

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **215929**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **388472**

(51) Int.Cl.
B64D 33/08 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **06.07.2009**

(54) **Sposób i urządzenie do automatycznego dodatkowego schładzania spalin,
zwłaszcza turbinowego silnika napędowego śmigłowca**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
17.01.2011 BUP 02/11

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
28.02.2014 WUP 02/14

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
STEFAN FIJAŁKOWSKI, Lublin, PL
PIOTR WÓJCIK, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Tomasz Milczek

PL 215929 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób i urządzenie do automatycznego dodatkowego schładzania spalin, zwłaszcza turbinowego silnika napędowego śmigłowca.

Dotychczas znane są z opisów patentowych amerykańskich US nr 6 971 240, nr 6 016 651 rozwiązania eżekcyjnych, mieszalnikowych schładzaczy spalin wypływających z silników turbinowych śmigłowców, mających na celu obniżenie poziomów promieniowania podczerwonego spalin śmigłowca. Efekt schładzania uzyskuje się w nich poprzez eżekcję schłodzonego powietrza, wywołaną wypływem spalin z dyszy silnika do przestrzeni schładzacza i wymianą pędów, energii i ciepła w trakcie mieszania strumienia spalin i strumienia chłodzonego powietrza.

Istotą sposobu automatycznego dodatkowego schładzania spalin, zwłaszcza turbinowego silnika napędowego śmigłowca, jest to, że pobiera się chłodne powietrze z otoczenia śmigłowca i spręża się je napędzając sprężarkę silnikiem, elektrycznym, doprowadzając do niego prąd elektryczny z akumulatorów śmigłowca, a sprężone powietrze magazynuje się w zbiorniku głównym śmigłowca, sprężone powietrze ze zbiornika głównego podaje się przewodem do elektrozaworu regulacyjno-odcinającego gdzie obniża się nieco jego ciśnienie, po czym sprężone powietrze wprowadza się przewodem do zbiornika w kształcie torusa, skąd sterując elektrozaworami odcinającymi doprowadza się je przewodem lub nie do spłaszczonych kanałów, poprzez które sprężone powietrze wprowadza się do kanałów zbieżno-rozbieżnych - płaskich dysz de Laval, gdzie sprężone powietrze rozpręża się i nadaje się mu prędkości naddźwiękowe lub okołodźwiękowe w przekrojach wylotowych dysz, po czym wprowadza się je pod kątami α w strumień spalin wypływający z dyszy wylotu spalin. Wielkość ciśnienia p_{z2} powietrza w zbiorniku głównym ustala się i utrzymuje się na poziomie wyższym od poziomu wielkości ciśnienia stagnacji powietrza w zbiorniku w kształcie torusa, zaś wielkość ciśnienia stagnacji powietrza w zbiorniku w kształcie torusa utrzymuje się na poziomie wyższym od poziomu wielkości ciśnienia panującego w przestrzeni za dyszą spalin według relacji: $p_{z1} > 1/0,528 \times p_s$, gdzie p_{z1} jest ciśnieniem stagnacji w zbiorniku, zaś ciśnienie p_s jest ciśnieniem panującym w strumieniu spalin za dyszą wylotu spalin.

