

Warszawa, 30 maja 1934 r.

B64c 11/34

URZĄD PATENTOWY



## RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

# OPIS PATENTOWY

Nr 19868.

Kl. 62 c, 6/01.

Dimitri Sensaud de Lavaud  
(Paryż, Francja).

### Śmigło o zmiennym skoku.

Zgłoszono 13 listopada 1931 r.

Udzielono 22 marca 1934 r.

Pierwszeństwo: 14 listopada 1930 r. dla zastrz. 1—5 (Francja).

Wynalazek niniejszy dotyczy śmigła dla samolotów, zmieniającego samoczynnie skok podczas lotu.

Znane są śmigła, których śmigi są osadzone przegubowo w piaście i w których moment aerodynamiczny, starający się zmniejszyć skok, jest zrównoważony przez moment odśrodkowy przeciwdziałający. Wynik ten zostaje osiągnięty przez nadanie śmidze kształtu jatağanu lub przez pochylenie włókna obojętnego względem osi obrotu.

Tego rodzaju śmigła, w których z konieczności wykorzystuje się moment odśrodkowy, zależny od pokręcania, nie dają możliwości regulowania odśrodkowego i nie

pozwalają na dowolne oznaczanie położenia równowagi.

Śmigło według wynalazku różni się zasadniczo od znanych śmigieł tem, że zależne od pokręcenia zmiany momentu odśrodkowego, działającego na śmigę w kierunku zwiększania skoku, są dowolnie zmniejszane, jak również i tem, że zostaje uzyskiwana równowaga między momentem aerodynamicznym, starającym się zmniejszyć skok, momentem odśrodkowym, najlepiej mało zmieniającym się i zawsze większym od momentu aerodynamicznego, oraz przeciwdziałającym momentem sprężystym, zależnym jedynie od pokręcania śmigi.

Aby uczynić moment odśrodkowy praktycznie niezależnym od obracania się śmigła na czopie, umieszcza się włókno obojętne śmigła, zgodnie z ważną cechą wynalazku w taki sposób, że nie przechodzi ono przez oś obrotu śmigła. W ten sposób w celu wytworzenia momentu odśrodkowego używa się już nie ramienia, określanego przez odchylenie się środka ciężkości w kierunku posuwania się naprzód, które jest zmienne w zależności od pokręcania się śmigła, lecz odwrotnie, ramienia powstającego wskutek nachylenia włókna obojętne w kierunku obrotu, które, praktycznie biorąc, jest stałe w granicach pokręcania się śmigła.

W położeniu wyjściowym śmigła włókno obojętne jest umieszczone w płaszczyźnie prostopadłej do osi obrotu tak, iż w tem położeniu nie ma żadnego nachylenia w kierunku posuwania się naprzód i że moment, powstający wskutek takiego nachylenia, jest zerem. Z każdą śmigłą jest połączony znajdujący się w równowadze niestałej odśrodkowy kompensator tak umieszczony, by jego wpływ niweczył wpływ odchylenia środka ciężkości śmigła w kierunku posuwania się naprzód, gdy śmigła pokręca się. Wpływ więc momentu, powstającego wskutek tego nieuniknionego odchylenia, zostaje zniweczony. Oczywiście, że zapomocą tego kompensatora można otrzymać moment większy i w kierunku przeciwnym poprzedniemu, w celu dowolnego zwiększania czułości regulowania.

Niniejszy wynalazek polega na otrzymywaniu w każdej chwili równowagi trzech momentów:

a. momentu aerodynamicznego, starającego się zmniejszyć skok;

b. wypadkowego momentu odśrodkowego, regulowanego przez kompensator i starającego się zwiększyć skok, najlepiej przewyższającego moment aerodynamiczny, niezależnego od pokręcania się lub nawet zmieniającego się w tym samym kie-

runku, co skok. Część tego momentu powinna, oczywiście, równoważyć naturalny moment, skręcający śmigło około jej włókna obojętne i starający się zmniejszyć skok;

c. momentu sprężystego, dopełniającego równowagę przy pokręcaniu się i starającego się przedewszystkiem zmniejszyć skok.

Inna cecha znamienna wynalazku polega na tem, że moment sprężysty otrzymuje się zapomocą skręcanego drążka, umieszczonego zboku względem dzioba silnika, a więc posiadającego dużą długość i jednocześnie przytrzymującego śmigło, na którą działa siła odśrodkowa, przyczem ta śmigła jest jeszcze przytrzymywana przez rurę prowadniczą na łożyskach kulkowych. Przez to unika się konieczności pochłaniania parcia odśrodkowego na łożyska kulkowe, które jest powodem nieprawidłowości i zmienności działania.

Aby wyjaśnić całkowicie zasadę działania śmigła według wynalazku, na fig. 1, 2, 3 załączonego rysunku przedstawiono schematycznie śmigło, w którym, w celu uogólnienia, pochyłono włókno obojętne w kierunku posuwania się naprzód (jak to jest znane) i skierowane to włókno obojętne poza oś obrotu śmigła (zgodnie z istotną cechą wynalazku).

Fig. 1 przedstawia rzut na płaszczyznę pionową, prostopadłą do osi obrotu śmigła, fig. 2 przedstawia rzut na płaszczyznę poziomą, a fig. 3 przedstawia rzut na płaszczyznę boczną.

Włókno obojętne śmigła, które w tym przypadku w myśl założenia jest proste w rzucie na płaszczyznę prostopadłą do osi  $O$  obrotu, daje linię prostą  $AB$  (fig. 1), położoną względem osi  $O$  z nachyleniem  $e$  w kierunku  $f$  obrotu.

To nachylenie daje możność osiągnięcia w położeniu początkowym całkowitego zrównoważenia śmigła przez moment odśrodkowy w stosunku do momentów wy-

tworzonych przez opór stawiony obrotowi i przez siłę napędową.

Śmiga obraca się na drążku skręcającym się  $AD$ , przesuniętym względem osi  $O$  w kierunku odwrotnym do kierunku obrotu.

Drażek ten wytrzymuje ciągnięcie odśrodkowe i, ponieważ jest położony z boku w stosunku do dzioba silnika, może posiadać dość znaczną długość, aby przy skręcaniu dawać odkształcenia, niezbędne dla samoczynności.

Siły boczne są przejmowane przez rurę prowadniczą, współosiową do skręcającego się drążka, która obraca się na łożysku kulkowym i jest w stanie stawiać opór działaniu odśrodkowemu zapomocą opórka, skoro tylko skręcający się drążek wydłuży się o żadaną wielkość.

W ten sposób ogranicza się automatycznie pracę rozciągania drążka środkowego w wypadku, gdyby szybkość obrotu stała się nadmierną.

W wyniku takiego osadzenia:

a. siła napędowa równoległa do osi obrotu i przyłożona do środka ciśnienia  $I$  śmigi działa przy pokręcaniu się śmigi na ramieniu  $h$ , stanowiącym odległość od środka ciśnienia  $I$  do skręcającego się drążka.

Ponieważ ramię  $h$  może być duże, to dokładność regulowania w stosunku do zmian siły napędowej jest zawsze wystarczająca.

b. Siła odśrodkowa  $GH$  przyłożona do śmigi w jej środku ciężkości jest skierowana po prostopadłej przeprowadzonej z tego punktu na oś obrotu.

W przedstawionym ogólnym przykładzie siła ta posiada dwie składowe: jedną  $N$  równoległą do rzutu pionowego skręcającego się drążka, drugą  $T$ , prostopadłą do niego.

Siła  $T$  wytwarza moment odśrodkowy  $C'$ , dążący do zwiększenia skoku z chwilą, gdy prostolinijne włókno obojętne śmigi jest pochylone do przodu tak, iż rzut poziomy środka ciężkości  $G$  przypada przed

rzutem pionowym  $A$  o wielkość  $\delta$  liczoną równoległe do osi  $O$ . Gdyby włókno obojętne było pochylone ku tyłowi, moment  $C'$ , wytworzony przez  $T$ , starałby się zmniejszyć skok.

