

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 623 752 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **94104842.3**

51 Int. Cl.⁵: **F04D 29/24, F04D 29/22**

22 Anmeldetag: **28.03.94**

30 Priorität: **08.04.93 DE 4311746**

71 Anmelder: **KSB Aktiengesellschaft
Johann-Klein-Strasse 9
D-67227 Frankenthal (DE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.11.94 Patentblatt 94/45

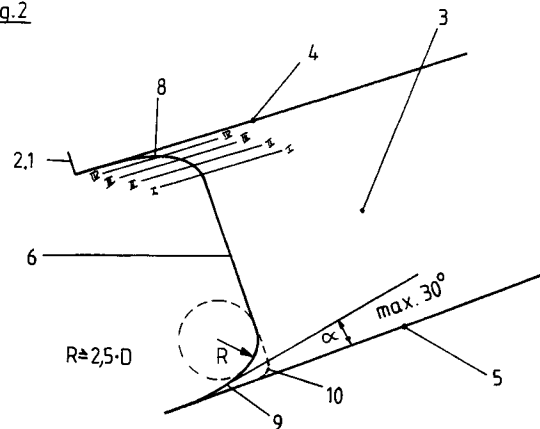
72 Erfinder: **Brodersen, Sönke, Dr.
Mannheimer Strasse 66
D-69198 Schriesheim (DE)**
Erfinder: **Hergt, Peter
Richard-Wagner-Strasse 28
D-67061 Ludwigshafen (DE)**
Erfinder: **Metzinger, Wolfgang
Am Zipser Berg 29
D-91257 Pegnitz (DE)**
Erfinder: **Krieger, Paul
Ginsterstrasse 8
D-67112 Mutterstadt (DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

54 **Kreiselpumpenlaufrad.**

57 Die Erfindung betrifft die Schaufelanfänge von feststoffhaltige Medien fördernden Kreiselpumpenlaufrädern. In der Ebene der mittleren Schaufelfläche erfolgt vor den Schaufelanfängen ein sehr flacher Übergang von den Laufraddeckscheiben in die Schaufelanfänge.

Fig.2



EP 0 623 752 A1

Die Erfindung betrifft ein Kreiselpumpenlaufrad zur Förderung feststoffhaltiger Flüssigkeiten.

Bei Kreiselpumpen 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 austauschbaren Elastomerschalen als Umwälzpumpen von Kalksteinsuspensionen in Rauchgasentschwefelungsanlagen", veröffentlicht im Sammelband VGB-Konferenz, Kraftwerkskomponenten, 1986, sind beispielhaft derart beanspruchte Kreiselpumpen beschrieben. In dem Aufsatz ist in Bild 4 eine Gestaltung eines Laufradeintrittsbereiches gezeigt. Dieser sieht im Meridianschnitt 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 Kreiselpumpenlaufräder, 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 dem kennzeichnenden Teil des Anspruches 1. Mittels dieser Maßnahme wurde erreicht, daß die Lebensdauer eines derartigen Laufrades um ein Vielfaches erhöht werden konnte. 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 ge-

nommen, einen Materialabtrag zu erzeugen.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht hierzu vor, daß die Übergänge der Schaufelanfänge von den Laufraddeckscheiben zu den Schaufeln als Bögen oder Geraden mit Steigungen von 0° bis maximal 30° erfolgen. 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 der 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 Deckscheiben 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 Materi-

alabtrag, durch einen weiteren deckscheibenseitigen Materialabtrag im Bereich der Schaufelanfänge.

Die in den Ansprüchen 3 bis 5 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.

Eine andere Lösung der Aufgabe sieht vor, daß im Bereich des Laufradeintrittsdurchmessers und der saugseitigen Laufraddeckscheibe die Schaufelanfänge mit abgerundeten Schaufelspitzen aus dem Laufrad herausragen. Die gewöhnlich im Bereich der saugseitigen Laufraddeckscheibe hervorstehende Schaufelspitze weist hierbei eine abgerundete Spitze auf. Damit wird die Strömung vor dem Eintritt in das Laufrad beeinflußt, und die Bildung eines Verschleiß erzeugenden Wirbelfeldes innerhalb des Laufrades und vor den Schaufelanfängen kann somit wirkungsvoll verhindert werden.

