

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 623 752 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
09.09.1998 Patentblatt 1998/37

(51) Int Cl.⁶: **F04D 29/24**, F04D 29/22

(21) Anmeldenummer: **94104842.3**

(22) Anmeldetag: **28.03.1994**

(54) **Kreiselpumpenlaufrad**

Centrifugal pump impeller

Rouet de pompe centrifuge

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **08.04.1993 DE 4311746**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.11.1994 Patentblatt 1994/45

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

(72) Erfinder:
• **Brodersen, Sönke, Dr.**
D-69198 Schriesheim (DE)

- **Hergt, Peter**
D-67061 Ludwigshafen (DE)
- **Metzinger, Wolfgang**
D-91257 Pegnitz (DE)
- **Krieger, Paul**
D-67112 Mutterstadt (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
GB-A- 2 256 901 **US-A- 1 946 273**
US-A- 3 130 678

- **SOVIET PATENTS ABSTRACTS Section PQ,**
Week 8507, 27. März 1985 Derwent Publications
Ltd., London, GB; Class Q56, AN 85-043087 &
SU-A-1 101 590

EP 0 623 752 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

Die Erfindung betrifft ein Kreiselumpenlaufrad geschlossener Bauart mit zwischen Deckscheiben angeordneten Schaufeln, zur Förderung feststoffhaltiger Flüssigkeiten, und ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Kreiselumpenlaufrades.

Bei Kreiselumpen zur Förderung von Flüssigkeiten die mit festen Bestandteilen wie z.B. Sand oder ähnlichen Verunreinigungen versetzt sind, tritt hydroabrasiver Verschleiß auf. Dieser beeinträchtigt nicht nur die Lebensdauer, sondern auch die Betriebssicherheit der Pumpe in entscheidendem Maße. Beim Einsatz derartiger Pumpen wurde beobachtet, daß ein sehr starker lokaler Materialabtrag an den Laufrädern die Lebensdauer der gesamten Pumpe nicht nur einschränken, sondern sogar zu einem plötzlichen Ausfall des gesamten Aggregates führen kann. Der Abtrag ist dabei abhängig von der Pumpenbauart, deren geometrischen Besonderheiten und den Einsatzgebieten der Pumpe. Es ist bekannt, zur Reduzierung der Verschleißerscheinungen besonders dicke Wandstärken vorzusehen, um mit Hilfe eines zulässigen Materialabtrages die Lebensdauer zu verlängern. Andere Maßnahmen sehen eine Panzerung der Schaufelanfänge vor, um damit die Widerstandsfähigkeit gegenüber den verschleißenden Teilen zu erhöhen.

Im Aufsatz von M.L. Lenhard "Gegenüberstellung von Ganzmetallpumpen zu Pumpen mit auswechselbaren Elastomerschalen als Umwälzpumpen von Kalksteinsuspensionen in Rauchgasentschwefelungsanlagen", veröffentlicht im Sammelband VGB-Konferenz, Kraftwerkskomponenten, 1986, sind beispielhaft derart beanspruchte Kreiselumpen beschrieben. In dem Aufsatz ist in Bild 4 eine Gestaltung eines Laufradeintrittsbereiches gezeigt und gemäß Seite 159, rechte Spalte beschrieben. Zur Schaufeleintrittskante wird konkret im 3. Absatz Bezug genommen. Danach kommt im Hinblick auf den Verschleiß des Laufrades der Schaufeldicke, insbesondere im Einlauf, Bedeutung zu. Durch eine Verdickung der im Laufradeintrittsbereich befindlichen Schaufelanfänge wird, im Hinblick auf eine längere Lebensdauer eines solchen Laufrades, eine Wirkungsgradeinbuße bewußt in Kauf genommen. Der in Bild 4 gezeigte Meridianschnitt des Laufrades sieht einen Verlauf ohne Störstellen vor. Das als Gußkonstruktion ausgebildete und im Meridianschnitt dargestellte Laufrad weist im Übergang zwischen Schaufeln und Laufraddeckscheiben bekannte, gußtechnisch bedingte Übergangsradien auf.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, für die zur Förderung von Flüssigkeiten benutzten Kreiselumpenlaufräder, bei denen mit einem hydroabrasiven Verschleiß zu rechnen ist, eine die Lebensdauer der Pumpe entscheidend verlängernde Maßnahme zu entwickeln.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt gemäß den Merkmalen des Anspruches 1. Damit wird erreicht, daß die Lebensdauer eines derartigen Laufrades um ein

