

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **218061**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **404680**

(22) Data zgłoszenia: **06.07.2009**

(62) Numer zgłoszenia, z którego nastąpiło wydzielenie:  
**388471**

(51) Int.Cl.

**B64D 33/08 (2006.01)**

---

(54) **Układ i sposób automatycznego sterowania dopływem i parametrami powietrza dodatkowo schładzającego spaliny, zwłaszcza silnika turbinowego śmigłowca**

---

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**17.01.2011 BUP 22/13**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**31.10.2014 WUP 10/14**

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**STEFAN FIJAŁKOWSKI, Lublin, PL**  
**PIOTR WÓJCIK, Lublin, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzec. pat. Tomasz Milczek**

---

**PL 218061 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ i sposób automatycznego sterowania dopływem i parametrami powietrza dodatkowo schładzającego spaliny, zwłaszcza silnika turbinowego śmigłowca.

Znane są z literatury, na przykład W. Szenajch „Napędy i sterowanie pneumatyczne” WNT Warszawa 1997, str. 123-162, 165-184, sposoby i urządzenia sterujące przepływami i ciśnieniami gazu w układach pneumatycznych. Brak jest natomiast opisów układów sterujących działaniem kanałów dyszowych wprowadzających strumienie chłodnego powietrza, dodatkowo schładzającego spaliny w eżekcyjnych, bezprzeponowych schładzaczach śmigłowcowych.

Istotą układu automatycznego sterowania dopływem i parametrami powietrza dodatkowo schładzającego spaliny, zwłaszcza silnika turbinowego śmigłowca umieszczonego na pokładzie śmigłowca składającego się z dyszy wypływu spalin połączonej z silnikiem turbinowym śmigłowca, otoczonej częścią stożkową i walcową płaszczka zewnętrznego schładzacza ze zbiornikiem sprężonego powietrza w kształcie spłaszczonego torusa w formie stożkowej, umieszczonego na zewnątrz stożkowej części płaszczka schładzacza przy wlocie powietrza do schładzacza, z przewodów powietrznych z odcinającymi elektrozaworami szybkiego działania, łączących zbiornik w kształcie torusa z opływowymi kanałami powietrznymi zakończonymi płaskimi dyszami de Laval - zbieżno-rozbieżnymi o wylotach umieszczonych w strefie wylotu spalin z dyszy wypływu spalin, o osiach nachylonych pod kątem  $\alpha$  do osi wzdłużnej dyszy wypływu spalin, przy czym  $0^\circ < \alpha < 45^\circ$  z umieszczonego na pokładzie śmigłowca podukładu sprężania powietrza, składającego się ze sprężarki napędzanej silnikiem elektrycznym zasilanymi z akumulatora i głównego zbiornika sprężonego powietrza, połączonego przewodem ze zbiornikiem w kształcie torusa poprzez elektrozawór regulacyjno-odcinający jest to, że w zbiorniku w kształcie torusa znajduje się czujnik ciśnienia, a za dyszą spalin tuż przy jej wylocie, we wnętrzu płaszczka schładzacza umieszczony jest czujnik ciśnienia, czujniki połączone są z blokiem analogowo-cyfrowym poprzez blok wzmacniający sygnały mierzonych wielkości, a blok składa się z podukładów przekształcających poszczególne sygnały analogowe mierzonych wielkości w poszczególne sygnały cyfrowe, blok analogowo-cyfrowy połączony jest z blokiem logicznym, a wychodzący z niego sygnał cyfrowy, sterujący dopływa do bloku wykonawczego, skąd wyprowadzana jest wielkość sterująca elektrozaworem regulacyjno-odcinającym, regulującym i utrzymującym ciśnienie w zbiorniku na wymaganym poziomie ciśnienia, a także odcinającym lub zamykającym połączenie zbiornika w kształcie torusa, ze zbiornikiem głównym sprężonego powietrza o ciśnieniu utrzymywanym poprzez oddziaływanie czujnika ciśnienia, umieszczonego w zbiorniku głównym na podukład sterowania działaniem elektrycznego silnika napędzającego sprężarkę powietrza.

Istotą sposobu automatycznego sterowania dopływem i parametrami powietrza dodatkowo schładzającego spaliny, zwłaszcza silnika turbinowego śmigłowca jest to, że sygnały ciśnień panujących w przestrzeni schładzacza tuż za wylotem dyszy wypływu spalin, sygnały ciśnień panujących w zbiorniku w kształcie torusa położonym, na zewnątrz początkowej, stożkowej części płaszczka schładzacza, przekazuje się do bloku wzmacniającego i po wzmocnieniu przekazuje się je do bloku analogowo-cyfrowego, w którym sygnały z postaci analogowych przekształca się w sygnały cyfrowe i następnie sygnały cyfrowe przekazuje się do bloku układu logicznego, w którym wyznacza się wartości wcześniej zakodowanej funkcji  $F_{SP} = f(X_{ps}, X_{pz})$  sterowania, będącymi jednocześnie cyfrowymi sygnałami sterującymi, które doprowadza się do bloku wykonawczego gdzie zamienia się w wielkość sterującą którą doprowadza się do elektrozaworu regulacyjno-odcinającego, gdzie ustala się wartości ciśnień w zbiorniku głównym według zależności  $p_{z2} > p_{z1}$ , przy czym  $p_{z1} > 1/0,528 \times p_s$ .

