

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 79101951.6

51 Int. Cl.³: F 04 D 25/06

22 Anmeldetag: 15.06.79

30 Priorität: 31.08.78 DE 2837969

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.03.80 Patentblatt 80/6

64 Benannte Vertragsstaaten:
BE FR GB IT NL

71 Anmelder: Mannesmann Demag AG
Wolfgang-Reuter-Platz
D-4100 Duisburg(DE)

72 Erfinder: Grundmann, Ulrich, Dipl.-Ing.
Am Tannenbusch 6
D-4223 Voerde 2(DE)

72 Erfinder: Noe, Helmut, Dipl.-Ing.
Fliederweg 12
D-4000 Düsseldorf 34(DE)

74 Vertreter: Beil, Otto G. Dipl.-Ing.
Mannesmann AG Mannesmannufer 2
D-4000 Düsseldorf(DE)

54 Turboverdichter.

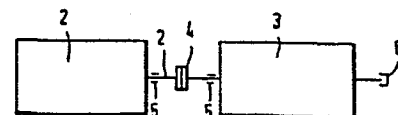
57 Turboverdichter mit einem Drehzahlbereich

$$n = x \cdot 10^5 \sqrt{\frac{1}{x}}$$

für $n > 4000 \text{ U min}^{-1}$ und
 $P > 50 \text{ kW}$ und
 $x (\text{kW}^{\frac{1}{2}} \text{min}^{-1})$ zwischen 1 und 25,

dessen Läufer mit der Motorwelle eines hochtourigen Elektromotors ohne Zwischenschaltung eines Getriebes direkt gekuppelt ist.

Fig.1



Turboverdichter

Der Antrieb von Turboverdichtern erfolgt gegenwärtig durch Turbinen (Dampf- und Gasturbinen) oder durch Elektromotoren über ein Getriebe und eine Kupplung.

Die Turbinen sind üblicherweise direkt - ohne Zwischenschaltung eines Getriebes - mit dem Verdichter gekuppelt, wobei die Möglichkeit der Drehzahländerung zur Anpassung an verschiedene Betriebszustände des Turboverdichters besteht.

Bei Verwendung von Elektromotoren ist üblicherweise ein Getriebe mit einer niedertourigen oder hohtourigen Kupplung zwischengeschaltet, wobei eine Drehzahlanpassung der üblichen Elektromotoren-Antriebe mit ca. 1500, 1800, 3000 und 3600 min⁻¹ möglich ist.

Der Antrieb durch eine Dampfturbine ist mit Nachteilen belastet, von denen die folgenden am häufigsten vorkommen:

- wenn kein Prozeßdampf preisgünstig zur Verfügung steht, ist die Leistungserzeugung im Vergleich zur Stromerzeugung in einem Großkraftwerke wegen des wesentlich schlechteren Wirkungsgrades mit erheblich höheren Kosten verbunden;



- die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls der Dampfturbinen-Anlage ist im Vergleich zum Elektromotor wesentlich höher, so daß die Betriebssicherheit und Verfügbarkeit der Gesamtanlage nachteilig betroffen ist;
- zusätzlich zum Schmierölsystem ist ein relativ aufwendiger Regelölkreislauf erforderlich.

Beim Betrieb durch einen Elektromotor unter Zwischenschaltung eines Getriebes ergeben sich u. a. folgende Nachteile:

- eine aus Prozeßgründen gewünschte Drehzahländerung ist im Normalfall ohne umständliche Maßnahmen (Austausch des Getrieberadsatzes) nicht möglich. Der Einbau einer Flüssigkeitskupplung ist nur bei kleineren Leistungen möglich.
- Der Verschleiß des Getriebes sowie zusätzliche Ausfallursachen dieses Bauteils verringern die Betriebssicherheit und Verfügbarkeit der Anlage.
- Im Getriebe werden zwei bis fünf Prozent der Antriebsleistung in Verluste umgesetzt. Da die Verlustwärme mit dem Schmieröl abgeführt werden muß, ist eine wesentlich vergrößerte Ölanlage erforderlich.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen motorangetriebenen Turboverdichter zu schaffen, der die aufgezeigten Nachteile vermeidet, vielmehr einen breiten Regelbereich bei hohem Wirkungsgrad gewährleistet.

