



Republik  
Österreich  
Patentamt

(11) Nummer: **AT 394 762 B**

(12)

# PATENT-SCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2020/89

(51) Int.Cl.<sup>5</sup> : **F03B 11/08**

(22) Anmeldetag: 28. 8.1989

(42) Beginn der Patentdauer: 15.11.1990

(45) Ausgabetag: 25. 6.1992

(56) Entgegenhaltungen:

DE-OS1503299 DE-GM1909600 DE-PS2935480

(73) Patentinhaber:

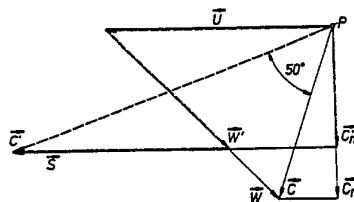
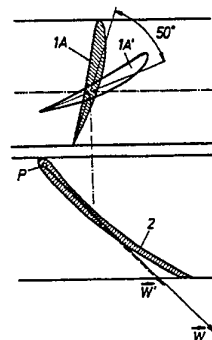
MASCHINENFABRIK ANDRITZ ACTIENGESellschaft  
A-8045 GRAZ, STEIERMARK (AT).

(72) Erfinder:

HASLER OTHMAR DIPL.ING.  
STÜBING, STEIERMARK (AT).

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR REINIGUNG DER LAUFRADEINTRITTSKANTEN VON MIT FLÜSSIGKEITEN, INSBESONDERE WASSER, BETRIEBENEN AXIALTURBINEN

(57) Ein Verfahren zur Reinigung der Laufradeintrittskanten von mit Flüssigkeiten, insbesondere Wasser, betriebenen Axialturbinen, insbesondere Kaplan- und Kaplanrohrturbinen, ist dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Leitschaufel während des Normalbetriebes der Turbine kurzzeitig verstellt wird, um durch die veränderten Strömungsverhältnisse eine Stoßkomponente zu erzeugen, durch die an den Laufradeintrittskanten anhaftende Schmutzteile bzw. Störstoffe abgelöst werden.



AT 394 762 B

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Reinigung der Laufradeintrittskanten von mit Flüssigkeiten, insbesondere Wasser, betriebenen Axialturbinen, insbesondere Kaplan- und Kaplanrohturbinen. Bei solchen Turbinen treten durch die wesentlich größere Umfangsgeschwindigkeit im Vergleich zur Meridiangeschwindigkeit bei verschmutzten Flüssigkeiten, insbesondere Wasser, durch Schmutzablagerungen an den Laufradeintrittskanten große Wirkungsgradeinbußen auf. Insbesondere faserige Schmutzteilchen setzen sich an der Laufradeintrittskante fest; dies verursacht einen drastischen Leistungsabfall der Turbine.

Aus der AT-PS 388 597 ist es bereits bekannt, zur Beseitigung dieser Schmutzablagerungen einen im Betrieb stillstehenden Abstreifer vor der Eintrittskante mindestens einer Laufradschaufel vorzusehen. Die Einstellung bzw. Einhaltung des dabei erforderlichen geringen Spalts von wenigen Millimetern zwischen Laufradeintrittskante und Abstreifer bedeutet in der Praxis jedoch Aufwand und Probleme.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, eine elegantere Lösung für dieses Problem zu schaffen, die über lange Zeiträume und ohne Rücksicht auf Fertigungstoleranzen wirksam und problemlos arbeitet. Dies wird bei dem eingangs näher bezeichneten Verfahren erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß mindestens eine Leitschaufel während des Normalbetriebes der Turbine kurzzeitig verstellt wird, vorzugsweise um einen Winkel von etwa 50° gegenüber der Normalstellung, um durch die veränderten Strömungsverhältnisse eine Stoßkomponente zu erzeugen, durch die an den Laufradeintrittskanten anhaftende Schmutzteilchen bzw. Störstoffe abgelöst werden.

Eine solche Einzelschaufelverstellung führt nur zu einem kurzzeitigen, geringfügigen Leistungsabfall der Turbine. Außerdem schont diese Reinigung die Turbine.

Vorteilhafterweise kann die kurzzeitige Verstellung mindestens einer Leitschaufel periodisch vorgenommen werden.