Korzystnym skutkiem rozwiązania według wynalazku jest umożliwienie szybkiego dochłodzenia spalin odpływających z silników turbinowych śmigłowca do otoczenia i poprzez to obniżenie poziomu emisji podczerwieni przez spaliny, to znaczy obniżenie intensywności promieniowania i zmianę długości fal promieniowania. Skutek ten znacząco poprawia bezpieczeństwo śmigłowca i jego załogi w czasie wykonywania specjalnych zadań lotnych.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku w postaci schematu blokowego.

Układ według wynalazku w części sterowania automatycznego dopływem powietrza dodatkowo schładzającego spaliny, odpływające z silnika śmigłowca poprzez gwałtowne wprowadzenie kanałami 1 powietrznymi zakończonymi dyszami de Laval, dodatkowych strumieni chłodnego powietrza do strefy spalin pod kątami  $\alpha$ ,  $0^\circ < \alpha < 45^\circ$  poza dyszą 2, niezależnie od głównego strumienia powietrza chłod-

dzącego wprowadzanego do schładzacza na zasadzie eżekcji. Dodatkowe strumienie natomiast intensyfikują proces eżekcji strumienia głównego.

Układ w części sterowania dopływem powietrza dodatkowo schładzającego spaliny wypływające z silnika turbinowego 5 poprzez dyszę 2 do schładzacza 8, składa się z płaskich kanałów i zakończonych dyszami de Lavalą, połączonych przewodami 6 i 7 poprzez elektrozawory 3 odcinające ze zbiornikiem 8 w kształcie torusa, w którym umieszczony jest czujnik  $C_{p1}$  ciśnienia. Zbiornik 9 połączony jest przewodami 10 i 11 poprzez elektrozawór 12 regulacyjno-odcinający ze zbiornikiem 9 głównym sprężonego powietrza, w którym umieszczony jest czujnik  $C_{p2}$  ciśnienia, połączony z układem sterowania silnika elektrycznego napędzającego sprężarkę 13 powietrza. Przy wylocie spalin z dyszy 2 umieszczony jest czujnik  $C_{ps}$  ciśnienia spalin. Sygnały z czujników  $C_{p1}$  i  $C_{ps}$  doprowadza się do podukładu w części sterowania parametrami powietrza dodatkowo schładzającego spaliny, składającego się z bloków U-WZ2, U-A/C2, UL2 i UW2, skąd wielkość SZ2 sterująca w dziedzinie wielkości elektrycznych, przekazywana jest do elektrozaworu 12 regulacyjno-odcinającego.

