

Warszawa, 21 września 1937 r.

URZĄD PATENTOWY

F 036 17/00



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 25220.

Kl. 88 a, 5.

Manfred Reiffenstein
(Wiedeń, Austria).

Turbina spiralna z regulowanymi łopatkami wirnika.

Zgłoszono 6 lipca 1934 r.

Udzielono 20 lipca 1937 r.

Pierwszeństwo: 22 lipca 1933 r. (Austria).

Turbiny naporowe z dającymi się obracać łopatkami wirnika (Kaplan) posiadają aparat kierowniczy, którego łopatki przy regulowaniu są przestawiane wraz z łopatkami wirnika.

Znane są również turbiny, które zaopatrzone są w aparat kierowniczy z nieruchomymi łopatkami. W tym przypadku reguluje się turbinę obracając odpowiednio łopatki wirnika.

W turbinach spiralnych można stosować aparat kierowniczy z obracającymi się łopatkami. Możliwe jest jednak umieszczenie u wlotu wody do kanału spiralnego narządu regulującego, który działa na przepływ i zostaje obracany jednocześnie z łopatkami wirnika.

Wszelkie powyżej wymienione konstrukcje posiadają tę wadę, iż wraz z wielkością turbiny zwiększają wymiary i ciężar aparatu kierowniczego względnie narządu regulującego, wymagają też większej siły do regulowania, co ma wpływ na koszt wykonania turbiny i stwarza trudności konstrukcyjne.

Z tych powodów starano się budować turbiny, nie posiadające aparatu kierowniczego, a korzystać jedynie z osłony spiralnej jako kierownicy kanałowej. Jednakże w takim przypadku kanał o znanym kształcie spiralnym pozwala na osiągnięcie ściśle określonego kąta wejściowego do wirnika, któremu odpowiadają nieznaczne straty, jak też i korzystne warunki przepływowe.

Przy ilościach zaś wody, właściwej dla takiego kanału spiralnego, przepływ odbywa się tak, jak przy stosowaniu nieruchomego lub ruchomego aparatu kierowniczego, możliwe jest przeto osiągnięcie korzystnej sprawności turbiny. Jednak podczas regulacji turbiny za pomocą ruchomych łopatek wirnika przy utrzymaniu spadku i ilości obrotów lub zmiany ilości obrotów przy nieruchomych łopatkach i stałym spadzie, albo też zmiany wysokości spadku przy utrzymaniu ilości obrotów i położenia łopatek kąta prędkości wejściowej do wirnika różnić się będzie od otrzymywanego przez spiralę. Wskutek tego sprawność turbiny będzie znacznie mniejsza niż sprawność, osiągana przy właściwym przepływie wody dzięki działaniu ruchomego aparatu kierowniczego. Z tego powodu stosowanie turbin spiralnych bez urządzenia kierowniczego nie nadawało się w praktyce.

Wynalazek niniejszy omija te trudności i dotyczy turbiny spiralnej z kierownicą kanałową, t. j. bez aparatu kierowniczego lub narządu regulującego. Przy rozmaitych warunkach pracy, zależnych od wirnika, kanał spiralny według wynalazku powoduje dopływ cieczy do wirnika pod rozmaitymi kątami, tak jak gdyby turbina była zaopatrzona w aparat kierowniczy z obracającymi się łopatkami. Osiąga się to dzięki przestrzeni przejściowej *R* pomiędzy miejscem *S* styku spirali z rurą dopływową a wirnikiem *L*. Płaszcz spiralny turbiny, który w dalszym ciągu niniejszego opisu nazywany będzie osłoną *G*, umożliwia odpowiednio do warunków ruchu, wytwarzanych wirnikiem, przepływ wody bez straty w pewnej ilości strug spiralnych, przy czym wewnątrz płaszcza nie powstają wiry, odrywanie się wody od ścian osłony i martwe, t. zn. omijane przez wodę, przestrzenie.

Wynalazek dotyczy nie tylko turbin, regulowanych jedynie za pomocą obrotu łopatek wirnika bez aparatu kierowniczego lub narządu regulującego, lub pomp z pła-

ską krzywą sprawności, lecz również turbin lub pomp o kierownicy kanałowej, posiadających wirnik z nieruchomymi łopatkami, a i wtedy przy zmianie elementów, wpływających na pracę tych maszyn, będą one dawały lepszą sprawność, aniżeli takie z nieruchomym aparatem kierowniczym.

Wynalazek umożliwia również budowę turbiny zwrotnej, a więc takiej, która pracuje jako pompa z dobrą sprawnością.