W płaszczyźnie przechodzącej przez skręcający się drążek i równoległej do osi obrotu drążek ten jest pochylony ku przodowi, przez co osiąga się podwójny wynik:

a. składowa odśrodkowa  $N$  staje się ukośną względem drążka, przyczem jej składowa prostopadła do drążka stara się zwiększyć skok i wytwarza drugi moment odśrodkowy regulujący  $C^2$ ;

b. opór śmigi stawiany obracaniu się, przechodząc z tyłu drążka skręcającego się, stara się, jak i siła napędowa, zmniejszyć skok.

Obliczenie uzasadniające wartość momentów  $C'$  i  $C^2$  jest bardzo proste. Z początku przyjmuje się, że drążek skręcający się jest prostopadły do osi obrotu. Wypadkowa odśrodkowa  $H$  przecina w punkcie  $A'$  płaszczyznę przechodzącą przez punkt  $A$  drążka skręcającego się prostopadłe do tego drążka. Punkt  $A'$  znajduje się przed płaszczyzną rysunku w odległości  $\delta$  stanowiącej nachylenie do przodu środka ciężkości śmigi. Siła  $H$  rozkłada się na  $N$  i  $T$ , przyczem pierwsza siła jest przesunięta w kierunku bocznym o  $\delta'$  i o  $\delta$  do przodu. Jedyny moment odśrodkowy, dążący do zwiększenia skoku jest  $T\delta$ , podczas gdy dwa momenty równoważące śmigi będą  $N\delta$  i  $N\delta'$ . Oczywiście, że dla wszystkich przekrojów zachowuje się zrównoważenie w stopniu dostatecznie dokładnym. Siła boczna działająca na łożyska kulkowe będzie  $T$ .

Jeżeli punkt  $A$ , w którym włókno obojętne napotyka drążek skręcający się, pozostaje nieruchomy, a drążek skręcający się będzie pochylony do przodu o kąt  $\varphi'$ , przyczem punkt  $D$  przechodzi z tyłu płaszczyzny figury, to moment  $T$  względem punktu  $A$  będzie  $T\delta$ , rzut zaś jego na oś

drażka będzie momentem odśrodkowym o wartości  $C' = T \delta \cos \varphi'$ .

Jeżeli przez  $\varphi$  oznaczono nachylenie  $N$  względem  $GH$ , to  $T = N \operatorname{tg} \varphi$ ,

$$\text{skąd } C' = N \delta \sin \varphi \cdot \frac{\cos \varphi'}{\cos \varphi}.$$

Co się tyczy drugiego momentu odśrodkowego, to rzut siły  $N$  na płaszczyznę prostopadłą do drażki wyraża się siłą  $N \sin \varphi'$ , która wytwarza drugi moment odśrodkowy  $C^2 = N \delta' \sin \varphi'$ , starający się zwiększyć skok.

Jak widać, pomiędzy dwoma momentami  $C'$  i  $C^2$  zachodzi zupełna analogja, przyczem dla pierwszego siła odśrodkowa  $T$  jest zespolona ze zmiennem ramieniem  $\delta$ , a dla drugiego siła odśrodkowa  $N$  jest zespolona z ramieniem stałym.

Gdy śmiga jest pokręcana, ramię  $\delta'$  doznaje tylko najmniejszych zmian, podczas gdy ramię  $\delta$  zmienia się tak, jak przesunięcie środka ciężkości śmigi.

W tych warunkach, w celu stworzenia w myśl wynalazku stałego momentu odśrodkowego, nie używa się, jak to było dotychczas czynione, składowej odśrodkowej  $T$  zespolonej ze zmiennem ramieniem  $\delta$ , lecz odwrotnie, składowej pionowej  $N$ , zespolonej z ramieniem  $\delta'$ , które jest, praktycznie biorąc, stałe.

W tym celu należy unikać w położeniu początkowym wszelkiego pochylenia do przodu włókna obojętnego, a zachować tylko nachylenie w kierunku obrotu, które, połączone z nachyleniem do przodu osi pokręcania, stanowi cechę znamionną wynalazku. Ramię  $\delta'$  można obrać dostatecznie duże, aby dać przy locie poziomym w pobliżu ziemi całkowite zrównoważenie śmigi pod względem oporu stawianego obrotowi i pod względem siły pociągowej.

Nie korzysta się więc z momentu odśrodkowego powstałego ze składowej  $T$  i ramienia  $\delta$ . Moment ten jest zerem w poło-

żeniu początkowym, lecz przybiera pewną wartość dodatnią albo ujemną, odpowiednio do kierunku pokręcania podczas regulowania, co wpływa ujemnie, ponieważ stawia on opór pokręcaniu, przytłumia czułość i zwięża granice regulowania.

Dlatego też do każdej śmigi jest przyłączony kompensator odśrodkowy, mający na celu kompensowanie zmian tego momentu, który ogranicza amplitudę i czułość regulacji samoczynnej. Kompensator stara się zatem zawsze w tych warunkach, w przeciwieństwie do momentu  $C^1$ , wspomagać rozpoczęte pokręcanie.

Wprowadzony zostaje zatem bardzo szybko zmieniający się dodatkowy moment odśrodkowy, który z chwilą, gdy śmiga jest pokręcana w kierunku zwiększenia skoku, stara się zwiększyć skok i to tem więcej, im pokręcenie jest większe. Przeciwnie, jeżeli śmiga jest pokręcona w kierunku zmniejszenia skoku, wspomniany moment dodatkowy winien starać się zmniejszyć skok i to tem bardziej, im kąt pokręcenia jest większy.

W ten sposób można nie tylko kompensować zmiany momentu odśrodkowego  $C^1$ , lecz, popierając dowolnie działanie kompensatora, można wytworzyć prawdziwe powiększenie regulacji zapomocą działania pomocniczej siły napędowej tego dodatkowego momentu. Można zatem nastawiać dowolnie i w każdym przypadku dokładność, amplitudę i czułość regulacji.

W celu osiągnięcia takiego wyniku stosuje się dla każdej śmigi przeciwwagę tego rodzaju, że pod działaniem siły odśrodkowej znajduje się ona w stanie równowagi niestałej. Przeciwwaga ta osadzona przegubowo na piaście wywiera swoje działanie na śmigę zapomocą drażki korbowego, zaklinowanego w taki sposób, że lekkie pokręcenie śmigi wytwarza duże przesunięcie przeciwwagi i duże zmiany momentu, który ona stwarza. Okazuje się więc, że taka przeciwwaga, pozostając w

położeniu odśrodkowej niestateczności, dąży do zwiększenia pokręceń śmigła i stwarza dodatkowy moment odśrodkowy, odpowiadający poprzednio podanym warunkom.

Zmieniając masę, ramię lub zaklinowanie przeciwwagi, posiada się bardzo czuły sposób regulacji skoku, pozwalający na utrzymanie pożądanej ilości obrotów z największą dokładnością.

Z tego wynika, że działanie śruby według wynalazku pozwala osiągnąć:

1. Regulację aerodynamiczną, to jest w stosunku do zmian siły napędowej i momentu poruszającego.

2. Regulację odśrodkową, ponieważ jeden z istniejących momentów nie zależy od szybkości.

3. Nastawienie tak dokładne, jak się tylko chce, za pomocą kompensatora.

Wreszcie urządzenie to samoczynnie równoważy śmigła, gdy siła napędowa się zwiększa. Pokręcanie w kierunku zmniejszenia skoku, które towarzyszy zwiększeniu tego zjawiska, przesuwając ku przodowi środek ciężkości śmigła, wytwarza wyprostowujący moment odśrodkowy, który samoczynnie równoważy dodatkowy moment zginający, powstający wskutek działania siły napędowej. Jest więc możliwe wykonanie cienkich śmigł, których wydajność jest lepsza.

Jest nawet przewidziane stosowanie śmigła nader cienkich, np. ze stalowej blachy. Obliczenie jednak wykazuje, że gdyby śmigła ugięła się jednostajnie, to pokręcenia nie zostałyby zapoczątkowane, gdyż śmigła samoczynnie będzie ugięte, skoro siła napędowa zacznie wzrastać, a zachodzący wskutek tego przesuw środka ciężkości do przodu spowoduje moment odśrodkowy  $C'$ , starający się zwiększyć skok i równoważący dokładnie zmiany momentu aerodynamicznego. Aby zapoczątkowanie mogło mieć miejsce, jest przewidziane stosowanie cienkich śmigł, mogą-

cych się odkształcać tylko na części swej długości, przyczem w pobliżu ich podstawy jest zachowana sztywność. Ugięcie początkowe końca śmigła z chwilą, gdy siła napędowa wzrasta, nie przeszkadza zapoczątkowaniu pokręcania i, gdy śmigła jest pokręcona, to elastyczna jej część samoczynnie się wyprostowuje.

