



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 26.10.76 (P. 193266)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 08.05.78

Opis patentowy opublikowano: 30.06.1982

Int. Cl.² F02K 1/24
F02K 1/02

CZYTELNIA

Urzedu Patentowego
Państwa Rzeczpospolitej Ludowej

Twórcy wynalazku: Georgy Petrovich Svishev, Jury Grigorievich Zhulev, Jury Fedorovich Potapov, Viktor Ivanovich Ilin, Reamir Adamovich Izmailov, Andrei Stepanovich Merega, Valentin Fedorovich Spivak, Viktor Mikhailovich Chuiko, Jury Vladimirovich Dergachev, Anatoly Grigorievich Dvornikov

Uprawniony z patentu: Georgy Petrovich Svishev, Moskwa; Jury Grigorievich Zhulev, Zhukovsky; Jury Fedorovich Potapov, Zhukovsky; Viktor Ivanovich Ilin, Zhukovsky; Reamir Adamovich Izmailov, Kiev; Andrei Stepanovich Merega, Kiev; Valentin Fedorovich Spivak, Arseniev; Viktor Mikhailovich Chuiko, Zaporozhie; Jury Vladimirovich Dergachev, Zaporozhie; Anatoly Grigorievich Dvornikov, Zaporozhie (Związek Socjalistycznych Republik Radzieckich)

Urządzenie ejektorowe do zwiększenia ciągu silnika

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie ejektorowe do zwiększenia ciągu silnika.

Urządzenie według niniejszego wynalazku może być z powodzeniem wykorzystane do zwiększenia ciągu silników samolotów stosowanych na przykład w lotnictwie rolniczym.

Wynalazek może być także stosowany do silników odrzutowych środków transportu takich, jak statki na poduszce powietrznej, lokomotywy kolejowe i podobnych.

Znane jest urządzenie ejektorowe do zwiększenia ciągu silnika, zawierające nasadkę ejektora umieszczoną z prądem powietrza za dyszą silnika o kołowym przekroju poprzecznym.

Nasadka ejektora składa się z rozmieszczonych kolejno z prądem powietrza: konfuzora, komory mieszania i dyfuzora, których powierzchnie wewnętrzne tworzą wyprofilowaną wewnętrzną powierzchnię nasadki ejektora.

Strumień gazu o kołowym przekroju poprzecznym, wypływający z dyszy pracującego silnika, płynie do nasadki ejektora. Zasysane tym strumieniem powietrze z otoczenia wpływa przez konfuzor do komory mieszania, gdzie zostaje zmieszane z wymienionym strumieniem. Wymieszany strumień przechodzi przez dyfuzor i zostaje wyrzucony w otaczającą przestrzeń. W wyniku procesu zasysania i mieszania powstaje dodatkowy ciąg silnika.

Wadą znanego urządzenia ejektorowego do zwiększenia ciągu silnika, w którym ciąg powstaje w wyniku zasysania powietrza z otoczenia za pomocą strumienia silnika z dyszą o kolistym przekroju poprzecznym, jest duża długość komory mieszania nasadki ejektora.

2

Konieczność stosowania komory mieszania o dużej długości wynika z nie dość efektywnych ssących właściwości strumieni o kolistym przekroju poprzecznym. W przypadku strumieni o kolistym przekroju poprzecznym nasadka ejektora pracuje przy długości komory mieszania równej od pięciu do ośmiu jej średnic.

Stosowanie takich urządzeń ejektorowych do zwiększenia ciągu jest niedogodne z powodu ich dużych rozmiarów i ciężaru. Zmniejszenie długości komory mieszania prowadzi do znacznego spadku przyrostu ciągu. Tak na przykład dwukrotne zmniejszenie długości komory mieszania powoduje ponad czterokrotne zmniejszenie przyrostu ciągu.

Przy instalowaniu nasadki ejektora na samolocie konieczne jest zmniejszenie wymiarów nasadki, w pierwszym rzędzie poprzez zmniejszenie długości komory mieszania, która w znanej konstrukcji osiąga dużą wielkość.

Znane jest małogabarytowe urządzenie ejektorowe do zwiększenia ciągu, zawierające nasadkę ejektora o długości równą jednej do dwóch średnic komory mieszania.

Jednakże takie urządzenie do zwiększenia ciągu może pracować efektywnie tylko wtedy, gdy dysza silnika posiada wylotowy przekrój nie w postaci kolistej lub owalnej, lecz złożonej na przykład gwiazdистой przy której zwiększa się powierzchnia współoddziaływania strumienia zasysającego i zasysanego.

