

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 531 149

②1 N° d'enregistrement national :

83 09985

⑤1 Int Cl³ : F 04 D 29/66, 29/52.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 16 juin 1983.

③0 Priorité SU, 29 juillet 1982, n° 3465 201; 2 février 1983, n° 3539 801.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOP I « Brevets » n° 5 du 3 février 1984.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *DONETSKY* *GOSUDARSTVENNY PROEKTNO-KONSTRUKTORSKY I EXPERIMENTALNY INSTITUT KOMPLEXNOI MAKHANIZATSII SHAKHT.* — SU.

⑦2 Inventeur(s) : Sergei Konstantinovich Ivanov, Viktor Evgrafovich Dudkin, Valery Prokofievich Pperedery et Viktor Nikolaevich Molchanov.

⑦3 Titulaire(s) :

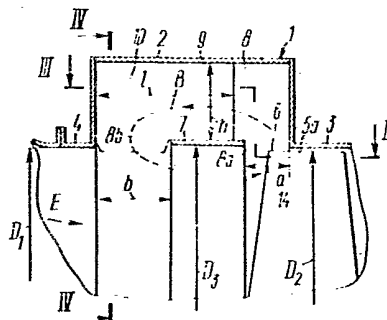
⑦4 Mandataire(s) : Z. Weinstein.

⑤4 Ventilateur axial.

⑤7 L'invention concerne les constructions mécaniques.

Le ventilateur axial faisant l'objet de l'invention est caractérisé en ce que les aubes de redressement 9 s'étendent par leurs parties de sortie 10 jusqu'à la tubulure d'entrée 4, et en ce que, dans la zone située entre cette tubulure et la virole 7, lesdites aubes sont réalisées arquées dans la direction radiale de manière à former une grille radiale annulaire.

L'invention peut être utilisée notamment dans la construction de ventilateurs axiaux destinés à fonctionner dans des réseaux de ventilation nécessitant des caractéristiques stables du refoulement dans des conditions de variation du débit d'air ou de gaz dans une large plage.



La présente invention concerne la construction des ventilateurs et a notamment pour objet un ventilateur axial (monoétagé, biétagé ou à plusieurs étages).

L'invention peut être utilisée notamment dans la
5 construction de ventilateurs axiaux destinés à fonctionner dans des réseaux de ventilation nécessitant des caractéristiques stables du refoulement dans des conditions de variation du débit d'air ou de gaz dans une large plage.

Les ventilateurs axiaux trouvent application dans
10 différentes branches de l'industrie. L'inconvénient qui empêche leur utilisation sur une plus large échelle est la présence d'une zone de décollement à la partie périphérique des palettes du rotor. Cet inconvénient aboutit à une réduction sensible et à des fluctuations de la pression
15 de refoulement créée à un débit diminué.

On connaît un ventilateur axial pouvant fonctionner d'une manière stable dans une plus large plage (cf., par exemple, le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3189260). Ce ventilateur axial comprend un corps étagé constitué par
20 une partie d'entrée et une partie de sortie, le diamètre de la partie de sortie étant sensiblement inférieur au diamètre de la partie d'entrée dans laquelle est logée une virole de manière à former avec le corps une chambre annulaire ayant un canal d'entrée et un canal de sortie
25 et destinée à la dérivation de l'air aux régimes de décollement, donc du courant de décollement. Des aubes directrices sont montées à l'intérieur de la virole. Le rotor à palettes, les bords d'entrée desquelles sont disposées dans la partie d'entrée du corps, est installé dans la
30 partie de sortie du corps.

Dans ce ventilateur, la longueur de la chambre annulaire est relativement importante dans la direction axiale, ce qui conduit à une augmentation des dimensions du ventilateur dans le sens axial.

De plus, pour détourbillonner le courant de décollement d'une manière globale, des aubes directrices sont montées dans la virole, ce qui provoque un accroissement de la résistance aérodynamique dans la zone d'entrée en amont du rotor et, par conséquent, à une baisse de la pression et des performances économiques du ventilateur.

On connaît également des ventilateurs axiaux comportant un corps étagé dans la partie de sortie duquel est monté un rotor à palettes, tandis que dans sa partie d'entrée est logée une virole formant avec ledit corps une chambre annulaire ayant un canal d'entrée et un canal de sortie. Dans cette chambre sont montées des aubes de redressement destinées à détourbillonner le courant (cf., par exemple, la revue de la RFA, N.-D. Henssler Neue Axialventilator ohne instabilen Betriebsbereich, VGB KRAFTWERKSTECHNIK 57 Jahrgang, Heft 3, März 1977, Seiten 159 bis 165).