Na rysunku uwidocznione są przykłady wykonania osłony turbiny spiralnej, regulowanej za pomocą łopatek wirnika.

Fig. 1a i 2a przedstawiają przekrój podłużny osłony przy rozmaitych warunkach ruchu, fig. 1b i 2b — pojedyncze przekroje poprzeczne, przez które przepływa woda, fig. 1c i 2c — krzywą zmian wielkości powierzchni przekroju według fig. 1b i 2b. Fig. 1d uwidocznia osłonę według fig. 1a w przekroju podłużnym. Fig. 3a i 3b przedstawiają krzywe, uwidoczniające przy rozmaitych warunkach ruchu przekroje poprzeczne osłony, przez które płynie woda podczas zasilania, a fig. 4 — 18 — w przekrojach odmienne wykonania osłony.

Na fig. 1a uwidoczniono przepływ przez osłonę spiralną z ukośnymi bocznymi ścianami, której przekrój posiada kształt płaskiej linii spiralnej, podczas stanu wielkiej konsumpcji wody. Litera *G* oznacza osłonę spiralną, litery *S* — *S* — linię styku osłony z rurą dopływową, litera *R* — wolną przestrzeń pomiędzy tym miejscem a komorą przejściową *A* do wirnika *L*. Na lewej stronie fig. 1d uwidoczniono przekroje 1, 2, 3, 4 osłony, pomyślane w płaszczyznach 1, 2, 3, 4, na fig. 1.

W osłonie według wynalazku woda dopływa z przekroju 1 w kierunku strzałki *x* okrążając około półtora raza środek turbiny i przez przestrzeń *A*, której szerokość zmniejsza się ku wirnikowi *L*, dostaje się do tego ostatniego. W części osłony tworzą się dwie strugi wody, a mianowicie początkowa struga *x* i struga *y* tej części wody,

która nie osiągnęła jeszcze wirnika L . Strugi spotykają się z obu stron kantu S , ruch zaś dalszego wspólnego przepływu tych strug zależy od iloczynu jego masy i szybkości, jak też od ciśnień na obu stronach kantu S . Kierunek tego wspólnego przepływu oznaczony jest na fig. 1a strzałką Z_1 . Aby zapobiec na końcu S oddalaniu się wody od ścian i stratom z powodu wirów, pomysłane przedłużenie końca S powinno odpowiadać w przybliżeniu kierunkowi strzałki Z_1 . Oprócz tego zmiana przekrojów osłony powinna w tym miejscu wykazywać możliwą równomierność, ażeby oba prądy x i y , dotykając się na jednakowej szerokości, przepływały najzupełniej spokojnie.

Fig. 1b przedstawia przekroje 1, 2, 3, 4, 1' i 2', przez które płynie woda od dopływu 1 aż do przestrzeni A względnie wirnika L .

Na fig. 1c uwidoczniono graficznie zmniejszanie powierzchni tych przekrojów. F_0 odpowiada wielkości przekroju 1. Z fig. 1a wynika, iż zasilanie wirnika turbiny rozpoczyna się w przekroju 3. Wymiar F_1 tego przekroju zmniejsza się więc do zera podczas okresu zasilania p , odpowiadającego ostatniemu obiegowi. Podczas tego okresu dopływa do wirnika całkowita ilość wody, płynąca przez przekrój 3. Wymiar F_1 ustala więc warunki przepływu przed wirnikiem i kąt prędkości wejściowej.

Przepływ wody w osłonie według wynalazku, odpowiadający małemu zasilaniu, uwidoczniony jest na fig. 2a. Woda z przekroju 1 (strzałka x) płynie w strugach spiralnych; ponieważ jednak z powodu zmiany nachylenia łopatek wirnika na skutek regulacji turbiny struga powrotna, zawierająca całkowitą ilość wody, przepływającą zmniejszonym przekrojem, posiada większą szybkość, więc przesuwają w lewo kierunek Z_2 wspólnego przepływu obu strug. Również po ponownym obiegu woda nie dopłynie do wirnika; struga powrotna y' przylega więc do strugi y . Dopiero po na-