Silnik z dyszą o złożonym kształcie posiada jednak ograniczony zakres stosowania. Taki silnik nie może być eksplloatowany w aparacie latającym bez urządzenia ejektoro-

wego do zwiększenia ciągu z uwagi na duże straty w dyszy o złożonym kształcie.

Celem niniejszego wynalazku jest wyeliminowanie wskazanych niedogodności i wykonanie urządzenia ejektorowego do zwiększenia ciągu silnika o takich cechach konstrukcyjnych, które zapewniłyby znaczne zwiększenie ciągu przy zachowaniu niewielkich rozmiarów i ciężaru tego urządzenia w porównaniu ze znanymi konstrukcjami.

Cel ten rozwiązano w ten sposób, że urządzenie ejektorowe według wynalazku posiada osłonę pierścieniową w formie ściętego stożka, umieszczoną pomiędzy dyszą silnika i nasadką ejektora tak, że wlotowy przekrój osłony pierścieniowej, posiadający większą średnicę, sąsiaduje z wylotowym przekrojem dyszy silnika, a wylotowy przekrój osłony pierścieniowej, posiadający mniejszą średnicę sąsiaduje z wlotowym przekrojem nasadki ejektora, przy czym wymieniona osłona pierścieniowa posiada wzdłużne szczeliny, rozmieszczone na jej obwodzie w jednakowej odległości jedna od drugiej.

Przy takiej konstrukcji urządzenia ejektorowego do zwiększenia ciągu silnika, wypływający z dyszy silnika strumień o kolistym przekroju poprzecznym, dzięki wypływowi części powietrza ze wzdłużnych szczelin, ulega przekształceniu w strumień o złożonym kształcie przekroju poprzecznego.

Strumień o takim złożonym kształcie charakteryzuje się zwiększoną powierzchnią współoddziaływania z otaczającym powietrzem w porównaniu ze strumieniem o kolistym przekroju poprzecznym. W rezultacie zwiększa się masa zasysanego strumieniem powietrza i odpowiednio zwiększa się przyrost ciągu silnika.

Celowe jest, by tworząca powierzchnię osłony pierścieniowej w urządzeniu ejektorowym według wynalazku tworzyła z wzdłużną osią tej osłony kąt równy 9° . Przez to uzyskuje się optymalny stosunek między wielkością powierzchni strumienia o złożonym kształcie w przekroju poprzecznym i stratami z powodu tarcia przy przepływie strumienia przez osłonę pierścieniową.

Zaleca się, by pole powierzchni szczelin stanowiło 50% pola powierzchni osłony pierścieniowej. Również sprzyja to uzyskaniu optymalnego stosunku między wielkością powierzchni strumienia o złożonym kształcie w przekroju poprzecznym i stratami z powodu tarcia przy przepływie strumienia przez osłonę pierścieniową.

Korzystne jest, gdy przekrój wlotowy osłony pierścieniowej jest umieszczony w jednej płaszczyźnie z przekrojem wlotowym nasadki ejektora. Dzięki temu uzyskuje się bardziej efektywne zmieszanie wypływającego z osłony pierścieniowej strumienia z zasysanym z atmosfery powietrzem i w związku z tym większy przyrost ciągu.

Przy wykorzystywaniu urządzenia ejektorowego według wynalazku, osiąga się znaczne zwiększenie przyrostu ciągu przy istotnie mniejszych jego wymiarach i ciężarze w porównaniu ze znanymi konstrukcjami. Tak, na przykład długość urządzenia według wynalazku może stanowić zaledwie czwartą część długości znanego urządzenia w zastosowaniu do tego samego silnika.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia urządzenie ejektorowe według wynalazku, schematycznie w przekroju wzdłużnym, fig. 2 — to samo urządzenie w widoku pokazanym strzałką A na fig. 1, fig. 3 — urządzenie ejektorowe według wynalazku w przykładzie wykonania, który zawiera osłonę pierścieniową przymocowaną do nasadki ejektora, schematycznie w przekroju wzdłużnym,

fig. 4 — to samo urządzenie w widoku pokazanym strzałką B na fig. 3, fig. 5 — krzywa zależności $\frac{\Delta R}{\Delta R_{\max}}$ od 2α ,

gdzie α = kąt pochylenia tworzącej osłony pierścieniowej do jej osi wzdłużnej; ΔR = przyrost ciągu przy różnych wielkościach kąta pochylenia α ; $\Delta R_{\max}$ = maksymalny przyrost ciągu przy wielkości kąta pochylenia $\alpha = 9^\circ 20'$,

fig. 6 — krzywą zależności $\frac{\Delta R}{\Delta R_{\max}}$ od m , gdzie m = ilość