Oczywiście, że zakres wynalazku obejmuje:

1. Wypadek, gdy włókno obojętne śmigła odpowiada opisanemu urządzeniu, lecz nie jest prostolinijne. Może ono być łukowate, krzywe lub płaskie tak, aby w każdym przekroju śmigła była dobrze zrównoważona.

2. Wszelkie inne urządzenie do pokręcania śmigła lub do otrzymywania momentu sprężystego.

Naprzekąd można osadzić śmigła na łózkach kulkowych lub na słupkach o zakończeniach kulistych i dołączyć sprężyny pojedyncze lub wielokrotne, działające oddzielnie na każdą śmigła lub na wspólny narząd łączący.

3. Wszelkie inne urządzenie do otrzymywania wypadkowego momentu odśrodkowego dążącego do zwiększenia skoku niezależnego od pokręcenia lub zmieniającego się w tym samym kierunku co skok i połączonego z momentem aerodynamicznym i momentem sprężystym.

4. Oddzielne zastosowanie jednego z urządzeń, stanowiących przedmiot patentu, lub kilku takich urządzeń, jak również ich odmian. W ten więc sposób można obejść się bez kompensatora momentu w wypadkach, gdy się chce zadowolnić tylko ograniczoną czułością, oraz można odwrócić ramię  $\delta'$ , przesuwając punkt  $A'$  (fig. 1) do przodu w stosunku do kierunku obrotu. Wówczas trzeba pochylić skręcające się drążki ku tyłowi, aby odnaleźć moment odśrodkowy  $C^2$ , starający się zwiększyć skok.

5. Zastosowanie układu śmigła lub kom-

pensatora w wypadku śmigła o zmiennym skoku rozrządzanym. Otrzymanie momentu odśrodkowego  $C^2$  lub momentu równoważącego ma wówczas na celu zrównoważenie naturalnego momentu skręcającego, starającego się zaryglować śmigły przy ich najmniejszym skoku, i umożliwienie łatwego rozrządu w obu kierunkach.

6. Zastosowanie kompensatora do śmigieł, w których jako moment odśrodkowy stosowany jest moment  $C'$ .

Stosując urządzenia według wynalazku, można wreszcie otrzymać podczas lotu samoczynne uchylenie się śmigła od działania z chwilą, gdy silnik zaczyna być napędzany przez śmigło.

Silnik się zatrzymuje, skok zaś śmigła zwiększa się dostatecznie, aby ich opór aerodynamiczny stał się nieznaczny. Stanowi to znaczną zaletę w płatowcach wielosilnikowych, których własności lotnicze przy pewnej ilości zatrzymanych silników zostają znacznie polepszone.

Silniki, pozostające w ruchu dzięki regulowaniu skoku, zachowują swą zasadniczą szybkość, podczas gdy wydajność ich śmigieł zmniejsza się w daleko mniejszym stopniu, niż przy śmigłach o skoku stałym. Śmigła zaś w innych silnikach zamiast jałowego obracania tych silników ze znacznym oporem osiowym, zatrzymują się i wyłączają się, co ogromnie zmniejsza opór.

W tym celu:

a. każda śmigła jest umieszczona tak, że moment aerodynamiczny, wytwarzany przez siłę napędową i opór stawiany obrotowi, przewyższa wypadkowy moment odśrodkowy na wysokości, dla której jest przewidziane usunięcie się śmigła od działania przez to, że drążek środkowy zostaje skręcony w kierunku zmniejszających się skoków. Robi się to w tym celu, aby na tej wysokości można było puścić zatrzymane silniki w ruch, gdyż śmigły ich przybierają natychmiast położenie normalne,

b. kompensator momentu jest osadzo-

ny tak, iż pozostawia śmidze swobodę usunięcia się od działania w kierunku zwiększenia skoku, poczynając od pewnego pokręcenia, zapomocą wychwyty lub zaryglowania,

c. koniec skręcającego się drążka, przeciwległy śmidze, ma możliwość obracania się w kierunku wzrastających skoków na łożysku kulkowym, połączonym z krążkiem Belleville'a lub innym.

Jest wskazane, aby przy normalnej pracy kulki nie pochłaniały całkowitego ciągnięcia odśrodkowego i żeby drążek nie posiadał jednokierunkowej swobody ruchów, gdyż na dużych wysokościach moment aerodynamiczny jest zawsze niższy od momentu odśrodkowego.

Osiąga się to, umieszczając tor toczenia się kulek na elastycznej płycie oporowej tego rodzaju, że przy normalnej pracy płyta ta ugina się i opiera o płaskie powierzchnie, najlepiej zlekka porowkowane, aby usunąć wszelką swobodę ruchów. Gdy szybkość obrotu obniży się dostatecznie, opór sprężystej płytki zwycięża, zętknięcie się pomiędzy płaskimi powierzchniami ustaje i drążek odzyskuje swobodę posuwania się na kulkach w kierunku zwiększenia skoku.

Z tego wynika, że gdy śmigło staje się odbiornikiem, jego szybkość obrotu znacznie się obniża i ruch odbywa się na kulkach, zaś usunięcie się od działania w kierunku zwiększenia skoku odbywa się zapomocą jednoczesnego odwrócenia siły napędowej i oporu stawianego obrotowi. Wszystkie momenty pokręcające starają się zwiększyć skok, a śmigły usuwają się samoczynnie aż do granicy, ustalonej przez łożysko. Z chwilą, gdy silnik zostanie puszczoney w ruch na takiej wysokości, że moment aerodynamiczny bierze górę nad momentem odśrodkowym, śmigły przybierają swe położenie normalne.

Jako na odmianę można zgodzić się na to, żeby wypadkowy moment odśrodkowy

brał zlekka górę nad momentem aerodynamicznym, i wyrównać różnicę zapomocą sprężyny. Różnica w zrównoważeniu pomiędzy dwoma momentami powinna pozostać dostatecznie mała, aby sprężyna nie stawiała oporu usunięciu się od działania.

Zresztą zakres wynalazku obejmuje wszystkie urządzenia, pozwalające stosować osadzanie śmig według wynalazku i kombinację trzech zasadniczych momentów w celu osiągnięcia samoczynnego usunięcia się śmig od działania.

Fig. 4 — 9 przedstawiają dla przykładu jedynie taką formę wykonania śmigła według wynalazku, jaka była opisana i schematycznie przedstawiona na fig. 1 — 3. Fig. 4 przedstawia widok ztyłu, przyczem dziób silnika znajduje się przed płaszczyzną rysunku; fig. 5 — przekrój według linii V — V na fig. 4; fig. 6 przekrój według linii VI — VI na fig. 5; fig. 7 i 8 — odpowiednio widoki zprzodu i zboku śmigła według wynalazku, zaś fig. 9 przedstawia jego rzut poziomy.

W tym przykładzie śmigi  $1^a$  i  $1^b$  są połączone z piastą 2 w jednakowy sposób, wystarczy więc wyjaśnić, jak np. śmiga  $1^a$  jest z nią połączona.

Podstawa śmigi  $1^a$  posiada rowki 3, w które wchodzi odpowiednie występy tulei 4, połączonej z piastą 2 zapomocą drążka skręcającego się 5, który przy obracaniu się jest sprzężony z tuleją 4 rygłem 6. Dolny koniec drążka 5 jest zaopatrzony w rowki 7. Tworzące się w ten sposób zęby między temi rowkami wchodzi w odpowiednie rowki w pokrywie 8, przytwierdzonej do dna 9 rury 10, stanowiącej całość z piastą 2; jeden lub kilka występów  $11'$  zapobiegają obracaniu się pokrywy 8 w stosunku do rury 10.