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

- Fig. 1 einen Schnitt durch ein Kreisel-
pumpengehäuse, die
- Fig. 2 die Abwicklung einer im Bereich
ihrer mittleren Schaufelfläche
geschnittenen und mit Material-
anhäufungen versehene Schau-
fel, die
- Fig. 3 und 4 Schnitte durch die Abwicklung
gemäß Fig. 2, die
- Fig. 5 eine Abwicklung einer im Be-
reich ihrer mittleren Schaufelflä-
che geschnittenen Schaufel,
wobei ein Materialabtrag im
Übergang zwischen Deckschei-
be und Schaufel erfolgt und die
- Fig. 6 eine Abwicklung einer im Be-
reich ihrer mittleren Schaufelflä-
che geschnittenen Schaufel, de-
ren Schaufelspitze aus dem
Laufrad herausragt.

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 Schaufelflächen 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 bekommende 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.

Die Fig. 6 zeigt eine über die Laufradstirnfläche 2.1 hinaus nach vorne gezogene Schaufelspitze (14) im Bereich der saugseitigen Laufraddeckscheibe 4. Im Bereich der druckseitigen Laufraddeckscheibe 5 ist der vorstehend bereits behandelte flache Anstieg in die Schaufelanfänge 6 gezeigt.

Patentansprüche

1. Kreislumpenlaufrad zur Förderung feststoffhaltiger Flüssigkeiten, **dadurch gekennzeichnet**, daß in Verlängerung der mittleren Schaufelfläche (11) über die Schaufelanströmkanten (6) hinaus die Übergänge zwischen den Schaufeln (3) und den Laufraddeckscheiben (4, 5) durch Materialanhäufungen (8, 9) und/oder Materialabträgen (12) entsprechenden Maßnahmen gebildet sind, derart, daß ein flacher Anstieg von den Laufraddeckscheiben (4, 5) zu den Schaufelanfängen (6) erfolgt.
2. Kreislumpenlaufrad nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Übergänge der Schaufelanfänge (6) von den Laufraddeckscheiben (4, 5) zu den Schaufeln (3) als Bögen oder Geraden mit Steigungen von 0° bis maximal 30° erfolgen.
3. Kreislumpenlaufrad nach den Ansprüchen 1 oder 2, 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.
4. Kreislumpenlaufrad nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Querschnitt zwischen den Deckscheiben (4, 5) des Laufrades (2) zu den Schaufelanfängen (6) hin düsenförmig verengt.
5. Kreislumpenlaufrad nach Anspruch 4, 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.
6. Kreislumpenlaufrad zur Förderung feststoffhaltiger Flüssigkeiten, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des Laufradeintrittsdurchmessers und der saugseitigen Laufraddeckscheibe (4) die Schaufelanfänge (6) mit abgerundeten Schaufelspitzen (14) aus dem Laufrad (2) herausragen.
7. Kreislumpenlaufrad nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Überstand der Schaufelspitzen (14) gegenüber der Laufradstirnfläche (2.1) maximal dem zweifachen der anfänglichen Schaufelstärke (D) entspricht.