Vielfaches erhöht werden kann. Durch den in der Ebene der mittleren Schaufelfläche erfolgenden flachen Übergang bzw. den flachen Anstieg zwischen Laufraddeckscheibe und Schaufelanfang wird die Voraussetzung geschaffen, daß ein in diesem Bereich auftretendes und den Verschleiß verursachendes Wirbelfeld minimiert oder am Entstehen gehindert wird. Somit wird einem Wirbelfeld mit den darin befindlichen Feststoffteilchen die Möglichkeit genommen, einen Materialabtrag zu erzeugen.

Die Übergänge der Schaufelanfänge von den Laufraddeckscheiben zu den Schaufeln erfolgen als Bögen oder Geraden mit Steigungen von 0° bis maximal 30°. Aufgrund des im Bereich der mittleren Schaufelfläche vorgesehenen flachen Anstiegs oder der flachen Überleitung von den Laufraddeckscheiben in die Schaufelanfänge wird im Bereich der Schaufelanströmkante eine stetige Geschwindigkeitszunahme bewirkt. Dies verhindert die Entstehung einer Rückströmung und damit die Ausbildung eines Wirbelfeldes, welches die Deckscheiben und die Schaufeleintrittskanten zerstören kann.

Der flache Übergang in der Ebene der mittleren Schaufelfläche von den Deckscheiben in die Schaufelanfänge kann durch Materialauftrag und/oder Materialabtrag erfolgen. Grundsätzlich gilt jedoch für die gesamte Anmeldung, daß die hier benutzten Begriffe Materialauftrag sowie Materialabtrag nicht in einschränkender und gegenständlicher Art verwendet werden, sondern sie beschreiben die Veränderungsform der Erfindung gegenüber dem bisher Bekannten. In diesem Sinne gilt dies auch für gegossene, gespritzte oder ähnlich erstellte Laufräder, bei denen in einem Arbeitsgang ein komplettes Laufrad erzeugt wird. Das dann Anwendung findende Laufradmodell oder die Laufradform verfügt bereits über die Gestaltung, die die erfindungsgemäßen Konturen gewährleistet. In den nachstehenden Ausführungen bezieht sich die Verwendung der Begriffe Materialauftrag bzw. Materialabtrag also auf die allgemeine konstruktive Veränderung einer bisherigen Schaufel bzw. Kontur gegenüber dem Neuen. Durch die einem Materialabtrag vergleichbare Maßnahme, vorwiegend im Laufraddeckscheibenbereich, wird der flache Übergang im Bereich der mittleren Schaufelfläche auf die Schaufelanfänge ermöglicht. Durch die einem Materialauftrag vergleichbare Maßnahme in den Ecken zwischen Laufraddeckscheibe und Schaufelanfang kann der gleiche Effekt erzielt werden. Diese Maßnahmen sollten aber immer in Verlängerung der mittleren Schaufelfläche über die Schaufelanfänge hinaus erfolgen. Gegenüber dem bisherigen oder ursprünglichen Verlauf der Schaufelanfänge bewirken die Maßnahmen einen neuen Verlauf laufraddeckscheibenseitigen Schaufelanfänge. Gewissermaßen sind die Schaufelanfänge im laufraddeckscheibenseitigen Randbereich deutlich nach vorne gezogen.

Der gleiche Effekt wird auch durch die einem Materialabtrag entsprechende Maßnahme an den Deck-

scheiben im Bereich der Schaufelanfänge bewirkt. Dies kann sowohl vor den Schaufeln in den Deckscheiben stattfinden, als auch bei einer kombinierten Lösung, d. h. Materialanhäufung und Materialabtrag, durch einen weiteren deckscheibenseitigen Materialabtrag im Bereich der Schaufelanfänge.