Aby móc stawiać opór siłom działającym w kierunku promienia, tuleja 4 jest sprzężona z rurą 11, która ma tę samą oś co drążek 5 i rura 10, przyczem rura 11

jest oparta w kierunku promienia na łożyskach zaopatrzonych w krążki lub kulki 12 i 13. Oporek 14 zapobiega nadmiernemu wydłużeniu drążka 5 pod działaniem odśrodkowego rozciągania.

Przeciwwaga 16 jest osadzona przegubowo w miejscu 17 na piaście 2 i jest połączona zapomocą korbowodu 18, osadzonego przegubowo w miejscach 19 i 20, z obrozą 21 przytwierdzoną do tulei 4. Położenie początkowe jest takie, że oś 22 obrotu śmigła, środek ciężkości przeciwwagi 16 i oś przegubu 17 tej przeciwwagi znajdują się normalnie na jednej prostej tak, iż przeciwwaga 16 znajduje się w równowadze niestałej pod działaniem sił odśrodkowych. Jak to było poprzednio wyjaśnione, z chwilą, gdy przeciwwaga 16 opuszcza położenie niestałej równowagi, siła odśrodkowa działająca na nią stara się zwiększyć ruch pokręcający śmigi.

W miejscu 23 znajduje się układ do regulowania pochyleń śmigi  $1^a$  w stosunku do tulei 4, przyczem to regulowanie odbywa się zapomocą dającego się wyjmować klucza 24. Z drugiej strony można wykonać regulowanie i w inny sposób zapomocą odkręcenia naśrubka 25, przytwierdzającego drążek skręcający się 5, co pozwala na uregulowanie względnych położeń występow między rowkami 7 tego drążka w stosunku do odpowiadających im rowków pokrywy 8. Praktycznie biorąc, występy między rowkami 7 wchodzi w odpowiednie rowki krążka 26, i krążek ten 26 jest przy obrocie unieruchomiony w stosunku do pokrywy 8 zapomocą zębów, lepiej widocznych w miejscu 27. W ten sposób wystarczy zlekka odkręcić naśrubek 25, aby oddzielić krążek 26 od pokrywy 8 i umożliwić nastawienie katowe drążka 5 i w następstwie tego tulei 4. Regulowanie położenia przeciwwagi 16 w stosunku do tulei 4 osiąga się zapomocą obluźnienia obroży 21 i ponownego jej zaciśnięcia po skutecznionem wyregulowaniu.

Wyżej było powiedziane, że samoczynne regulowanie skoku śmigła osiąga się za pomocą zrównoważenia się w każdej chwili następujących momentów pokręcających.

1. Momentu aerodynamicznego  $C^a$ , powstającego wskutek działania siły napędowej i starającego się zmniejszyć skok;

2. stałego momentu odśrodkowego  $K\omega^2$  proporcjonalnego do drugiej potęgi szybkości obrotu  $\omega$  i dążącego zawsze do zwiększenia skoku; moment ten zostaje wytworzony przez pochylenie do przodu osi pokręcania, któremu towarzyszy odpowiednie wysunięcie włókna obojętnego, w kierunku obrotu względem osi obrotu; w ten sposób stwarza się moment odśrodkowy przewyższający naturalny moment odśrodkowy pokręcania śmigła o wielkość  $K\omega^2$ ;

3. momentu aerodynamicznego  $C'^a$ , wynikającego z oporu śmigła, stawianego obrotowi, i z pochylenia do przodu osi pokręcania; moment ten  $C'^a$ , proporcjonalny do momentu napędowego, stara się zmniejszyć skok, dołączając się do  $C^a$ ;

4. momentu reakcji sprężystej drążka  $G\theta$ , który to moment jest proporcjonalny do pokręcenia i liczony od położenia, przy którym drążek nie ulega skręcaniu;

5. zmiennego momentu odśrodkowego proporcjonalnego do pokręcania i starającego się cofnąć śmigło zpowrotem, niweczonego przez działanie równoważące przeciwwagi, która się zawsze stara zwiększyć pokręcenie;

6. momentu dodatkowego  $K'\omega^2$  wynikającego dzięki kompensatorowi i przedstawiającego nadwyżkę działania kompensatora nad zmiennym momentem odśrodkowym.

Równanie równowagi momentów, licząc pokręcania za dodatnie w kierunku zmniejszających się skoków, będzie w ten sposób miało postać:

$$\theta = \frac{C^a + C'^a - K\omega^2}{G - K'\omega^2} \dots \dots \dots (1)$$

Nastawienie kompensatora zmienia współczynnik  $K'$ , co pozwala dowolnie rozrzucać czułość.

Moment napędzający stały  $C^a$  jest funkcją linjową pokręcenia tak, że  $C^a + C'^a = A + B\theta$ , skąd

$$\theta = \frac{A - K\omega^2}{G - B - K'\omega^2} \dots \dots \dots (2)$$

Równanie to dotyczy wyłącznie regulacji. Z drugiej strony, dla szybkości  $v$  samolotu i stałego momentu napędzającego, szybkość kątowna  $\omega$ , przy której śmigło zostaje hamowane, jest funkcją jej skoku, czyli pokręcenia  $\theta$ , przyczem śmigło obraca się tem szybciej, im kąt jest mniejszy. Biorąc praktycznie, ta szybkość kątowna jest funkcją linjową:  $\omega = A'\theta + B'$ , czyli tryb ruchu otrzymuje się przez przecięcie się tej prostej z krzywą regulacji (2).

Tryb ruchu jest zawsze stały, ponieważ dla zmiany szybkości  $\Delta \omega$ , pokręcenie  $\Delta \theta$ , jakie daje krzywa samoczynności, jest mniejsze od pokręcania, któremu winna ulec rozpatrywana śmigła, ażeby jej szybkość  $\Delta \omega$  zmieniła się. Zachodzi zatem tutaj stateczność. Jeżeli czułość jest nadmierna, to w kierunku skoków malejących śmigła porusza się po oporku, przyczem nie ma miejsca wtedy zjawisko niestateczności.

Czułość normalna takiego śmigła, to jest wpływ pokręcania na liczbę obrotów, jest w zasadzie, rozumie się, większą przy małych skokach, aniżeli przy dużych. Jest zatem pożytecznem, dla uzyskania jednostajnej pracy, ażeby działanie przeciwwagi było większe w kierunku skoków wzrastających, aniżeli w kierunku skoków malejących. Działanie takie osiąga się z łatwością zapomocą przesunięcia mimośrodu przeciwwagi, co można skutecznie bądź dobierając odpowiednio długość korby,



bądź też podnosząc oś przeciwwagi na tulei, stanowiącej dający się regulować miomśród.

Tego rodzaju typ śruby odpowiada przypadkowi silnika z kompresorem, utrzymującego moment poruszający stałym aż do wysokości  $H$ .

Dostosowuje się śmigło i oblicza przeciwwagę tak, by na tej wysokości  $H$  śmigło obracało się z największą ilością obrotów, przy wznoszeniu się i locie poziomym.

Przy wysokościach niższych zachowuje się mniej więcej tę samą ilość obrotów przy wznoszeniu się, zaś przy locie poziomym otrzymuje się nieznaczne obniżenie się ilości obrotów.

Zakres wynalazku obejmuje wszelkie kombinacje i nawet odwrócenie momentów pokręcających zapomocą zmiany wzajemnych położeń rozmaitych narządów, aby zadośćuczynić wszelkim wymaganiom odmiennym od stawianych przy kompresorze.

Jeżeli np. stosuje się ten sam typ śmigła do płatowca o wysokim pułapie i do zaopatrzonego w zwykły silnik, którego moment zmniejsza się wraz z wysokością mniej więcej proporcjonalnie do ciśnienia atmosfery, to ponieważ śmigło jest dostosowane do wysokości niewielkiej, momenty aerodynamiczne  $C^a$  i  $C'^a$  bardzo szybko się zmniejszają, gdy się zwiększa wysokość lotu. W tych warunkach skok śmigła zwiększałby się zbyt szybko. Zaleta uzyskana dla wznoszenia się na niską wysokość szkodziłaby lotowi na dużej wysokości, przy którym ilość obrotów zmniejszałaby się szybciej, niż przy zwykłym śmigle.