Istotą urządzenia do automatycznego dodatkowego schładzania spalin, zwłaszcza turbinowego silnika napędowego śmigłowca składające się z dyszy zbieżnej połączonej od strony swojej większej średnicy ze skróconym dyfuzorem wylotu spalin z turbiny napędowej silnika, posiadającej oprócz wewnętrznej, głównej, stożkowej kanału przepływowego o tworzącej krzywoliniowej, dodatkowe, płaskie kanały wzdłużne połączone z dyszą, o płaszczyznach symetrii przechodzących przez oś dyszy, rozłożone równomiernie po obwodzie, jest to, że posiada spłaszczone kanały powietrzne o osiach wzdłużnych prostopadłych do osi wzdłużnej dyszy wylotowej spalin silnika, zakończone od strony dyszy wylotowej spalin płaskimi kanałami w początkowej części zbieżnymi, a w końcowej części rozbieżnymi, tworzącymi płaskie dysze de Laval, przy czym osie wzdłużne części początkowej i końcowej kanałów dysz de Laval ukierunkowane są pod kątami α do osi wzdłużnej dyszy, korzystnie $0^\circ < \alpha < 45^\circ$, a przekroje wylotowe części rozbieżnej kanałów dysz de Laval leżą w płaszczyznach prostopadłych do ich osi wzdłużnych i umieszczone są w pobliżu przekroju wylotowego dyszy wylotowej spalin, zaś kanały połączone są hermeticznie i rozłącznie poprzez swoje obwodowe kołnierze i uszczelnienia z zewnętrzną powierzchnią początkowej części stożkowej płaszcza schładzacza łącznikami śrubowymi, przekroje poprzeczne spłaszczonych kanałów prostopadłe do ich osi wzdłużnych posiadają zarysy wydłużonych owali opływowych o osiach dłuższych leżących w płaszczyznach przechodzących przez oś wzdłużną dyszy wylotowej spalin, a płaszczyzny symetrii spłaszczonych kanałów i połączonych z nimi dysz de Laval pokrywają się z płaszczyznami symetrii przestrzeni ograniczonych zewnętrznymi powierzchniami bocznymi płaskich, dodatkowych kanałów wzdłużnych, rozłożonych równomiernie po obwodzie dyszy wylotowej spalin i częściami powierzchni zewnętrznej dyszy wylotowej spalin pomiędzy kanałami, przy czym zewnętrzne powierzchnie spłaszczonych kanałów i połączonych z nimi płaskich dysz de Laval nie stykają się z powierzchniami zewnętrznymi płaskich dodatkowych kanałów wzdłużnych i częściami powierzchni zewnętrznej dyszy wylotowej spalin, a poprzeczne przekroje wlotowe spłaszczonych kanałów łączą się z przestrzeniami położonymi na zewnątrz płaszcza schładzacza osłoniętymi wypukłymi pokrywami, posiadającymi kołnierze obwodowe, służące wraz z uszczelnieniami do hermeticznymi, rozłącznymi połączeń pokryw z początkową częścią stożkową, płaszcza schładzacza za pomocą łączników śrubowych, w pokrywach wypukłych wykonane są otwory połączone hermeticznie z przewodami powietrznymi połączonymi poprzez elektrozawory odcinające szybkiego działania i przewody powietrzne ze zbiornikiem sprężonego powietrza

o ciśnieniu p_{z1} większym od ciśnienia p_s panującego tuż za dyszą wylotową spalin, najkorzystniej $p_{z1} \geq 1/0,28 \times p_s$, przy czym zbiornik sprężonego powietrza posiadający kształt spłaszczonego torusa o formie stożkowej, styka się swoją powierzchnią zewnętrzną wewnętrznej części torusa z powierzchnią zewnętrzną początkowej części stożkowej płaszczu schładzacza w początkowym fragmencie części stożkowej płaszczu, położonym od strony wlotu chłodzonego powietrza do schładzacza, zbiornik sprężonego powietrza w kształcie torusa połączony jest poprzez przewód powietrzny, elektrozawór regulacyjno- odcinający i przewód połączony jest z głównym zbiornikiem sprężonego powietrza, w którym panuje ciśnienie $p_{z2} > p_{z1}$, przy czym zbiornik zasilany jest sprężarką napędzaną silnikiem elektrycznym zasilanym z akumulatorów śmigłowca. Spłaszczone kanały powietrzne rozłożone są równomiernie po obwodzie dyszy wylotowej spalin i umieszczone są w co drugiej przestrzeni ograniczonej zewnętrznymi powierzchniami bocznymi płaskich dodatkowych kanałów wzdłużnych i częścią powierzchni zewnętrznej dyszy wylotowej spalin położonej pomiędzy kanałami.