Die in den Ansprüchen 2 bis 4 beschriebenen Ausgestaltungen geben die Größenordnungen der Übergänge bzw. Materialabträge an. Als anfängliche Schaufelstärke ist diejenige Schaufelstärke zu verstehen, die am Schaufelanfang nach dem Abrundungsradius zwischen Schaufelsaug- und -druckseite meßbar ist. Praktische Versuche haben gezeigt, daß bei Einschaltung dieser Werte eine Entstehung von die Deckscheiben und Schaufelanfänge schädigenden Wirbeln verhindert werden kann.

Ein Verfahren zur Herstellung eines Kreiselpumpenlaufrades geschlossener Bauart mit zwischen Deckscheiben angeordneten Schaufeln, zur Förderung feststoffhaltiger Flüssigkeiten, wobei zwischen den Schaufeln und Deckscheiben Übergangsradien angeordnet sind, sieht Anspruch 5 vor. Danach werden durch materialanhäufende (8, 9) und/oder materialabtragende (12) Maßnahmen in Verlängerung der mittleren Schaufelflächen (11) über die Schaufelanströmkanten (6) hinaus Übergänge zwischen den Schaufeln (3) und den Laufraddeckscheiben (4, 5) gebildet, derart, daß von den Laufraddeckscheiben (4, 5) zu den Schaufelanfängen (6) ein flacher Anstieg erfolgt und daß die Übergänge der vorgezogenen Schaufelanfänge (6) von den Laufraddeckscheiben (4, 5) zu den Schaufeln (3) als Bögen oder Geraden mit Steigungen von 0° bis maximal 30° ausgebildet sind.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigen die

- Fig. 1 einen Schnitt durch ein Kreiselpumpengehäuse, die
- Fig. 2 die Abwicklung einer im Bereich ihrer mittleren Schaufelfläche geschnittenen und mit Materialanhäufungen versehene Schaufel, die
- Fig. 3 und 4 Schnitte durch die Abwicklung gemäß Fig. 2, die
- Fig. 5 eine Abwicklung einer im Bereich ihrer mittleren Schaufelfläche geschnittenen Schaufel, wobei ein Materialabtrag im Übergang zwischen Deckscheibe und Schaufel erfolgt.

Die in Fig. 1 gezeigte Kreiselpumpe zur Förderung feststoffhaltiger Medien ist einstufiger Bauart. Innerhalb eines Gehäuses 1 ist ein Laufrad 2 dargestellt, dessen im Meridianschnitt abgebildeten, in die Schnittebene

projizierten Schaufeln 3 zwischen der saugseitigen Laufraddeckscheibe 4 und der druckseitigen Laufraddeckscheibe 5 angeordnet sind. Letztere ist auch unter dem Begriff Tragscheibe bekannt. Die Schaufelanfänge 6 erstrecken sich zwischen den beiden Deckscheiben. Der Eintrittsquerschnitt des Laufrades wird durch die Laufradstirnfläche 2.1 begrenzt.

Die Fig. 2 zeigt eine ebene Abwicklung einer Schaufel, deren Schnitt durch die mittlere Schaufelfläche verläuft. In Verlängerung dieser mittleren Schaufelfläche über die Schaufelanfänge 6 hinaus - oder bei der hier zweidimensionalen Darstellung anders ausgedrückt - über die linienförmige Schaufelanströmkante 6 hinaus, sind Materialanhäufungen 8, 9 der Schaufel 3 vorangestellt. In Strömungsrichtung gesehen erfolgt in dieser Ebene der Übergang von den Laufraddeckscheiben 4, 5 in die als vorgezogene Schaufelanströmkante wirkende Materialanhäufungen 8, 9 unter einem sehr flachen Winkel α .