10 szczelin; ΔR = przyrost ciągu przy różnej ilości szczelin; $\Delta R_{\max}$ = maksymalny przyrost ciągu uzyskiwany przy ilości szczelin równej czterem, fig. 7 — krzywą zależności

$\frac{\Delta R}{\Delta R_{\max}}$ od $\frac{h}{d}$, gdzie h = szerokość szczeliny; d = średnica

15 przekroju wlotowego dyszy; ΔR = przyrost ciągu przy różnych wielkościach $\frac{h}{d}$, $\Delta R_{\max}$ = maksymalny przyrost

ciągu, uzyskiwany przy optymalnej wielkości $\frac{h}{d} = 0,32$,

20 fig. 8 — krzywą zależności $\frac{\Delta R}{\Delta R_{\max}}$ od $\frac{1}{d}$, gdzie l = długość

szczeliny; d = średnica przekroju wlotowego dyszy,

ΔR = przyrost ciągu przy różnych wielkościach $\frac{1}{d}$, $\Delta R_{\max}$ =

25 = przyrost ciągu przy optymalnej wielkości $\frac{1}{d}$, fig. 9 —

krzywe zależności R — ciągu silnika od n — liczby obrotów silnika bez urządzenia zwiększającego ciąg i z urządzeniem ejektorowym, wykonanym według niniejszego wynalazku, fig. 10 — krzywe zależności R — ciągu silnika i jego ciągu

30 zapasowego $R-Q$, gdzie Q = opór samolotu, od szybkości w lotu samolotu, z urządzeniem ejektorowym według wynalazku i bez tego urządzenia.

Urządzenie ejektorowe ma nasadkę ejektora 1 (fig. 1), umieszczoną za dyszą 2 silnika odrzutowego, nie pokazanego

35 na rysunku, która jest okrągłą w przekroju poprzecznym. Nasadka ejektora 1 jest umieszczona w jednej osi O-O z dyszą 2 i przymocowana do kadłuba 3 aparatu latającego za pomocą wsporników 4.

40 Nasadka ejektora 1 posiada formę ciała obrotowego z wyprofilowaną wewnętrzną powierzchnią, którą tworzy konfuzor 5, to jest zwężająca się z prądem powietrza część nasadki, cylindryczna komora mieszania 6 i dyfuzor 7, to jest część nasadki, rozszerzająca się z prądem powietrza pod kątem B równym 3° . Konfuzor 5, komora mieszania 6 i dyfuzor 7 są umieszczone kolejno po sobie z prądem

45 powietrza. Powierzchnia zewnętrzna 8 nasadki ejektora 1 jest powierzchnią stożkową.

50 Urządzenie ejektorowe zwiększające ciąg posiada także osłonę pierścieniową 9 (fig. 1 i 2) umieszczoną w osi O-O między dyszą 2 silnika i nasadką ejektora 1.

Przekrój wlotowy 10 (fig. 1) osłony pierścieniowej 9 sąsiaduje z przekrojem wlotowym 2a dyszy 2, a wylotowy przekrój 11 osłony pierścieniowej 9 — z wlotowym przekrojem 1a nasadki ejektora 1. Osłona pierścieniowa 9 posiada szczeliny wzdłużne 12 rozmieszczone w jednakowej odległości od siebie.

60 W opisywanym przykładzie wykonania znajdują się cztery szczeliny z równoległymi krawędziami wzdłużnymi 13. Krawędzie czołowe 14 szczelin 12 znajdują się w pewnej odległości od przekroju wlotowego 10 osłony pierścieniowej 9. Od strony przekroju wlotowego 11 osłony pierścieniowej 9 szczeliny są otwarte.

W innych przykładach wykonania ilość szczelin 12 może być inna, na przykład od trzech do sześciu.

Na zewnętrznej powierzchni osłony pierścieniowej 9 w celu zwiększenia jej sztywności, znajdują się żeberka 15, rozmieszczone równomiernie między szczelinami 12. Osłona pierścieniowa 9 jest przymocowana do dyszy 2 za pomocą wyprofilowanego elementu mocującego 16.

Dzięki obecności szczelin 12 wypływający z dyszy 2 przez osłonę pierścieniową 9 strumień przybiera złożoną postać. W wyniku tego poprawia się ssąca zdolność strumienia i odpowiednio zwiększa przyrost ciągu.

