



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **695 356 A5**

(51) Int. Cl.: **F04D 29/20** (2006.01)
F16D 1/06 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Gesuchsnummer: 02150/01

(22) Anmeldedatum: 22.11.2001

(30) Priorität: 12.01.2001 DE 101 01 165.2

(24) Patent erteilt: 13.04.2006

(45) Patentschrift veröffentlicht: 13.04.2006

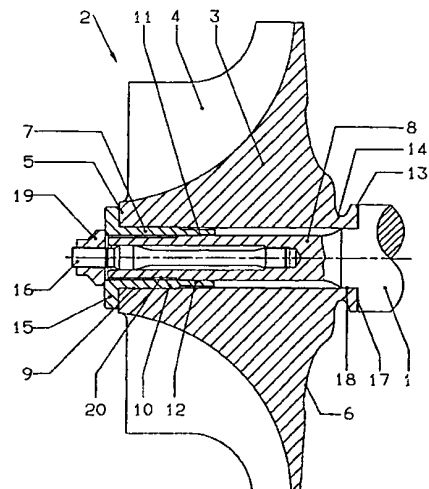
(73) Inhaber:
MAN B & W Diesel Aktiengesellschaft, Stadtbachstrasse 1
86135 Augsburg (DE)

(72) Erfinder:
Dr. Klaus Bartholomä, 86899 Landsberg/Lech (DE)

(74) Vertreter:
E. Blum & Co. Patentanwälte, Vorderberg 11
8044 Zürich (CH)

(54) **Befestigungsvorrichtung für ein radial durchströmtes Verdichterrad.**

(57) Um eine Befestigungsvorrichtung für ein radial durchströmtes Verdichterrad 2 an einer Antriebswelle 1, dessen Nabe 3 eine über ihre Länge ungleiche Massenverteilung aufweist und mittels eines Presssitzes auf der in sie eingreifenden Antriebswelle 1 aufgenommen ist, zu schaffen, mit dieser eine verbesserte Zentrierung auf der Antriebswelle 1 bei allen Betriebszuständen der Strömungsmaschine sowohl am Verdichterradeintritt 5 als auch am wellenlagernahen Verdichterradrücken 6 zu gewährleisten ist, ist zwischen Nabe 3 und Antriebswelle 1 ein hülsenförmiger Mitnehmer 7, mit einem den Pressverbund 9 zwischen Nabe 3 und Mitnehmer 7 ausbildenden ersten Zylinderstück 10 und einem angesetzten, vom Spannungszustand im Mitnehmer 7 entkoppelten, den Zentrierbereich 11 des Mitnehmers 7 auf der Antriebswelle 1 ausbildenden zweiten Zylinderstück 12, sowie ein Verdichterradrücken 6, dem ein die Nabe 3 verlängerndes auskragendes Zentrierstück 13 mit einer in axialer Richtung zwischen Verdichterradrücken 6 und Zentrierstück 13 eingebrachten Materialverjüngung 14 angeformt ist, vorgesehen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Befestigungsvorrichtung für ein radial durchströmtes Verdichterrad, dessen Nabe eine über ihre Länge ungleiche Massenverteilung aufweist, gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Bei bekannten Befestigungsvorrichtungen des Verdichterrades gattungsbildender Art auf der Antriebswelle bzw. Turbinenwelle von Turboladern besteht das Problem darin, dass sich, insbesondere bei hochbelasteten Ladern, die Nabe des Verdichterrades im Betrieb durch Fliehkraftbeanspruchung und Wärmeeinwirkung verformt und dadurch meist die exakte Zentrierung des Verdichterrades, die eben für einen ruhigen Lauf des Turboladers notwendig ist, verloren geht.

[0003] Aus dem Stand der Technik sind bereits die unterschiedlichsten Arten einer Welle-Nabe-Verbindung bekannt. So gibt es einfache Zentrierungen über zylindrische Schiebeseite oder Presspassungen zwischen Verdichterrad und Antriebswelle, selbstzentrierende Verbindungen mit radialer Vorspannung mittels konischer Hülsen oder anderer Spannelemente sowie Zentrierungen durch Konen mit axialer Vorspannung.