Bei Verwendung eines bogenförmigen Überganges von der Laufraddeckscheibe in die Schaufel, beispielsweise als Kreisbogen, ist der Radius dieses Bogens gleich oder größer als das 2,5fache der anfänglichen Schaufelstärke D. Die anfängliche Schaufelstärke D ist hierbei überwiegend konstant, kann jedoch im anfänglichen Bereich, der in Fig. 3 und 4 als Kreisbogen dargestellt ist, bei anderen Konturen, wie beispielsweise Ellipsen, über einen kurzen Weg zunächst ansteigen. Maßgeblich für den in Fig. 2 dargestellten Übergangsradius R von der Laufraddeckscheibe zum Schaufelanfang 6 ist die am Schaufelanfang meßbare Schaufelstärke; in Fig. 3 und 4 also der Durchmesser des Halbkreises beim Zeichen I. Dies gilt, wenn die Schaufelflächen senkrecht zu den Deckscheiben angeordnet sind. Sind die Schaufel flächen zu den Deckscheiben unter einem Winkel geneigt angeordnet, dann ist diejenige Schaufelstärke D maßgebend, die aus einem zur Laufraddeckscheibenoberfläche parallel verlaufenden Schnitt resultiert. Mit gegenüber den Laufraddeckscheiben zunehmender Schrägstellung der Schaufeln vergrößert sich auch der einen flachen Anstieg bekommenen Radius R.

Wird dagegen als andere Übergangsform eine Gerade verwendet, dann darf deren Anstieg in ihrem Anfangspunkt höchstens 30° betragen. Stärkere Winkel würden die Zuströmung stören und die Entstehung von materialabtragenden Wirbeln verursachen. Der Übergang von der Geraden in den Schaufelanfang 6 erfolgt dann in flacher Form, wobei das obengenannte Verhältnis für den Radius in Bezug auf die Anfangsschaufelstärke D auch hier gilt.

Die in der Fig. 2 aus Übersichtlichkeitsgründen nur einseitig dargestellte gestrichelte Linie 10 - sie existiert auch im Bereich der saugseitigen Laufraddeckscheibe 4 - zeigt den üblichen und bisher benutzten Verlauf der Schaufelanströmkante 6 mit gußtechnisch bedingten kleinen Übergangsradien zwischen der Schaufel 3 und den Deckscheiben 4, 5.

In der Fig. 3 ist eine Draufsicht auf die gemäß der Linien I-I bis IV-IV geschnittene Schaufel 3 von Fig. 2 gezeigt. Hierbei handelt es sich um eine Schaufel, bei der im Bereich der Schaufelkanäle ein kleiner Übergangsradius zwischen Schaufel und Deckscheibe besteht. Die in dieser Darstellung mit den Zeichen I bis IV markierten Linien sind in ihrer Funktion mit Höhenlinien vergleichbar. Die strichpunktierte Linie 11 entspricht der Ebene der mittleren Schaufelfläche, die Schaufelstärke der Schaufelanfänge 6 wurde mit D gekennzeichnet.

In Fig. 4 ist eine Ausführungsform gezeigt, bei der die Schaufel 3 ohne Abrundungsradius direkt in die Deckscheibe übergeht. Der in den Deckscheibenbereich vorgezogene Schaufelanfang 6 verfügt dann über eine konstante anfängliche Schaufelstärke D.

In Fig. 5 ist eine Ausführungsform dargestellt, bei der sowohl durch einen Materialabtrag 12 im Bereich der Deckscheiben 4, 5 als auch durch einen Materialauftrag 8, 9 an den Schaufelanfängen 6 ein flacher Übergang 13 in der Ebene der mittleren Schaufelfläche auf die Schaufelanfänge 6 stattfindet. Die hierbei gezeigten Schnittlinien I bis IV verlaufen parallel zur Deckscheibe. Durch diesen Verlauf der Schnittlinie ergibt sich eine, einem Höhenprofil entsprechende Schaufelkontur, wie sie in den Fig. 3 und 4 dargestellt wurde. Der an den Deckscheiben vorgenommene Materialabtrag 12 sollte mindestens zweimal größer sein als die anfängliche Schaufelstärke D. Der Materialabtrag 12 erstreckt sich in dieser Darstellung in den Schaufelkanal hinein. Bei entsprechender Ausbildung des Schaufelübergangs zur Deckscheibe kann die Erweiterung auch vor den Schaufelanfängen enden und die Schaufelkanäle unberührt lassen.