W tym przypadku dobrze jest odwrócić kierunek pokręcającego momentu aerodynamicznego, wynikającego pod wpływem oporu, jakiego doznaje śmigło przy swym obrocie, pochylając pokrętną oś w kierunku przeciwnym, to jest z przodu w tył, oraz czyniąc małym stały odśrodkowy moment  $K\omega^2$ . Ponieważ w tych warunkach momenty  $C^a$  i  $C'^a$ , posiadające kierunki przeciw-

ne, zmniejszają się mniej więcej jednakowo w miarę wznoszenia się samolotu, przeto można osiągnąć dogodną regulację skoku przy wszelkich wysokościach. W tym celu

1. usuwa się albo czyni się bardzo małym stały moment odśrodkowy, określany przez wyraz  $K\omega^2$ , usuwając całkiem nachylenie włókna obojętnego w stosunku do osi obrotu lub czyniąc go bardzo małym;

2. odwraca się kierunek momentu aerodynamicznego  $C'^a$ , powstającego na skutek reakcji momentu napędzającego, zmieniając nachylenie pokrętniej osi w kierunku ku tyłowi zamiast ku przodowi;

3. początkowo zabezpiecza się śmigło przed uginaniem się, nadając jej około osi pokręcania nachylenie kątowe o kilka stopni ku przodowi.

Nachylenie to wytwarza odśrodkowy moment, zdążający do powiększenia skoku i równoważący naturalny moment odśrodkowy, skręcający śmigło.

Przy założeniu (fig. 10), że oś obrotu  $O$  jest prostopadła do płaszczyzny rysunku, na której rzut osi pokręcenia przedstawia linja  $AB$  przesunięta w stosunku do osi  $O$  w kierunku odwrotnym do obrotu  $\omega$ , dla obserwatora znajdującego się na przodzie, a włókno obojętne znajduje się w płaszczyźnie prostopadłej do osi obrotu, którą ono napotyka, ponieważ nie jest przesunięte, to opór  $T$  stawiany obrotowi będzie w odległości  $Z$  od punktu  $A$ , w którym włókno obojętne napotyka oś pokręcania.

Moment  $\varphi$  siły  $T$  względem punktu  $A$ , równy  $\varphi = TZ$ , jest prostopadły do płaszczyzny przeprowadzonej przez włókno obojętne prostopadłe do osi obrotu.

Drażek skręcający się jest pochylony pod kątem  $\alpha$  ku tyłowi i rzut  $\varphi$  na oś pokręcenia będzie:

$$\varphi' = \varphi \sin \alpha = TZ \sin \alpha.$$

Jest to moment pokręcania  $C'^a$ , po-

wstały skutek działania siły oporu. Sta-  
ra się on zwiększyć skok.

Równanie równowagi momentów przy-  
biera postać:

$$\Theta = \frac{C^a - C'^a}{G - K'\omega^2} \dots \dots \dots (3)$$

Śmigło dostosowuje się dla niewielkiej wy-  
sokości 1500 — 2000 metrów tak, aby o-  
trzymać na tej wysokości jednakową ilość  
obrotów przy locie poziomym i przy wznos-  
zeniu się, równą największej dopuszczal-  
nej ilości obrotów.

Będzie możliwe, ogólnie biorąc, osią-  
gnięcie podczas wznoszenia się dwóch mo-  
mentów  $C^a$  i  $C'^a$  zasadniczo sobie równych.  
To będzie tem łatwiejsze, że nachylenie  
śmigi do przodu pozwala zwiększyć mo-  
ment  $\varphi$ , a zatem  $C'^a$ , jak to łatwo widzieć,  
ponieważ przy wznoszeniu się siła ciągu i  
moment poruszający zmniejszają się wraz  
z ciężarem gatunkowym powietrza tak, że  
różnica  $C^a - C'^a$  pozostanie zerem i skok  
się nie zmieni.

Doświadczenia stwierdzają, że podczas  
całego wznoszenia się ilość obrotów pozo-  
staje stała, a więc będzie równa swemu  
maximum, przyczem będzie ona również  
stała przy locie w poziomie, ponieważ mu-  
si przekroczyć przez tę wartość w pułapie i  
na wysokości, dla której obliczono śmigło.

W ten sposób otrzymuje się jednostaj-  
ną ilość obrotów podczas lotu.

Jeżeli na początku wznoszenia się  $C^a$   
jest większe od  $C'^a$ , to ma się bardzo nie-  
znaczne obniżenie ilości obrotów od ziemi  
do pułapu i przy wszystkich lotach w po-  
ziomie odzyskuje się prawie dokładnie tę  
samą ilość obrotów, co przy wznoszeniu  
się.

Fig. 11 — 16 dotyczą śmigła według  
wynalazku, które można zastosować do sil-  
nika z kompresorem.

Fig. 11 przedstawia śmigło w przekro-  
ju; fig. 12 — odpowiedni widok z przodu,

fig. 13 — przekrój części śruby wzdłuż osi  
skręcającego się drążka śmigi; fig. 14, 15,  
16 — przekroje poprzeczne odmian wyko-  
nania drążków skręcających.

Piasta składa się z cylindrycznego trzo-  
nu 28 zaopatrzonego na końcach w dwie  
pokrywy 29 i 30, z których jedna od stro-  
ny AR posiada uzębienie do napędu. W  
przylewach 31 są umieszczone rury do po-  
kręcania 32. Osadzenie jest monoblokowe,  
przyczem śmigi 33 osadzone w rurach do  
pokręcania posiadają na podstawach gwint  
34 o dużym skoku. Oporek rury prowad-  
niczej, ograniczający wydłużenia drążka  
35, stanowi pierścień 36 z dwóch części,  
ściśniętych przez tuleję 37. Rura prowad-  
nicza 32 posiada w górnej części dwa sze-  
regi małych krążków 38, umieszczonych  
tak, że boczna siła rozkłada się równomier-  
nie na oba szeregi. Drążek skręcający się  
35 jest unieruchomiony na obu końcach  
zapomocą jednakowych gwintów 39. Par-  
cie w obydwóch kierunkach wywiera się  
bezpośrednio na przeciwwagi 40 zapomocą  
blachy oporowej 41.

Poza dodatkowem obciążeniem przez  
przeciwwagi są przewidziane rozmaite re-  
gulowania.

a. Przesunięcie katowe przeciwwagi.

Przeciwwaga jest przyciśnięta do płyt-  
ki pośredniej 42, posiadającej po obu stro-  
nach uzębienia 43 o różnej ilości zębów. W  
ten sposób osiąga się, przesuwając o jeden  
zab z jednej strony i cofając o jeden zab z  
drugiej strony, dokładne mikrometryczne  
regulowanie.

b. Przesunięcie katowe mimośrod.

Tuleja 44 przeciwwagi jest osadzona w  
swem gnieździe mimośrodowo. Obracając  
ją, przesuwa się mimośród katowo i można  
regulować czułość w kierunku wzrostu sko-  
ków z jednej strony i w kierunku zmniej-  
szenia się skoków z drugiej strony.

Zatrzymanie tulei skutecznia się zapo-  
mocą uzębienia 45 na zapadce 46.

Wreszcie śmigła wszystkich typów zao-

patrzone są w drążki 35 o większej sprężystości na skręcanie, niż pełny drążek cylindryczny, który daje dla danej powierzchni maximum sztywności przy skręcaniu.

Przy pełnym drążku dla danego pokręcania wartość pracy przy skręcaniu jest proporcjonalna do promienia, podczas gdy wartość pracy przy rozciąganiu odśrodkowym jest odwrotnie proporcjonalna do drugiej potęgi promienia.

Dla danej siły odśrodkowej i danego pokręcania istnieje więc promień drążka, dający minimum pracy materiału, od którego nie można odejść. Nie można zatem obniżyć wartości pracy poniżej pewnego minimum.

Aby otrzymać większy zakres dostosowywania się, trzeba bądź rozdzielić przekrój rury na elementy o kształcie prostokątnym, trójkątnym i t. d. dające daleko większą sprężystość na skręcenie, bądź też utworzyć przekrój przerywany o szeregu wyfrezowań, tworzący rodzaj gwiazdy o zaokrąglonych brzegach ramion tej gwiazdy. Trzeba zatem nadać profil przerywany, posiadający dla danej powierzchni największy moment bezwładności w stosunku do swego środka.

