



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 659 686 A5

51 Int. Cl. 4: F 03 B 3/18
F 03 B 11/04

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 7535/82

73 Inhaber:
Sulzer-Escher Wyss AG, Zürich

22 Anmeldungsdatum: 23.12.1982

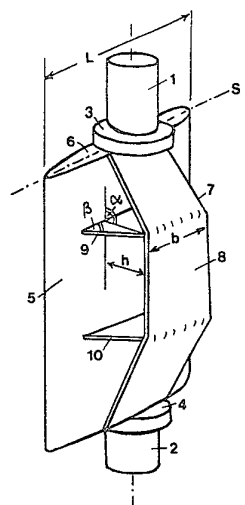
24 Patent erteilt: 13.02.1987

45 Patentschrift
veröffentlicht: 13.02.1987

72 Erfinder:
Meystre, Noël, Meilen

54 Leitapparat für eine hydraulische Turbomaschine.

57 Bei dem Leitapparat für eine hydraulische Turbomaschine mit grossen Abmessungen, beispielsweise eine Wasserturbine oder Pumpturbine, bestehen die Leitschaufeln aus einem dünnen Schaufelkörper (5) mit einem aufgesetzten Fachwerk (7) zur Versteifung. Dieses Fachwerk ist aus einzelnen, flachen Elementen (8, 9, 10) zusammengesetzt, die in Richtung der Profilachse (S), d.h. in Strömungsrichtung gestellt sind. Damit wird ein grösserer, freier Querschnitt für die Strömung erreicht, wobei die Biege- und Torsionssteifigkeit erhöht und zugleich der Materialaufwand reduziert wird.



PATENTANSPRÜCHE

1. Leitapparat für eine hydraulische Turbomaschine mit mehreren, ein Profil aufweisenden Leitschaufeln, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitschaufeln (5) durch ein Fachwerk (7) versteift sind, das aus flachen, überwiegend in Richtung der Leitschaufelprofilachse (S) gestellten Elementen (8, 9, 10) besteht.
2. Leitapparat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitschaufeln eine Drehachse (A) aufweisen, wobei durch Drehung der Leitschaufeln um ihre Drehachse die Durchströmung des Leitapparates veränderbar ist, gegebenenfalls bis zum völligen Schliessen des Leitapparates.
3. Leitapparat nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehachse (A) ausserhalb des Profils (6) des Leitschaufelkörpers, jedoch innerhalb des Fachwerkes (7) liegt.
4. Leitapparat nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Element (8) des Fachwerkes an einem Ende (3, 4) der Leitschaufel (5) verankert ist.
5. Leitapparat nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Element (9, 10) des Fachwerkes (7) auf der Oberfläche der Leitschaufel (5) verankert ist.
6. Leitapparat nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Element (9, 10) des Fachwerkes (7) auf der Oberfläche der Leitschaufel senkrecht zu dieser verankert ist.
7. Leitapparat nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein auf der Oberfläche verankertes Element (12) als gelochte Rippe ausgebildet ist.
8. Leitapparat nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein auf der Oberfläche verankertes Element aus zwei voneinander getrennten, flachen Stegen (14, 15, 16, 17) gebildet ist.
9. Leitapparat nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Element (8) des Fachwerkes (7) als Band ausgebildet ist, dessen Breite (b) höchstens $\frac{1}{3}$ der Leitschaufellänge (L), in Richtung der Profilachse (S) gemessen, beträgt.
10. Leitapparat nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe (h) des Fachwerkes (7), senkrecht zur Strömungsrichtung gemessen, mindestens $\frac{1}{4}$ der Länge (L) der Leitschaufel, in Richtung der Profilachse (S) gemessen, beträgt.

Die Erfindung betrifft einen Leitapparat für eine hydraulische Turbomaschine mit mehreren, ein Profil aufweisenden Leitschaufeln. Solche Leitapparate sind beispielsweise in CH 433 150 beschrieben.

Für viele hydraulische Turbomaschinen sind Leitapparate mit verstellbaren Leitschaufeln erforderlich oder erwünscht. Beispielsweise bezwecken die Leitschaufeln einer Wasserturbine die Einstellung des Wasserstromes genau nach der augenblicklich erforderlichen Turbinenleistung. Das Leitrad dient auch vorübergehend als Absperrorgan. Bei Pumpturbinen mit verstellbarem Leitapparat dient dieser zudem als Drosselorgan während bestimmter Betriebsphasen.