Patentansprüche

1. Kreislumpumpenlaufrad geschlossener Bauart mit zwischen Deckscheiben angeordneten Schaufeln, zur Förderung feststoffhaltiger Flüssigkeiten, wobei zwischen den Schaufeln und Deckscheiben Übergangsradien angeordnet sind, und die Schaufeln am Schaufelanfang ohne Verdickung der Schaufelanströmkanten ausgeführt sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß an den Schaufeln (3) in Verlängerung der mittleren Schaufelfläche (11) über die Schaufelanströmkanten (6) hinaus die Übergänge zwischen den Schaufeln (3) und den Laufraddeckscheiben (4, 5) vorgezogen sind, derart, daß ein flacher Anstieg von den Laufraddeckscheiben (4, 5) zu den Schaufelanfängen (6) erfolgt und daß die Übergänge von den Laufraddeckscheiben (4, 5) zu den vorgezogenen Schaufelanfängen (6) als Bögen oder Geraden mit Anfangssteigungen von 0° bis maximal 30° erfolgen.
2. Kreislumpumpenlaufrad nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der bogenförmige Übergang

in die Schaufelanfänge (6) einen Radius (R) aufweist, der gleich oder größer als das 2,5fache der anfänglichen Schaufelstärke (D) der Schaufeln (3) ist.

3. Kreislumpumpenlaufrad nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Querschnitt zwischen den Deckscheiben (4, 5) des Laufrades (2) zu den Schaufelanfängen (6) hin düsenförmig verengt.
4. Kreislumpumpenlaufrad nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefe eines Materialabtrages (12) an den Laufraddeckscheiben (4, 5) mindestens zweimal größer als die anfängliche Schaufelstärke (D) der Schaufeln (3) ist.
5. Verfahren zur Herstellung eines Kreislumpumpenlaufrades geschlossener Bauart mit zwischen Deckscheiben angeordneten Schaufeln, zur Förderung feststoffhaltiger Flüssigkeiten, wobei zwischen den Schaufeln und Deckscheiben Übergangsradien angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß durch materialanhäufende (8, 9) und/oder materialabtragende (12) Maßnahmen in Verlängerung der mittleren Schaufelflächen (11) über die Schaufelanströmkanten (6) hinaus Übergänge zwischen den Schaufeln (3) und den Laufraddeckscheiben (4, 5) gebildet werden, derart, daß von den Laufraddeckscheiben (4, 5) zu den Schaufelanfängen (6) ein flacher Anstieg erfolgt und daß die Übergänge der vorgezogenen Schaufelanfänge (6) von den Laufraddeckscheiben (4, 5) zu den Schaufeln (3) als Bögen oder Geraden mit Steigungen von 0° bis maximal 30° ausgebildet sind.

Claims

1. Centrifugal pump impeller of enclosed type of construction, having blades arranged between shroud plates, for the delivery of liquids containing solids, transition radii being arranged between the blades and shroud plates, and the blades at the start of the blade being constructed without a thickened portion of the incident-flow blade edges, characterized in that the transitions between the blades (3) and the impeller shroud plates (4, 5) are drawn forward on the blades (3) in extension of the mean blade area (11) beyond the incident-flow blade edges (6) in such a way that a gentle slope is effected from the impeller shroud plates (4, 5) to the start (6) of the blades, and in that the transitions from the impeller shroud plates (4, 5) to the drawn-forward start (6) of the blades are effected as curves or straight lines having initial gradients of 0° up to a maximum of 30°.

2. Centrifugal pump impeller according to Claim 1, characterized in that the curved transition into the start (6) of the blades has a radius (R) which is equal to or greater than 2.5 times the initial thickness (D) of the blades (3).

3. Centrifugal pump impeller according to Claim 1 or 2, characterized in that the cross-section between the shroud plates (4, 5) of the impeller (2) and the start (6) of the blades narrows in a nozzle shape.