[0004] Ausserdem muss auch das nicht unerhebliche Drehmoment einer Turbine des Turboladers mit ausreichender Sicherheit auf das Verdichterrad übertragen werden. Dazu kommen bekanntlich formschlüssige Verbindungen des Verdichterrades mit der Antriebswelle, wie Keilwellenprofile, Passfederverbindungen und Klauenkupplungen, gegen einen Wellenabsatz mittels Gewinde verspannte Verdichterräder oder kraftschlüssige Verbindungen, wie axiale Reibverbände, Spannelemente, konische Hülsen, oder eine Kombination der beiden voran genannten Verbindungsarten zur Anwendung.

[0005] Beispielsweise ist aus der EP 0 072 582 B1 eine Befestigungsvorrichtung für ein Verdichterrad bekannt, bei der die Nabe des Verdichterrades mittels eines konischen Pressverbandes auf der Antriebswelle zentriert ist, wobei das Verdichterrad eine über seine Länge ungleiche Massenverteilung aufweist. Hierzu ist eine Hülse mit konischer Bohrung vorgesehen, die auf einen konischen Abschnitt der Antriebswelle gepresst ist.

[0006] Bei derartigen Verdichterrädern, wie sie beispielsweise bei Abgasturboladern mit einflutigen Radialverdichtern Verwendung finden, führen die bei hohen Drehzahlen auftretenden Fliehkkräfte zu einer Dehnung der Nabe. Die Fliehkkräfte und die Dehnung nehmen dabei mit zunehmender Drehzahl und mit zunehmendem Durchmesser des Verdichterrades zu. Die Folge davon ist die Gefahr des Kontaktverlustes von Nabe und Antriebswelle.

[0007] Im besonderen Masse trifft dies bei hochbelasteten Verdichterrädern, d.h. bei Verdichterrädern mit hohem Druckverhältnis, zu. Bei hohen Drehzahlen und Erwärmung treten bei solchen Verdichterrädern Aufweitungen der Naben auf, die dann zu Unwuchterscheinungen führen bzw. die Nabe ganz oder teilweise von der Antriebswelle oder eingesetzten Hülse abhebt.

[0008] Wegen des im Vergleich zu Stahl niedrigeren Elastizitätsmoduls der Leichtmetalle, aus denen üblicherweise Verdichterräder mit hohem Druckverhältnis gefertigt sind, ist es nicht möglich, eine eingesetzte konische oder zylindrische Hülse, die direkt auf der Welle gelagert ist, so stark vorzuspannen, dass ein Abheben der Nabe sicher vermeidbar ist.

[0009] Zur Verbesserung der Zentrierung eines gattungsbildenden Verdichterrades auf einer Antriebswelle ist bereits bei der DE 19 736 333 C1 vorgeschlagen worden, einen Presssitz zwischen der Antriebswelle und der Nabe eines Verdichterrades mittels einer in der Länge und innerhalb der Nabe in drei Bereiche aufgeteilten Hülse herzustellen. Dazu bietet ein erster Teilbereich einen Presssitz für die Nabe auf der Hülse und andererseits ein zweiter antriebswellenlager-naher Teilbereich einen Presssitz der Hülse auf einem Wellenzapfen der Antriebswelle. Zwischen diesen beiden Hül-senteilbereichen ist der dritte presssitzfreie Teilbereich vorgesehen, der die Spannungsentkopplung der ersten beiden Teilbereiche der Hülse gewährleistet. Der antriebswellenlager-nahen Verdichterradrücken ist mittels eines Zugankers gegen eine Anlagenfläche eines mit der Antriebswelle rotierenden Bauelementes gepresst.

[0010] Obwohl die letztgenannte Befestigungslösung bereits eine beachtliche Verbesserung der Zentrierung eines gattungsbildenden Verdichterrades auf einer Antriebswelle bringt, können damit, wie auch mit den anderen bekannten Welle-Nabe-Verbindungen, nicht alle technischen Anforderungen, wie eine leichte Montier- und Demontierbarkeit des Verdichterrades, gute Zentrierung des Verdichterrades bei allen Betriebszuständen sowohl am Verdichterradeintritt als auch am wellenlagernahen Verdichterradrücken, sowie ein sicheres Festsetzen des Verdichterrades zur Vermeidung von Mikrobewegungen und exakte axiale Festlegung des Verdichterrades zur Reduzierung des Axialspaltes, gleichzeitig in vollem Umfang erfüllt werden.