Gegenstand der Erfindung ist auch eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, die dadurch gekennzeichnet ist, daß in den Übertragungsweg vom Regelring zu mindestens einer Leitschaufel ein den Verstellwinkel dieser Leitschaufel gegenüber den im Verband stehenden Leitschaufeln abänderndes, für sich steuerbares Element, insbesondere ein an sich bekannter, durch einen Servomotor längenverstellbarer Lenker zwischengeschaltet ist.

Ein mittels einer Kolben-/Zylinderanordnung unter Zwischenschaltung von Drucköl/Druckgas in seiner Länge nachgiebiger Lenker ist an sich aus der DE-OS 1 503 299 bekannt.

Die Erfindung wird nun an Hand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. In diesen zeigen: Fig. 1a-c das Prinzip der Ermittlung der Stoßkomponente im Geschwindigkeitsdreieck, Fig. 2 eine schematische Darstellung des Leitapparates und Fig. 3 eine Detailansicht einer Leitschaufelverstelleinrichtung.

In Fig. 1a ist ein Ausschnitt (d. h. eine Leitschaufel (1A) bzw. (1A')) aus einem Leitradgitter und in Fig. 1b der zugehörige Ausschnitt aus einem Laufradgitter (d. h. eine Laufschaufel (2)) dargestellt. Bei einem Leitrad- bzw. Laufradgitter handelt es sich um die Abwicklung eines Zylinderschnittes (bei vertikalen Turbinen) bzw. eines Kegelschnittes (bei Rohrturbinen) durch das Leitrad bzw. Laufrad. Fig. 2 zeigt für eine Kaplan-Rohrturbine ein derartiges Leitradgitter bzw. einen Ausschnitt daraus. Wenn die Leitschaufeln zur Achse gleichen Winkel einschließen (z. B. die Leitschaufeln (1, 1A)), spricht man von „im Verband“ stehen. Für die Zeit der Reinigung wird mindestens eine Leitschaufel (z. B. die Leitschaufel (1A)) im Winkel gegenüber der Achse verstellt (z. B. um 50°), diese Leitschaufel (1A) befindet sich somit in ihrer verstellten Stellung als Leitschaufel (1A') „außerhalb des Gitterverbandes“.

Das in Fig. 1c dargestellte Vektorendiagramm zeigt die Ermittlung der Stoßkomponente im Geschwindigkeitsdreieck und gilt für den Eintrittspunkt (P) in das Laufrad (Laufradschaufel (2)), das ist der äußerste Punkt des Laufrades in Richtung Leitrad (Leitradschaufel (1A) bzw. (1A')). Mit voll durchgezogenen Strichen ist das Eintrittsdreieck im Gitterverband dargestellt, für welches gilt:

$$\vec{C} = \vec{U} + \vec{W};$$

mit unterbrochenen Strichen ist das Eintrittsdreieck außerhalb des Gitterverbandes dargestellt, für welches gilt:

$$\vec{C} = \vec{U} + \vec{W}' + \vec{S}.$$

Es bedeuten:

$\vec{C}$  ..... Absolutgeschwindigkeit (= Strömungsgeschwindigkeit auf der Leitschaufel),

$\vec{C}_m$  ..... meridionale Absolutgeschwindigkeit,

$\vec{U}$  ..... System-(Umfangs-)geschwindigkeit,

$\vec{W}$  ..... Relativgeschwindigkeit (= Strömungsgeschwindigkeit auf den Laufschaufeln),

$\vec{S}$  ..... Stoßkomponente in Umfangsrichtung.

Der Betrag der einzelnen Vektoren hängt vom Betriebspunkt (Wassermenge, Drehzahl) ab.

Es werden somit beim erfindungsgemäßen Verfahren durch kurzzeitiges, gegebenenfalls auch periodisches, Ausschwenken bzw. Verstellen einer einzelnen oder mehrerer Leitschaufeln die geregelten Strömungsverhältnisse der Turbine soweit verändert bzw. gestört, daß die durch die Verschwenkung mindestens einer Leitschaufel (1A) in die Stellung (1A') verursachte Stoßkomponente  $\vec{S}$  (siehe Fig. 1c) den an der vorbeileitenden Laufradeintrittskante anhaftenden Störstoff ablöst bzw. diese reinigt.

