

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 731 880 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

15.07.1998 Patentblatt 1998/29

(21) Anmeldenummer: **95900701.4**

(22) Anmeldetag: **10.11.1994**

(51) Int Cl.⁶: **F04D 29/42, F04D 29/66**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP94/03720

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 95/15440 (08.06.1995 Gazette 1995/24)

(54) **EINRICHTUNG ZUR VERHINDERUNG VON UNTERWASSERWIRBELN AN PUMPENEINLÄUFEN**
DEVICE FOR PREVENTING TURBULENCE AT PUMP INLETS
DISPOSITIF POUR EMPECHER LA FORMATION DE TOURBILLONS AUX ENTREES DE POMPES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB NL

(30) Priorität: **30.11.1993 DE 4340711**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.09.1996 Patentblatt 1996/38

(73) Patentinhaber: **KSB Aktiengesellschaft**
67227 Frankenthal (DE)

(72) Erfinder:

- **BRODERSEN, Sönke**
D-69198 Schriesheim (DE)
- **PFEIFFER-MÜLLER, Gunter**
D-67549 Worms (DE)

- **KÖPP, Rüdiger**
D-67063 Ludwigshafen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 137 637 GB-A- 785 926
GB-A- 2 057 569

- **JOST KNAUSS 'dvwk-schriften' 1983, PAUL PAREY, HAMBURG UND BERLIN in der Anmeldung erwähnt wirbelbildung an einlaufbauwerken-luft- und dralleintrag siehe Seite 48 - Seite 49**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10, no. 360 (M-541) 3. Dezember 1986 & JP,A,61 155 699 (FUJI ELECTRIC CO LTD) 15. Juli 1986 in der Anmeldung erwähnt**

EP 0 731 880 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

In vielen Einsatzfällen saugen Kreiselpumpen das Fördermedium über einen vertikal angeordneten Einlauf aus einer Einlaufkammer, die auch als Pumpensumpf bezeichnet wird (KSB-Kreiselpumpenlexikon, 1989, Seite 88 und 89). Eine solche Einlaufkammer dient vor allem der Verbesserung der Zulaufbedingungen zur Kreiselpumpe, mit ihr wird eine möglichst ausgeglichene, wirbelfreie Zuströmung angestrebt. Dies ist vor allem für spezifisch schnellläufige Pumpen mit Propeller oder Halbxialrad unerlässlich, weil diese auf Störungen in der Zuströmung unmittelbar reagieren.

Dem eigentlichen, rohrförmig gestalteten Pumpeneinlauf wird meist noch eine Einlaufdüse, auch Saugglocke genannt, vorgeschaltet. Durch die Einlaufdüse werden Ungleichmäßigkeiten in der Geschwindigkeitsverteilung der zuströmenden Flüssigkeit geglättet.

Weiterhin sind Maßnahmen zur Wirbelkontrolle bzw. -verhinderung geläufig, die der Vermeidung eines Lufteintrags und der Begrenzung eines Dralleintrags in der zum Pumpeneinlauf gerichteten Strömung dienen (DVWK-Schriften: "Wirbelbildung an Einlaufbauwerken - Luft- und Dralleintrag" von Prof. Dr. Ing. Jost Knaus, 1983, Seite 48* und 49*). Dabei ist zu berücksichtigen, daß sich die Wirbel in Art, Ursache und Entstehungsort unterscheiden. So muß auch die Verhinderung der Wirbel auf unterschiedliche Art betrieben werden. In der zitierten Literaturstelle wird als wichtigste Maßnahme zur Wirbelvermeidung eine Verkleinerung der Zirkulation genannt.

Als Hilfsmittel zur Drallreduzierung werden unterhalb des Pumpeneinlaufs angeordnete Trennwände, Kegel oder Kreuze empfohlen.

In einer bekannten Vorrichtung zur Verhinderung der Wirbelbildung für eine Pumpe mit senkrechter Welle (JP-A-61-155699) wird eine L-förmig gestaltete Trennwand vorgeschlagen, die aus dem unterhalb des Pumpeneinlaufs verlaufenden Teil übergeht in einen an der Rückwand der Einlaufkammer angeordneten Teil, der bis zu der in ihrer Höhe abgesenkten Decke der Einlaufkammer reicht. Zur Vermeidung luftziehender Oberflächenwirbel ist im übrigen eine unterhalb der Decke befestigte Wirbelschutzleiste vorgesehen.