Die Leitschaufeln müssen dabei eine Reihe von Bedingungen erfüllen. Sie müssen derart steif sein, dass unter der Wirkung der Strömungskräfte keine störenden Schwingungen entstehen. Die Form der Leitschaufeln soll so gewählt werden, dass die Strömung zum Laufrad der Turbomaschine von den Leitschaufeln günstig beeinflusst wird. Die Leitschaufeln müssen zudem in der Schliesslage, d.h. unter der vollen Wasserlast, gut abdichten und deshalb eine kontrollierte, beschränkte Durchbiegung und Torsion aufweisen. Die Verstellung der Leitapparatöffnung soll kontinuierlich und stabil

verändert werden können. Diese Bedingungen werden bei vorbekannten Leitapparaten durch Leitschaufeln erfüllt, die ein strömungsgünstiges, jedoch relativ dickes und volles Profil aufweisen. Bei grossen Turbomaschinen mit Durchmessern von mehreren Metern werden solche Leitschaufeln ausserordentlich schwer.

Durch den grossen Querschnitt der Leitschaufeln werden zudem die Strömungsverhältnisse ungünstig beeinflusst. Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, die genannten Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen und insbesondere einen Leitapparat für hydraulische Turbomaschinen zu schaffen, dessen Leitschaufeln bei geringem Materialaufwand einerseits einen geringen Strömungswiderstand sowie andererseits eine erhöhte Biege- und Torsionssteifigkeit aufweisen. Ausserdem sollen sie eine kontinuierliche, stabile Wasserstromregelung in jeder Leitradstellung und sowohl im Turbinen- als auch im Pumpbetrieb gestatten.

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Leitschaufeln durch ein Fachwerk versteift sind, das aus flachen, überwiegend in Richtung der Leitschaufelprofilachse gestellten Elementen besteht.

Bedingt durch diese Versteifung können die Leitschaufelblätter wesentlich dünner gewählt werden, was eine beträchtliche Reduktion des Materialaufwands mit sich bringt, und da die Fachwerkelemente sämtlich angenähert parallel zur Strömung gestellt sind, steht für die Strömung ein grösserer freier Querschnitt zur Verfügung, als er mit den üblichen Vollprofilen der Leitschaufeln zu erreichen ist. Die versteifenden Elemente liegen so, dass die Strömung durch sie nur wenig beeinflusst wird und durch die Verstellung der Leitapparatöffnung kontinuierlich und stabil verändert werden kann.

Die Erfindung sowie zweckmässige Weiterbildungen derselben, werden anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert.

Figur 1 zeigt ein erstes Beispiel einer Leitschaufel in perspektivischer Ansicht.

Figur 2 zeigt die Leitschaufel nach Figur 1 in axialer Ansicht.

Figur 3 zeigt ein zweites Beispiel einer Leitschaufel in perspektivischer Ansicht.

Figur 4 zeigt die Leitschaufeln nach Figur 3 in axialer Ansicht.

Figur 5 zeigt ein Beispiel einer Leitschaufel mit gelochter Stützrippe im Schnitt.

Figur 6 zeigt ein Beispiel einer Leitschaufel mit zwei Stützstegen im Schnitt.

Figur 7 zeigt ein weiteres Beispiel einer Leitschaufel im Schnitt.

Figur 8 zeigt ein weiteres Beispiel eines Fachwerkes im Axialschnitt.

Figur 9 zeigt ein Fachwerk mit Dreieck-Profilen im Axialschnitt.

Figuren 1 und 2 zeigen eine Leitschaufel eines Leitapparates für eine hydraulische Turbomaschine, die mittels Lagerzapfen 1 und 2 mit tellerartigen Erweiterungen 3 und 4 in einem Ringgehäuse drehbar gelagert ist. Die Leitschaufel besteht aus einem Schaufelkörper 5 mit relativ schmalem Profil 6, auf den auf der Druckseite eine Fachwerk-Stützkonstruktion 7 zur Versteifung aufgesetzt ist. Diese besteht aus in Profilrichtung S gestellten flachen Elementen, nämlich einem bandförmigen Element 8, welches zwischen den tellerartigen Erweiterungen 3 und 4 angeordnet ist und durch zwei Stützelemente 9 und 10 in einer gewissen Distanz h vom Schaufelkörper 5 gehalten wird. Die Distanz h sollte grösser als $\frac{1}{4}$ der Länge L des Profils 6 sein, zweckmässigerweise grösser als $\frac{1}{4}$ der Profillänge L. Die Breite b des bandförmigen Elementes 8 kann über die ganze Länge zwischen den tellerförmigen

Erweiterungen 3 und 4 konstant sein oder etwas variieren, z.B. in der Mitte grösser sein als an den Enden oder auf der Antriebsseite grösser sein als am anderen Zapfen. Zweckmässig ist es, wenn diese Breite b höchstens $\frac{1}{2}$ der Profillänge L beträgt. Die Stützelemente 9 und 10 können rechteckig oder trapezförmig ausgebildet sein, d.h. der Trapezwinkel β kann 90° oder weniger betragen. Ebenso kann der Neigungswinkel α , mit dem die Stützelemente 9 und 10 auf den Schaufelkörper 5 aufgesetzt sind, 90° betragen oder weniger.