Dieser Reinigungsvorgang kann auch so gesehen werden, daß durch das Verschwenken mindestens einer Leitschaufel (1A) aus dem Gitterverband sich durch die Störung der Strömungsverhältnisse eine sogenannte „Geschwindigkeitsdelle“, d. h. eine Vertiefung im allgemeinen, normalerweise gleichmäßigen Geschwindigkeitsprofil, ausbildet, durch welche die Laufradeintrittskante gereinigt wird.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens wird nun an Hand der Fig. 2 und 3 näher erläutert. In Fig. 2 ist schematisch ein Abschnitt einer Leitschaufelverstellung dargestellt. Die normale Regelverstellung der Leitschaufeln (1) wird über die Leitschaufelhebel (3) und die Lenker (4) vom Regelring (5) abgeleitet; es ist somit üblicherweise der Lenker (4) eine in seiner Länge unveränderliche, starre Stange. Dies gilt auch für jene Leitschaufeln (1) bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung, die nicht aus dem Gitterverband verstellt werden sollen.

Bei jenen Leitschaufeln (1A), die aus dem Gitterverband verstellt werden sollen (Stellung (1A') in Fig. 1a und Fig. 2), ist der Lenker (4) als für sich steuerbares längenverstellbares Element ausgebildet. Diese Längenverstellbarkeit des Lenkers (4) kann, wie in Fig. 3 im einzelnen dargestellt ist, durch einen üblichen hydraulisch oder pneumatisch betätigbaren Servomotor durchgeführt werden, wobei in Fig. 3 mit (A) der Lenkerservomotor in seiner eingefahrenen Stellung (d. h. Leitschaufel (1A) im Gitterverband) und mit (A') der Lenkerservomotor in seiner ausgefahrenen Stellung (d. h. Leitschaufel (1A') außerhalb des Gitterverbandes) dargestellt ist.

Es kann natürlich auch eine elektrisch oder magnetisch betätigbare Längenverstellbarkeit des Lenkers (4) vorgesehen sein.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Reinigung der Laufradeintrittskanten von mit Flüssigkeiten, insbesondere Wasser, betriebenen Axialturbinen, insbesondere Kaplan- und Kaplanrohturbinen, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens eine Leitschaufel während des Normalbetriebes der Turbine kurzzeitig verstellt wird, vorzugsweise um einen Winkel von etwa 50° gegenüber der Normalstellung, um durch die veränderten Strömungsverhältnisse eine Stoßkomponente zu erzeugen, durch die an den Laufradeintrittskanten anhaftende Schmutzteile bzw. Störstoffe abgelöst werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die kurzzeitige Verstellung mindestens einer Leitschaufel periodisch vorgenommen wird.

3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Übertragungsweg (3, 4) vom Regelring (5) zu mindestens einer Leitschaufel (1A) ein den Verstellwinkel dieser Leitschaufel (1A) gegenüber den im Verband stehenden Leitschaufeln (1) abänderndes, für sich steuerbares Element, insbesondere ein an sich bekannter, durch einen Servomotor längenverstellbarer Lenker (4) zwischengeschaltet ist.

