanowi jedno z najbardziej niebezpiecznych zagrożeń bezpieczeństwa dla całego statku, załogi, ładunku i środowiska naturalnego.

Celem wynalazku jest opracowanie aktywnego sposobu monitorowania stanu technicznego, w zakresie szczelności, zaworów rozruchowych na głowicach cylindrów.

Istotą sposobu według wynalazku jest to, że podczas pracy silnika w każdym przewodzie łączącym poszczególne zawory rozruchowe z głównym kolektorem dokonuje się ciągłego pomiaru temperatury t_{pi} i oblicza się średnią temperaturę t_{sr} powietrza dla wszystkich przewodów, po czym określa się różnicę temperatur Δt między temperaturą chwilową t_{pi} a obliczoną temperaturą średnią t_{sr} dla każdego z przewodów indywidualnie, natomiast gdy określona różnica temperatur Δt przekracza dopuszczalną i określoną z góry wartość, wówczas uruchamia się sygnalizację awarii zaworów rozruchowych.

Po przekroczeniu dopuszczalnej temperatury powietrza rozruchowego uruchamiana jest sygnalizacja akustyczna i/lub sygnalizacja optyczna.

Istota układu zawierającego rozdzielacz powietrza, połączony z każdym zaworem rozruchowym, który z kolei połączony jest przewodem z głównym kolektorem powietrza rozruchowego według wynalazku polega na tym, że na każdym przewodzie łączącym zawór rozruchowy z głównym kolektorem powietrza rozruchowego usytuowany jest czujnik temperatury, którego wyjście połączone jest z blokiem algorytmicznym, natomiast blok algorytmiczny połączony jest z blokiem sygnalizacji alarmowej.

Stosowanie wynalazku, szczególnie na statkach morskich, daje możliwość kontrolowania właściwej pracy silnika spalinowego, poprzez stały nadzór nad szczelnością zaworów rozruchowych oraz stałe diagnozowanie ich w czasie pracy silnika. Dzięki sygnalizacji alarmowej o wystąpieniu nieszczelności któregośkolwiek z zaworów rozruchowych eliminuje się możliwość wystąpienia eksplozji.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w przykładach wykonania, w tym układ według wynalazku w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu według wynalazku, zaś fig. 2 przedstawia proces przetwarzania sygnału w bloku algorytmicznym.

Diagnozowanie zaworów rozruchowych 2 okrętowego silnika spalinowego wysokoprężnego, usytuowanych w głowicach cylindrów, prowadzi się w ten sposób, że podczas pracy silnika na każdym przewodzie 3, łączącym zawór rozruchowy z głównym kolektorem 6 powietrza rozruchowego, w sposób ciągły dokonuje się pomiarów temperatury t_{pi} . Jednocześnie, wykorzystując pomierzone wartości chwilowe t_{pi} oblicza się średnią arytmetyczną temperaturę t_{sr} powietrza rozruchowego dla wszystkich przewodów 3. Dysponując chwilową wartością temperatury każdego przewodu 3 i średnią temperaturą dla wszystkich przewodów 3 dokonuje się określenia różnicy temperatur Δt dla każdego z przewodów 3 indywidualnie. Jeżeli więc określona różnica temperatury na którymkolwiek z przewodów 3 jest większa od określonej krytycznej wartości $\Delta t = 25^{\circ}\text{C}$, to przesyła się sygnał inicjujący sygnalizację awarii zaworów rozruchowych 2.

Po przekroczeniu krytycznej różnicy temperatury na którymkolwiek przewodzie 3 sygnał inicjujący sygnalizację awarii zaworów rozruchowych 2 uruchamia sygnalizację akustyczną.

Średnia temperatura t_{sr} w następnym przykładzie wykonania jest obliczana, w bloku algorytmicznym, po odrzuceniu skrajnych wyników pomiarów, tj. największej i najmniejszej wartości mierzonych temperatur powietrza w przewodach łączących poszczególne zawory rozruchowe z kolektorem głównym.

Średnia temperatura t_{sr} w kolejnym przykładzie wykonania jest obliczana, w bloku algorytmicznym, po odrzuceniu skrajnej wyników pomiaru, tj. największej wartości z mierzonych temperatur powietrza.

Wyznaczone średnie temperatury w dwóch ostatnich przykładach wykonania wykazują małą wrażliwość na wartości odstające w próbie.