.....

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale des kennzeichnenden Teiles des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten.

Es sind zwar aus der Hochvakuumtechnik Turbomolekularpumpen in verschiedenen Ausführungsformen bekannt. Sie erreichen Druckwerte im molekularen Druckbereich, d. h. etwa zwischen 10^{-2} und 10^{-9} Torr. Pumpen dieser Art, die z. B. zur Erzeugung eines kohlenwasserstofffreien Hochvakuums benutzt werden, arbeiten mit einer Drehzahl von etwa 20000 U/min. So ist z. B. eine Turbomolekularpumpe (DE-OS 23 49 033) mit einem senkrecht stehenden Rotor bekannt, welcher auf einem vertikalen gehäusefesten Dorn gelagert ist. Die Lagerung liegt in dem vom hohlen Rotor übergriffenen Vorvakuumraum. Der Rotor ist gegenüber dem Dorn in einem magnetischen Axiallager und in mindestens einem magnetischen Radiallager gelagert, welche innerhalb des vom Rotor übergriffenen Raumes liegen.

Bei den Turbomolekularpumpen dieser Art ist zwar das Pumpenteil direkt mit dem Antriebsmotor gekuppelt, jedoch ist der Aufbau der Turbomolekularpumpen und der Turboverdichter - bedingt durch verschiedene Zwecke sowie Parameter - im allgemeinen grundsätzlich unterschiedlich. Für die Turbomolekularpumpen werden Motoren mit kleinen Leistungen, in der Größenordnung von einigen hundert Watt, benutzt.



Ferner ist aus der DE-OS 26 58 687 eine Lagereinrichtung für eine lange Welle, insbesondere für einen Turbomaschinenläufer, bekannt. Diese Welle weist im Bereich der Wellenenden zwei Radiallager auf, von denen wenigstens eines ein elektromagnetisches ausgeregeltes Radiallager ist. Das Lager besteht aus einem auf der Welle gelagerten Ringanker und einem den Ringanker mit geringer Spaltbreite umgebenden festen Magnetkern. Das Lager ist im Bereich zwischen den in den endseitigen Radiallagern gehaltenen Endabschnitten der Welle angeordnet. Zur Ausregelung des mittleren elektromagnetischen Radiallagers im Sinne einer Abstützung der Welle sind in dem freien Axialbereich zwischen den endseitigen Lagern Fühler für die Radialstellung der Welle vorgesehen.

Bekannt ist auch ein Gebläse mit kleineren Leistungen (DE-AS 20 51 826), in dessen Läufer ein Elektromotor angeordnet ist. Der Stator des Motors ist mit dem Gebläsegehäuse verbunden, wobei die Läufernabe auf einer gehäusefesten Welle über einen rohrförmigen, mit einer Lagerbuchse drehfest verbundenen Zwischenkörper am äußeren Ende abgestützt ist.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung, wobei der Turboverdichtersläufer mit der Antriebsmotorenwelle direkt gekuppelt ist, ist es möglich, für Turboverdichter mit dem definierten Drehzahlbereich alle eingangs aufgezeigten Nachteile zu vermeiden.

Bei hohen Drehzahlen des Motor-Verdichter-Stranges ist eine verschleißfreie, aktiv gedämpfte Lagerung der Läuferwelle bei Vermeidung größerer Wellenverlagerungen besonders geeignet. Dazu kann vorteilhafterweise ein elektromagnetisches ausgegelltes Radiallager verwendet werden.

Die in den beigefügten Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele der Erfindung werden zur Erläuterung der Erfindung im folgenden näher beschrieben.

In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Motor-Verdichter-Strang und
Fig. 2 eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Motor-
Verdichter-Stranges mit elektromagnetischen Lagern.