[0011] Hiervon ausgehend ist es daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Befestigungsvorrichtung für Verdichterräder eingangs erwähnter Art mit einfachen und kostengünstigen Mitteln zu schaffen, mit dieser eine weiter verbesserte Zentrierung eines Verdichterrades auf der Antriebswelle bei allen Betriebszuständen der Strömungsmaschine sowohl am Verdichterradeintritt als auch am wellenlagernahen Verdichterradrücken zu gewährleisten ist.

[0012] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss in überraschend einfacher Weise durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0013] Durch die erfindungsgemässe Befestigungsvorrichtung lassen sich die eingangs geschilderten technischen Anforderungen vollständig erfüllen. Das Verdichterrad lässt sich auch nach langem Betrieb leicht ohne aufwendiges, in einem Maschinenraum meist nicht vorhandenes Werkzeug von der Antriebswelle lösen, im Gegensatz zu einem beispielsweise gegen einen Wellenabsatz mittels Gewinde verspannten oder mittels einer Presspassung aufgebrachtes Verdichterrad. Es ist eine gute Zentrierung mit guter Reproduzierbarkeit bei wiederholter Montage gewährleistet, im Gegensatz zu Lösungen mittels zylindrischer Schiebeseite oder konischer Hülsen. Ein sicheres Festsetzen des Verdichter-

rades ist gewährleistet, sowie eine exakte axiale Festlegung des Verdichterrades auf der Antriebswelle, im Gegensatz zu einer Zentrierung mittels Konen mit axialer Vorspannung.

[0014] Gleichzeitig ist sichergestellt, dass der Mitnehmer bei Verformung Energie aufnimmt und daher in vorteilhafter Weise dämpfend auf elastische Stösse wirkt, so dass ein Aufschaukeln der Auslenkungen des Verdichterrades unterbleibt und damit ein ruhiger Lauf sowie eine Schonung des Sitzes erreicht werden.

[0015] Durch die erfindungsgemässe Befestigung des Verdichterrades auf der Welle wird sichergestellt, dass auch bei der grössten auftretenden Dehnung der Nabe eine Vorspannung zwischen Verdichterrad und Mitnehmer, d. h. eine kraftschlüssige Verbindung erhalten bleibt und eine sichere Zentrierung des Verdichterrades gewährleistet ist.

[0016] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und zweckmässige Fortbildungen der übergeordneten Massnahmen sind in den restlichen abhängigen Ansprüchen angegeben und aus der nachstehenden Beispielsbeschreibung anhand der Zeichnung entnehmbar.

[0017] Die einzige Figur zeigt einen Teillängsschnitt durch ein Radialverdichterrad auf der Antriebswelle mit einer erfindungsgemässen Befestigungsvorrichtung.

[0018] Der grundsätzliche Aufbau und die Wirkungsweise eines Abgasturboladers sind an sich bekannt und bedürfen daher im vorliegenden Zusammenhang keiner näheren Erläuterung mehr. Der der Zeichnung zugrunde liegende Abgasturbolader besitzt eine in ihrem mittleren Längsbereich im Maschinengehäuse gelagerte Antriebswelle 1, die an ihrem über die Lagerung ausragenden Enden einerseits ein hier nicht gezeigtes Turbinenrad und andererseits ein Verdichterrad 2 trägt. Dieses ist hier als Radialverdichterlaufrad ausgebildet, das eine zentrale Nabe 3 und auf dieser angeordnete Schaufeln 4 aufweist.

[0019] Die Strömung wird am Verdichterradeintritt 5 beginnend durch das Verdichterrad 2 von der axialen Richtung in die radiale Richtung umgelenkt. Dementsprechend nimmt der Durchmesser der Nabe 3 und der Schaufeln 4 in Strömungsrichtung zu, so dass sich ein zur Mittelquerachse des Verdichterrades 2 unsymmetrischer Längsschnitt und damit auch eine hierzu unsymmetrische Massenverteilung mit einer Massenanhäufung im Bereich des von der Verdichterradeintrittsseite 5 abgewandten Verdichterradrückens 6 ergibt.