Figur 3 zeigt ein abgewandeltes Beispiel einer Leitschaukel, bei welcher zur Versteifung des bandförmigen Elementes 8 nur ein einziges Stützelement 11 vorgesehen ist, das eine rechteckige Form besitzt und senkrecht auf dem Schaufelkörper 5 aufsteht.

Figur 4 zeigt eine Weiterbildung einer Leitschaukel, bei welcher im Unterschied zu Figur 2 die Lagerzapfen 1 jedoch so angeordnet sind, dass die Drehachse A ausserhalb des Profils 6 liegt, jedoch innerhalb des durch das bandförmige Element 8 und den Schaufelkörper 5 gebildeten Fachwerkprofils. Die Höhe der Fachwerks h beträgt bei diesem Beispiel mindestens $\frac{1}{4}$ der Länge L des Schaufelkörpers 5. Eine derart gestaltete Leitschaukel lässt einen günstigeren Verlauf des Regelmoments beim Verstellvorgang zu.

Bei der in Figur 5 dargestellten Leitschaukel ist das bandförmige Element 8 gegen den Schaufelkörper 5 mit einem bestimmten Winkel γ , der zwischen 0 und 20° liegen kann, angestellt. Hierdurch lassen sich besonders günstige Strömungsverhältnisse erreichen. Das Stützelement ist zur Materialeinsparung als gelochte Rippe 12 mit einem oder mehreren Löchern 13 ausgebildet.

Diese gelochten Rippen lassen sich auch, wie in Figur 6 gezeigt ist, auf paarweise angeordnete, voneinander getrennte flache Stege 14 und 15 reduzieren, oder wie in Figur 7 gezeigt, auf unregelmässig geformte Stützelemente 16 und 17.

Auch Abwandlungen und zweckmässige Weiterbildungen der Form des Fachwerkes 7 sind möglich, z.B. auch eine asymmetrische Ausbildung des Fachwerkes.

Figur 8 zeigt ein Fachwerk mit drei zwischen dem bandförmigen Element 8 liegenden Stützelement 18, 19 und 20,

welche mit verschiedenen Winkeln auf die Oberfläche des Schaufelkörpers 5 aufgesetzt sind. Die Anzahl der Stützelemente kann auch grösser als 3 sein.

Figur 9 zeigt ein besonders stabiles Fachwerk, dessen Elemente wiederum als flache, parallel zur Strömung angeordnete Tafeln ausgebildet sind, welche so angeordnet sind, dass ausschliesslich Öffnungen 0 mit dreieckigem Querschnitt entstehen.

Es wird bemerkt, dass die Erfindung nicht auf die beschriebenen Beispiele beschränkt ist, sondern das Weiterbildungen im Rahmen des Erfindungsgedankens möglich sind. Durch die Erfindung wird in jedem Fall erreicht, dass für die Strömung ein grösserer freier Querschnitt zur Verfügung steht, da nur ein dünner Schaufelkörper erforderlich ist, und dass das diesen stützende und versteifende Fachwerk aus dünnen bandförmigen Elementen besteht, deren Dicke weniger als die Hälfte der Schaufelkörperdicke beträgt. Die versteifenden Elemente liegen dabei derart in der Strömung, dass diese durch sie nur wenig beeinflusst wird. Gegenüber vorbekannten Leitschaukeln mit Vollprofil ist eine beträchtliche Reduktion des Materialaufwandes erreichbar. Zudem werden durch die grössere Torsions- und Biegesteifigkeit der Leitschaukeln auch deren Lager wesentlich weniger belastet, indem die Schaufelblattverformung verkleinert wird, so dass auch hier Einsparungen möglich sind.

Mit derartigen Leitschaukeln versehene Leitapparate eignen sich besonders für die Verwendung bei hydraulischen Maschinen jeder Art, d.h. Wasserturbinen und Pumpturbinen, mit besonders grossen Abmessungen. Während vorbekannte Leitschaukeln ihrer grossen Abmessungen wegen eine besonders starke Durchbiegung und Torsion zeigten und leicht zu Schwingungen neigten, können diese Nachteile durch die beschriebenen, erfindungsgemässen Leitschaukeln vermieden werden. Die Erfindung ist auch im konischen oder ebenen Leitrad von Rohrturbinen oder entsprechenden Pumpturbinen anwendbar. Erfindungsgemässe Leitschaukeln sind zwar vorzugsweise für Leitapparate mit verstellbaren Schaufeln bestimmt, können jedoch auch mit Vorteil für Leitapparate mit festen Schaufeln verwendet werden.