stępnej ćwiartce obiegu rozpocznie się w przekroju 2'' zasilanie wirnika, które trwa podczas następnego całkowitego obiegu i zostaje ukończone w przekroju 2'''. Wzajemne oddziaływanie strugi x względnie y , y' zależy od wielkości ruchu tych strug i ciśnień. Ponieważ szybkość strug y , y' jest znacznie większa niż szybkość strugi x (stosunek szybkości jest odwrotny niż stosunek przekrojów 1, 1', 1''), a ilość wody strumienia y , y' odpowiada ilości wody strumienia x , prędkość strug y , y' jest znacznie większa niż prędkość strugi x . Kierunek Z_2 zależy więc głównie od strug y , y' . Konieczne jest więc, aby przestrzeń R pomiędzy kaniem S a wirnikiem L (fig. 1), przez którą płyną strumienie y , y' , posiadała dostatecznie wielkie wymiary, tak ażeby przy przepływie tych strug nie powstały straty, powodowane dławieniem. Oprócz tego szerokości strug y powinny być jednakowe, a kierunek kantu S powinien odpowiadać kierunkowi strzałki Z_2 . Kierunek kantu S będzie więc nadawał się dla wszelkich warunków ruchu, jeżeli będzie się znajdował pomiędzy strzałkami Z_1 i Z_2 . Aby zapobiec stratom z powodu wirów, należy nadać powierzchniom wewnętrznym płaszcza spiralnego w okolicy kantu S taki kształt, ażeby przy połączeniu strumieni x i y nie powstały martwe przestrzenie. W wypadku turbiny koniec ten powinien posiadać kształt ostrza, a przy pompie — kształt odpowiadający linii strug.

Fig. 2b przedstawia przekroje 1, 2, 3, 4, 1', 2', 3', 4', 1'', 2'', 3'', 4'' i 1''', przez które płynie woda od dopływu 1 aż do zupełnego zasilania wirnika.

Na fig. 2c uwidoczniono graficznie zmiany powierzchni przepływów wody, w założeniu podwójnego obiegu wody w turbinie spiralnej. F_0 oznacza powierzchnię przekroju 1, która w przekrojach 2, 3 zmniejsza się szybko, a mianowicie z powodu oddziaływania strug y i y' . Poczynając od przekroju 3 zmiany powierzchni w przybli-

zeniu stają się mniejsze podczas większej ilości obiegów względnie wykres ich przebiega łagodnymi falami. Woda płynie wzdłuż linii spiralnych, lecz niesymetrycznie względem osi; przeciwnie, szybkość jej zwiększa się i zmniejsza na przemian, przy czym zwiększenie powstaje przy przepływie przekrojów 4 i 4', a zmniejszenie — przy przepływie przekrojów 2 i 2". Aby zapobiec podczas tego okresu wirom i od dalaniom wody od ścian osłony, należy tej ostatniej nadać taki kształt, aby zmiana przepływanych przekrojów była zupełnie ciągła, a podczas zmniejszania szybkości nie została przekroczona dozwolona rozbieżność strug cieczy. Zasilanie wirnika rozpoczyna się przy przekroju 2" i trwa podczas całego obiegu, a więc okresu p , podczas którego wymiar powierzchni F_2 zmniejsza się do zera. Powierzchnia F_2 ustala warunki przepływu przed wirnikiem jako też i kąt wejściowy.

Na fig. 3a i 3b przedstawiono porównanie okresów zasilania p przy przepływie według fig. 1a i 2a, przy czym fig. 3a odpowiada fig. 1a, a więc wielkiemu zasilaniu, a fig. 3b — fig. 2a, więc małemu zasilaniu. Szybkość, z jaką zmniejszają się wymiary powierzchni przekrojów przez które ciecz przepływa, jest wartością właściwą dla każdej osłony; od wielkości tej zależy przepływ przez komorę przed wirnikiem i kąt wejściowy. Wymiar F_1 początkowego przekroju na fig. 3a odpowiada w przybliżeniu potrójnemu takiemu wymiarowi F_2 na fig. 3b. Ponieważ szybkości przepływu w obu przypadkach są w przybliżeniu sobie równe, przy zasilaniu według fig. 3a dopływa do wirnika potrójna ilość wody w porównaniu z ilością wody według fig. 3b. Wobec tego kąt wejściowy według fig. 3a jest znacznie większy niż kąt taki według fig. 3b. Przy warunkach, odpowiadających fig. 3a, zasilanie wirnika w osłonie według wynalazku zostaje ukończone po upływie $1\frac{1}{2}$ obiegu, podczas gdy warunki, odpowiadają-

ce fig. 3b, wymagają dla tego celu $3\frac{1}{4}$ obiegu. Jeżeli by wymagane było doprowadzanie do wirnika całkowitej ilości wody po upływie jednego obiegu, podobnie jak to jest w osłonach spiralnych z urządzeniem kierowniczym, zmniejszanie wielkości powierzchni każdorazowo przepływanych przekrojów osłony według fig. 1a odpowiadałoby liniom kreskowanym na fig. 3a i 3b. Wymiar F_0 przekroju dopływowego zmniejszyłby się do zera podczas jednego obiegu.

