

12

⑤ Int. Cl.⁴: F 04 D 29/66

22

30

43

84

71

72

54

57

Resonatorkammer (7) und ein rundumlaufender Schlitz (8), vor oder nach einem Laufrad (3) angeordnet, bilden den Helmholtz-Resonator mit Mündungshals.

Die Resonatorkammer (7) kann mit einer Dämmschicht (D) ausgekleidet werden.

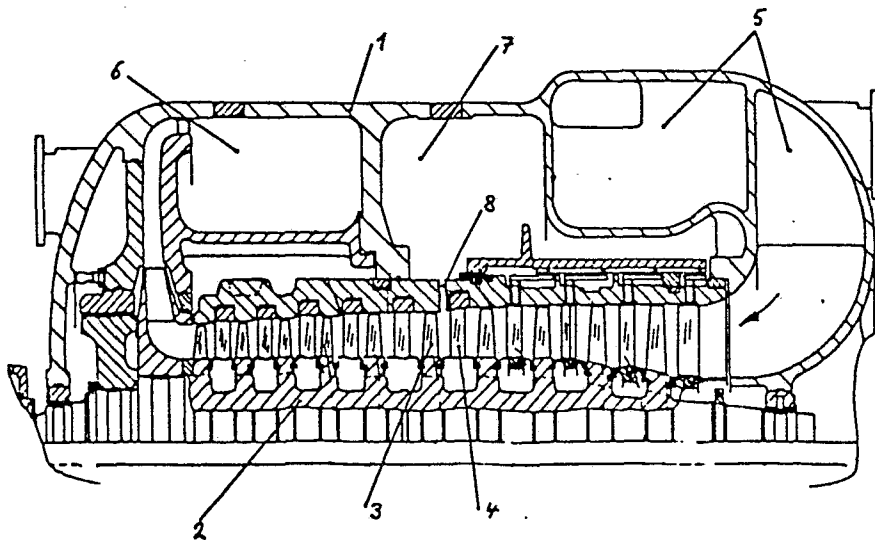


Fig. 1

1 Die Erfindung betrifft einen ein- und mehrstufigen Axialkompressor.

Für die Entstehung von Strömungsinstabilitäten und Druckpulsationen in Axialkompressoren sind nicht nur strömungsdynamische Vorgänge, sondern auch akustische Gesetzmäßigkeiten verantwortlich.

Bei der Betrachtung der komplexen Strömungsverhältnisse und des Ablösungsbeginns einer dreidimensionalen Grenzschicht wurden bereits von Emmons, Pearson und Grant auch akustische Einflüsse mit einbezogen. C.R. Sparks hat sich intensiv mit der akustischen Einordnung eines Radialkompressors und den verbindenden Rohrleitungen befaßt (Journal of Engineering for Power, Oct. 1983, Vol. 105).

Nach der CH-PS 646 757 ist ein einstufiger Radialverdichter bekannt, der sich dadurch auszeichnet, daß im unbeschauelten Diffusorkanal mindestens in einer Wand ein einziger Durchtritt oder über den Umfang verteilte Durchtritte angeordnet sind, die den Diffusorkanal mit mindestens einer hinter der Diffusorwand angeordneten ringförmigen Druckausgleichskammer verbinden. Durch eine derartige Ausbildung sollen bei verminderter Förderleistung auftretende Druckpulsationen beseitigt werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, insbesondere bei mehrstufigen Axialkompressoren die Amplitude eines vorhandenen Pulsationsspektrums zu reduzieren, um damit den nutzbaren Arbeitsbereich im Kennfeld des Kompressors zu vergrößern.

Diese Aufgabe wird durch die in den Patentansprüchen angegebenen Maßnahmen gelöst.

1 Erfindungsgemäß wird ein Axialkompressor mit einem oder mehreren Absorptionsresonatoren, sogenannten Helmholtz-Resonatoren, ausgerüstet.

5 Bei mehrstufigen Axialkompressoren werden die Absorptionsresonatoren zwischen mehreren Stufen einer Stufengruppe angeordnet.