Można zachować środkowe jądro i wyciąć pozostałą część przekroju drążka skrzydełkami (fig. 14).

Można usunąć jądro lub wyciąć przekrój w jakikolwiek bądź inny sposób, rozdrabniając go na elementy bardziej dające się odkształcać skręceniem, niż pełny przekrój okrągły (fig. 15 i 16).

Można w ten sposób, zwiększając sprężystość skręcania, nadać drążkowi większy przekrój, pozwalający na wykonanie pracy w stopniu dowolnie obranym. Otrzymuje się wtedy takie obsadzenie drążka, jak przedstawione na fig. 13. Zresztą można skorzystać z większej sprężystości, aby zmniejszyć długość drążka, a więc i wagę całości.

## Zastrzeżenia patentowe.

1. Śmigło o zmiennym skoku, którego śmigły umieszczone są na piaście tak, iż podlegają równomiernie momentowi aerodynamicznemu, który dąży do zmniejszenia kąta nastawienia śmigły, następnie momentowi odśrodkowemu, starającemu się zwiększyć skok, oraz momentowi sprężystemu, dążącemu do cofania śmigły w jej położenie normalne, znamienne tem, że na piaście są umieszczone przeciwcieżary, które w początkowym położeniu śmigły znajdują się w niestałej równowadze względem siły odśrodkowej i są połączone ze śmigłami tak, iż na śmigły te, skoro tylko zaczynają one oddalać się od swego położenia początkowego, działa siła dążąca do zwiększenia tego oddalenia.

2. Śmigło według zastrz. 1, znamienne tem, że każda śmigła daje się pokręcać względem piastry naokoło jednej tylko osi geometrycznej, przyczem obojętne włókno śmigły przebiega pochyło w stosunku do geometrycznej osi obrotu śmigły, zaś sprężyste narządy dążą stale do cofnięcia śmigły do zgóry określonego ich położenia początkowego.

3. Śmigło według zastrz. 1 i 2, znamienne tem, że geometryczna oś pokręcania każdej ze śmigły przebiega ukośnie względem geometrycznej osi obrotu śmigły.

4. Śmigło według zastrz. 1 i 3, znamienne tem, że przedłużone włókno obojętne każdego ze skrzydeł w żadnym położeniu nie przecina geometrycznej osi obrotu śmigły.

5. Śmigło według zastrz. 2, znamienne tem, że narządem sprężystym jest drążek skręcający, przebiegający na geometrycznej osi pokręcania, który jednym swym końcem połączony jest ze śmigłą, zaś drugim końcem z piastą.

6. Śmigło według zastrz. 5, znamienne tem, że poprzeczny przekrój drążka skręcającego podzielony jest na elementy

o mniejszym przekroju poprzecznym, z których każdy posiada duży moment bezwładności w stosunku do swego punktu ciężkości.

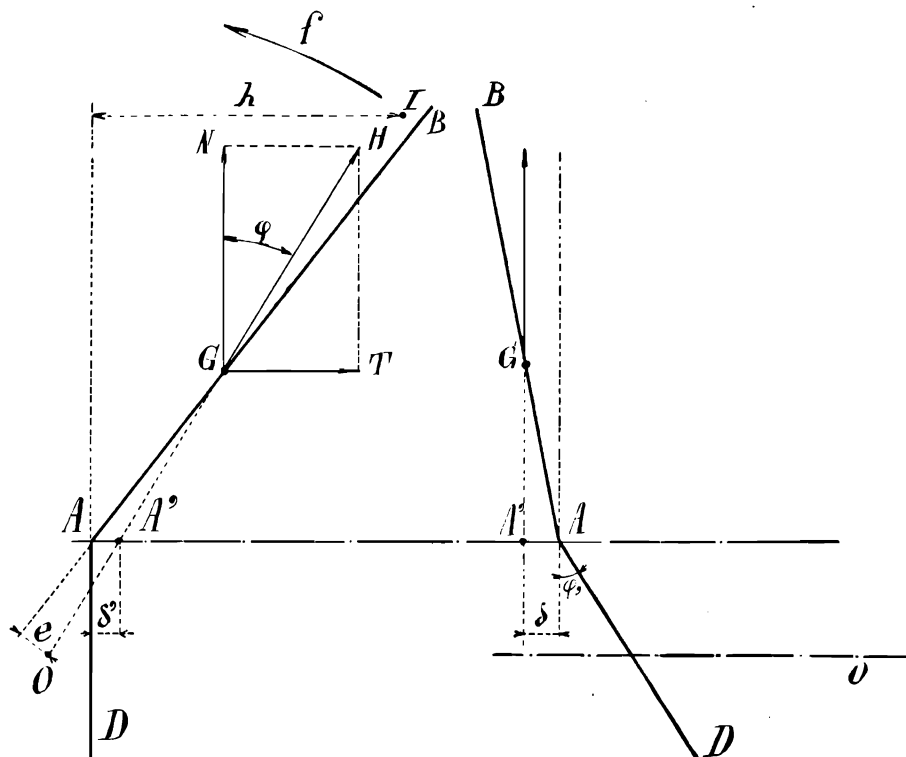
7. Śmigło według zastrz. 1, znamienne tem, że przeciwwagi dają się przesta-

wiać zapomocą mimośrodków, na których są one osadzone.

Dimitri Sensaud de Lavaud.

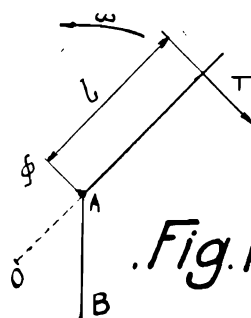
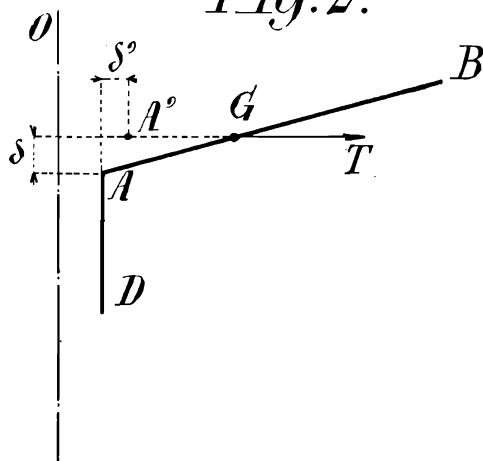
Zastępca: K. Czempiński,  
rzecznik patentowy.