W przeciwieństwie do tego dzięki wzajemnemu oddziaływaniu wirnika w osłonie spiralnej według wynalazku i kilku spirali wodnych otrzymuje się zupełnie odmienną i do tego zmienną zasadę kurczenia się powierzchni przepływanych przekrojów, zależnie od warunków ruchu (fig. 3a i 3b). Wynika z tego, iż w jednej i takiej samej osłonie według wynalazku zmniejszanie przekrojów będzie odbywało się rozmaicie, zależnie od warunków przepływu; działanie więc osłony na wodę będzie rozmaite, ponieważ każdy odmienny układ strug wodnych wymaga odpowiedniego kąta wejściowego do wirnika. Analiza niniejsza daje punkt wejścia do wykonania osłony spiralnej bez aparatu kierowniczego lub narządu regulującego, lecz z zmiennym kątem dopływowym do wirnika przy rozmaitych warunkach ruchu, przy czym osłona taka pracowałaby podobnie, jak osłona z ruchomym urządzeniem kierowniczym.

Osłona ta będzie posiadała pewien wolny przepływowy przekrój poprzeczny pomiędzy miejscem styku spirali z rurą dopływową a wirnikiem jako też kształt spiralny, umożliwiający powstawanie rozmaitych warunków przepływu.

Kierunek przepływu Z zależy od wzajemnego oddziaływania na siebie strumieni x , y , y' . Kierunek ten może być rozmaity odpowiednio do ciśnień i wielkości ruchu strumieni x , y , y' . Przy końcu S powstaje odchylenie katowe w jednym lub drugim kierunku, podobnie jak przy końcu odpły-

wowym łopatek wirnika, to znaczy, kierunek strumienia y jest poza ostatnią krawędzią końca S odchylony od geometrycznego kierunku tej krawędzi o pewien kąt. Strumień wody posiada to odchylenie przy rozmaitych warunkach ruchu, pomimo iż ciśnienia i szybkości z prawej i lewej strony końca S są rozmaite.

Odchylenie to powinno być równe wzdłuż całkowitej krawędzi końca S , ponieważ w przeciwnym przypadku rozmaite kierunki szybkości powodują wiry ponad głównym strumieniem, podobne do wirów na krawędziach śmigł samolotów i śmigieł. Wiry te działają szkodliwie na główny prąd. W wypadku osłony według wynalazku rozmaite odchylenie katowe przy rozmaitych warunkach ruchu działa podobnie, jak ruchomy narząd regulujący w niewielkim oddaleniu od końca S .

Przepływ w osłonie spiralnej według wynalazku przy uwzględnieniu wymienionych zasad odbywa się z małymi stratami, a więc bez wirów, nie jest jednak symetryczny względem osi, lecz owalny w mniejszym lub większym stopniu. W przestrzeni R pomiędzy końcem S a wirnikiem przepływ ten zmienia się na przepływ w przybliżeniu symetryczny względem osi, tak iż osiąga się korzystne warunki zasilania wirnika.

Straty na tarcie są stale nieznaczne, ponieważ przy wielkim zasilaniu szybkość jest wielka, woda odbywa jednak jedynie jeden obieg, podczas gdy przy małym zasilaniu ilość obiegów jest większa, lecz jedna struga wody płynie na drugiej.

Dalsza zaleta polega na tym, iż nie powstają straty na tarcie i z powodu wirów, wytwarzane wewnątrz osłony działaniem urządzenia kierowniczego z łopatkami ruchomymi lub nieruchomymi względnie działaniem innego narządu regulującego. Mniejsze jest również niebezpieczeństwo zatykania przez zanieczyszczenia.

Oslonę spiralną G , która umożliwia taki przepływ wody bez strat w jednym obiegu

spiralnym lub w ich większej ilości dzięki zastosowaniu przestrzeni R pomiędzy końcem S a wirnikiem L , można wykonać w sposób rozmaity, zależnie od przekroju poprzecznego osłony i wymaganego kształtu środkowej warstwy strug wodnych.

