



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

213 977

Int.Cl.<sup>3</sup>

3(51) F 04 D 29/36

## AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmeider eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 04 D / 2487 423

(22) 11.03.83

(44) 26.09.84

(71) VEB CHEMIEANLAGENBAUKOMBINAT LEIPZIG-GRIMMA;DD;  
 (72) NIETZOLD, INGO, DR.-ING.; NOACK, JOACHIM, DIPL.-ING.; HAHNL, WOLFGANG, DR.-ING.;  
 DONNER, RALF, DIPL.-ING.; DD;

(54) GROSSAXIALVENTILATOR

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Großaxialventilator mit einer energetisch optimierten Laufradnabe. Das Ziel ist es, einen Großaxialventilator für luftgekühlte Wärmeübertrager zum Einsatz zu bringen, der eine Verringerung des Materialaufwandes ermöglicht und auch im Teillastbetrieb energiesparend betrieben werden kann. Die Aufgabe der Erfindung ist es, einen Großaxialventilator zu schaffen mit stabilem Arbeits- und optimalem Wirkungsgradbereich unter gleichzeitiger Verbesserung der Wärmeübertragungsleistung. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß innerhalb der Laufradnabe mehrere, gleichmäßig verteilte, segmentförmig ausgebildete Freiräume vorgesehen sind, in denen in Axial- und Umfangrichtung schwenkbar gelagerte, arretierbare Verschlußelemente angeordnet sind. An den Verschlußelementen befindet sich eine Verstelleinrichtung. In Umfangsrichtung sind die Verschlußelemente verschiebar angeordnet und profiliert oder eben geformt ausgebildet. Die Anordnung selbst kann auf einem beliebigen Radius innerhalb der segmentförmig ausgebildeten Freiräume erfolgen.

a) Titel der Erfindung

Großaxialventilator

b) Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Großaxialventilator mit einer energetisch optimierten Laufradnabe für den Einsatz in luftgekühlten Wärmeübertragern der chemischen Industrie. Ein weiteres Einsatzgebiet sind Ventilatorkühltürme in Kraftwerksanlagen sowie Anlagen der Luft- und Kältetechnik und im Bergbau.

c) Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Axialventilatoren sind seit langem in der Technik bekannt. Sie werden wie alle Strömungsmaschinen für einen bestimmten Betriebspunkt ausgelegt. In diesem Punkt mit Nennvolumenstrom und Nennförderhöhe arbeiten sie mit maximalem Wirkungsgrad. Der kleinste Durchmesser der Nabe wird dabei durch die Schaufelzahl, die Profillänge der Schaufeln, den Auftriebsbeiwert des Schaufelprofils und die Bedingungen zur Verstellbarkeit der Laufschaufeln bestimmt. Um die Energieübertragung auf das Fördermedium so verlustarm wie möglich zu gestalten, werden entsprechend den bekannten technischen Lösungen die Nabens von Axialventilatoren auf der Saugseite mit halbkugelförmigen Anströmkappen und auf der Druckseite mit einem Nabentabfluss versehen. Der Nabentabfluss ist in

den bekannten Lösungen als zylindrisches Rohr oder als ein sich in Strömungsrichtung verjüngendes Kanalelement mit und ohne Nabendiffusor ausgebildet. Da einerseits die Anlagenverluste nicht immer exakt vorausberechnet werden können und andererseits der Volumendurchsatz des Fördermittels in Abhängigkeit vom Bedarf geregelt werden muß, arbeiten die eingesetzten Axialventilatoren vielfach abseits vom Punkt besten Wirkungsgrades. Beträgt zum Beispiel der Wirkungsgrad eines Ventilators im Auslegungspunkt 85 %, dann sinkt er bei der Drosselung des Volumenstroms um 30 % durchschnittlich auf 50 ... 55 %. Die Abreißgrenze ist auch schnell erreicht. Dabei treten bei Axialventilatoren sowohl auf der Druck- als auch auf der Saugseite der Laufradebene große Wirbelgebiete auf, die zu Strömungsablösungen auf dem Schaufelprofil und damit trotz Nabenvkleidung und Nabenaabfluß zu hohen Strömungsverlusten führen. Diese Problematik ist seit langem bekannt. In der Fachliteratur, zum Beispiel B. Eck, Ventilatoren, Springer-Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1962 u. a. wird vorgeschlagen, die Wirbelgebiete mittels radialer Leitflächen oder konzentrischer Ringe zu zerschneiden, um die Strömung zu stabilisieren.