Dans ces ventilateurs le courant de décollement, à sa sortie de la chambre annulaire obture partiellement pendant le fonctionnement aux régimes de décollement la section d'entrée du ventilateur et empêche ainsi le passage du courant principal d'air arrivant dans la partie de passage en amont des palettes du rotor. De ce fait, le débit et la pression diminuent sensiblement dans la zone des régimes de décollement en provoquant un fonctionnement instable du ventilateur.

On connaît un ventilateur axial analogue à celui décrit ci-dessus et comportant des aubes de redressement montées dans le canal annulaire (cf. le prospectus publicitaire "Ventilateur axial à usages multiples", "Litsenzintorg", Moscou, URSS).

Dans ce ventilateur, la tubulure d'entrée, dont le diamètre intérieur est sensiblement égal au diamètre de la partie de sortie du corps, se raccorde à la partie d'entrée du corps, et les aubes de redressement montées dans la chambre annulaire ont des dimensions axiales limitées par

les cotes axiales de la virole.

La présence de la tubulure a permis d'améliorer quelque peu les conditions d'entrée de la partie principale du courant dans le ventilateur. Toutefois, du fait qu'on est obligé de
5 limiter les cotes des aubes de redressement dans le sens axial, le courant de décollement conserve un tourbillonnement résiduaire dans le sens de rotation du rotor et, en arrivant dans la partie de passage en amont des palettes du rotor, compromet le mouvement régulier de la partie principale du courant,
10 diminue la pression et provoque un fonctionnement instable du ventilateur aux régimes de décollement.

Il s'ensuit que dans les ventilateurs connus précités les aubes de redressement montées dans la chambre annulaire n'assurent pas pleinement la possibilité d'élever la pression
15 pendant le fonctionnement du ventilateur aux régimes de décollement.

On s'est donc proposé de mettre au point un ventilateur axial dans lequel les aubes de redressement seraient réalisées de manière à augmenter, aux régimes de décollement, la
20 pression de refoulement et d'élever ainsi les performances économiques, tant en assurant un fonctionnement stable du ventilateur dans la plage de régimes allant d'un débit nul à un débit maximal.

Le problème ainsi posé est résolu à l'aide d'un ventilateur axial dont le corps étagé est constitué par une partie
25 d'entrée et une partie de sortie dont le diamètre intérieur est plus petit que le diamètre intérieur de la partie d'entrée à laquelle est adjacente une tubulure d'entrée dont le diamètre intérieur est sensiblement égal au diamètre intérieur de la partie de sortie dudit corps, dans laquelle un
30 rotor à palettes est monté de manière que leurs bords d'entrée se trouvent dans la partie d'entrée du corps où est montée une virole à une certaine distance de la tubulure d'entrée et coaxialement audit corps de manière à former

avec celui-ci une chambre annulaire ayant du côté du rotor un canal d'entrée, et du côté de la tubulure d'entrée, un canal de sortie, et dans laquelle sont montées immobiles des aubes de redressement de façon que leurs parties de sortie
5 soient orientées vers la tubulure d'entrée, caractérisé, selon l'invention, en ce que les bords de sortie des aubes de redressement s'étendent jusqu'à la tubulure d'entrée et en ce que, dans la zone située entre la virole et la tubulure, elles sont arquées radialement de manière à former une grille
10 directrice annulaire radiale.

Il est avantageux que la partie de sortie de chaque aube de redressement s'écarte de la direction radiale d'un angle compris entre -45° et $+45^\circ$.

Cet écartement des parties de sortie des aubes de
15 redressement permet d'assurer aux régimes de faible débit, la pression de refoulement optimale dans les conditions considérées d'utilisation du ventilateur.

Il n'est pas moins avantageux que le rapport de la largeur de chaque aube de redressement à la largeur du
20 canal d'entrée de la chambre annulaire soit compris entre 2,0 et 3,0 et que le rapport de ladite largeur de l'aube de redressement à la largeur du canal de sortie de la chambre annulaire soit compris entre 1,4 et 1,6, le rapport de la hauteur de chaque aube de redressement à sa largeur étant
25 dans les limites de 0,4 à 0,65.