Fig.1

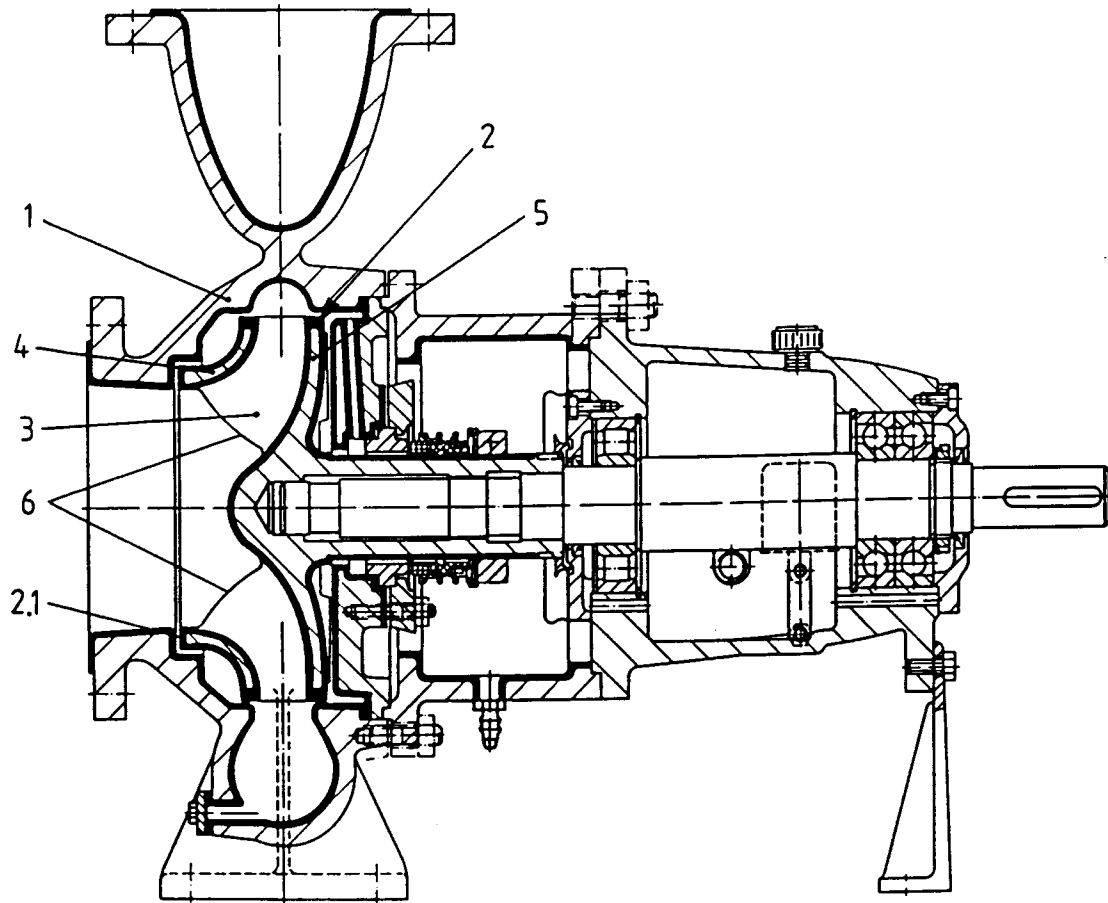


Fig.5

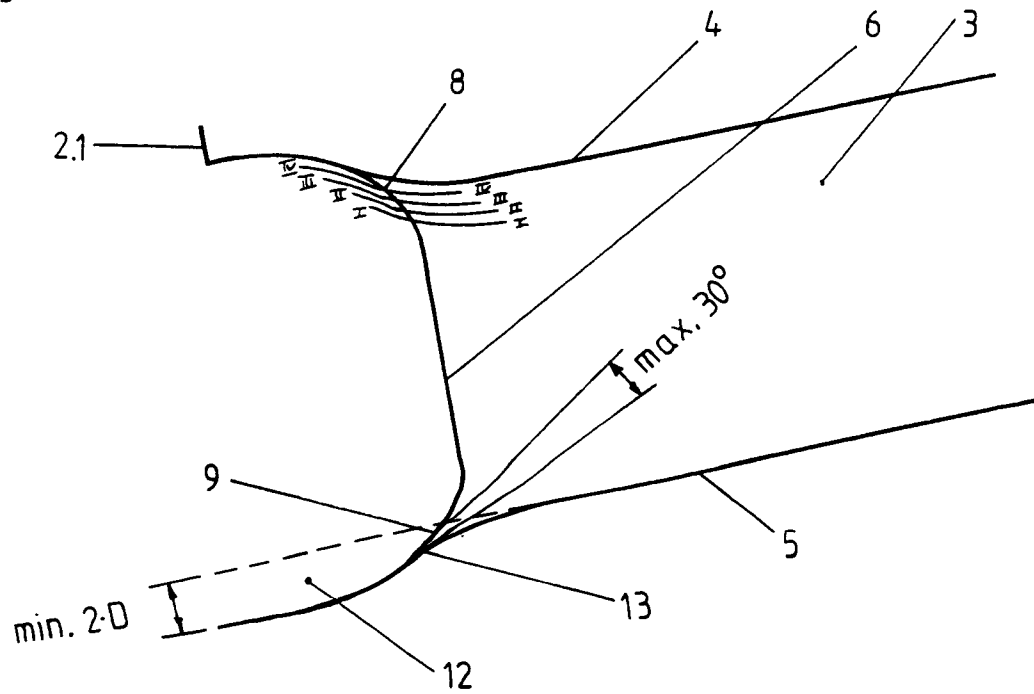
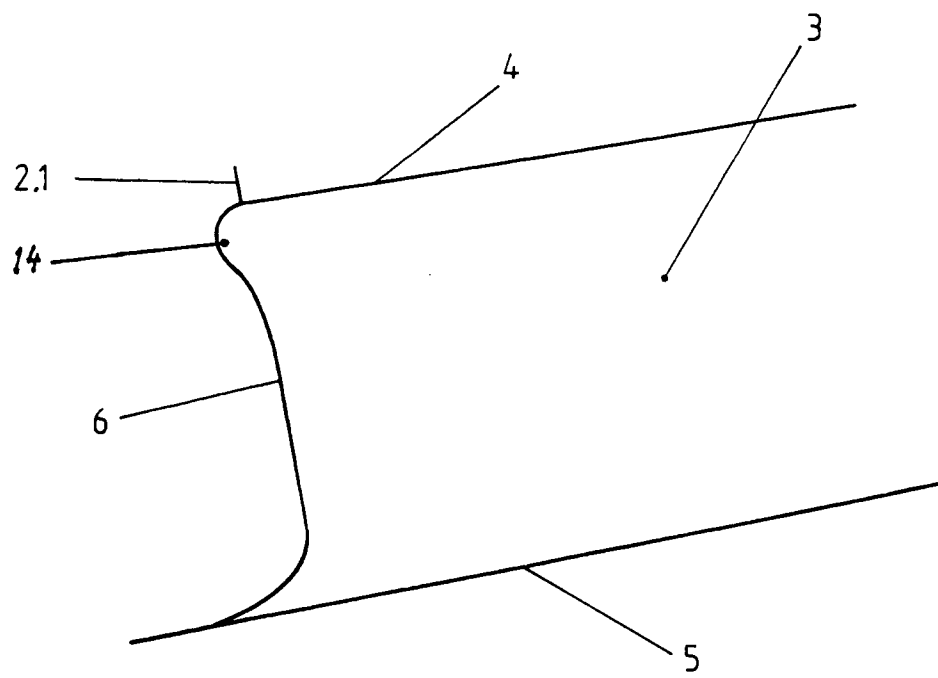


Fig.6





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
X	US-A-1 946 273 (CARR) * das ganze Dokument * ---	1, 3, 6	F04D29/24 F04D29/22
X	GB-A-2 256 901 (INGERSOLL-RAND) * das ganze Dokument *	1	
A	---	2	
A	US-A-3 130 678 (CHENAULT) * Spalte 1, Zeile 7 - Zeile 10 * * Spalte 3, Zeile 9 - Zeile 23; Abbildungen 1,2 *	1	
A	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 * Zusammenfassung * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
			F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	21. Juli 1994	Zidi, K	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer		nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		I : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
O : mündliche Offenbarung		
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	