Tworząca 9a powierzchni osłony pierścieniowej tworzy kąt α z osią O-O równy $9^{\circ}20'$. Kąt ten może być również zawarty w granicach od 8° do 11° .

Na fig. 3 i 4 uwidoczniono urządzenie ejektorowe o konstrukcji analogicznej do opisanej wyżej z tym, że osłona pierścieniowa 9 jest przymocowana bezpośrednio do nasadki ejektora 1 za pośrednictwem żeberka 17.

Na fig. 5 przedstawiono krzywą zależności ilorazu $\frac{\Delta R}{\Delta R_{\max}}$ od wielkości kąta 2α , gdzie ΔR — przyrost ciągu przy różnych wielkościach kąta 2α , a $\Delta R_{\max}$ — przyrost ciągu przy optymalnej wielkości oznaczonego na osi odciętych kąta 2α , równej $18^{\circ}40'$. Zależność ta została przedstawiona dla urządzenia ejektorowego z osłoną pierścieniową posiadającą $m = 4$ szczelin wzdłużnych 12 i charakteryzującą się stosunkami $\frac{h}{d} = 0,24$ i $\frac{l}{d} = 0,92$, gdzie h — szerokość szczeliny, l — długość szczeliny, d — średnica przekroju wylotowego 2a dyszy 2 silnika. Krzywa wskazuje, że maksymalny stosunek $\frac{\Delta R}{\Delta R_{\max}}$, równy jedności, uzyskuje się dla kąta $2\alpha = 18^{\circ}40'$.

Na fig. 6 przedstawiono krzywą zależności ilorazu $\frac{\Delta R}{\Delta R_{\max}}$ od m , gdzie ΔR — przyrost ciągu przy różnej ilości szczelin 12, a $\Delta R_{\max}$ — przyrost ciągu przy optymalnej liczbie $m = 4$ szczelin 12, oznaczonej na osi odciętych. Krzywa ta została wykreślona dla wielkości $2\alpha = 18^{\circ}40'$, $\frac{h}{d} = 0,24$; $\frac{l}{d} = 0,92$. Krzywa wskazuje, że stosunek $\frac{\Delta R}{\Delta R_{\max}}$ przyjmuje największą wielkość równą jedności przy liczbie szczelin $m = 4$. Pole powierzchni szczelin 12 osłony pierścieniowej 9 stanowi 50% pola powierzchni tej osłony.

Na fig. 7 przedstawiono krzywą zależności ilorazu $\frac{\Delta R}{\Delta R_{\max}}$ od odłożonego na osi odciętych ilorazu $\frac{h}{d}$, gdzie ΔR — przyrost ciągu przy różnych wielkościach ilorazu $\frac{h}{d}$, $\Delta R_{\max}$ — przyrost ciągu przy optymalnej wielkości ilorazu $\frac{h}{d} = 0,32$, w którym tak jak i poprzednio h — szerokość szczeliny, d — średnica przekroju wylotowego 2a dyszy 2. Przy tym ilość szczelin 12 $m = 4$, kąt $2\alpha = 18^{\circ}40'$, $\frac{l}{d} = 0,92$, gdzie l — długość szczeliny.

Na fig. 8 przedstawiono krzywą zależności ilorazu $\frac{\Delta R}{\Delta R_{\max}}$ od ilorazu $\frac{l}{d}$ przy wartościach $2\alpha = 18^{\circ}40'$, $m = 4$, $\frac{h}{d} = 0,32$, ΔR — przyrost ciągu przy różnych wielkościach

ilorazu $\frac{l}{d}$, $\Delta R_{\max}$ — przyrost ciągu przy optymalnej wielkości ilorazu $\frac{l}{d}$.

Krzywe na fig. 7 i 8 wskazują, że istnieją optymalne wielkości l — długości i h — szerokości szczelin 12, przy których pole powierzchni szczelin stanowi 50% pola powierzchni osłony pierścieniowej 9.

W opisywanym przykładzie wykonania przekrój wylotowy 11 osłony pierścieniowej 9 jest umieszczony w jednej płaszczyźnie z przekrojem wlotowym 1a nasadki ejektora 1. Urządzenie ejektorowe działa w następujący sposób.