Trennwände, Leitbleche und -platten oder Wirbelschutzleisten und -balken vermögen eine besondere Art von Wirbeln nicht zu vermeiden, die an den die Einlaufkammer begrenzenden Flächen, Boden und Wand, entstehen und die als Grund- oder Unterwasserwirbel bezeichnet werden. Das an die Boden- bzw. Wandoberfläche gebundene Ende eines solchen Wirbels bewegt sich in einem gewissen Bereich hin und her, während das andere Ende in die Pumpe hineinzieht. Da die Drehgeschwindigkeit im Zentrum des Unterwasserwirbels sehr groß ist, sinkt dort der statische Druck unter den Dampfdruck des Mediums, mit der Folge, daß sich der Wirbel als dampfgefüllter Schlauch ausbildet. Weil aber ein solches Gebilde sehr instabil ist und durch den an-

steigenden statischen Druck in ähnlicher Weise wie die bekannten, für Kavitation verantwortlichen Dampfblasen zu einem schlagartigen, implotionsähnlichen Zerfall geführt wird, werden durch die bis in das Laufrad der Kreiselpumpe hineinziehenden Unterwasserwirbel Schwingungen und mechanische Zerstörungen hervorgerufen.

Zur Vermeidung von Unterwasserwirbeln wurden bislang vor allem Einlaufkegel eingesetzt. Die bereits zitierten Literaturstellen "KSB-Kreiselpumpenlexikon" und "DVWK-Schriften" zeigen solche Einlaufkegel, die fest am Boden der Einlaufkammer verankerte und unmittelbar vor der Einlaufdüse angeordnete Umlenkvorrichtungen darstellen.

Eine weitere bekannte Vorkehrung zur Verhinderung von Unterwasserwirbeln besteht darin, die dem Pumpeneinlauf benachbarten Oberflächen der Einlaufkammer mit einer Verkleidung oder Profilierung zu versehen, durch welche die vorher glatte Oberfläche vielfach unterbrochen wird (WO 92/11460).

Die genannten Maßnahmen zur Unterdrückung von Unterwasserwirbeln sind durchaus erfolgreich, allerdings sind sie auch vergleichsweise aufwendig.

Ziel der Erfindung ist es, den für die Verhinderung von Unterwasserwirbeln zu treibenden Aufwand auf ein Minimum zu reduzieren. Erreicht wird dies durch eine Einrichtung, die im Patentanspruch 1 mit ihren Bemessungsgrenzen aufgezeigt wird. Der hier als Bezugsgröße angegebene Durchmesser (D) ist nicht der Durchmesser der Einlaufdüse, sondern der des oberhalb der Einlaufdüse gelegenen rohrförmigen Pumpeneinlaufs.

Der Erfindung liegt folgende Erkenntnis zugrunde:

Unterwasserwirbel entstehen unter etwa gleichen Bedingungen wie Wirbelstürme in der Erdatmosphäre. Am Boden ist eine mehr oder weniger zufällig entstehende Scherung des in benachbarten Bereichen unterschiedlich schnell strömenden Mediums vorhanden. Hieraus kann sich ein Potential entwickeln, das das Medium veranlaßt, sich parallel zum Boden zu drehen. Ist in der Nähe dieser Erscheinung eine im strömungstechnischen Sinn als Senke wirkende Stelle vorhanden, in die das Strömungsmedium hineinbewegt bzw. -beschleunigt wird, nimmt eine ursprünglich leichte Drehung die Form eines Wirbels an. Eine solche Senke ist im Fall der Pumpeneinlaufkammer das Saugrohr des Pumpeneinlaufs. Es muß also, um die Entstehung eines Wirbels zu verhindern, die boden- bzw. wandnahe Strömung insofern gestört werden, daß sich eine örtliche Drehbewegung nicht ausbilden kann. Dies wiederum muß aber nur in dem nahe der strömungstechnischen Senke gelegenen Bereich geschehen. Somit braucht nicht die gesamte Oberfläche des Bodens oder der Wand, sondern nur der für die Entstehung von Unterwasserwirbeln in Frage kommende Bereich mit einer Rippe gemäß den im Patentanspruch 1 genannten Abmessungen versehen zu werden.