Oslona, przedstawiona na fig. 4, wykonana jest wzdłuż płaskiej linii spiralnej jako linii tworzącej, posiada czworokątne przekroje poprzeczne o stałej wysokości, a dopływ do wirnika jest niesymetryczny. Linią tworzącą osłony według fig. 5 jest ukośna linia spiralna, a jej przekroje poprzeczne są czworokątne. Wykonanie to odpowiada znanemu wykonaniu ukośnego urządzenia kierowniczego. Na fig. 6 przedstawiono osłonę z cylindryczną linią śrubową jako linią tworzącą i z czworokątnymi przekrojami poprzecznymi o stałej wysokości. Oslona ta, odpowiadająca urządzeniu kierowniczemu z przepływem wzdłuż jego osi, nadaje się dla turbin śrubowych i osiowych pomp odśrodkowych. Fig. 7 uwiarykowuje osłonę spiralną wykonaną według śrubowej linii, skierowanej ukośnie w górę i posiadającą czworokątne przekroje poprzeczne o stałej wysokości. Linią tworzącą osłony według fig. 8, posiadającej przekroje poprzeczne o kształcie trapezowym i o zwiększających się wysokościach, jest ukośna linia spiralna, a linią tworzącą osłony według fig. 9 z przekrojami poprzecznymi o kształcie trapezowym i o zmniejszających się wysokościach — płaska linia spiralna. Fig. 10 przedstawia osłonę, wykonaną według wznoszącej się linii spiralnej jako tworzącej i posiadającą przekroje poprzeczne o dowolnym kształcie i zmniejszających się wysokościach, a fig. 11 — osłonę, wykonaną według ukośnej linii spiralnej jako tworzącej i posiadającą okrągłe przekroje poprzeczne o stałej wysokości. Na fig. 12 uwiarykowuje osłonę, której linią tworzącą jest cylindryczna linia śrubowa z takimi jak w wypadku poprzednim przekrojami, na fig. 13 — osłonę, której linią tworzącą jest u-

kośna linia śrubowa i która posiada zakrzywione przekroje poprzeczne o ubywającej wysokości i zakrzywioną krawędź końca S , a na fig. 14 — osłonę, której linią tworzącą jest ukośna linia spiralna i która posiada czworokątne przekroje poprzeczne o zmniejszających się wysokościach i zagiętą krawędź końca S . Linią tworzącą osłon według fig. 15 i 16, posiadających czworokątne względnie okrągłe przekroje poprzeczne o zmniejszającej się wysokości i krawędź końca S , zagiętą w kształcie litery C względnie zakrzywioną, jest płaska linia spiralna. Fig. 17 i 18 przedstawiają osłony, wykonane według płaskiej linii spiralnej jako tworzącej, przy czym pierwsza osłona posiada czworokątne przekroje poprzeczne o zmniejszających się wysokościach, krawędź końca S zagiętą podwójnie i boczne ściany przestrzeni R o kształcie stożkowym, a osłona druga — owalne przekroje poprzeczne o zmniejszających się wysokościach, owalną krawędź końca S i boczne ściany przestrzeni R o owalnym kształcie stożkowym (powierzchnie nie rotacyjne).

Wynalazek nie wymaga koniecznie takiego wykonania końca S , aby środkowa linia tegoż znajdowała się akurat pomiędzy kierunkami Z_1 i Z_2 , chyba że dopuszczalne granice odchylenia kąтового przepływających strug sąsiednich zostaną przekroczone.

Osłona może posiadać wzdłuż całej długości stałą wysokość (fig. 4, 5, 6, 7, 11, 12), lub też wysokości zmienne (fig. 1a, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17 i 18). Krawędź końca S może być linią prostą (fig. 1d, 4 — 16), linią zakrzywioną (fig. 11 — 13 i 16) lub zagiętą (fig. 14, 15, 17, 18). W ostatnich dwóch przypadkach część końcowa osłony posiada kształt wklęsłej powierzchni, zagłębiającej się w część dopływową osłony, zakończonej zakrzywioną lub zagiętą krawędzią. Ważne jest, aby powierzchnia kra-

wędzi była omywana przez wodę na obu stronach.

Boczne ściany przestrzeni R utworzone są normalnie z powierzchni obrotowych; można jednak stosować powierzchnie, które np. dostosowując się do założonych warunków ruchu mogą otrzymać kształt stożkowy (fig. 17 i 18).

Opisane przykłady nie wyczerpują możliwości kształtowania osłony. Kształt ten zostaje wyznaczony z hydraulicznego punktu widzenia przez przeprowadzenie odpowiednich prób przy uwzględnieniu zasady wynalazku. Ponieważ w przestrzeni A nie zastosowano żadnego urządzenia kierowniczego względnie w osłonie na początku strug wody narządu regulującego, można stosować łatwo kształty skomplikowane pod względem geometrycznym w wysokim stopniu.