Wie Fig. 1 zeigt, ist mit 1 ein hochtouriger, drehzahlregelbarer Elektromotor mit einer Leistung von 4000 kW und einer Drehzahl $n_{\text{Mot, max}} = 7000 \text{ . min}^{-1}$ bezeichnet. An die abtriebsseitig verlängerte Rotorwelle 2 des Motors 1 ist der Läufer eines zweistufigen Radialturboverdichters 3 zum Verdichten von Stickstoff auf einen Enddruck von 35 bar über eine Kupplung 4 angeschlossen. Die Welle 2 sowie die Läuferwelle laufen in Gleitlagern 5. Die axiale Führung der Welle erfolgt durch ein hydraulisches Axiallager 6, welches auch den Axialschub auffängt.

.....

Der abgewandelte Motor-Verdichter-Strang gemäß Fig. 2 weist einen hochtourigen, drehzahlregelbaren Elektromotor 10 sowie einen zweistufigen Verdichter auf. Die Abtriebswelle des Motors 10 ist ohne Kupplung mit den Läufern und der ersten und der zweiten Stufe direkt verbunden. Der Verdichter 12,13 ist somit koaxial zum Motor 10 angeordnet. Zwischen der ersten und der zweiten Stufe ist ein ausgeregeltes elektromagnetisches Radiallager 14 vorgesehen, das einen Magnetkern 15 aufweist, welcher den mit der Welle verbundenen Ringanker 16 umgibt. Der Luftspalt zwischen Kern und Anker ist von Sensoren überwacht.

Die Welle läuft im Gleitlager 5. Zur axialen Führung ist das Axiallager 6 vorgesehen. Anstatt Gleitlager 5 und Axiallager 6 können auch elektromagnetische Lager vorgesehen werden.

.....

Patentansprüche

1. Turboverdichter mit einem Antriebsmotor,
gekennzeichnet durch
die Verwendung eines hohtourigen Elektromotors für
einen Turboverdichter mit einem Drehzahlbereich

$$n = x \cdot 10^5 \cdot \sqrt{\frac{1}{P}}$$

für $n > 4000 \text{ U min}^{-1}$ und

$P > 50 \text{ kW}$ und

$x (\text{kW}^{1/2} \text{ min}^{-1})$ zwischen 1 und 25,

wobei die Motorwelle mit dem Läufer des Turboverdichters
ohne Zwischenschaltung eines Getriebes direkt gekuppelt
ist.

2. Turboverdichter nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein drehzahlsteuerbarer Elektromotor verwendet wird.
3. Turboverdichter nach den Ansprüchen 1 und 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Koeffizient x für Verdichter mit einem Gehäuse
mit senkrecht zur Läuferachse verlaufender Teilfuge
(Topfbauart) einen Wert zwischen 3 und 15 aufweist.
-

4. Turboverdichter nach den Ansprüchen 1 und 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß für Turboverdichter zum Verdichten von Luft der
Koeffizient x einen Wert zwischen 3 und 12 aufweist.
5. Turboverdichter nach den Ansprüchen 1 und 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß für Turboverdichter zum Verdichten von Äthylen,
Prop-ylen oder Crackgas der Koeffizient x einen Wert
zwischen 3 und 11 aufweist.
6. Turboverdichter nach den Ansprüchen 1 und 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß für Turboverdichter zum Verdichten von Chlor und
Chlorwasserstoffen der Koeffizient x einen Wert zwischen
2 und 15 aufweist.
7. Turboverdichter nach den Ansprüchen 1 und 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß für Turboverdichter zum Verdichten von Stickstoff
der Koeffizient x einen Wert zwischen 5 und 11 aufweist.
8. Turboverdichter nach den Ansprüchen 1 und 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß für Turboverdichter zum Verdichten von Sauerstoff
der Koeffizient x einen Wert zwischen 5 und 14 aufweist.