Układ według wynalazku zawiera rozdzielacz powietrza rozruchowego 1, zasilany ze sprężarki, połączony z każdym z zaworów rozruchowych 2, usytuowanym w głowicy cylindra, przy czym każdy z zaworów rozruchowych 2 połączony jest za pośrednictwem przewodu 3 z głównym kolektorem 6 powietrza rozruchowego. W każdym przewodzie 3 umieszczony jest czujnik temperatury 4. Wyjście każdego z czujników temperatury 4 przyłączone jest do bloku algorytmicznego 5, w którym dokonuje się obliczeń średniej temperatury t_{sr} oraz porównywania chwilowej bezwzględnej wartości różnicy temperatury t_{pi} w każdym przewodzie 3 i średnią temperaturą t_{sr} a krytyczną różnicą temperatury. W przypadku przekroczenia krytycznej różnicy temperatury, którą określono na 25°C , na którymkolwiek przewodzie 3 z bloku algorytmicznego 5 wysyłany jest do bloku sygnalizacji alarmowej 7, sygnał uruchamiający sygnalizację akustyczną poprzez włączenie syreny i/lub jednocześnie włączenie sygnalizacji świetlnej.

Proces przetwarzania danych pomiarowych z czujników temperatury 4 oraz wysyłane sygnały z bloku algorytmicznego 5 przedstawiono na fig. 2.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób diagnozowania stanu zaworów rozruchowych silnika wysokoprężnego, zwłaszcza okrętowego, z zaworami rozruchowymi usytuowanymi na głowicy silnika, **znamienny tym**, że podczas pracy silnika w każdym przewodzie (3) łączącym poszczególne zawory rozruchowe (2) z głównym kolektorem (6) dokonuje się ciągłego pomiaru temperatury t_{pi} i oblicza się średnią temperaturę t_{sr} powietrza dla wszystkich przewodów (3), po czym określa się różnicę temperatur Δt między temperaturą chwilową t_{pi} a obliczoną temperaturą średnią t_{sr} dla każdego z przewodów (3) indywidualnie, natomiast gdy określona różnica temperatur Δt przekracza z góry zadaną krytyczną wartość, wówczas uruchamia się sygnalizację awarii zaworów rozruchowych (7).

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że po przekroczeniu zadanej krytycznej różnicy temperatur Δt powietrza rozruchowego w którymkolwiek przewodzie (3) uruchamiana jest sygnalizacja akustyczna i/lub optyczna.

3. Układ diagnozowania zaworów rozruchowych wolnoobrotowego silnika wysokoprężnego, zwłaszcza okrętowego, z zaworami usytuowanymi na głowicy silnika zawierający rozdzielacz powietrza, połączony z każdym zaworem rozruchowym, który z kolei połączony jest przewodem z głównym kolektorem powietrza rozruchowego, **znamienny tym**, że na każdym przewodzie (3) łączącym zawór rozruchowy (2) z głównym kolektorem (6) powietrza rozruchowego usytuowany jest czujnik temperatury (4), którego wyjście połączone jest z blokiem algorytmicznym (5), natomiast blok algorytmiczny (5) połączony jest z blokiem sygnalizacji alarmowej (7).