Układ według wynalazku w części automatycznego sterowania parametrami powietrza steruje parametrami powietrza, dodatkowo schładzającego spaliny. Działanie układu polega na ciągłym pomiarze bieżących wartości wielkości ciśnień  $p_s$  tuż za dyszą 2 wylotu spalin i ciśnień  $p_{z1}$  panujących w zbiorniku 3 w kształcie torusa, do czego służą czujniki  $C_{p1}$ ,  $C_{ps}$ , a następnie na wzmocnieniu i przetworzeniu sygnałów PS, PZ w dziedzinie analogowej w sygnały  $X_{ps}$ ,  $X_{pz}$  w dziedzinie cyfrowej odpowiednio w blokach U-WZ2 i U-A/C2. W bloku UL2 następuje transformacja sygnałów cyfrowych  $X_{ps}$ ,  $X_{pz}$  w wartości funkcji sterowania  $F_{PS} = f(X_{pz}, X_{ps})$ , które to wartości tożsame z sygnałami  $S_{SP}$  cyfrowymi sterującymi, po przesłaniu do bloku UW2 przekształcane są na wielkość SZ2 sterującą w dziedzinie wielkości elektrycznych, która przesyłana jest do elektrozaworu 12 regulacyjno-odcinającego, regulującego wartości ciśnień  $p_{z1}$  w zbiorniku 9 według zależności  $p_{z1} > 1/0,528 \times p_s$ . Poziom ciśnienia p powietrza w zbiorniku 9 głównym utrzymywany jest poprzez oddziaływanie czujnika  $C_{p2}$  na układ sterowania działaniem silnika elektrycznego napędzającego sprężarkę 13 powietrza, a sprężarkę 13 połączona jest poprzez przewód 14 ze zbiornikiem 9 głównym.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Układ automatycznego sterowania dopływem i parametrami powietrza dodatkowo schładzającego spaliny, zwłaszcza silnika turbinowego śmigłowca umieszczony na pokładzie śmigłowca składający się z dyszy wypływu spalin połączonej z silnikiem turbinowym śmigłowca, otoczonej częścią stożkową i walcową płaszczą zewnętrznego schładzacza ze zbiornikiem sprężonego powietrza w kształcie spłaszczonego torusa w formie stożkowej, umieszczonego na zewnątrz stożkowej części płaszcz schładzacza przy wlocie powietrza do schładzacza, z przewodów powietrznych z odcinającymi elektrozaworami szybkiego działania, łączących zbiornik w kształcie torusa z opływowymi kanałami powietrznymi zakończonymi płaskimi dyszami de Lavalą - zbieżno-rozbieżnymi o wylotach umieszczonych w strefie wylotu spalin z dyszy wypływu spalin, o osiach nachylonych pod kątem  $\alpha$  do osi wzdłużnej dyszy wypływu spalin, przy czym  $0^\circ < \alpha < 45^\circ$  z umieszczonego na pokładzie śmigłowca podukładu sprężania powietrza, składającego się ze sprężarki napędzanej silnikiem elektrycznym zasilanymi z akumulatora i głównego zbiornika sprężonego powietrza, połączonego przewodem ze zbiornikiem w kształcie torusa poprzez elektrozawór regulacyjno-odcinający, **znamienny tym**, że w zbiorniku (8) w kształcie torusa znajduje się czujnik ( $C_{p1}$ ) ciśnienia, a za dyszą (2) spalin tuż przy jej wylocie, we wnętrzu płaszcz schładzacza (4) umieszczony jest czujnik ( $C_{ps}$ ) ciśnienia, czujniki ( $C_{p1}$ ,  $C_{ps}$ ) połączone są z blokiem (U-A/C2) analogowo-cyfrowym poprzez blok (UWZ2) wzmacniający sygnały ( $p_{z1}$ ,  $p_s$ ) mierzonych wielkości, a blok (U-A/C2) składa się z podukładów przekształcających poszczególne sygnały (PZ, PS) analogowe mierzonych wielkości w poszczególne sygnały ( $X_{pz}$ ,  $X_{ps}$ ) cyfrowe, blok (U-A/C1) analogowo-cyfrowy połączony jest z blokiem (UL1) logicznym, a wychodzący z niego sygnał ( $S_{SP}$ ) cyfrowy, sterujący dopływa do bloku (UW2) wykonawczego, skąd wyprowadzana jest wielkość (SZ2) sterująca elektrozaworem (12) regulacyjno-odcinającym, regulującym i utrzymującym ciśnienie w zbiorniku (8) na wymaganym poziomie ciśnienia ( $p_{z1}$ ), a także odcinającym lub zamykającym połączenie zbiornika (8) w kształcie torusa, ze zbiornikiem (9) głównym sprężonego powietrza o ciśnieniu ( $p_{z2}$ ) utrzymywany poprzez oddziaływanie czujnika ( $C_{p2}$ ) ciśnienia, umieszczonego w zbiorniku głównym na podukład sterowania działaniem elektrycznego silnika napędzającego sprężarkę (13) powietrza.

2. Sposób automatycznego sterowania dopływem i parametrami powietrza dodatkowo schładzającego spaliny, zwłaszcza silnika turbinowego śmigłowca, **znamienny tym**, że sygnały ciśnień ( $p_s$ ) panujących w przestrzeni schładzacza tuż za wylotem dyszy (2) wypływu spalin, sygnały ciśnień ( $p_{z1}$ ) panujących w zbiorniku (8) w kształcie torusa położonym na zewnątrz początkowej, stożkowej części płaszcza schładzacza, przekazuje się do bloku (U-WZ2) wzmacniającego i po wzmocnieniu przekazuje się je do bloku (U-A/C2) analogowo-cyfrowego, w którym sygnały z postaci analogowych przekształca się w sygnały ( $X_{ps}$ ,  $X_{pz}$ ) cyfrowe i następnie sygnały cyfrowe przekazuje się do bloku (UL2) układu logicznego, w którym wyznacza się wartości wcześniej zakodowanej funkcji  $F_{SP} = f(X_{ps}, X_{pz})$  sterowania, będącymi jednocześnie cyfrowymi sygnałami ( $S_{SP}$ ) sterującymi, które doprowadza się do bloku (UW2) wykonawczego gdzie zamienia się w wielkość (SZ2) sterującą którą doprowadza się do elektrozaworu (12) regulacyjno-odcinającego, gdzie ustala się wartości ciśnień w zbiorniku (8) głównym według zależności  $P_{z2} > P_{z1}$ , przy czym  $p_{z1} > 1/0,528 \times p_s$ .

Rysunek