De tels rapports permettent de diminuer les pertes aérodynamiques lors de la dérivation du courant de décollement à travers la chambre annulaire, ce qui assure un élargissement de la zone du fonctionnement stable et élève les
30 performances économiques du ventilateur aux régimes de faible débit.

Il est possible que le rapport du diamètre intérieur de la tubulure d'entrée au diamètre extérieur du rotor suivant les palettes soit compris entre 1,00 et 1,01.

Ce rapport améliore davantage le fonctionnement du ventilateur muni des aubes de redressement revendiquées.

Il est avantageux que le rapport du diamètre de la virole au diamètre extérieur des palettes du rotor soit
5 compris entre 1,01 et 1,05.

De tels rapports des diamètres de la virole et du rotor permettant d'assurer des conditions favorables à l'écoulement du courant à travers la partie d'écoulement vers le rotor et d'élever par conséquent les performances économiques du ventilateur.
10

Le ventilateur axial exécuté selon la présente invention, étant de conception relativement simple, permet d'élargir la zone de fonctionnement stable, d'augmenter la pression et d'améliorer les performances économiques du
15 ventilateur.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre d'un exemple concret mais non limitatif de réalisation, avec
20 références aux dessins non limitatifs annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente d'une manière schématique un ventilateur axial selon l'invention;

- la figure 2 représente la partie encerclée A de la figure 1 à échelle agrandie ;

- 25 - la figure 3 est une coupe suivant la ligne III-III de la figure 2;

- la figure 4 est une coupe suivant la ligne IV-IV de la figure 2;

- la figure 5 représente la courbe de variation de la pression de refoulement en fonction du débit;
30

- la figure 6 représente d'une manière schématique un ventilateur axial biétagé conforme à l'invention.

Le ventilateur axial comprend un corps étagé 1 (figure 1) composé de deux parties: une partie d'entrée 2 et une

partie de sortie 3. Le diamètre intérieur de la partie de sortie 3 est inférieur à celui de la partie d'entrée 2 du corps 1. Une tubulure d'entrée 4 dont le diamètre intérieur est sensiblement égal au diamètre intérieur de la partie de sortie 3 du corps 1 est adjacente à la partie d'entrée 2.

Un rotor 5 muni de palettes 5a est monté dans la partie de sortie 3.

Les palettes 5a sont montées de façon que leurs bords d'entrée 6 se trouvent dans la partie d'entrée 2 du corps 1. Une virole 7 est montée dans la partie d'entrée 2 du corps 1, à une distance "b" de la tubulure d'entrée 4 et coaxialement au corps 1. La virole 7 et la partie d'entrée 2 du corps 1 forment une chambre annulaire 8 destinée à la dérivation du courant de décollement "B".

La chambre annulaire destinée à la dérivation du courant de décollement "B" comprend un canal d'entrée 8a situé entre les palettes 5a et la virole 7 et un canal de sortie 8b formé par la virole 7 et la tubulure d'entrée 4. Ces canaux 8 et 8b ont une largeur "a" et "b", respectivement. Des aubes de redressement 9 sont montées dans ladite chambre, entre la virole 7 et la partie d'entrée 2 du corps 1, de manière que leurs parties de sortie 10 (figure 2) soient orientées vers la tubulure d'entrée 4 et s'étendent jusqu'à ladite tubulure. Entre la virole 7 et la tubulure 4, les parties de sortie 10 des aubes de redressement 9 sont exécutées arquées dans la direction radiale, de la façon représentée sur les figures 3 et 4, et forment une grille annulaire radiale 11 dont une partie est représentée sur la figure 4 en traits tiretés.

En section radiale, la forme de la partie de sortie 10 de chaque aube de redressement 9 est réalisée arquée. La partie de sortie s'écarte de la direction radiale "r" (figure 4) d'un angle α qui varie dans la plage de

-45° à +45°. Les valeurs positives de cet angle correspondent à l'écart de la partie de sortie 10 en sens inverse du sens "C" de rotation des palettes 5a. Ces parties de sortie 10 sont montrées sur la figure 4 en traits continus. Les valeurs négatives de l'angle α correspondent à l'écart de la partie de sortie 10a montrée en traits mixtes dans le sens correspondant au sens "C" de rotation des palettes 5a.