Jeżeli turbina lub pompa jest osadzona na pionowym wale, osłona może być otwarta na górnej powierzchni, tak iż górna powierzchnia przepływającego strumienia wody nie jest przykryta. W tym przypadku spadek aż do wirnika względnie wysokość słupa wody powyżej wirnika odpowiada wysokości strumienia wody w osłonie. Tak np. można wykonać turbinę według fig. 4 i 8 nie stosując górnej bocznej ściany, tak iż górna powierzchnia strumienia wody w spirali nie jest przykryta.

W celu zwiększenia wytrzymałości może zajść konieczność umieszczenia podpór w przestrzeni A , które jednak należy starannie ukształtować i nadać im taki kierunek, aby nie przeszkadzały przepływowi.

Przy stosowaniu turbiny jako maszyny roboczej (pompy odśrodkowej) przebiegi w osłonie odbywają się w kierunku przeciwnym niż kierunek przebiegów w turbinie.

Zamiast wody nadaje się jako środek napędowy każda dowolna ciecz, para lub gaz.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Turbina spiralna naporowa bez aparatu kierowniczego i z regulacją przepływu wody za pomocą łopatek wirnika, znamieną tym, że jej osłona (G) posiada pomiędzy stykiem spirali z rurą dopływową a wirnikiem przestrzeń przejściową (R) o takim kształcie, iż umożliwia kierowanie strug wody na łopatki wirnika pod różnymi kątami, najdogodniejszymi dla różnych warunków przepływu wody, t. j. nie powodującymi strat hydraulicznych.

2. Turbina według zastrz. 1, znamieną tym, że boki osłony, tworzące miejsce styku spirali z rurą dopływową, posiadają takie położenie, iż linia, połowiąca kąt pochyleń tych boków w punktach ich przecięcia (S), jest styczną do kierunku strug

(x, y) przy krańcowych warunkach przepływu.

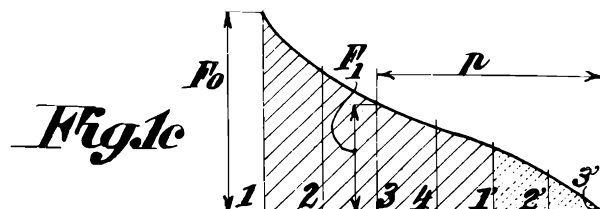
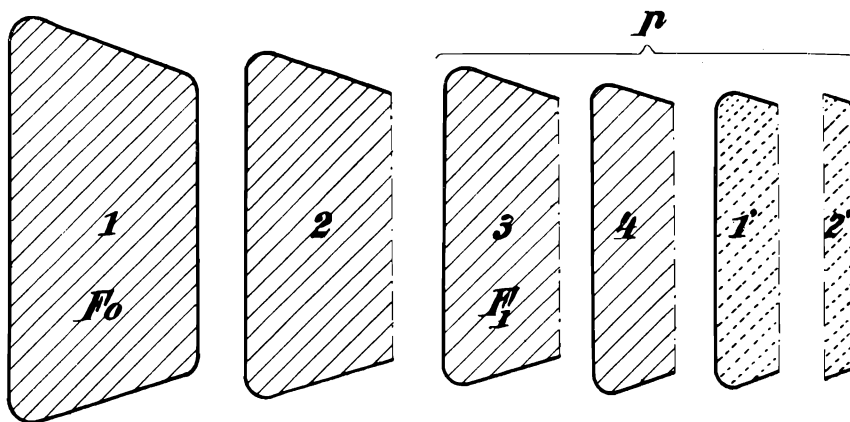
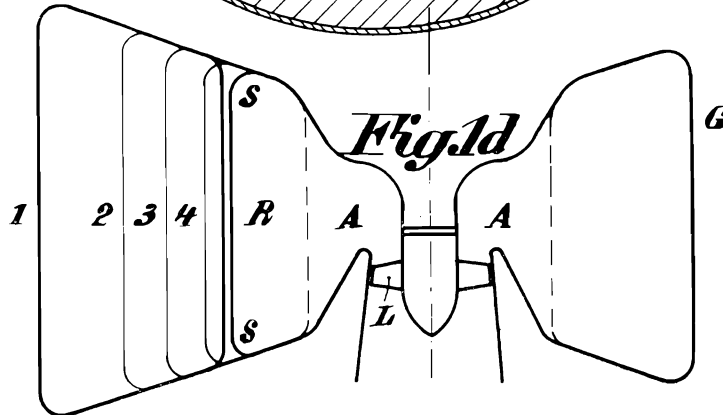
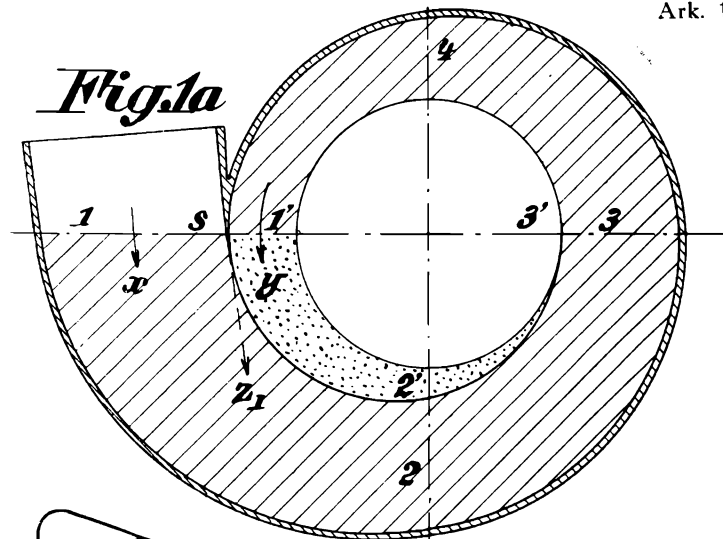
3. Turbina według zastrz. 1, znamieną tym, że boczne ściany osłony utworzone są przez powierzchnie obrotowe.