Korzystnym skutkiem rozwiązania według wynalazku jest to, że umożliwia w przypadku nagłego zagrożenia śmigłowca w locie ze strony obcego statku powietrznego, szybkie, dodatkowe dochłodzenie i zmianę składu 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, na którym fig. 1 przedstawia przekrój wzdłużny urządzenia, fig. 2 - przekrój poprzeczny B-B, fig. 3 - przekrój wzdłużny A-A poosiowy kanału 10 zakończony dyszą de Lavalą, fig. 4 - przekrój poprzeczny C-C płaskiego kanału 1, a fig. 5 - przekrój poprzeczny D-D zakończenia kanału 1 dyszą de Lavalą.

Silnik turbinowy 24 śmigłowca otoczony osłoną 25 gondoli posiada skrócony dyfuzor 20 spalin, połączony z dyszą 18 wylotu spalin, posiadający dodatkowe płaskie kanały 19 wzdłużne rozłożone równomiernie po obwodzie dyszy. Dysza 18 otoczona jest płaszczem zewnętrznym schładzacza składającym się z początkowej części 21 stożkowej i części 22 walcowej zakończonej dyfuzorem wylotowym. W skład urządzenia według wynalazku wchodzi płaskie kanały 1 powietrzne zakończone kanałami w części 2 zbieżnymi i w części 3 wylotowej rozbieżnymi tworzącymi płaskie dysze de Lavalą, o osiach wzdłużnych ukierunkowanych pod kątem α do osi wzdłużnej dyszy 18 wylotu spalin, korzystnie $0^\circ < \alpha < 45^\circ$, których wyloty położone są w pobliżu wylotu dyszy 18. Kanały 1 poprzez swoje kołnierze 4 uszczelnienia 5 połączone są hermetycznie i rozłącznie z zewnętrzną powierzchnią początkową części 21 stożkowej płaszczu schładzacza, a przekroje wlotowe płaskich kanałów 1 otoczone są wypukłymi pokrywami 6 połączonymi swoimi kołnierzami obwodowymi wraz z uszczelnieniami 7 hermetycznie i rozłącznie z powierzchnią zewnętrzną początkowej części 21 stożkowej płaszczu schładzacza. Kanały 1 wraz z dyszami de Lavalą umieszczone są w przestrzeniach pomiędzy płaskimi kanałami 19 wzdłużnymi w co drugiej przestrzeni. Wypukłe pokrywy 6 połączone są przewodami 8 i 10 powietrznymi poprzez elektrozawory 9 odcinające szybkiego działania ze zbiornikiem 11 sprężonego powietrza w kształcie wydłużonego torusa, w którym panuje ciśnienie p_{z1} stagnacji sprężonego powietrza większe od ciśnienia p_s spalin za wylotem z dyszy 18 wylotu spalin, przy czym spełniona musi być relacja $p_{z1} \geq 1/0,528 \times p_s$, połączonego z początkową częścią 21 stożkową płaszczu schładzacza. Zbiornik 11 połączony jest przewodami 15 i 14 poprzez elektrozawór 13 regulacyjno- odcinający z głównym zbiornikiem 12 sprężonego powietrza o ciśnieniu p_{z2} większym od ciśnienia p_{z1} stagnacji w zbiorniku 11 w kształcie torusa, zasilanym sprężarką 16 napędzaną silnikiem 23 elektrycznym, zasilanym prądem elektrycznym czerpanym z akumulatorów. Zbiornik 12 posiada zawór 17 bezpieczeństwa.