[0020] Die Nabe 3 ist mittels eines Schiebesitzes mit der in sie eingreifenden Antriebswelle 1 bzw. mit einem sie durchgreifenden Wellenzapfen 8 verbunden. Hierzu ist zwischen der Nabe 3 und der Antriebswelle 1 ein hülsenförmiger Mitnehmer 7 vorgesehen, der konzentrisch den Wellenzapfen 8 der Antriebswelle 1 umgreift und ein nahe des Verdichterradeintritts 5 einen Pressverbund 9 zwischen Nabe 3 und Mitnehmer 7 ausbildendes erstes Zylinderstück 10 und ein angesetztes, vom Spannungszustand im Mitnehmer 7 entkoppeltes, einen Zentrierbereich 11 per Schiebesitz des Mitnehmers 7 auf der Antriebswelle 1 bzw. auf dem Wellenzapfen ausbildendes zweites Zylinderstück 12 aufweist.

[0021] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das angesetzte zweite Zylinderstück 12 gegenüber dem ersten Zylinderstück 10 am Aussenumfang verjüngt ausgeführt, so dass das zweite Zylinderstück 12 bezüglich der Nabe 3 presssitzfrei ist und somit eine Spannungsentkopplung des Zentrierbereichs 11 vom Pressverbund 9 des Mitnehmers 7 gewährleistet ist.

[0022] Dem wellenlagernahen Verdichterradrücken 6 ist ein die Nabe 3 verlängerndes auskragendes Zentrierstück 13 angeformt, derart, dass in axialer Richtung zwischen dem Verdichterradrücken 6 und dem Zentrierstück 13 eine solche Materialverjüngung 14 vorgesehen ist, dass das Zentrierstück 13 bei Aufweitung der Nabe 3, da durch die Materialverjüngung 14 elastisch am Verdichterradrücken 6 angeformt, sich zangenartig auf der Antriebswelle 1 verengt. Der Verdichterradrücken 6 ist damit mit einem sogenannten Schwanenhals versehen, der das Zentrierstück 13 mit dem Verdichterradrücken 6 verbindet und gewährleistet, dass in jedem Spannungszustand und Fliehkraftbeanspruchung des Verdichterrades 2 seine Zentrierung auf der Antriebswelle 1 mittels Zentrierstück 13 erhalten bleibt, denn das Zentrierstück 13 kneift wegen des Schwanenhalses 14 bei einer tonnenförmigen Verformung der Nabe 3 auf der Antriebswelle 1 zu.

[0023] In der besonders bevorzugten Ausführung weist der hülsenförmige Mitnehmer 7 ein aus der Nabe 3 auskragendes, den Nabendurchmesser übertreffendes tellerförmiges Ansatzstück 15 auf, mittels diesem über ein flexibles, in den endseitigen Wellenzapfen 8 eingebrachtes Spannelement 16 und eine wellenlagernahen Anlagenfläche 17 der Antriebswelle 1, die beispielsweise durch eine Verdickung der Antriebswelle 1 gegenüber dem Wellenzapfen 8 ausgebildet ist, für das auskragende Zentrierstück 13 ein Axialverband 18 mit der Antriebswelle 1 zum Längenausgleich des Verdichterrades 2 hergestellt ist.

[0024] In bevorzugter Weise ist das flexible Spannelement als Zuganker 16 mit einer Wellenmutter 19 oder einer Dehnschraube ausgebildet, der so dimensioniert ist, dass bei jedem Betriebszustand die Anlage des Zentrierstückes 13 an der Anlagenfläche 17 der Antriebswelle 1 gewährleistet ist.

[0025] Zur Verbesserung der Zentrierung des Verdichterrades 2 leistet diese weiterbildende Massnahme einen Verformungsausgleich in axialer Richtung, die eben die exakte axiale Festlegung des Verdichterrades 2 weiterhin verbessert.

[0026] Als weiterbildende Massnahme ist vorgesehen, dass der hülsenförmige Mitnehmer 7 an seinem ersten Zylinderstück 10 zur Drehmomentübertragung mit einem zur Antriebswelle 1 formschlüssigen Profil 20 ausgeführt ist. Dazu sind eine Anzahl von Nuten im endseitigen Wellenzapfen 8 der Antriebswelle 1 vorgesehen, in diese eine entsprechende Anzahl von Leisten auf der Innenseite des ersten Zylinderstückes 10 eingreifen und eine formschlüssige Verbindung 20 eingehen.