Pour élever la pression de refoulement du ventilateur fonctionnant aux régimes de décollement, il est nécessaire que le courant de décollement "B" débouchant de la chambre annulaire 8 (figure 2) à travers le canal de sortie 8b s'étendant entre la virole 7 et la tubulure d'entrée 4 située à une distance "b" de ladite virole, soit mis en tourbillonnement en sens inverse du sens "C" de rotation des palettes 5a du rotor. Ceci est obtenu grâce au fait que la partie de sortie 10 de chaque aube de redressement 9 est orientée par sa face concave 12 (figure 4) vers la face de refoulement 13 (figure 3) de la palette 5a du rotor 5 et qu'elle s'écarte de la direction radiale "r" d'un angle α ne dépassant pas +45°. Les parties de sortie 10 des aubes de redressement 9 disposées de cette façon dirigent le courant de décollement "B" en sens inverse du sens "C" de rotation des palettes 5a du rotor 5. Ce mode de réalisation des aubes de redressement 9 assure l'application du courant de décollement tourbillonnant "B" (figure 2) contre la périphérie de la partie d'écoulement 14, en amont des palettes 5a du rotor, et améliore par cela même le passage du courant principal "E" arrivant à travers la tubulure d'entrée 4 et élève la pression de refoulement créée par le ventilateur.

Selon un autre mode de réalisation du ventilateur, quand on désire diminuer la pression de refoulement du ventilateur fonctionnant aux régimes de décollement, il faut envoyer le courant de décollement débouchant de la chambre annulaire 8 à travers le canal de sortie 8b dans le sens "C" de rotation

des palettes 5a du rotor. On obtient ceci en orientant les parties de sortie 10a (figure 4) de chaque aube de redressement 9 de manière que leurs parties concaves 12a soient orientées vers la face d'aspiration 15 (figure 3) de la palette 5a du rotor 5 et soient écartées de la direction radiale "r" d'un angle α ne dépassant pas -45° .

Pour assurer un tourbillonnement plus efficace du courant de décollement "B", il est possible que les bords 16 des parties de sortie 10 (figure 4) et 10a à face concave 12 et 12a fassent quelque peu saillie radialement dans la partie de passage 14 au-delà des limites du diamètre intérieur de la virole 7.

En outre, les rapports de la largeur "l" (figure 2) de l'aube de redressement 9 à la largeur "a" du canal 8a à l'entrée de la chambre annulaire 8 et à la largeur "b" du canal 8b à la sortie de la chambre annulaire, constituent $l/a = 2,0-3,0$ et $l/b = 1,4-1,6$, tandis que le rapport de la hauteur "h" de l'aube de redressement 9 à sa largeur "l" constitue $h/l = 0,4-0,65$.

Dans le but d'améliorer l'amenée du courant principal "E" (figure 2) aux palettes 5a du rotor, on a monté un carénage 17 (figure 1) dans la tubulure d'entrée 4. Pour détourbillonner le courant "F" débouchant des palettes 5a du rotor, on a prévu un aubage de redressement 18 réalisé selon une conception connue et appropriée quelconque.

Selon la variante optimale, le diamètre intérieur D_1 (figure 2) de la tubulure d'entrée 4 peut constituer 1,00 à 1,01 du diamètre extérieur D_2 suivant les palettes 5a du rotor.

Quand la valeur du rapport D_1/D_2 est supérieure à la plage comprise entre 1,00 et 1,01 le courant "E" aspiré à travers la tubulure 4 empêche la sortie du courant du canal annulaire 8b en compromettant ainsi le bon fonctionnement du ventilateur. Il est recommandé que le rapport du

diamètre intérieur D_3 de la virole 7 au diamètre D_2 soit compris dans la plage entre 1,01 et 1,05 car cela assure un remplissage optimal de la partie de passage 14 par le courant en amont des palettes 5a.

5 Le ventilateur axial fonctionne de la manière suivante.

Quand le rotor 5 à palettes 5a tourne dans le sens de rotation "C", le courant aspiré "E" passe à travers la tubulure d'entrée 4, parvient dans la partie de passage 14, circule entre les palettes 5a, traverse l'aubage de redressement 18 et débouche du ventilateur dans la direction axiale (courant "F") en créant ainsi une pression et un débit déterminés dans la conduite raccordée 19. Au fur et à mesure que la résistance croît dans la conduite 19, le débit d'air diminue et la pression de refoulement augmente. Au débit
10 correspondant à la pression maximale, il se produit un décollement du courant à la partie périphérique des palettes 5a. La partie décollée du courant est rejetée sous l'effet de la force centrifuge des bords d'entrée 6 et arrive à travers le canal 8a dans la chambre annulaire 8, où elle est détournée
15 lonnée dans la zone de largeur "c" dans la direction axiale, après quoi elle est déviée dans la zone de largeur "b" dans la direction radiale, où elle est mise en tourbillonnement et débouche dans la partie de passage 14. Grâce à ce tourbillonnement, le courant se trouve serré contre la périphérie
20 de la partie de passage 17 et n'empêche pas l'air aspiré d'arriver dans la direction "E". On assure, par cela même, l'élévation de la pression et le fonctionnement stable du ventilateur.