Działanie urządzenia według wynalazku polega na tym, że pracujący silnik turbinowy 24, połączony poprzez skrócony dyfuzor 24 z dyszą 18 wylotu spalin emituje spaliny, których strumień \dot{m}_s wywołuje eżekcję chłodnego powietrza o strumieniu \dot{m}_p schładzającego spaliny. Ze schładzacza wypływa natomiast do otoczenia łączny strumień \dot{m}_m spalin i powietrza. W przypadku zaistnienia nagłego zagrożenia śmigłowca w locie przez obcy statek powietrzny uruchamia się automatycznie urządzenie do dodatkowego schładzania spalin, wtedy po otwarciu elektrozaworów 9 odcinających otwarta jest droga dla przepływu strumieni powietrza \dot{m}_{pd} ze zbiornika 11 w kształcie torusa poprzez przewody 10 i przewody 8 powietrzne i poprzez płaskie kanały 1 zakończone dyszami de Lavalą do strefy wypływu strumienia spalin \dot{m}_s z dyszy 18 wylotu spalin. Zapoczątkowanie działania i działanie ciągle urządzenia wymaga otwarcia elektrozaworu 13 regulacyjno odcinającego poprzez który, a także poprzez przewody 14 i 15 uzupełniane są ubytki sprężonego powietrza w zbiorniku 11.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób automatycznego dodatkowego schładzania spalin, zwłaszcza turbinowego silnika napędowego śmigłowca, **znamienny tym**, że pobiera się chłodne powietrze z otoczenia śmigłowca i spręża się je napędzając sprężarkę (16) silnikiem (23) elektrycznym, doprowadzając do niego prąd elektryczny z akumulatorów śmigłowca, a sprężone powietrze magazynuje się w zbiorniku (12) głównym śmigłowca, sprężone powietrze ze zbiornika (12) głównego podaje się przewodem (14) do elektrozaworu (13) regulacyjno-odcinającego gdzie obniża się nieco jego ciśnienie, po czym sprężone powietrze wprowadza się przewodem (15) do zbiornika (11) w kształcie torusa, skąd sterując elektrozaworami (9) odcinającymi doprowadza się je przewodem (8) lub nie do spłaszczonych kanałów (1), poprzez które sprężone powietrze wprowadza się do kanałów zbieżno-rozbieżnych - płaskich dysz de Lavalą, gdzie sprężone powietrze rozpręża się i nadaje się mu prędkości naddźwiękowe lub okołodźwiękowe w przekrojach wylotowych dysz, po czym wprowadza się je pod kątem (α) w strumień spalin wypływający z dyszy (18) wylotu spalin.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wielkość ciśnienia (p_{z2}) powietrza w zbiorniku (12) głównym ustala się i utrzymuje się na poziomie wyższym od poziomu wielkości ciśnienia stagnacji powietrza w zbiorniku (11) w kształcie torusa, zaś wielkość ciśnienia stagnacji powietrza w zbiorniku (11) w kształcie torusa utrzymuje się na poziomie wyższym od poziomu wielkości ciśnienia panującego w przestrzeni za dyszą (18) spalin według relacji $p_{z1} > 1/0,528 \times p_s$, gdzie (p_{z1}) jest ciśnieniem stagnacji w zbiorniku (11), zaś ciśnienie (p_s) jest ciśnieniem panującym w strumieniu spalin za dyszą (18) wylotu spalin.