Strumień o kolistym przekroju poprzecznym, wypływający z przekroju wylotowego 2a dyszy 2 pracującego silnika, wpada do osłony pierścieniowej 9. W osłonie pierścieniowej 9, dzięki jej stożkowatości i obecności szczelin 12, zachodzi przekształcenie strumienia o kolistym przekroju poprzecznym w strumień o złożonej postaci przekroju poprzecznego. W wyniku tego zwiększa się powierzchnia wypływającego z osłony pierścieniowej 9 strumienia. Strumień o zwiększonej powierzchni zasysa większą ilość powietrza z otoczenia. Porwane strumieniem powietrze, wpadając do konfuzora 5 nasadki ejektora 1, nabiera większej szybkości. W komorze mieszania 6 rozpoczyna się mieszanie porwanego powietrza ze strumieniem, które jest kontynuowane w dyfuzorze 7. Wpływający do dyfuzora strumień traci na szybkości i zostaje wyrzucony w otaczającą przestrzeń.

W wyniku przyłączenia zassanego powietrza do strumienia wypływającego z osłony pierścieniowej 9, powstaje dodatkowy ciąg, którego wielkość jest proporcjonalna do przyłączonej masy powietrza.

Doświadczalny model urządzenia ejektorowego zainstalowano na samolocie rolniczym posiadającym silnik typu AI-25. Na fig. 9 przedstawiono eksperymentalne krzywe zależności ciągu R_{KG} silnika typu AI-25 z urządzeniem ejektorowym zwiększającym ciąg (krzywa C) i bez niego (krzywa D) od liczby obrotów n na minutę wirnika sprężarki wysokoprężnej. Krzywe wskazują, że ciąg silnika z urządzeniem ejektorowym zwiększającym ciąg jest znacznie wyższy na przykład o 11%. Zależność dla ciągu silnika ze znanym urządzeniem ejektorowym bez stożkowej osłony pierścieniowej przedstawiono na fig. 9 za pomocą krzywej E. Fig. 9 wykazuje, że zastosowanie stożkowej osłony pierścieniowej istotnie zwiększa przyrost ciągu.

Za pomocą urządzenia ejektorowego można uzyskać zwiększenie ciągu w warunkach startu samolotu rolniczego wyposażonego w silnik turbodrzutowy typu AI-25.

Wyniki przedmuchiwania samolotu w tunelu aerodynamicznym z pracującym silnikiem typu AI-25, zarówno z urządzeniem ejektorowym, jak i bez niego, przedstawiono na fig. 10 w postaci krzywych zależności ciągu R_{KG} od szybkości lotu v w m/sekundę, w warunkach pracy silnika przy starcie.

Krzywa L na fig. 10 odpowiada lotowi z urządzeniem ejektorowym, krzywa P na fig. 10 — lotowi bez tego urządzenia. Na tejże fig. 10 liniami przerywanymi przedstawiono zależności wielkości $R-Q$, stanowiącej różnicę między R_{KG} i sumarycznym oporem aerodynamicznym Q samolotu z urządzeniem ejektorowym według niniejszego wynalazku (krzywa S) i bez tego urządzenia (krzywa T), a szybkością lotu samolotu v w m/sekundę.

Zależności przedstawione na fig. 10 wskazują, że ciąg R_{KG} i ciąg zapasowy $R-Q$ samolotu z urządzeniem ejekto-

rowym znacznie zwiększają się. Pozwala to istotnie skrócić długość drogi startowej samolotu.

Rozumie się samo przez się, że specjaliści mogą wnieść szereg, nie wychodzących poza ramy wynalazku, zmian w urządzeniu, które opisano tu wyłącznie jako nieograniczający przykład.

Doświadczalny model przedkładanego urządzenia ejektorowego poddano wszechstronnym badaniom, których wyniki potwierdziły dostatecznie wysoką efektywność jego pracy.

Całkowita długość urządzenia zwiększającego ciąg silnika typu AI-25 wynosi przykładowo pięć średnic wylotowego przekroju dyszy, podczas gdy całkowita długość znanego urządzenia zwiększającego ciąg wynosi przykładowo 17,5 średnic wylotowego przekroju dyszy.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie ejektorowe do zwiększania ciągu silnika, zawierające umieszczoną z prądem powietrza za dyszą 20

znamiennie tym, że posiada osłonę pierścieniową (9) w formie ściętego stożka, umieszczoną pomiędzy dyszą (2) silnika i nasadką ejektora (1) tak, że przekrój wlotowy (10) osłony pierścieniowej (9), posiadający większą średnicę, sąsiaduje z przekrojem wylotowym (2a) dyszy (2) silnika, a przekrój wylotowy (11) osłony pierścieniowej (9), posiadający mniejszą średnicę sąsiaduje z przekrojem wlotowym (1a) nasadki ejektora (1), przy czym wymieniona osłona pierścieniowa posiada szczeliny wzdłużne (12), rozmieszczone na jej obwodzie w jednakowej odległości jedna od drugiej.