[0027] Der Verdichterradrücken 6, der Schwanenhals, d.h. die Materialverjüngung 14, und das Zentrierstück 13 sind dabei so aufeinander abgestimmt, dass das Verdichterrad 2 an der Kontaktstelle des Zentrierstückes 13 mit der Antriebs-

welle 1 in keinem Fall von dieser abheben kann. Der Pressverbund 9 zwischen Nabe 3 und Mitnehmer 7 ist so ausgelegt, dass das Verdichterrad 2 bei keinem Betriebszustand vom Mitnehmer 7 abhebt. Der Bereich der formschlüssigen Verbindung 20 des Mitnehmers 7 mit der Antriebswelle 1 bzw. mit dem Wellenzapfen 8 ist vom Zentrierbereich 11 des Mitnehmers 7 spannungsentkoppelt, so dass der Mitnehmer 7 bei keinem Betriebszustand von der Antriebswelle 1 abheben kann. Der Zuganker 16 (oder die Dehnschraube) ist so ausgelegt, dass er bei jedem Betriebszustand die axiale Anlage des Zentrierstückes 13 des Verdichterradrückens 6 an der Anlagenfläche 17 der Antriebswelle 1 mit ausreichender Sicherheit gewährleistet.

Bezugszeichenliste

[0028]

1	Antriebswelle
2	Verdichterrad
3	Nabe
4	Schaufeln
5	Verdichterradeintritt
6	Verdichterradrücken
7	Hülsenförmiger Mitnehmer
8	Wellenzapfen
9	Pressverbund
10	Erstes Zylinderstück
11	Zentrierbereich
12	Zweites Zylinderstück
13	Auskragendes Zentrierstück
14	Materialverjüngung (Schwanenhals)
15	Auskragendes Ansatzstück
16	Flexibles Spannelement
17	Anlagenfläche der Antriebswelle
18	Axialverband
19	Wellenmutter
20	Formschlüssiges Profil

Patentansprüche

1. Befestigungsvorrichtung für ein radial durchströmtes Verdichterrad einer Strömungsmaschine an einer Antriebswelle, dessen Nabe eine über ihre Länge ungleiche Massenverteilung aufweist und mittels eines Schiebesitzes auf der in die Nabe eingreifenden Antriebswelle aufgenommen ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Nabe (3) und Antriebswelle (1) ein hülsenförmiger Mitnehmer (7) vorgesehen ist, mit einem einen Pressverbund (9) zwischen Nabe (3) und Mitnehmer (7) ausbildenden ersten Zylinderstück (10) und einem angesetzten, vom Pressverbund (9) zwischen Nabe (3) und Mitnehmer (7) entkoppelten, einen Zentrierbereich (11) des Mitnehmers (7) auf der Antriebswelle (1) ausbildenden zweiten Zylinderstück (12), und dass ein Verdichterradrücken (6) vorgesehen ist, dem ein die Nabe (3) verlängerndes auskragendes Zentrierstück (13) angeformt ist, derart dass in axialer Richtung zwischen Verdichterradrücken (6) und Zentrierstück (13) eine solche Materialverjüngung (14) vorgesehen ist, dass das Zentrierstück (10) bei Aufweitung der Nabe (3) sich zangenartig auf der Antriebswelle (1) verengt.
2. Befestigungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der hülsenförmige Mitnehmer (7) an seinem ersten Zylinderstück (10) zur Drehmomentübertragung mit einem zur Antriebswelle (1) formschlüssigen Profil (20) ausgeführt ist.
3. Befestigungsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das formschlüssige Profil (20) mittels einer Anzahl von Nuten in der Antriebswelle (1), in diese eine entsprechende Anzahl von Leisten auf der Innenseite des ersten Zylinderstücks (10) eingreifen, ausgebildet ist.
4. Befestigungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der hülsenförmige Mitnehmer (7) ein aus der Nabe (3) auskragendes Ansatzstück (15) aufweist, mittels welchem über ein flexibles Spannelement (16) und eine Anlagenfläche (17) auf der Antriebswelle (1) für das auskragende Zentrierstück (13) ein Axialverband (18) mit der Antriebswelle (1) zum Längenausgleich des Verdichterrades (2) herstellbar ist.
5. Befestigungsvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass als flexibles Spannelement ein Zuganker (16) oder eine Dehnschraube vorgesehen ist, der so ausgebildet ist, dass bei jedem Betriebszustand die Anlage des Zentrierstückes (13) an der Anlagenfläche (17) der Antriebswelle (1) gewährleistet ist.