3. Urządzenie do automatycznego dodatkowego schładzania spalin, zwłaszcza turbinowego silnika napędowego śmigłowca składające się z dyszy zbieżnej połączonej od strony swojej większej średnicy ze skróconym, dyfuzorem wylotu spalin z turbiny napędowej silnika, posiadającej oprócz wewnętrznego, głównego, stożkowego kanału przepływowego o tworzącej krzywoliniowej, dodatkowe, płaskie kanały wzdłużne połączone z dyszą o płaszczyznach symetrii przechodzących przez oś dyszy, rozłożone równomiernie po obwodzie, **znamienny tym**, że posiada spłaszczone kanały (1) powietrzne o osiach wzdłużnych prostopadłych do osi wzdłużnej dyszy (18) wylotowej spalin silnika, zakończone od strony dyszy (18) wylotowej spalin płaskimi kanałami w początkowej części (2) zbieżnymi, a w końcowej części (3) rozbieżnymi, tworzącymi płaskie dysze de Lavalą, przy czym osie wzdłużne części (2) i (3) kanałów dysz de Lavalą ukierunkowane są pod kątem (α) do osi wzdłużnej dyszy (18), korzystnie $0^\circ < \alpha < 45^\circ$, a przekroje wylotowe części (3) kanałów dysz de Lavalą leżą w płaszczyznach prostopadłych do ich osi wzdłużnych i umieszczone są w pobliżu przekroju wylotowego dyszy (18) wylotowej spalin, zaś kanały (1) połączone są hermeticznymi i rozłącznymi poprzez swoje obwodowe kołnierze (4) i uszczelnienia (5) z zewnętrzną powierzchnią początkowej części (21) stożkowej płaszcza schładzacza łącznikami śrubowymi, przekroje poprzeczne spłaszczonych kanałów (1) prostopadłe do ich osi wzdłużnych posiadają zarysy wydłużonych owali opływowych o osiach dłuższych leżących w płaszczyznach przechodzących przez oś wzdłużną dyszy (18) wylotowej spalin, a płaszczyzny symetrii spłaszczonych kanałów (1) i połączonych z nimi dysz de Lavalą pokrywają się z płaszczyznami symetrii przestrzeni ograniczonych zewnętrznymi powierzchniami bocznymi płaskich, dodatkowych kanałów (19) wzdłużnych, rozłożonych równomiernie po obwodzie dyszy (18) wylotowej spalin i częściami powierzchni zewnętrznej dyszy (18) wylotowej spalin pomiędzy kanałami (19), przy czym zewnętrzne powierzchnie spłaszczonych kanałów (1) i połączonych z nimi płaskich dysz (2 i 3) de Lavalą nie stykają się z powierzchniami zewnętrznymi płaskich dodatkowych kanałów (19) wzdłużnych i częściami powierzchni zewnętrznej dyszy (18) wylotowej spalin, a poprzeczne przekroje wlotowe spłaszczonych kanałów (1) łączą się z przestrzeniami położonymi na zewnątrz płaszcza schładzacza osłoniętymi wypukłymi pokrywami (6), posiadającymi kołnierze obwodowe, służące wraz z uszczelnieniami (7) do hermeticznymi, rozłącznymi połączeń pokryw (6) z początkową częścią (21) stożkową płaszcza schładzacza za pomocą łączników śrubowych, w pokrywach (6) wypukłych wykonane są otwory połączone hermeticznymi z przewodami (8) powietrznymi połączonymi poprzez elektrozawory (9) odcinające szybkiego działania i przewody (10) powietrzne ze zbiornikiem (11) sprężonego powietrza o ciśnieniu (p_{z1}) większym od ciśnienia (p_s) panującego tuż za dyszą, (18) wylotową spalin, najkorzystniej $p_{z1} > 1/0,28 \times p_s$, przy czym zbiornik (11) sprężonego powietrza posiadający kształt spłaszczonego torusa o formie stożkowej, styka się swoją powierzchnią zewnętrzną wewnętrznej części torusa z powierzchnią zewnętrzną, początkowej części (21) stożkowej płaszcza schładzacza w początkowym fragmencie części (21) stożkowej płaszcza, położonym od strony wlotu chłodzonego powietrza do schładzacza, zbiornik (11) sprężonego powietrza w kształcie torusa połączony jest przez przewód