Weitere Lösungen werden in der OS 23 52 236 und in der AS 14 28 150 vorgeschlagen. Die Lösung in OS 23 52 236 ist dadurch gekennzeichnet, daß zur Verschiebung der Abreißgrenze im Bereich der Grenzschicht zwischen Laufrad und Mantel durch den Spalt zwischen den Schaufeln des Laufrades und des Mantels in Förderrichtung eine Hilfsströmung zugeleitet wird, welche die gleiche oder höhere Energie wie die geförderte Luft hinter dem Laufrad besitzt, wobei die Stärke des Strahles so zu wählen ist, daß seine Kernströmung den Laufradspalt zumindest ausfüllt. Die Ringdüse ist dabei in einem solchen Abstand zum Rad anzuordnen, daß die auf dieser Strecke mitgerissene Luft an jeder Stelle des Strömungsquer-

schnittes die mittlere Strömungsgeschwindigkeit erreicht. Zur Aufnahme der Hilfsströmung aus dem Bereich hinter dem Laufrad ist im Mantel ein Ringspalt, um den Mantel ein Ringkanal und vor dem Laufrad eine Ringstrahldüse angeordnet. Diese Lösung ist einerseits mit einem zusätzlichen Materialaufwand verbunden, der für Großventilatoren unvertretbare Ausmaße annimmt, und andererseits nicht erfolgversprechend, weil die Hilfsströmung der ohnehin energiearmen Grenzschichtströmung entnommen werden soll, um sie anschließend auf der Saugseite mit erhöhter Energie der Grenzschichtströmung zuführen zu wollen, ohne die Energie der Hilfsströmung tatsächlich zu erhöhen.

Die zweite Lösung, AS 14 28 150, sieht eine Veränderung der Nabe und der Nabenvkleidung mit Anströmkappe und Nabentabfluss in der Art vor, daß ein Teil des das Laufrad bereits passierten Förderstroms durch eine Einlaßöffnung im Nabentabfluss zu einer Auslaßöffnung in der Anströmkappe, die in die Ansaugzone der Schaufelfüße mündet und verstellbar ist, geführt wird. Dabei ist die Nabe durchbrochen. Alle diese technischen Lösungen basieren auf der zum Teil aus dem Verdichterbau übernommenen und in Modellversuchen bestätigten Vorstellungen über das Strömungsbild eines Modellventilators und die dabei gewonnene Erkenntnis über die Notwendigkeit einer vollständigen Nabenvkleidung im Punkt besten Wirkungsgrades.

Folgender Stand kann zusammengefaßt werden:

Soll ein guter Wirkungsgrad erreicht werden, ist immer eine Nabenvkleidung vorgesehen. Dabei kann die Nabe geschlossen oder durchbrochen sein. Werden keine besonderen Ansprüche an den Wirkungsgrad gestellt, wird auf die Nabenvkleidung verzichtet, und die Nabe ist nicht durchbrochen, da eine Rückströmung aus dem Druck in den Saugraum vermieden werden soll. Im chemischen Apparate- und Anlagenbau ist es üblich, zum Beispiel

luftgekühlte Wärmeübertrager mit einer freien Anströmfläche der Wärmeübertragungselemente von mehr als  $36 \text{ m}^2$  mit Großaxialventilatoren auszurüsten, deren Laufraddurchmesser 5 m und Nabendurchmesser 1,8 m beträgt.

Die Anwendung der bekannten Lösungen zur Energieoptimierung für den eingangs dargestellten Einsatzfall ist sehr materialintensiv und unter dem Gesichtspunkt höchster Materialökonomie nicht vertretbar. Zusätzlich führt die relativ große Nabe zu einer großen Ungleichförmigkeit der Luftströmung und damit zur Verminderung der Wärmeübertragungsleistung der luftgekühlten Wärmeübertrager.

d) Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist es, einen Großaxialventilator für luftgekühlte Wärmeübertrager zum Einsatz zu bringen, mit dem gegenüber den bekannten technischen Lösungen ein wesentlich geringerer Materialaufwand notwendig wird und der auch im Teillastgebiet energiesparend betrieben werden kann.

e) Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Großaxialventilator zu schaffen mit einem stabilen Arbeits- und optimalen Wirkungsgradbereich, der eine Verbesserung der Wärmeübertragungsleistung des luftgekühlten Wärmeübertragers garantiert.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Laufradnabe mehrere, gleichmäßig verteilte, segmentförmig ausgebildete Freiräume aufweist, in denen in Axial- und Umfangsrichtung schwenkbar gelagerte, arretierbare Verschlußelemente angeordnet sind. Die Verschlußelemente sind mit einer Verstelleinrichtung gekoppelt, in Umfangsrichtung verschiebbar angeordnet

und profiliert oder eben geformt ausgebildet. Die Anordnung selbst kann auf einem beliebigen Radius innerhalb der segmentförmig ausgebildeten Freiräume erfolgen.

f) Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die dazugehörige Zeichnung zeigt:

Figur: Ventilatornabe mit segmentförmigen Freiräumen und Verschlußelementen - Draufsicht -

In einem Großaxialventilator ist erfindungsgemäß eine Laufradnabe 1 gelagert, die mehrere, gleichmäßig verteilte, segmentförmige Freiräume 2 aufweist, in denen in Axial- und Umfangsrichtung schwenkbar gelagerte, vorzugsweise durch Klemmbacken 4 arretierbare, eben geformt ausgebildete Verschlußelemente 3 angeordnet sind. Am Umfang der Laufradnabe 1 sind die Laufschaufeln 5 in bekannter Weise befestigt.

Der Großaxialventilator mit der erfindungsgemäßen Lösung arbeitet wie folgt:

Durch die Rotation des Laufrades überstreichen die Laufschaufeln 5 eine von der Laufradnabe 1 und dem Axialventilatorgehäuse begrenzte Kreisringfläche. Durch diese Kreisringfläche werden die Stromfäden geführt und erfahren immer dann einen Impuls, wenn eine Laufschaufel die Stromfäden schneidet. Dieser Vorgang ist instationär und bei Großventilatoren mit einer relativ niedrigen Impulsfrequenz behaftet. Die zwischen den einzelnen Stromflächen wirkenden Zähigkeitskräfte der Luft beeinflussen ebenfalls die Luftteilchen, die sich nicht in unmittelbarer Nähe der Laufschaufeln befinden. Gleichfalls wirkt dieser Strömungsmechanismus auch dann, wenn die Laufradnabe 1 mit einer Ausströmkappe und einem Nabennachlauf verkleidet ist. Im vorliegenden Großaxialventilator mit der erfindungsgemäß ausgeführten Laufradnabe 1 wird jedoch im Auslegungspunkt ein Teil des Luftstromes

durch die segmentförmigen Freiräume 2 von der Saugseite zur Druckseite gefördert. Der Fördermechanismus durch die Laufradnabe 1 resultiert aus einer Injektorwirkung der Luftströmung. Beim Einsatz des Großaxialventilators außerhalb des Bestpunktes, beispielsweise im stark gedrosselten Zustand, strömt ein Teil der Luft von der Ventilatordruckseite durch die Freiräume 2 in der Laufradnabe 1 zur Saugseite. Durch die Überlagerung dieser Rückströmung mit der durch die Laufradschaufeln erzeugten Hauptströmung entsteht auf natürlichem Weg ein Strömungsbild, das dem aus der Überlagerung von Quelle, Senke und Parallelströmung entstehenden potentialtheoretischen Strömungsbild ähnelt. Über die Verstelleinrichtung werden die Verschlußelemente 3 innerhalb der segmentförmigen Freiräume 2 so geregelt, daß die Stärke der "Quellen-Senken-Strömung" entsprechend der Einsatzfordernisse des Großaxialventilators reguliert werden kann.

Der Einsatz des Großaxialventilators mit der erfindungsgemäßen Laufradnabe 1 ist ebenfalls ohne Verstelleinrichtungen möglich.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Lösung sind:

- Wegfall der materialaufwendigen Nabenvkleidung an Großaxialventilatoren und Erreichung einer "Quellen-Senken-Strömung" auf natürlichem Weg;
- Verhinderung von Strömungsverlusten und Strömungsablösungen auf den Laufschaufeln bei gedrosselter Fahrweise;
- Senkung des Materialeinsatzes und Verringerung von Energiekosten im Teillastbereich des Großaxialventilators;
- Erhöhung der Wärmeübertragungsleistung durch den Abbau der ungleichförmigen Belastung der Wärmeübertragungselemente des nach- oder vorgesetzten luftgekühlten Wärmeübertragers.

Erfindungsanspruch

1. Axialventilator mit axial durchbrochener Laufradnabe, gekennzeichnet dadurch, daß die Laufradnabe (1) gleichmäßig verteilte, segmentförmig ausgebildete Freiräume (2) aufweist, in denen in Axial- und Umfangsrichtung schwenkbar gelagerte, arretierbare Verschlußelemente (3) vorhanden sind.
2. Axialventilator mit axial durchbrochener Laufradnabe nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Verschlußelemente (3) mit einer bekannten Verstelleinrichtung gekoppelt und in Umfangsrichtung verschiebbar angeordnet sind.
3. Axialventilator mit axial durchbrochener Laufradnabe nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Verschlußelemente (3) profiliert oder eben geformt und auf einem beliebigen Radius den segmentförmig ausgebildeten Freiräumen (2) zugeordnet sind.

- Hierzu 1 Seite Zeichnung -