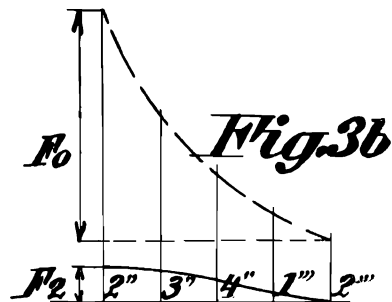
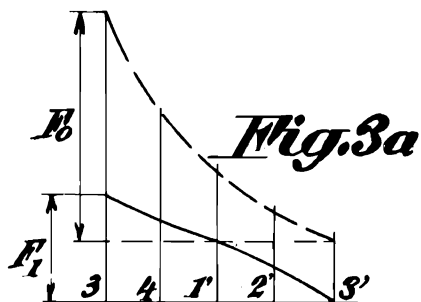
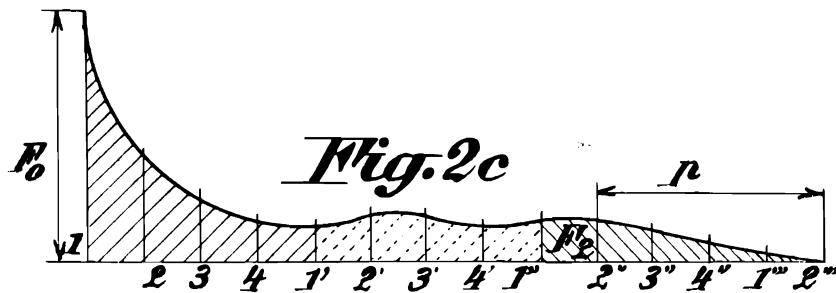
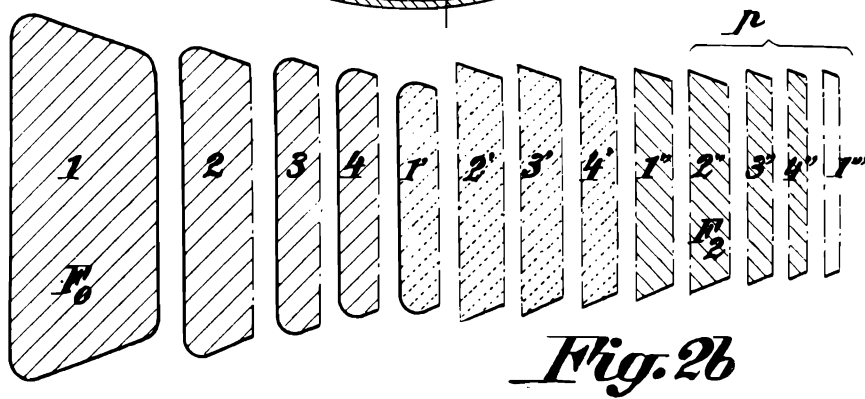
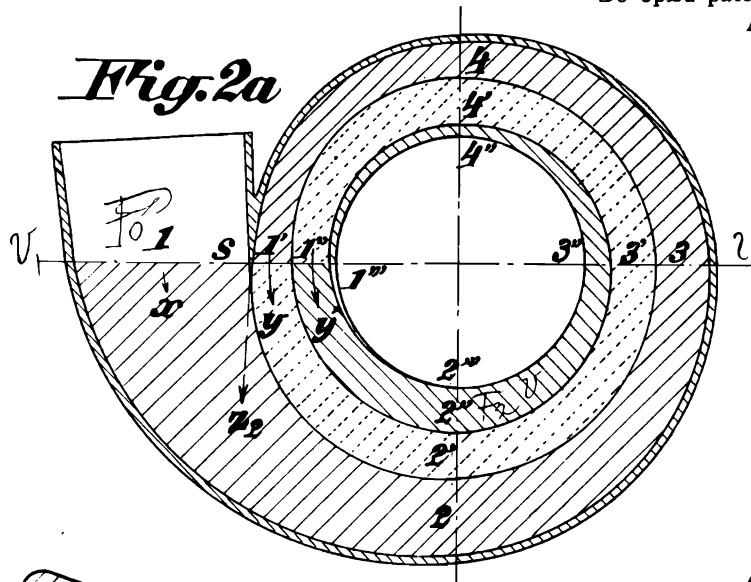
4. Turbina według zastrz. 1, znamieną tym, że miejsce styku spirali (S) z rurą dopływową posiada kształt powierzchni, zakrzywionej w kierunku kanału dopływowego.