Beim Axialkompressor, und hier bei drehzahlregelbaren Maschinen, gilt die Besonderheit, daß der interessierende Pumpunkt bei konstantem Enddruck, der dem Auslegungsdruck entspricht, bei einer Drehzahl erreicht wird, bei der im Pumpunkt des gesamten Kompressors alle Stufen gleichzeitig ihre Pumpgrenze erreichen. Bei kleineren
10 Drehzahlen pumpen zuerst die ersten Stufen. Bei höheren Drehzahlen pumpen dagegen zuerst die letzten Stufen.

Um hier besonders effektiv die Absorptionsresonatoren einzusetzen, ist es sinnvoll, diese in der Mitte der Stufengruppe anzuordnen. Dadurch erhält man den kürzesten Abstand von diesem Punkt zu allen pumpenden Axialstufen.
20

Die Ankoppelung der Absorptionsresonatoren ist selbstverständlich nicht auf den Bereich der mittleren Kompressorstufen beschränkt. Sie können auch z.B. an die Kompressoraustrittskammer angekoppelt werden.
25

Bei Axialkompressoren mit Niederdruck- und Hochdruckteil lassen sich die Absorptionsresonatoren in beiden Kompressorteilen verwenden.
30

Nach der Erfindung bieten sich als Resonatorkammern die bei Axialkompressoren bekannten Totvolumina innerhalb des Kompressorgehäuses an. Diese werden über einen
35 rundumlaufenden Schlitz, der vor oder nach einem Lauf-

1 rad angeordnet wird, an den Gasstrom angekoppelt. Durch
eine derartige Ausbildung wird ein Helmholtz-Resonator
geschaffen, wobei der umlaufende Schlitz den Mündungs-
hals des Resonators bildet.

5

Weist der Axialkompressor keine ausreichenden Totvolumina
im Gehäuse auf, so können erfindungsgemäß zusätzliche
Totvolumina, die als Resonatorkammern dienen, von außen
angekoppelt werden.

10

Um nun die relativ steile Resonanzkurve des so gebildeten
Helmholtz-Resonators abzuflachen, lassen sich erfindungs-
gemäß die Wandungen der Resonatorkammern mindestens teil-
weise mit einem Dämpfungsmaterial einer bestimmten Schall-
15 resistenz ausrüsten. Dies kann z.B. ein Dämmstoff auf der
Basis Mineralfaser sein. Eine Bedämpfung des Mündungshal-
ses des Helmholtz-Resonators, dargestellt durch den umlau-
fenden Schlitz, ist wegen der schmalen Formgebung nicht
möglich.

20

Die Frequenz des zu bedämpfenden Pulsationsspektrums ist
abhängig von Bauart, Stufenzahl und einigen dynamischen
Faktoren des jeweiligen Axialkompressors und wird des-
halb für jeden Typ einmal experimentell ermittelt.

25

Es ist ferner von Einfluß, ob die Ansaugströmung bereits
pulsationsbehaftet ist, da solche Pulsationen beim Durch-
tritt durch den Kompressor noch eine Verstärkung erfah-
ren können.

30

Die erfindungsgemäße Ausbildung eignet sich auch für die
Bedämpfung von Pumpstößen bei völligem Strömungsabriß
(deep surge). Obwohl die Frequenz bei diesem Pumpen nie-
driger liegt, bleibt eine bedämpfende Wirkung des Ab-
35 sorptionsresonators erhalten.

1 Die Erfindung zieht nicht die relativ hohen Frequenzen, resultierend aus Drehzahl und Schaufelzahl, und ebenso wenig die relativ niedrige Frequenz beim völligen Strömungsabriß, dem "Pumpen" des Kompressors, in Betracht.