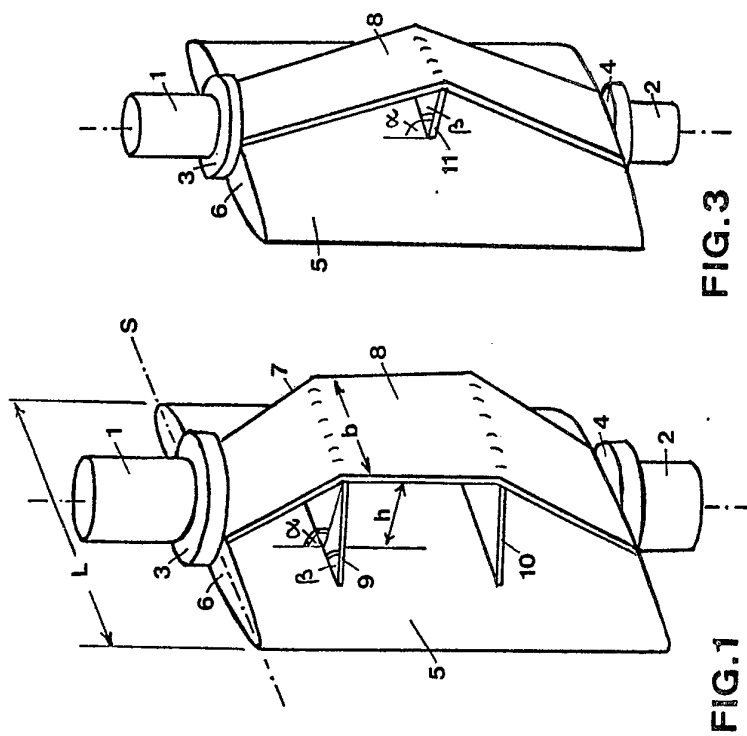


FIG. 1

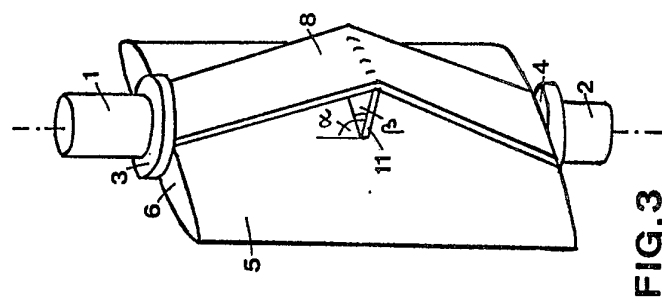


FIG. 3

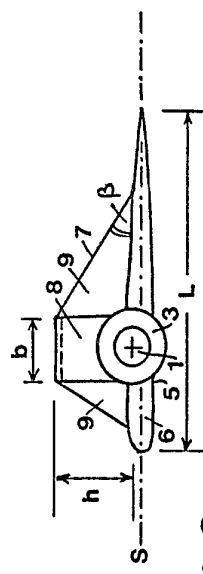


FIG. 2

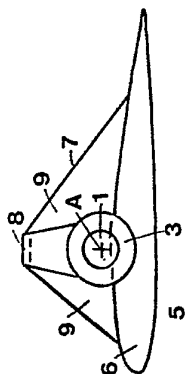


FIG. 4

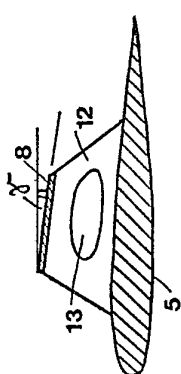


FIG. 5

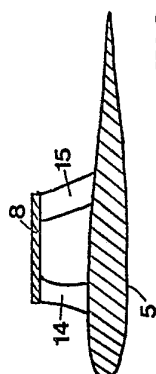


FIG. 6

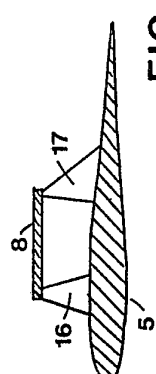


FIG. 7

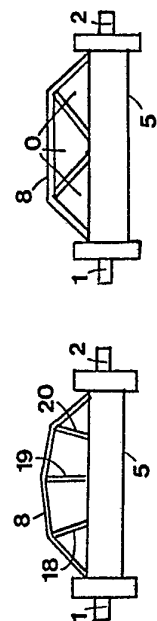


FIG. 8

FIG. 9