Rysunki

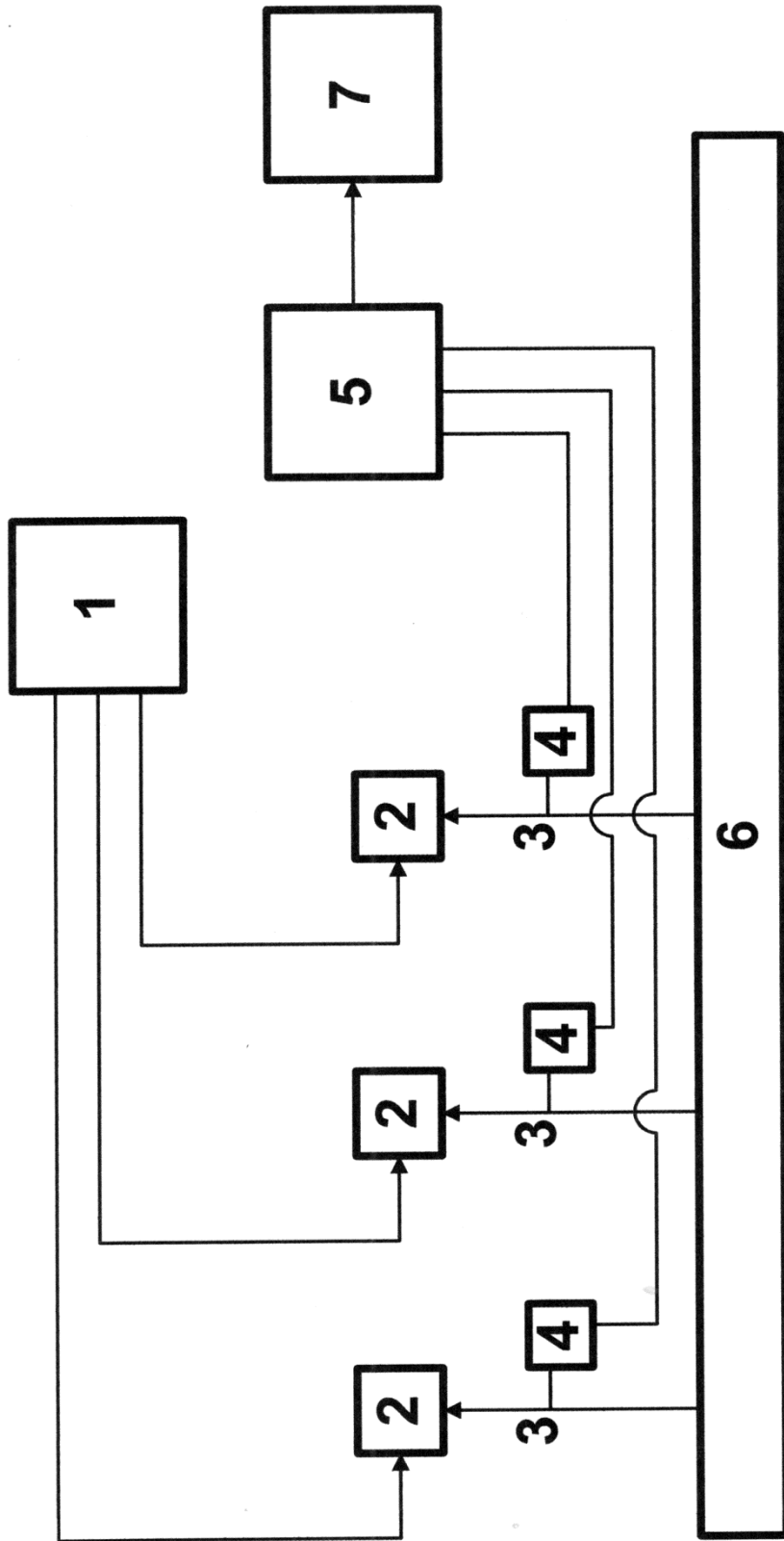


Fig. 1

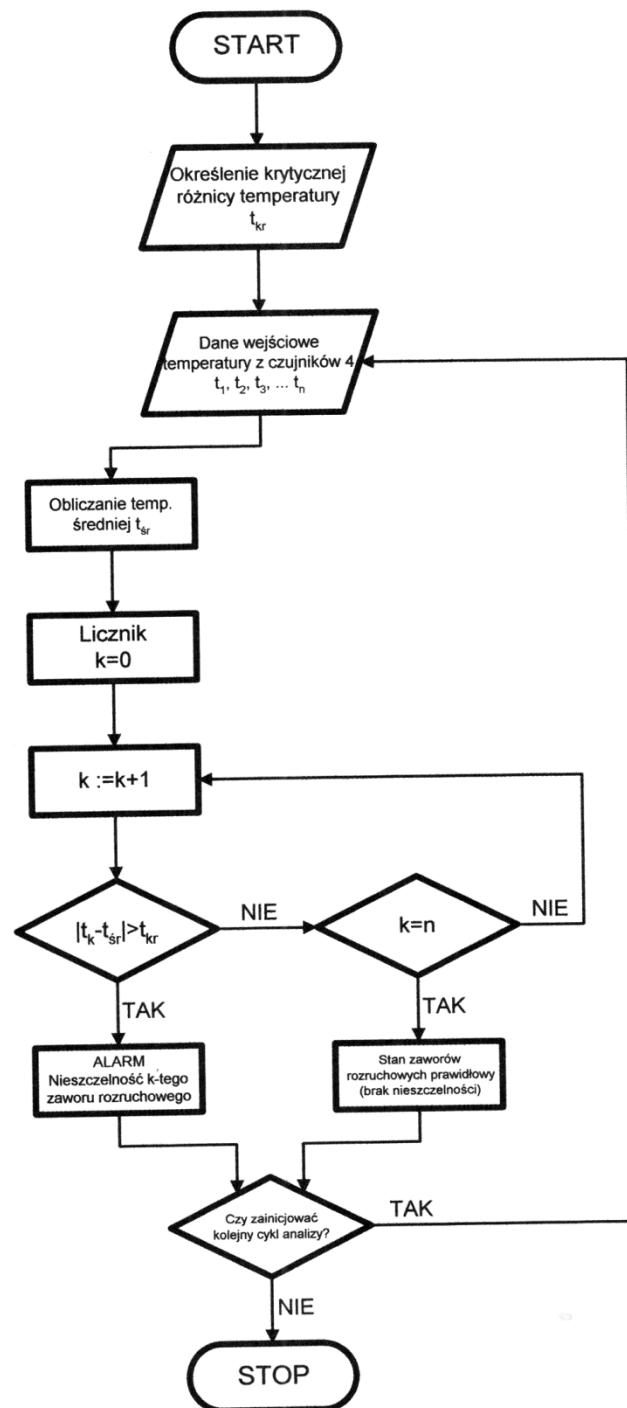


Fig.2