9. Turboverdichter nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Welle des Elektromotors und/oder die Welle des Verdichterläufers magnetisch gelagert sind (ist).
10. Turboverdichter nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Motor (10) und der Verdichter (12,13) eine gemeinsame Welle ohne Kupplung aufweisen.
11. Turboverdichter nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Motorwelle mit der Verdichterwelle fest verbunden ist.

Fig.1

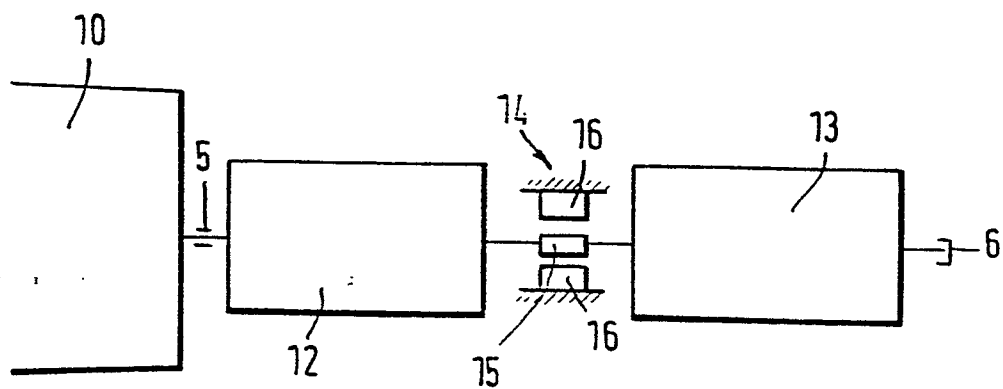
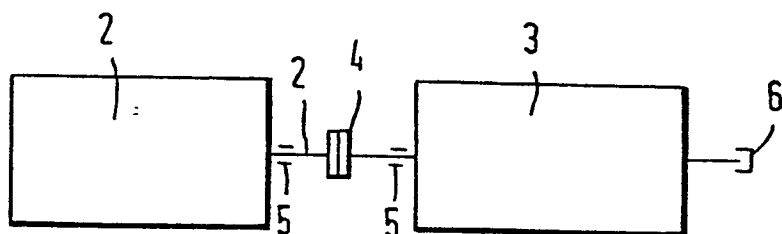


Fig.2

0008616

Europäisches
Patentamt
EUROPÄISCHER TEILRECHERCHENBERICHT,
 der nach Regel 45 des Europäischen Patent-
 Übereinkommens für das weitere Verfahren als
 europäischer Recherchenbericht gilt

Nummer der Anmeldung

EP 79 10 1951

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ²)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	GB - A - 798 477 (BRITISH THOMSON HOUSTON CY LTD.) * Seite 2, Zeilen 98-112; Figur 1 *	1-8, 11	F 04 D 25/06
	FR - A - 2 222 555 (BROWN-BOVERI) * Seite 2 *	1, 10	
D	DE - A - 2 349 033 (LEYBOLD) * Ganzes Dokument *	1, 9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ²)
D	DE - A - 2 658 687 (STE'EUROPEENE DE PRO PULSION) * Anspruch 1; Figuren 1, 4 *	1, 9	F 04 D
UNVOLLSTÄNDIGE RECHERCHE			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung den Vorschriften des Europäischen Patentübereinkommens so wenig, daß es nicht möglich ist, auf der Grundlage einiger Patentansprüche sinnvolle Ermittlungen über den Stand der Technik durchzuführen. Vollständig recherchierte Patentansprüche: Unvollständig recherchierte Patentansprüche: 1, 3-8 Nicht recherchierte Patentansprüche: Grund für die Beschränkung der Recherche: Die Formel des Anspruches 1 sowie die koeffizierten der Ansprüche 3-8 erscheinen als empirische Regelgrenzen die aus der Beschreibung nicht erklärbar sind. (Regel 27.1.d der "Ausführungsordnung zum Übereinkommen über die Erteilung Europäischen Patenté")			X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	05-12-1979	DE SCHEPPER	