4. Centrifugal pump impeller according to Claim 3, characterized in that the depth of material removal (12) at the impeller shroud plates (4, 5) is at least twice as great as the initial thickness (D) of the blades (3).

5. Method of producing a centrifugal pump impeller of enclosed type of construction, having blades arranged between shroud plates, for the delivery of liquids containing solids, transition radii being arranged between the blades and shroud plates, characterized in that, by material-accumulating (8, 9) and/or material-removing (12) measures in extension of the mean blade areas (11) beyond the incident-flow blade edges (6), transitions are formed between the blades (3) and the impeller shroud plates (4, 5) in such a way that a gentle slope is effected from the impeller shroud plates (4, 5) to the start (6) of the blades, and in that the transitions of the drawn-forward start (6) of the blades from the impeller shroud plates (4, 5) to the blades (3) are designed as curves or straight lines having gradients of 0° up to a maximum of 30°.

Revendications

1. Rouet de pompe centrifuge du type fermé, comprenant des aubes disposées entre des disques de recouvrement, pour le refoulement de fluides contenant des matières solides, des rayons de transition étant disposés entre les aubes et les disques de recouvrement, et les aubes étant réalisées à l'entrée des aubes sans épaississement des arêtes d'attaque des aubes, caractérisé en ce qu'au niveau des aubes (3) dans le prolongement de la surface médiane (11) des aubes au-delà des arêtes d'attaque (6) des aubes, les transitions entre les aubes (3) et les disques de recouvrement du rouet (4, 5) sont avancées, de telle sorte que l'on ait une pente plane depuis les disques de recouvrement du rouet (4, 5) jusqu'aux entrées (6) des aubes, et que les transitions depuis les disques de recouvrement (4, 5) du rouet jusqu'aux entrées (6) avancées des aubes soient en forme d'arcs ou de droites avec des pentes initiales de 0° jusqu'à 30° au maximum.

2. Rouet de pompe centrifuge selon la revendication 1, caractérisé en ce que la transition en forme d'arc dans les entrées (6) des aubes présente un rayon (R), qui est égal ou supérieur à deux fois et demie l'épaisseur (D) des aubes à l'entrée des aubes (3).

3. Rouet de pompe centrifuge selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la section transversale entre les disques de recouvrement (4, 5) du rouet (2) se rétrécit en forme de buse vers les entrées (6) des aubes.

4. Rouet de pompe centrifuge selon la revendication 3, caractérisé en ce que la profondeur d'un dépôt de matière (12) sur les disques de recouvrement (4, 5) du rouet est au moins deux fois plus grande que l'épaisseur (D) des aubes à l'entrée des aubes (3).

5. Procédé de fabrication d'un rouet de pompe centrifuge du type fermé, comprenant des aubes disposées entre des disques de recouvrement, pour le refoulement de fluides contenant des matières solides, des rayons de transition étant disposés entre les aubes et les disques de recouvrement, caractérisé en ce que, par des mesures d'accumulation de matière (8, 9) et/ou d'enlèvement de matière (12) dans le prolongement des surfaces médianes (11) des aubes au-delà des arêtes d'attaque (6) des aubes, des transitions sont formées entre les aubes (3) et les disques de recouvrement (4, 5) du rouet, de telle sorte que l'on ait une pente plane depuis les disques de recouvrement du rouet (4, 5) jusqu'aux entrées (6) des aubes, et que les transitions des entrées (6) avancées des aubes depuis les disques de recouvrement (4, 5) du rouet jusqu'aux aubes (3) soient en forme d'arcs ou de droites avec des pentes de 0° jusqu'à 30° au maximum.