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

Fig. 1a

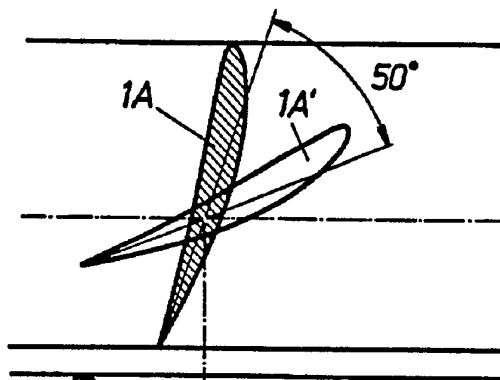


Fig. 1b

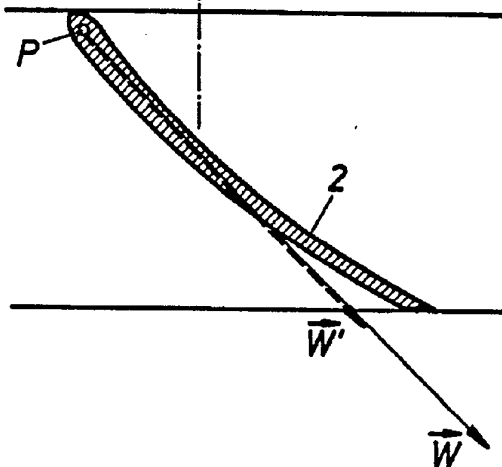


Fig. 1c

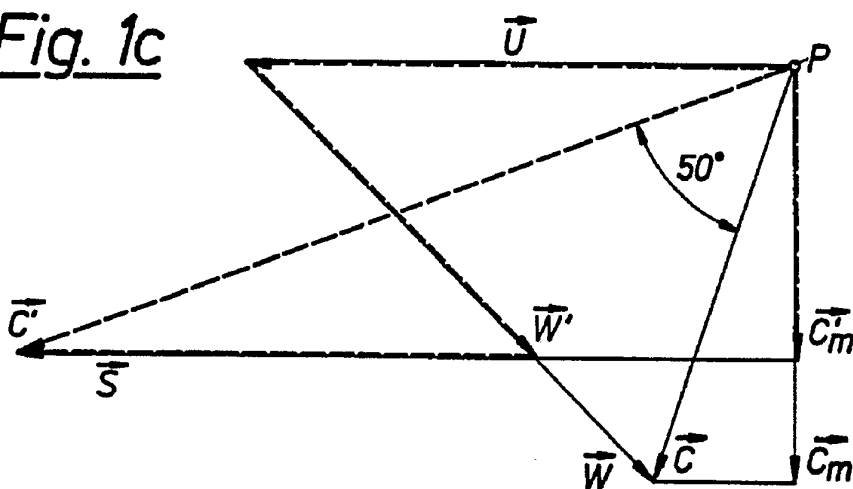
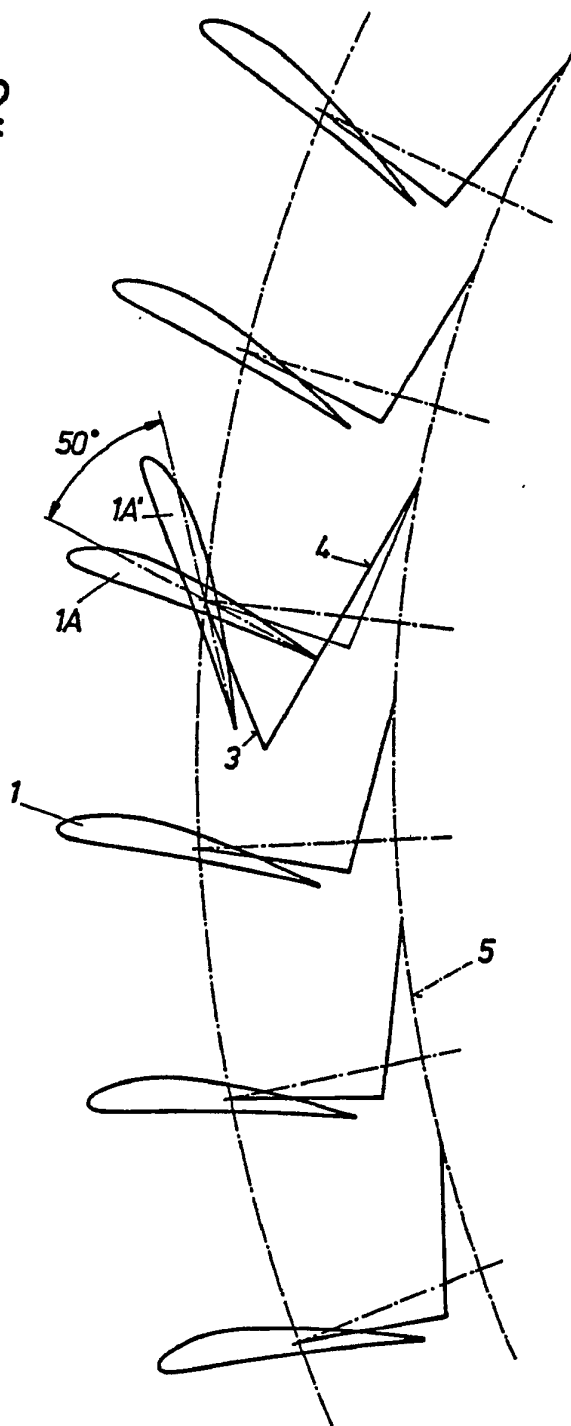