Der Patentanspruch 2 nennt als zusätzliche Einrichtung eine an der Rückwand der Einlaufkammer an-

geordnete Rippe, deren Höhe und Breite innerhalb der für die am Boden angeordnete Rippe geltenden Grenzwerten bleiben. Gemäß Patentanspruch 3 können die Boden- und Wandrippe zu einer einzigen, L-förmig gestalteten Rippe zusammengefaßt sein.

In der Mehrzahl der Anwendungsfälle ist es die zweckmäßigste Anordnung für eine am Boden der Einlaufkammer befindliche Rippe, wenn diese gemäß Anspruch 4 in Richtung des Hauptstromes verläuft. Die Rippe kann aber auch, wie im Anspruch 5 dargelegt, in einem Winkel zum Hauptstrom verlaufen. Die Rippe muß im übrigen keine durchweg gerade Linie bilden; ihr Verlauf kann gemäß Anspruch 6 von einer Geraden abweichen. Dies kann unter anderem bedeuten, daß die Rippe, wie in Anspruch 7 gelehrt, aus zwei in einem Winkel zueinander stehenden Schenkeln besteht oder daß sie gemäß Anspruch 8 in einer Kurvenlinie verläuft. Im Anspruch 9 wird darauf hingewiesen, daß der Querschnitt der Rippe sich über deren Verlauf verändern kann.

Anhand verschiedener Ausführungsbeispiele wird die Erfindung näher erläutert.

Die Zeichnung zeigt in

Fig. 1 bis 3 eine mit einer erfindungsgemäßen Einrichtung ausgestattete Einlaufkammer in drei Ansichten, in

Fig. 4 verschiedene mögliche Querschnittsformen der am Boden oder der Rückwand der Einlaufkammer angeordneten Rippe, in

Fig. 5 und 6 Draufsichten auf Einlaufkammern mit am Boden angeordneten Rippen, welche nicht in Richtung des Hauptstromes verlaufen, und in

Fig. 7 eine alternative Ausführung der erfindungsgemäßen Einrichtung mit am Boden und der Wand der Einlaufkammer angeordneten Rippen.

Die in der Fig. 1 bis 3 dargestellte Einlaufkammer 1 wird gebildet zwischen jeweils zwei Seitenwänden 2 und einer Rückwand 3. In die Einlaufkammer 1 ragt das vertikal angeordnete Saugrohr eines Pumpeneinlaufs 4. Am unteren Ende des Pumpeneinlaufs 4, der einen Durchmesser D besitzt, ist eine Einlaufdüse 5 vorgesehen.

Am Boden 6 der Einlaufkammer 1 befindet sich eine Rippe 7, die einteilig mit dem Boden 6 ausgeführt oder als gesondertes Teil auf diesem befestigt sein kann. Die Querschnittsform der Rippe 7 ist beliebig. Die der Einzelheit x der Fig. 2 entsprechende Fig. 4 zeigt nur einige der hier möglichen Formen. Wesentlich ist aber, daß alle Querschnitte innerhalb vorgegebener Grenzen für die Höhe h und Breite b bleiben müssen, um ihre Unterwas-

serwirbel verhindernde Wirkung entfalten zu können. Die auf den Durchmesser D des Pumpeneinlaufs bezogenen Werte lauten:

$$0,055 < h/D < 0,29$$

$$0,045 < b/D < 0,39.$$

Die gleichen Voraussetzungen bezüglich des Querschnitts, der Höhe h und der Breite b gelten für eine an der Rückwand 3 angeordnete Rippe 8, wie sie die Fig. 7 zeigt. In besonderen Einsatzfällen, in denen auch an der Rückwand 3 entstehende Unterwasserwirbel zu erwarten sind, wird eine solche Rippe 8 zusätzlich zur Rippe 7 vorgesehen. Die Rippe 8 befindet sich auf der in Richtung des Hauptstromes (in der Zeichnung jeweils durch einen Pfeil angedeutet) versetzten Mittelachse 9 des Pumpeneinlaufs 4. Die Länge y der Rippe 8 entspricht mindestens dem Abstand H zwischen dem Boden 6 der Einlaufkammer 1 und der Eintrittsöffnung des Pumpeneinlaufs 4, die hier durch die Einlaufdüse 5 gebildet wird.