5

Vielmehr wird das vorhandene breitbandige, den Gasstrom überlagerte Pulsationsspektrum im Bereich von 200 bis 800 Hz unter "steady-state-Bedingungen" betrachtet. Die Amplitude dieser Pulsationen nimmt bekanntlich bei Re-

10 duzierung der Förderleistung zu, bevor es zu der umlaufenden Abrißströmung (rotating stall) und letztlich zum kompletten Strömungsabriß kommt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der schematischen
15 Zeichnung, die ein Ausführungsbeispiel darstellt, näher erläutert.

Es zeigen:

20 Fig. 1 einen Querschnitt durch den oberen Teil des Axialkompressors und

Fig. 2 einen vergrößerten Querschnitt eines Absorptions-Resonators.

25

Fig. 1 stellt den oberen Teil eines Axialkompressors dar mit dem Gehäuseoberteil 1, in dem sich der Rotor 2 mit den Laufschaufeln 3 und den Leitschaufeln 4 befindet. Der Einströmteil des Kompressors ist mit 5 und der Ausströmteil mit 6 bezeichnet.
30

Der zwischen Einströmteil 5 und Ausströmteil 6 erkennbare Gehäuseraum (Totvolumen) wird als Resonator-kammer 7 verwendet. Zwischen einer Laufschaufel 3 und einer
35 Leitschaufel 4 weist der Kompressor einen umlaufenden

1 Schlitz 8 auf, der als Ankoppelungsschlitz für den Absorptionsresonator (Resonatorkammer) 7 dient und auch als Mündungshals eines Helmholtz-Resonators bezeichnet werden kann.

5

Zur Abflachung der Resonanzkurve und damit die Absorption für einen breiteren Frequenzbereich wirksam wird, sind die Wandungen der Resonatorkammer 7, wie in Fig. 2 angedeutet, mit einer akustischen Dämmschicht D, beispielsweise Mineralwolle, beschichtet.

10

Der Absorptionsresonator, wie er in der Prinzipskizze (Fig. 2) dargestellt ist, stellt ein Masse-Feder-Resonanzsystem dar. Das Volumen V ergibt die Feder. Der Resonatorhals (Schlitz 8) mit seiner Fläche S und der Länge L ergibt die Masse.

15

Die Resonanzfrequenz wird nach der Formel

20

$$f_{res} = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{V(1+2\Delta l)}}$$

bestimmt.

25

Der Ausdruck $((1 + 2 \Delta l))$ bezeichnet die für diesen Anwendungsfall notwendige Mündungskorrektur für die Resonatorhalslänge. Außerdem kommt eine experimentell ermittelte Korrektur für die Resonanzfrequenz zu höheren Frequenzen zur Anwendung, da durch die hohe Gasströmung die schwingende Gasmasse am Schlitzaustritt fortgetragen wird.

30

35

1 Patentansprüche:

1. Ein- und mehrstufiger Axialkompressor,
dadurch gekennzeichnet,
5 daß dieser mit mindestens einem breitbandigen Absorptionsresonator (7, 8) ausgerüstet ist.
2. Ein- und mehrstufiger Axialkompressor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
10 daß als Resonatorkammern (7) im Axialkompressor vorhandene Totvolumina vorgesehen sind und zur Ankopplung der Resonatorkammern (7) an den Gasstrom rundumlaufende Schlitze (8), die den Mündungshals des Helmholtz-Resonators bilden, vor oder nach einem
15 rotierenden Laufrad (3) angeordnet sind.
3. Ein- und mehrstufiger Axialkompressor nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
20 daß die Schlitze (8) durch Stege unterbrochen sind.
4. Ein- und mehrstufiger Axialkompressor nach den Ansprüchen 1 - 3,
dadurch gekennzeichnet,
25 daß als Resonatorkammern (7) zusätzliche Totvolumina von außen angekoppelt sind.
5. Ein- und mehrstufiger Axialkompressor nach den Ansprüchen 1 - 4,
dadurch gekennzeichnet,
30 daß die Wandungen der Resonatorkammern (7) mit einem Dämpfungsmaterial (D) ausgekleidet sind.
6. Ein- und mehrstufiger Axialkompressor nach den Ansprüchen 1 - 5,
35 dadurch gekennzeichnet,

1 daß die Resonanzfrequenz der Absorptionsresonatoren
 (7, 8) auf die Pulsationsfrequenz mit der maximalen
 Amplitude oder auf die harmonische Frequenz abge-
5 stimmt ist.