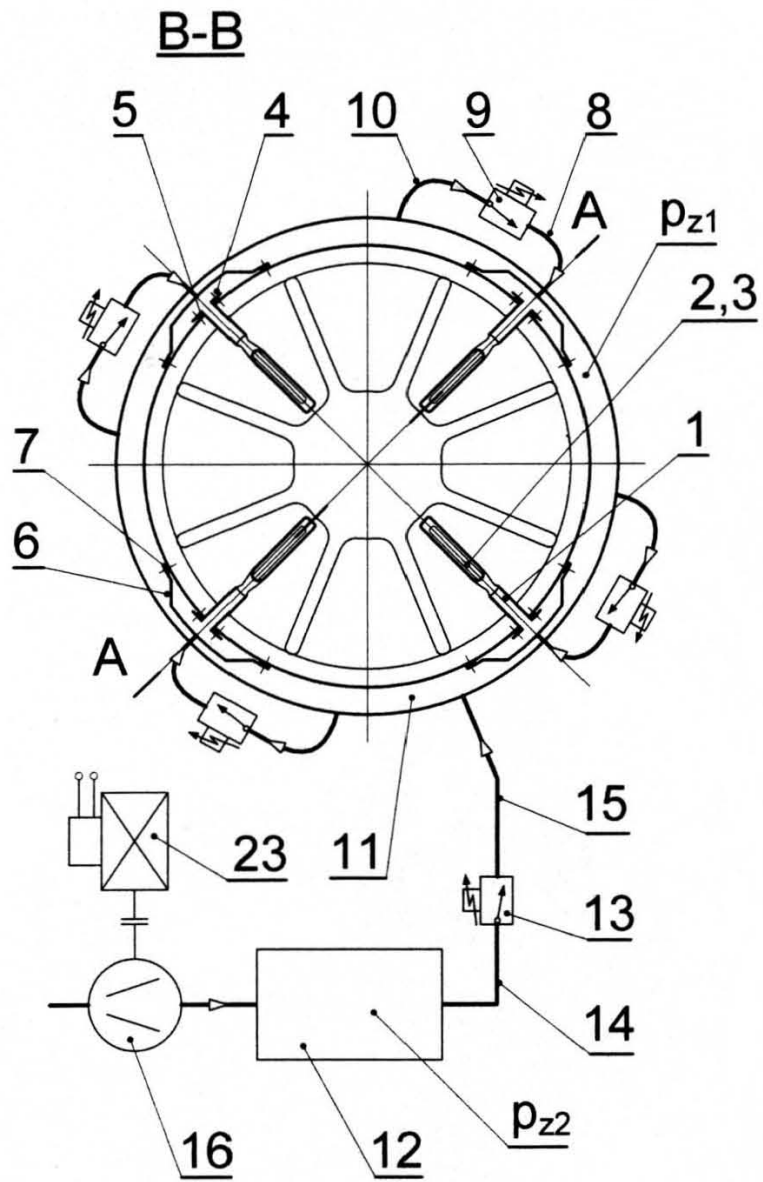


Fig. 2

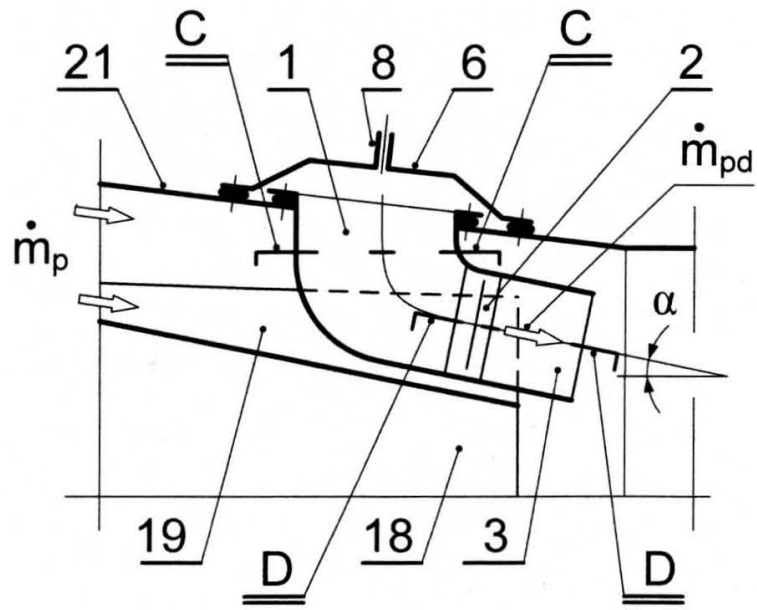


Fig. 3