Fig. 2



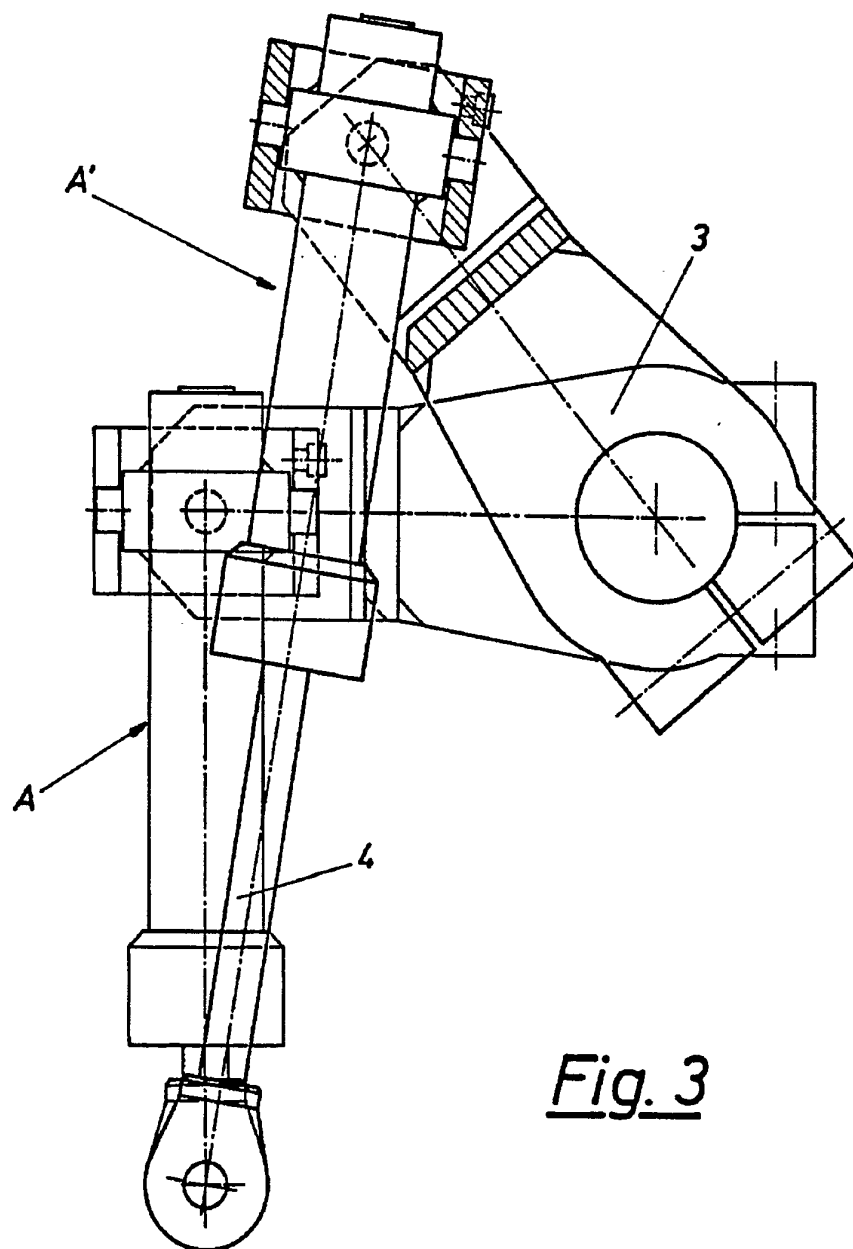


Fig. 3