*Fig.1.*

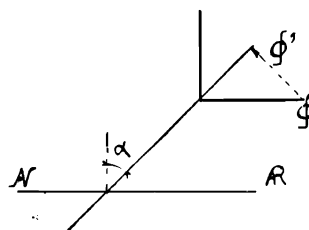


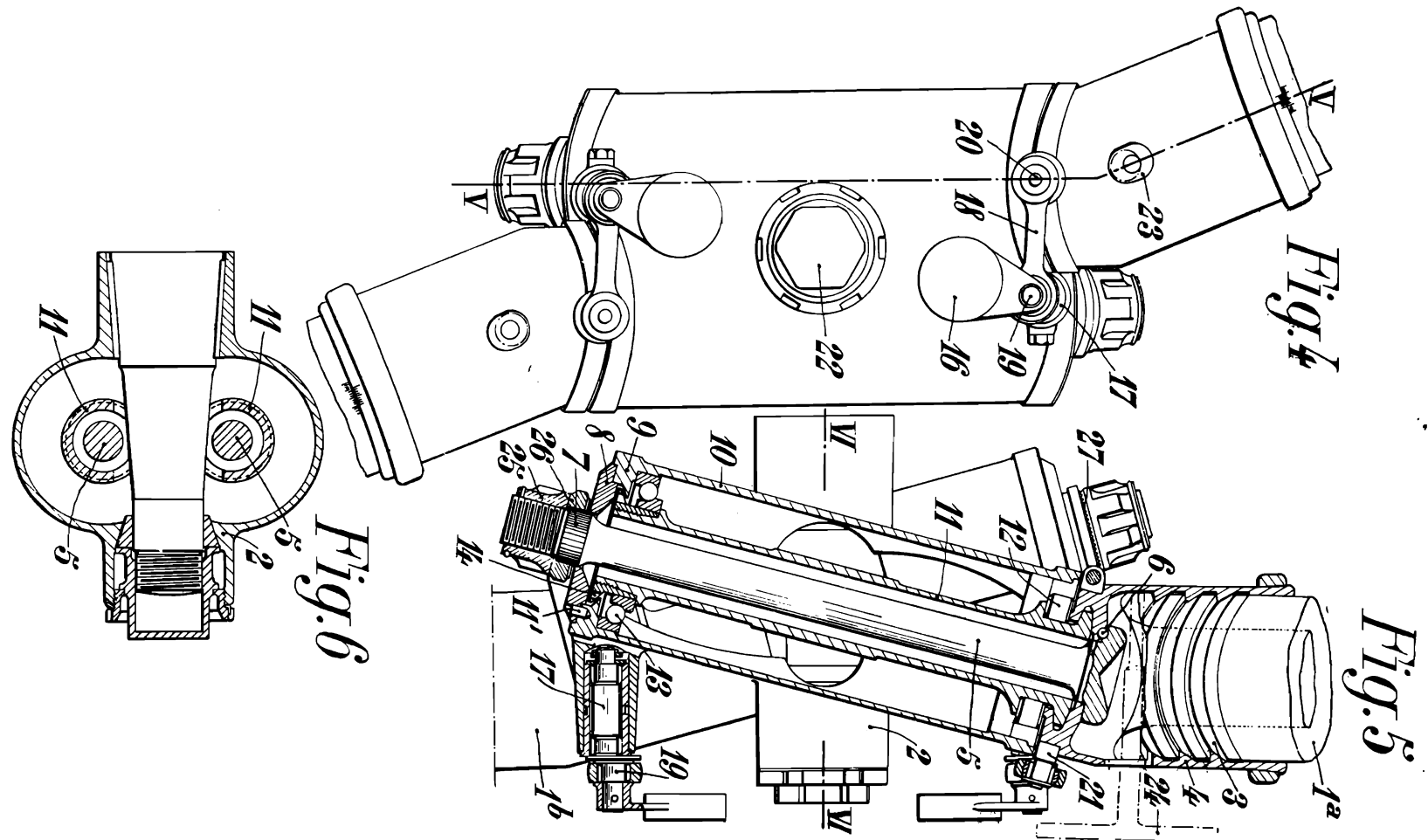
*Fig. 3.*

*Fig. 2.*



*Fig. 10*





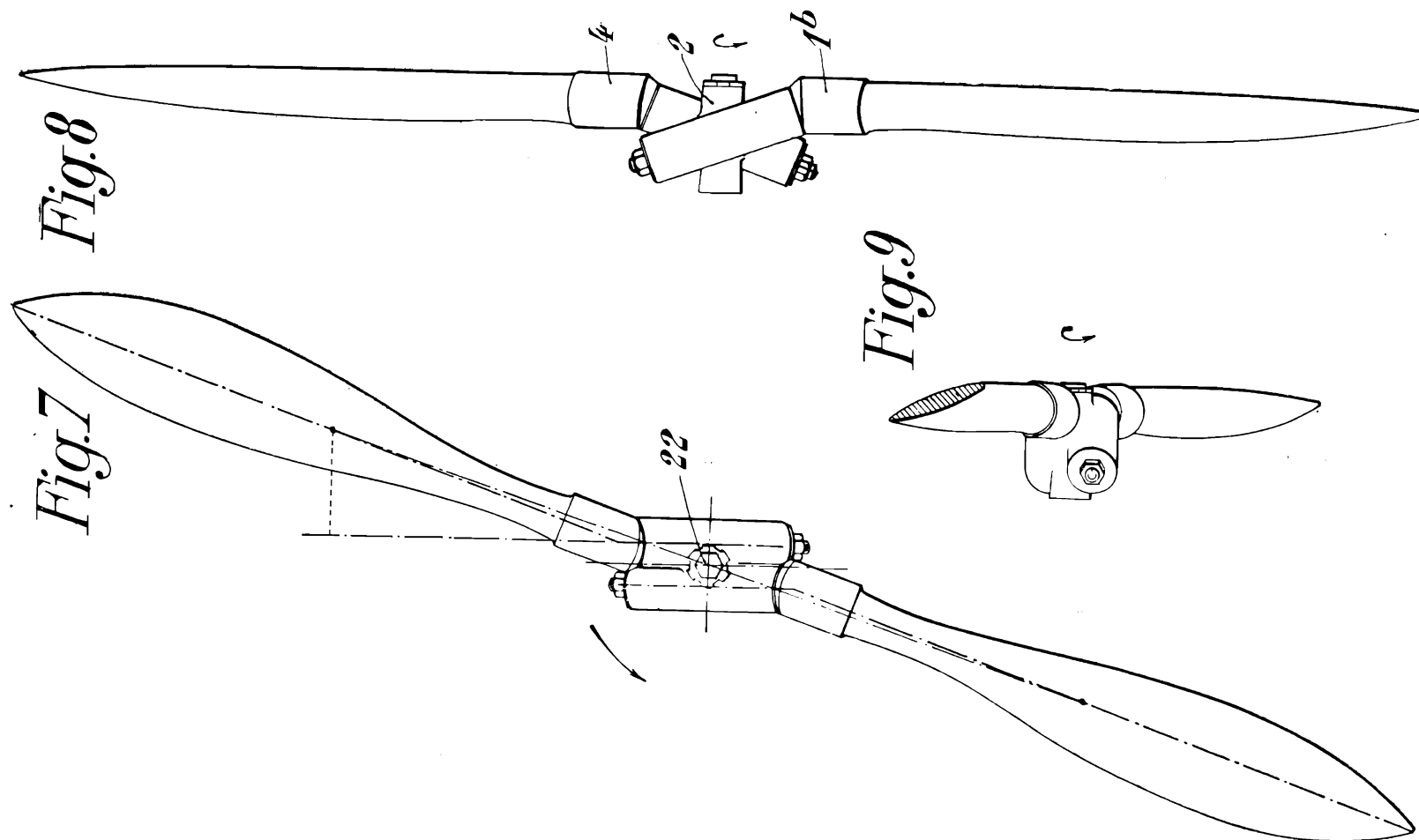
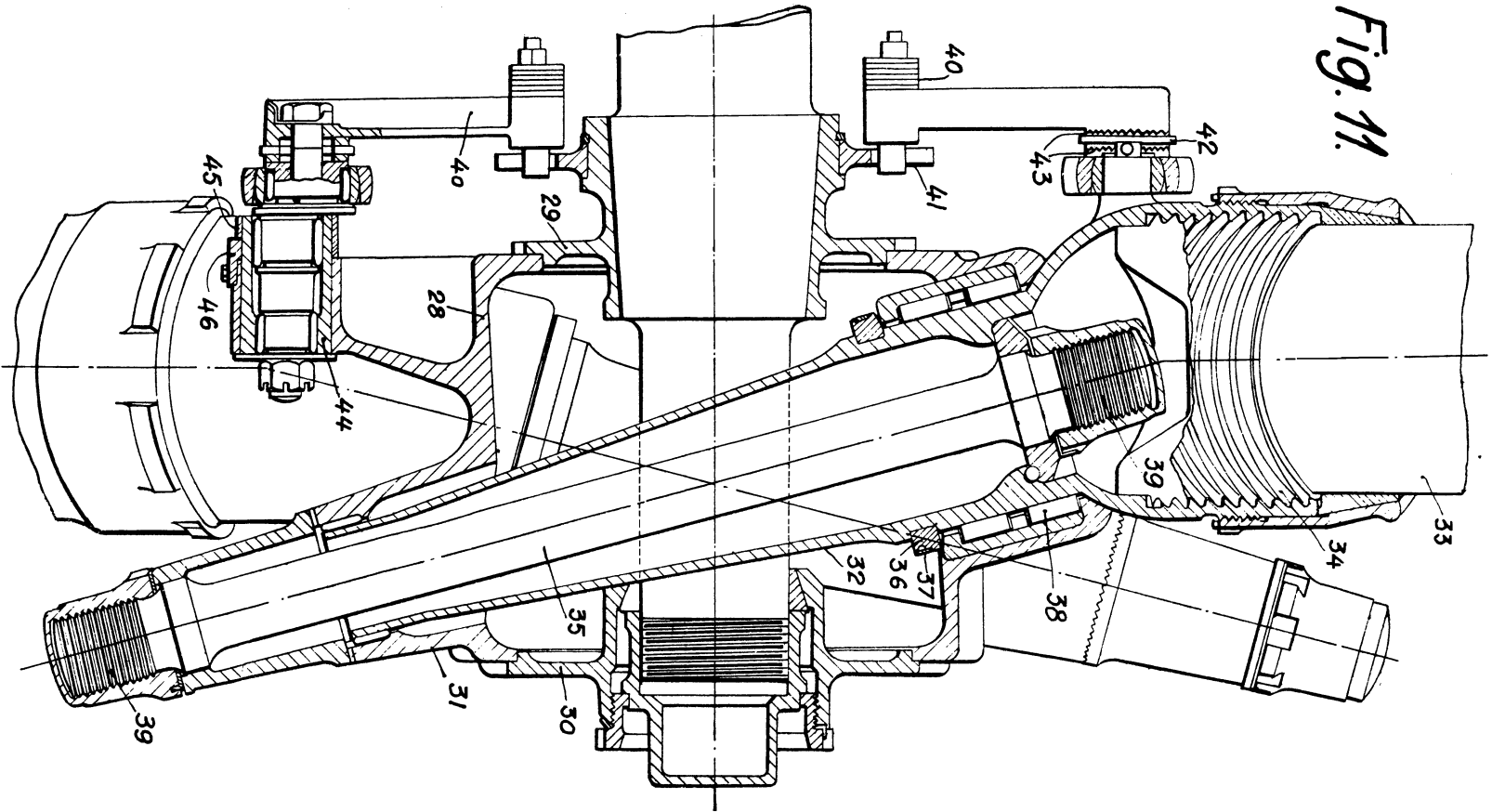