Fig. 1

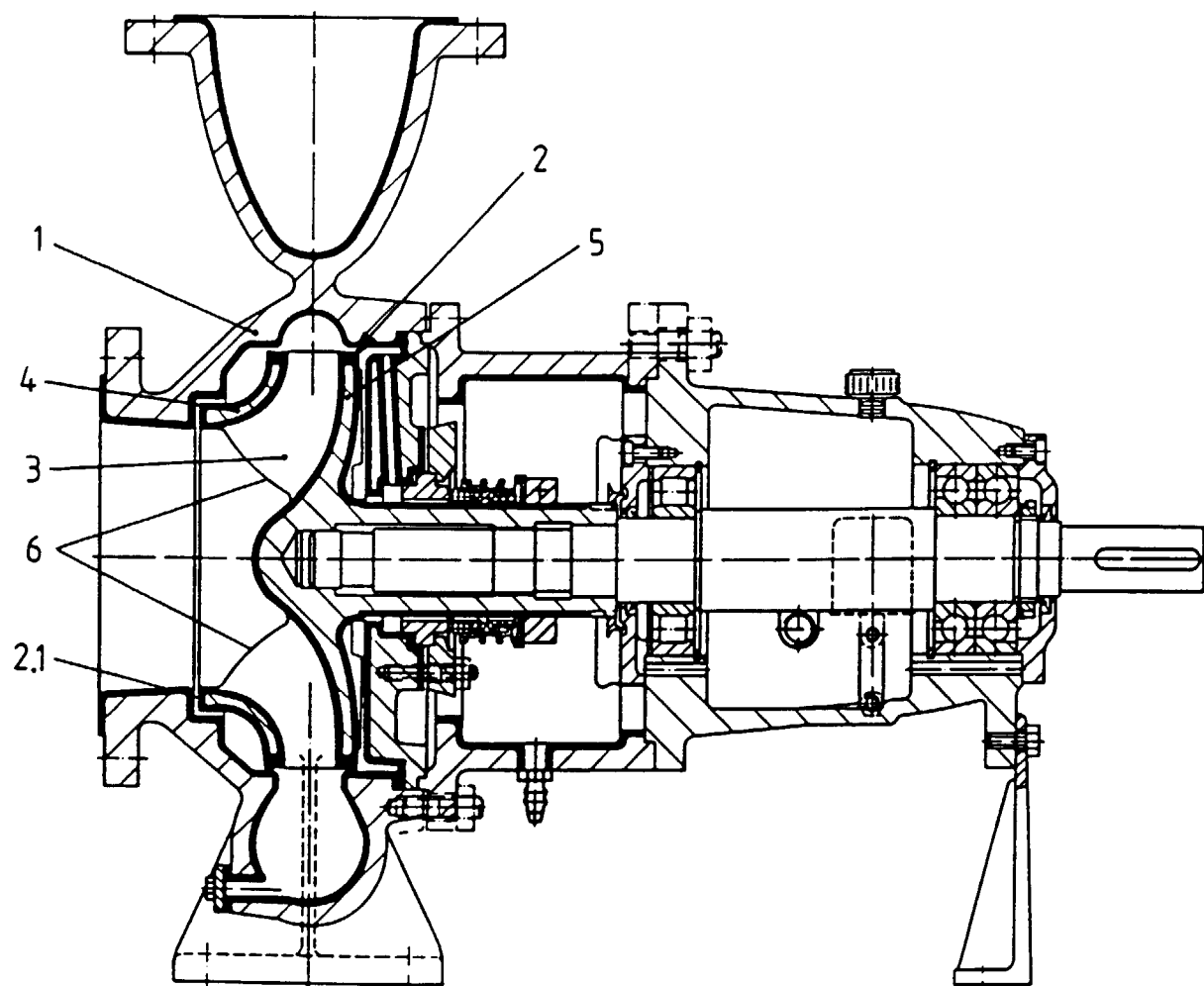


Fig.2

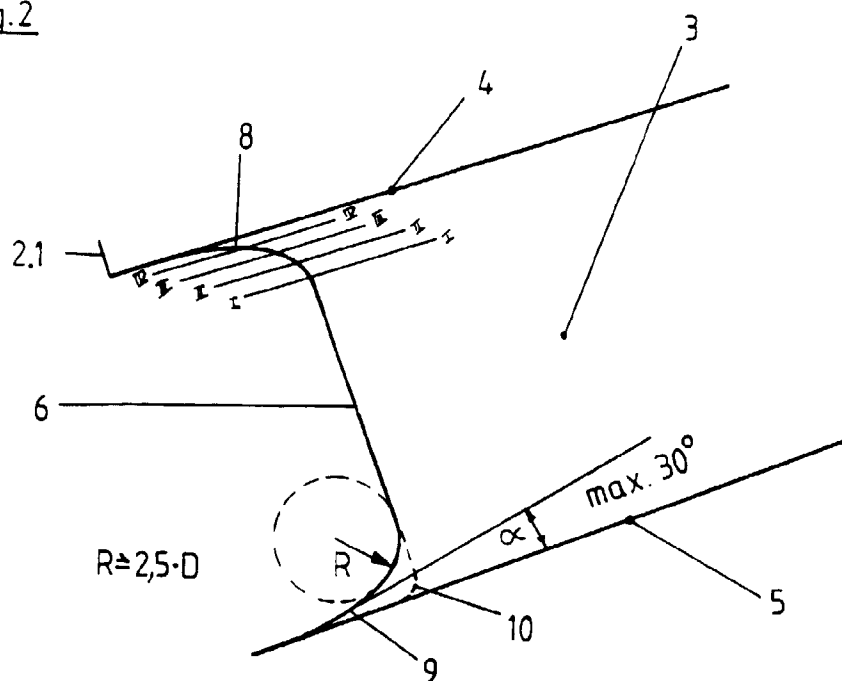