5

10

15

20

25

30

35

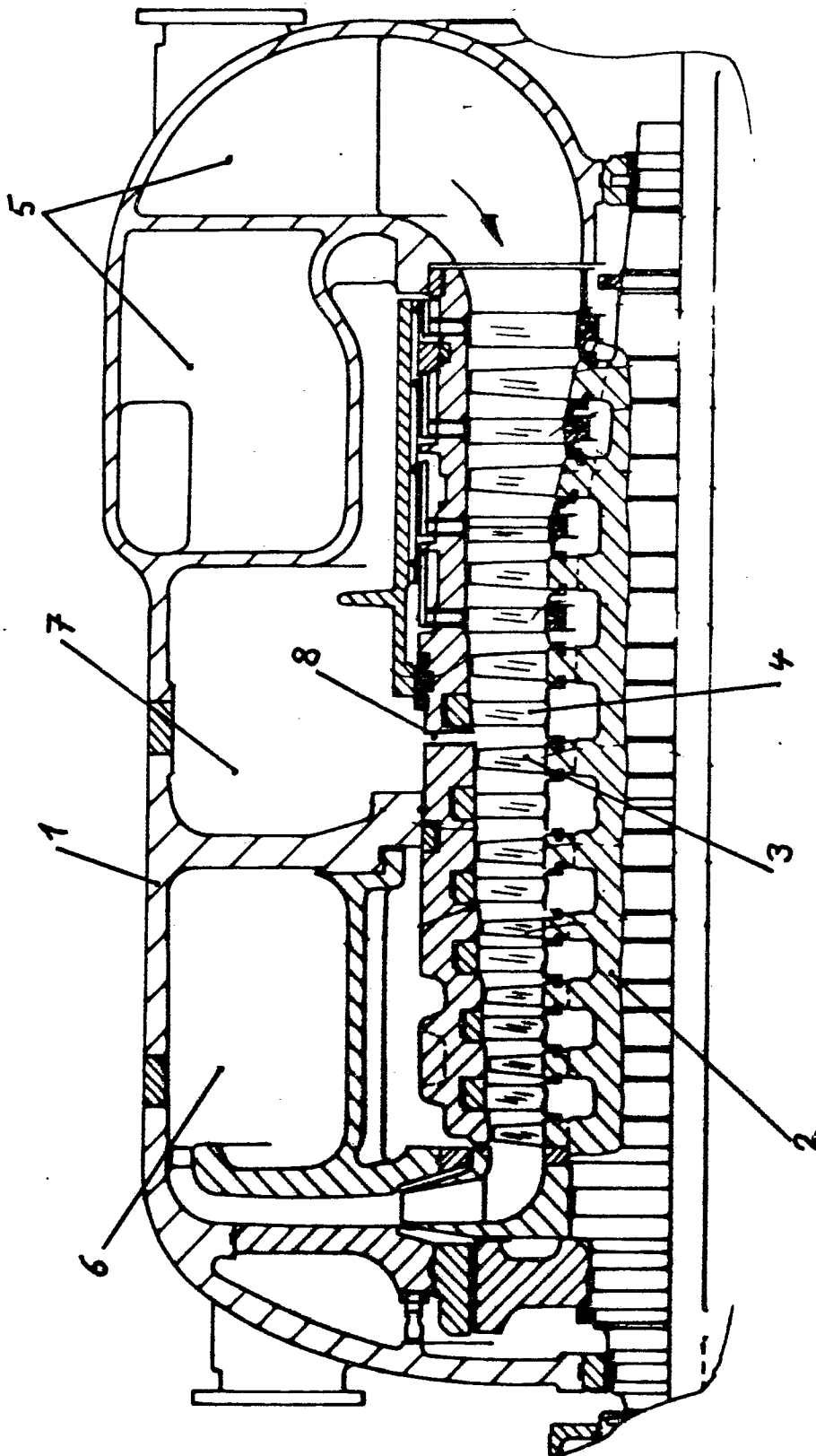


Fig. 1

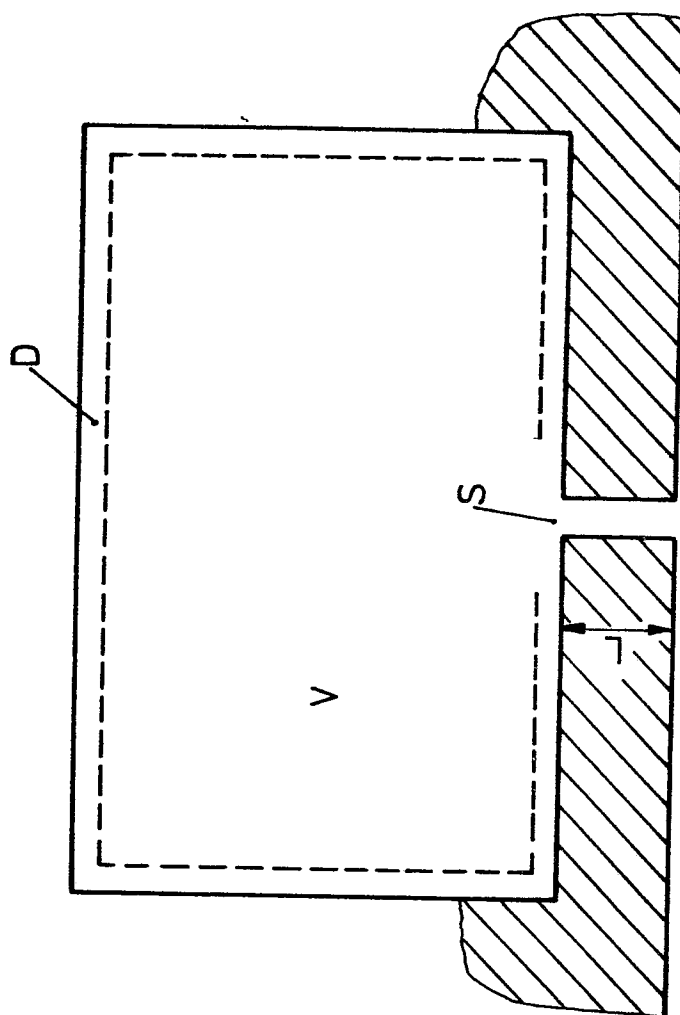
$2/2$ 

Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0196363
Nummer der Anmeldung

EP 85 11 3808

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
X	GB-A-2 090 334 (ROLLS-ROYCE) * Seite 2, Zeilen 12-62, 93-97; Seite 3, Zeilen 34-44; Figuren *	1,6	F 04 D 29/66
Y	---	2,5	
X	US-A-2 252 256 (HARRIS) * Seite 1, rechte Spalte, Zeile 45 - Seite 2, linke Spalte, Zeile 64, Figuren; Seite 3, linke Spalte letzter Absatz, rechte Spalte, erster Absatz, Zeilen 10-12 *	1,6	
Y	---	2,5	
X	DE-A-2 036 085 (KRESIC) * Seite 3, Zeilen 7-12, Figur 3 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
Y	---	2,5	F 04 D 29/00 F 01 D 25/00
A	DE-A-1 403 519 (STERKRADE) * Seite 3, letzte drei Absätze; Figur *	2	
A	DE-A-2 622 969 (BERNSTEIN) * Seite 11, Zeilen 6-8; Seite 15, Zeilen 6-18; Figur 7 *	1,5,6	
	--- --/-		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 08-07-1986	Prüfer KAPOULAS T.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			Seite 2
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	ER-A- 978 866 (OERLIKON) * Seite 1, linke Spalte, Figuren * -----	1, 4, 6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 08-07-1986	Prüfer KAPOULAS T.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			