Für die Erstreckung x_1 , x_2 der am Boden 6 befindlichen Rippe 7, die in zwei von der verlängerten Mittelachse 9 ausgehenden Richtungen gemessen wird, gilt folgendes:

$$0,45 < x_1/D < \infty$$

$$0,45 < x_2/D < \infty.$$

In der in den Fig. 1 bis 3 dargestellten bevorzugten Ausführung verläuft die Rippe 7 in einer dem Hauptstrom folgenden geraden Linie. Die in den Fig. 5 und 6 dargestellten Rippen 10 und 11 haben einen anderen Verlauf, führen aber ebenfalls zum gewünschten Erfolg: Unterdrückung von im Bodenbereich entstehenden Unterwasserwirbeln.

Neben den dargestellten Formen und Verläufen, geradlinige Rippe 10 in einem Winkel α zum Hauptstrom, Rippe 11 mit in einem Winkel β zueinander stehenden Schenkeln, ist eine Vielzahl weiterer Varianten möglich. So kann die Rippe in einem Bogen oder in einer Schlangenlinie verlaufen; ihre Höhe, ihre Breite und ihre Querschnittsform können sich über ihren Verlauf verändern. Wichtig ist allein, daß sie dabei innerhalb der in den Patentansprüchen angegebenen Grenzen bleibt und daß die verlängerte Mittelachse 9 durch die Rippe hindurch verläuft.

Die erfindungsgemäße rippenförmige Einrichtung ist nicht zu verwechseln mit den eingangs erwähnten Leitblechen oder Trennwänden, die zwar ebenfalls unterhalb des Pumpeneinlaufs mit Ausrichtung in Hauptstromrichtung angebracht sind, die aber nur eine allge-

meine Vergleichmäßigung der Pumpenzuströmung bewirken. Tatsächlich wird durch Trennwände die Hauptströmung in zwei Bereiche unterteilt, in denen jeweils wieder die für die Entstehung von Unterwasserwirbeln geltenden Randbedingungen auftreten. Wie Versuche gezeigt haben, bilden die Leitbleche oder Trennwände eigene Wandbereiche, an denen wiederum Unterwasserwirbel entstehen können.

Die erfindungsgemäßen Rippen 7, 8, 10 und 11 üben, selbst wenn sie nur die angegebene Minimalhöhe besitzen, einen gezielten Einfluß auf die in Boden- oder Wandnähe vorhandene Strömung aus und verhindern eine Wirbelbildung am möglichen Entstehungsort. Dabei ist durch das in Einlaufkammern häufig anzutreffende Problem einer Versandung des Bodens keine Beeinträchtigung der Funktion der Rippen 7, 10 und 11 zu befürchten, da diese sich an einem Ort hoher Strömungsgeschwindigkeit befindet, wo sich selbst im ungünstigsten Fall nur sehr wenig Sand absetzen kann.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Verhinderung von am Boden (6) und an der Rückwand (3) der Einlaufkammer (1) einer Kreiselpumpe entstehenden Unterwasserwirbeln, mit einer auf dem Boden (6) der Einlaufkammer (1) angeordneten, durch die verlängerte Mittelachse (9) des Pumpeneinlaufs (4) verlaufenden Rippe (7) beliebigen Querschnitts, deren Höhe (h) und Breite (b) und deren beide von der verlängerten Mittelachse (9) des Pumpeneinlaufs (4) ausgehende Erstreckungen (x_1 , x_2) folgende auf den Durchmesser (D) des Pumpeneinlaufs (4) bezogene Werte besitzen:

- a) $0,055 < h/D < 0,29$
- b) $0,045 < b/D < 0,39$
- c) $0,45 < x_1/D < \infty$
- d) $0,45 < x_2/D < \infty$.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, mit einer an der Rückwand (3) der Einlaufkammer (1) angeordneten, auf der in Richtung des Hauptstromes versetzten Mittelachse (9) des Pumpeneinlaufs (4) verlaufenden Rippe (8) beliebigen Querschnitts, deren Höhe (h) und Breite (b) innerhalb der für die am Boden (6) angeordnete Rippe (7) geltenden Grenzwerten bleiben, während die Länge (y) etwa dem Abstand (H) zwischen dem Boden (6) der Einlaufkammer (1) und der Eintrittsöffnung (5) des Pumpeneinlaufs (4) entspricht.

3. Einrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, mit einer L-förmig gestalteten, auf dem Boden (6) und an der Wand (3) verlaufenden Rippe.

4. Einrichtung nach Anspruch 1, mit einer auf dem Boden (6) der Einlaufkammer (1) angeordneten, in

Richtung des Hauptstromes verlaufenden Rippe (7).

5. Einrichtung nach Anspruch 1, mit einer auf dem Boden (6) der Einlaufkammer (1) angeordneten, in einem Winkel (α) zum Hauptstrom verlaufenden Rippe (10).
6. Einrichtung nach Anspruch 1, mit einer auf dem Boden (6) der Einlaufkammer (1) angeordneten Rippe, die einen von einer geraden Linie abweichenden Verlauf besitzt.
7. Einrichtung nach Anspruch 6, deren Rippe (11) aus zwei in einem Winkel (β) zueinander stehenden Schenkeln besteht, wobei der zwischen den beiden Schenkeln gebildete Winkel (β) zwischen 90° und 270° liegt.
8. Einrichtung nach Anspruch 6, deren Rippe in einer Kurvenlinie verläuft.
9. Einrichtung nach Anspruch 1 und 2, mit einer Rippe, deren Querschnitt sich über ihren Verlauf verändert.

Claims

1. Device for preventing underwater vortices arising at the base (6) and at the rear wall (3) of the inlet chamber (1) of a centrifugal pump, comprising a rib (7) which is arranged on the base (6) of the inlet chamber (1), extends through the lengthened central axis (9) of the pump inlet (4) and has an arbitrary cross-section, and whose height (h) and width (b) and whose two extensions (x_1 , x_2) proceeding from the lengthened central axis (9) of the pump inlet (4) have the following values referred to the diameter (D) of the pump inlet (4):

- a) $0.055 < h/D < 0.29$
- b) $0.045 < b/D < 0.39$
- c) $0.45 < x_1/D < \infty$
- d) $0.45 < x_2/D < \infty$.

2. Device according to Claim 1, comprising a rib (8) which is arranged on the rear wall (3) of the inlet chamber (1), extends on the central axis (9), offset in the direction of the main flow, of the pump inlet (4) and has an arbitrary cross-section, and whose height (h) and width (b) remain within the limiting values valid for the rib (7) arranged on the base (6), while the length (y) corresponds approximately to the distance (H) between the base (6) of the inlet chamber (1) and the entry opening (5) of the pump inlet (4).

3. Device according to Claims 1 and 2, comprising a rib of L-shaped configuration extending on the base (6) and on the wall (3).
4. Device according to Claim 1, comprising a rib (7) arranged on the base (6) of the inlet chamber (1) and extending in the direction of the main flow.
5. Device according to Claim 1, comprising a rib (10) arranged on the base (6) of the inlet chamber (1) and extending at an angle (α) to the main flow.
6. Device according to Claim 1, comprising a rib arranged on the base (6) of the inlet chamber (1) and has a shape differing from a straight line.
7. Device according to Claim 6, whose rib (11) comprises two limbs at an angle (β) to one another, the angle (β) formed between the two limbs being between 90° and 270° .
8. Device according to Claim 6, whose rib extends in a curved line.
9. Device according to Claims 1 and 2, comprising a rib whose cross-section changes over its extent.