Fig.4

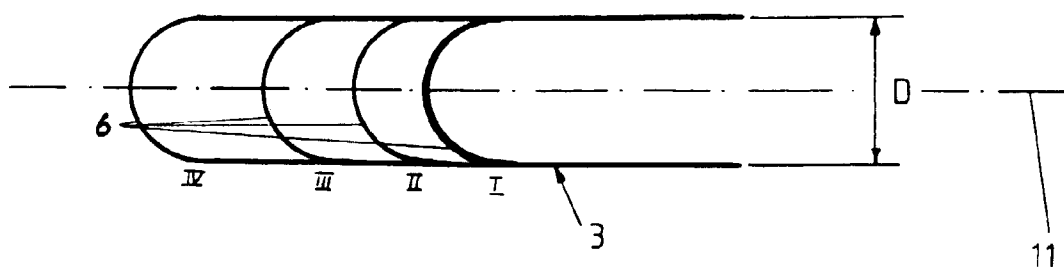


Fig.3

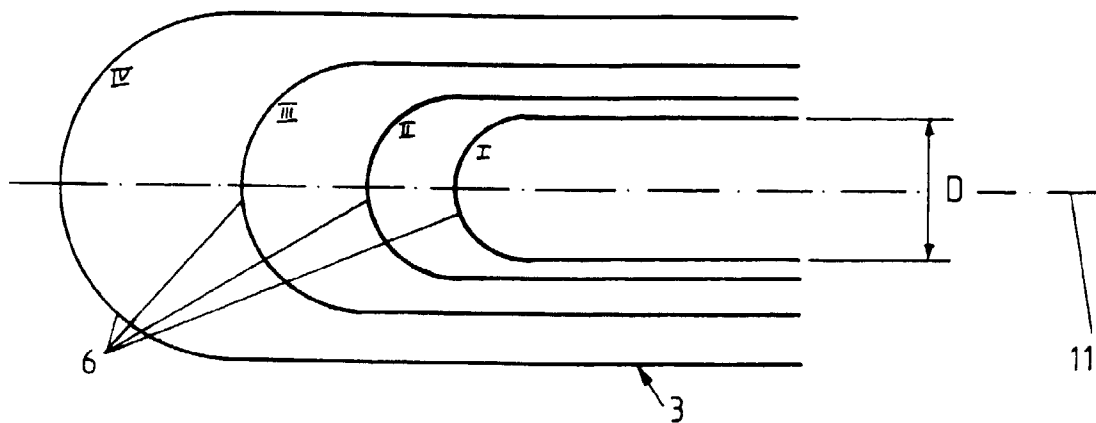


Fig. 5