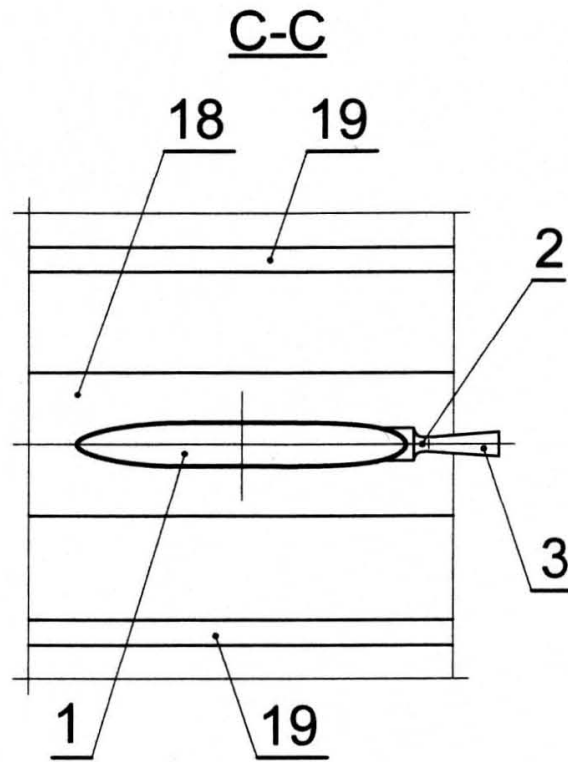


Fig.4

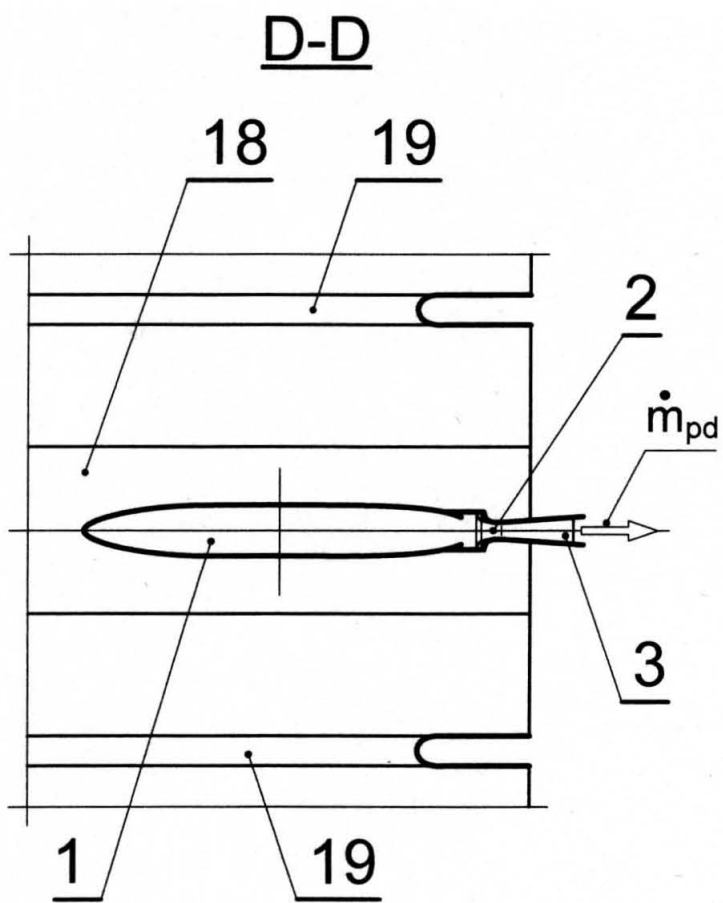


Fig. 5