5. Turbina według zastrz. 1, znamieną tym, że linia, łącząca punkty ciężkości przekrojów poprzecznych osłony, jest linią krzywą.

Manfred Reiffenstein.

Zastępca: Inż. H. Sokal,
rzecznik patentowy.





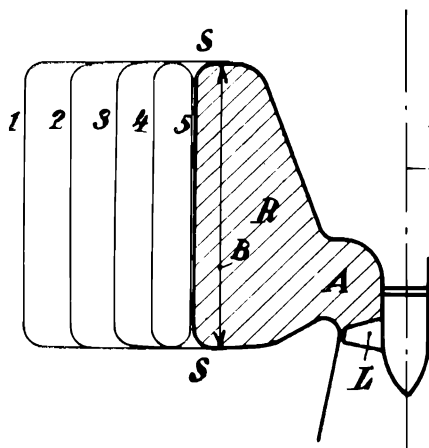


Fig. 4

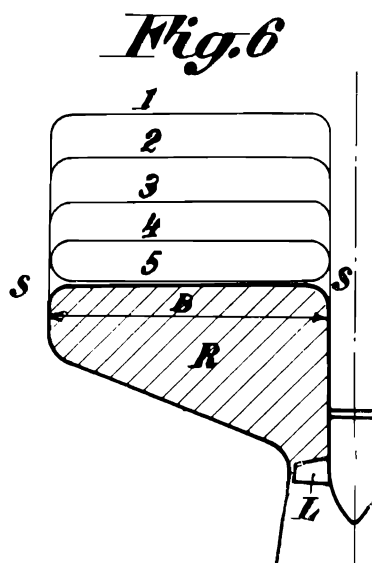


Fig. 6

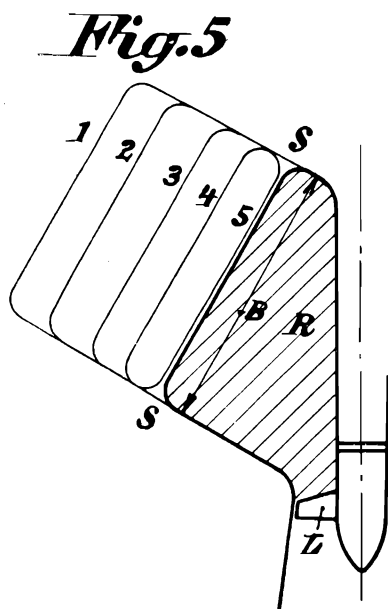


Fig. 5

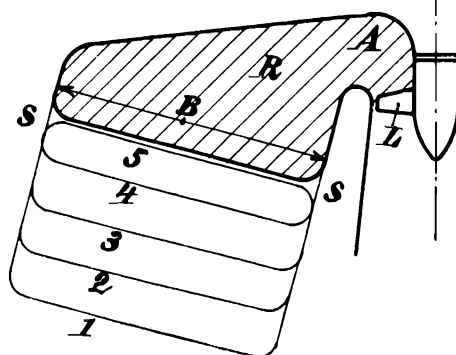


Fig. 7