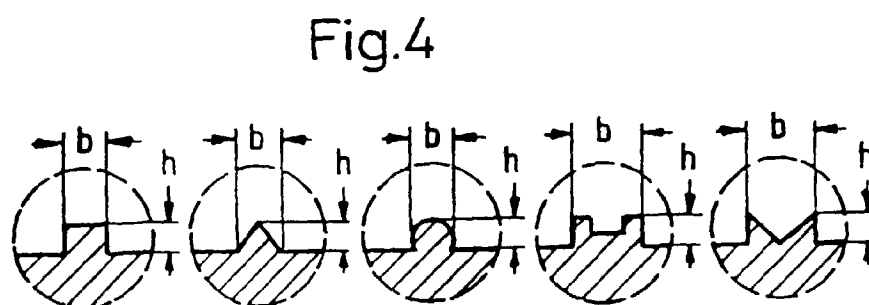
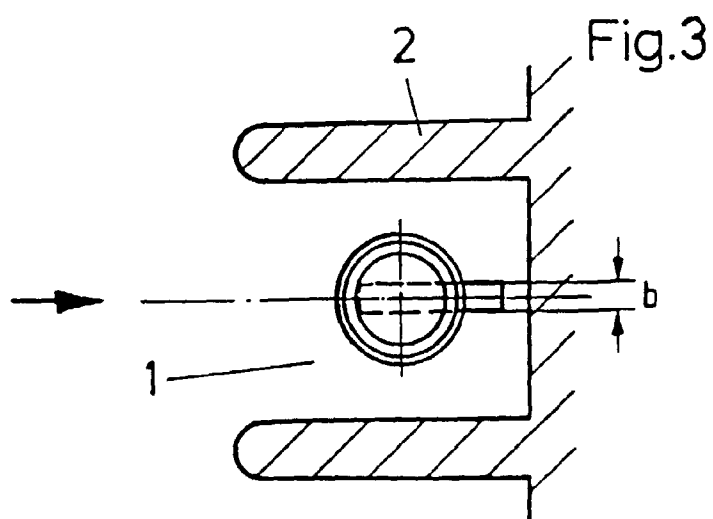
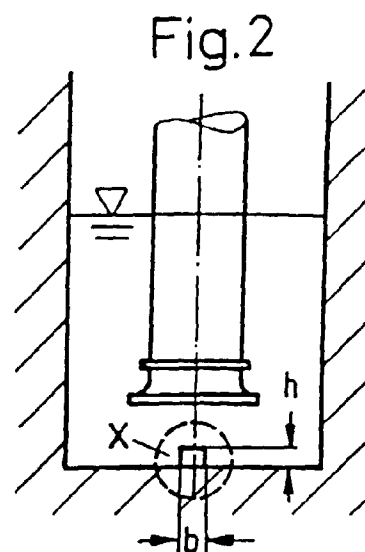
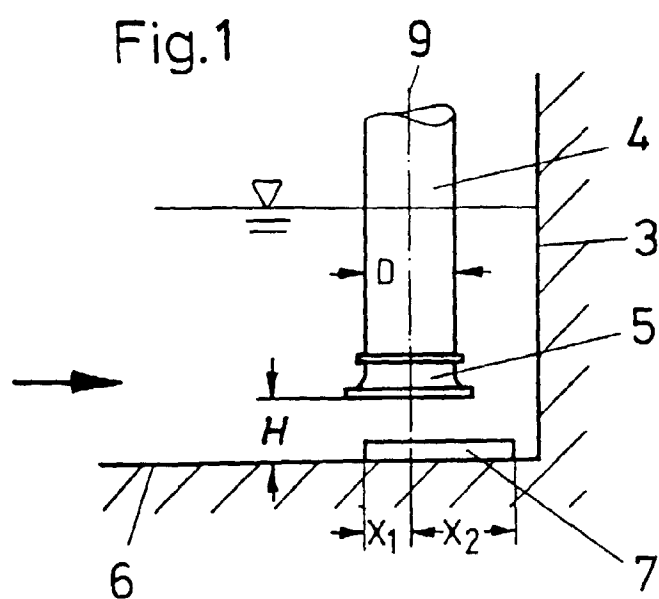
Revendications