2. Urządzenie ejektorowe według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że tworząca powierzchni osłony pierścieniowej (9) tworzy z wzdłużną osią tej osłony kąt równy 9° .

3. Urządzenie ejektorowe według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że pole powierzchni szczelin (12) stanowi 50% pola powierzchni osłony pierścieniowej (9).

4. Urządzenie ejektorowe według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że przekrój wylotowy (11) osłony pierścieniowej (9) jest umieszczony w jednej płaszczyźnie z przekrojem wlotowym (1a) nasadki ejektora (1).

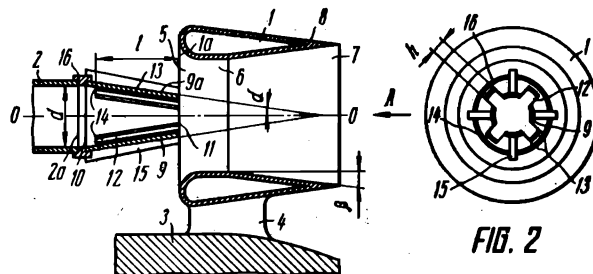


FIG. 1

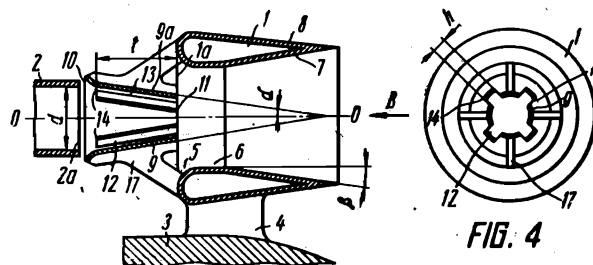


FIG. 3

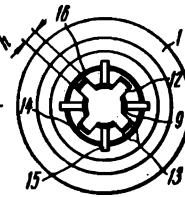


FIG. 2

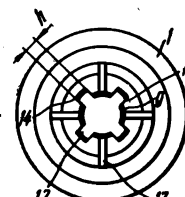


FIG. 4

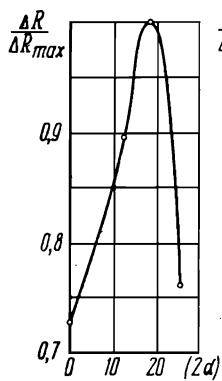


FIG. 5

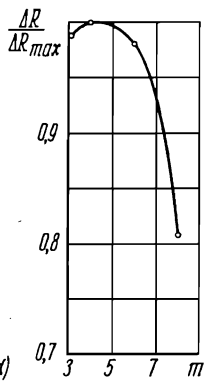


FIG. 6

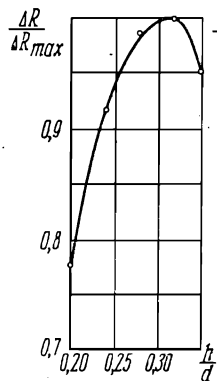


FIG. 7

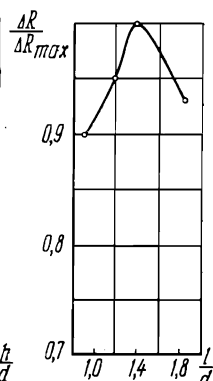


FIG. 8

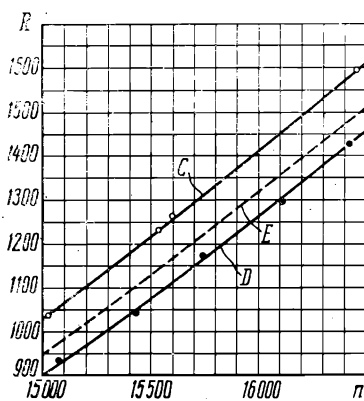


FIG 9

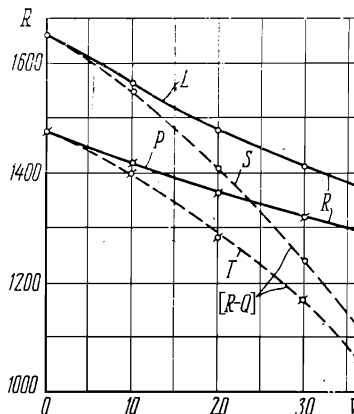


FIG 10