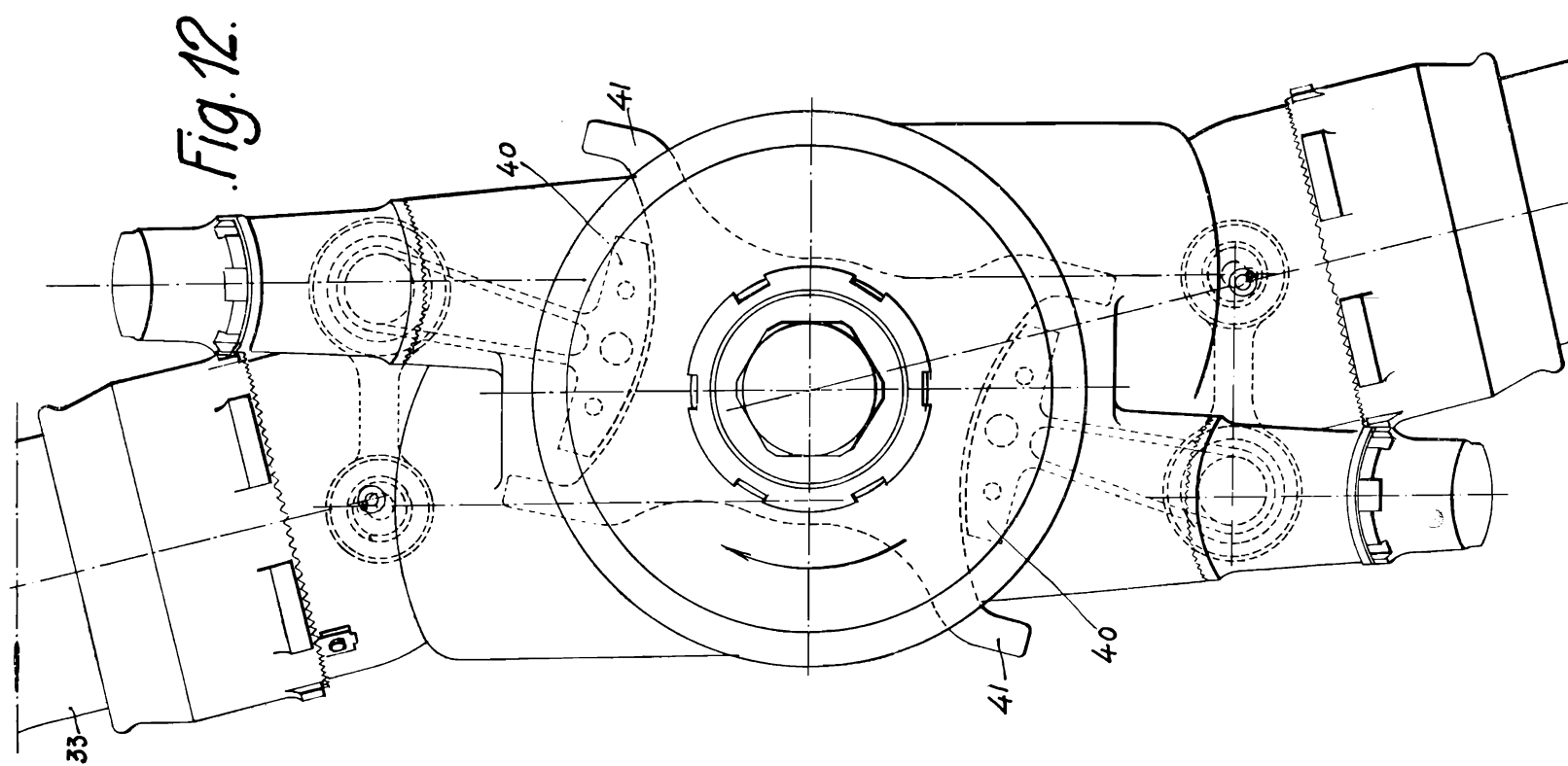


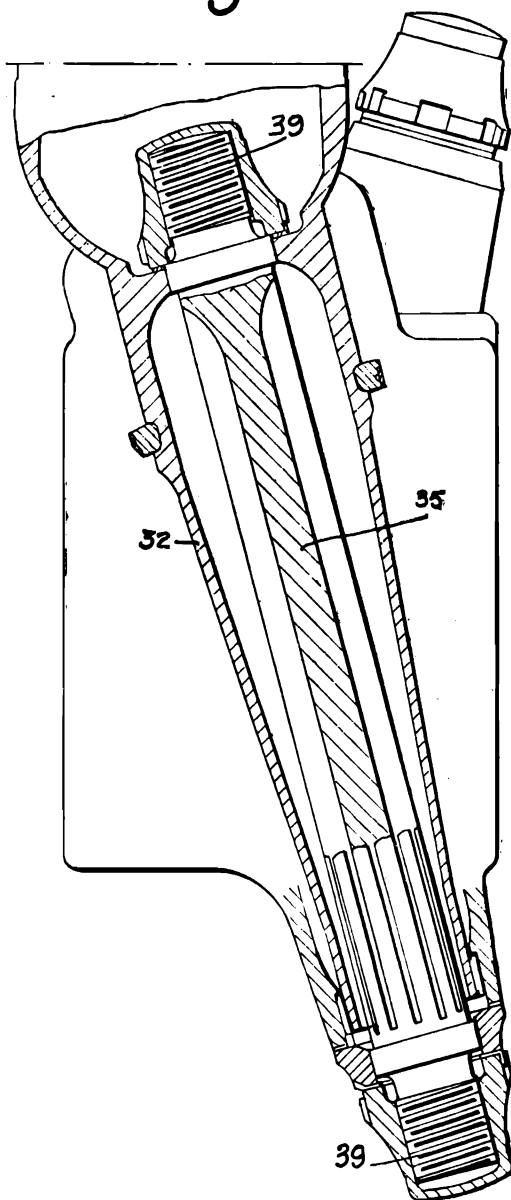
Fig. 11.







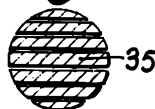
*Fig. 13.*



*Fig. 14.*



*Fig. 15.*



*Fig. 16.*