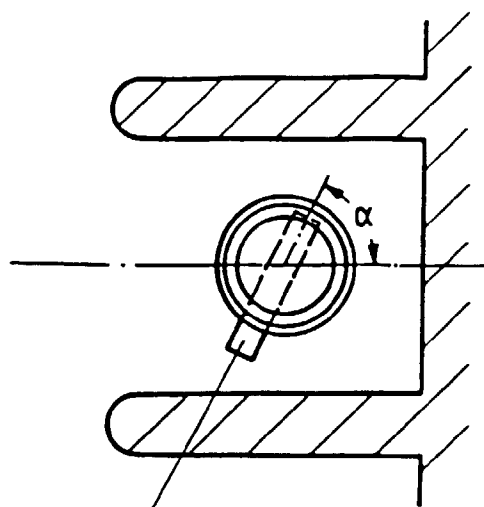
1. Dispositif pour empêcher la formation de tourbillons sur le fond (6) et la paroi arrière (3) de la chambre d'entrée (1) d'une pompe centrifuge, comportant une nervure (7) d'une section transversale quelconque, disposée sur le fond (6) de la chambre d'entrée (1) et qui traverse l'axe médian (9) prolongé de l'entrée de la pompe (4), dont la hauteur (h) et la largeur (b) et dont les deux extensions (x_1 , x_2) qui partent de l'axe médian (9) prolongé de l'entrée de la pompe (4) ont les dimensions suivantes par rapport au diamètre (D) de l'entrée de la pompe:

- a) $0,055 < h/D < 0,29$
- b) $0,045 < b/D < 0,39$
- c) $0,45 < x_1/D < \infty$
- d) $0,45 < x_2/D < \infty$.

2. Dispositif selon la revendication 1, comprenant une nervure (8) d'une section transversale quelconque, disposée sur la paroi arrière (3) de la chambre d'entrée (1) et qui s'étend sur l'axe médian (9) de l'entrée de la pompe (4) décalé dans la direction du flux principal, dont la hauteur (h) et la largeur (b) restent en deçà des valeurs limites données pour la nervure (7) disposée sur le fond (6), tandis que la longueur (y) correspond approximativement à la distance (H) entre le fond (6) de la chambre d'entrée (1) et l'ouverture d'entrée (5) de l'entrée de la pompe (4).

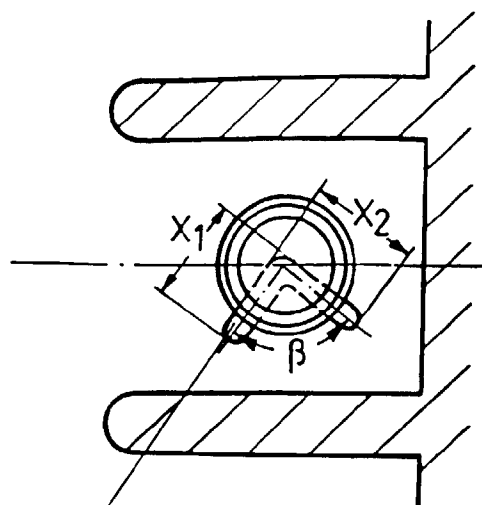
3. Dispositif selon les revendications 1 et 2, comportant une nervure de configuration en forme de L, s'étendant sur le fond (6) et sur la paroi (3).
4. Dispositif selon la revendication 1, comportant une nervure (7) disposée sur le fond (6) de la chambre d'entrée (1) et s'étendant dans la direction du flux principal.
5. Dispositif selon la revendication 1, comportant une nervure (10) disposée sur le fond (6) de la chambre d'entrée et s'étendant à un certain angle (α) par rapport au flux principal.
6. Dispositif selon la revendication 1, comportant une nervure disposée sur le fond (6) de la chambre d'entrée (1) et qui possède un prolongement s'écartant d'une ligne droite.
7. Dispositif selon la revendication 6, dont la nervure (11) se compose de deux branches se trouvant à un angle (β) l'une par rapport à l'autre, l'angle (β) formé entre les deux branches valant entre 90° et 270° .
8. Dispositif selon la revendication 6, dont la nervure s'étend suivant une ligne courbe.
9. Dispositif selon les revendications 1 et 2, comportant une nervure dont la section transversale varie sur son prolongement.





10

Fig.5



11

Fig.6

Fig.7