Si les conditions d'utilisation exigent une augmentation de la pression de refoulement aux régimes de faible débit, les parties de sortie 10 sont disposées sous un angle α pouvant aller jusqu'à $+45^\circ$; le courant de décollement "B" débouchant par le canal de sortie 8b de la chambre annulaire 8 est mis en tourbillonnement dans le sens 20 (figure 4)

inverse du sens "C" de rotation des palettes 5a du rotor 5; de ce fait, la pression de refoulement créée par le ventilateur dans la conduite 19, représentée sur la figure 5 (dans cette figure, la courbe "d" est en coordonnées, " ψ " est la pression de refoulement, φ est le débit), croît.

Dans un autre cas d'utilisation du ventilateur, où il n'est pas nécessaire d'assurer une haute pression de refoulement pour un faible débit, ou bien où il est désirable de la diminuer, on écarte les parties de sortie 10a de la direction radiale "r" d'un angle α pouvant aller jusqu'à 45°. Le courant de décollement débouchant du canal 8b est mis en tourbillonnement dans le sens 20a coïncidant avec le sens "C" de rotation des palettes 5a du rotor 5. En conséquence, la pression de refoulement créée par le ventilateur dans la conduite 19 (cf. la courbe "e" sur la figure 5), décroît.

La courbe "f" illustre la caractéristique du ventilateur fonctionnant à faible débit quand la partie de sortie des aubes de redressement est orientée sous un angle relativement petit par rapport à la direction radiale "r".

La courbe "g" représente la caractéristique débit-pression de refoulement aux régimes de décollement du ventilateur connu.

Le ventilateur axial exécuté selon la présente invention, permet, pendant le fonctionnement aux régimes de décollement, d'augmenter la pression de refoulement, le débit, d'améliorer les performances économiques et d'élargir la plage des régimes de fonctionnement du ventilateur. En outre, on assure la possibilité de varier la caractéristique débit-pression de refoulement dans la plage de faibles débits en fonction des conditions concrètes d'utilisation du ventilateur.

Dans certains cas où l'on a besoin de créer dans la conduite 23 une plus forte pression, on fait appel aux ventilateurs axiaux bi-étagés ou à plusieurs étages dans lesquels chaque étage 21, 22 (figure 6) est exécuté d'une manière

analogue au ventilateur axial monoétagé décrit ci-dessus.

Dans ce ventilateur axial biétagé, à la suite de l'accroissement de la résistance dans la conduite 23 et de l'augmentation de la pression jusqu'à la valeur maximale, il se produit un décollement du courant à la partie 5 périphérique des palettes 5a, mais chaque étage 21 et 22 fonctionne d'une manière stable grâce à l'action des grilles annulaires radiales 11, de la façon décrite ci-dessus.

Pour le reste, en ce qui concerne le fonctionnement à 10 la diminution du débit et de l'élargissement de la plage des régimes de travail du ventilateur, le ventilateur biétagé fonctionnera comme le ventilateur monoétagé décrit ci-dessus.

Les ventilateurs axiaux à plusieurs étages fonction- 15 neront eux-aussi d'une manière analogue.

Ainsi, les variantes décrites de réalisation du ventilateur axial monoétagé et du ventilateur axial biétagé comportant une chambre annulaire 8, une virole 7 et une grille annulaire radiale 11, assurent la possibilité d'élargir 20 sensiblement la plage des régimes de travail, d'augmenter la pression de refoulement et d'améliorer les performances économiques en comparaison des ventilateurs connus du même genre.

Ceci donne la possibilité d'appliquer les ventilateurs 25 axiaux exécutés selon la présente invention sur une plus large échelle dans l'industrie.

R E V E N D I C A T I O N S

=====

1. Ventilateur axial comportant un corps étagé (1) constitué par une partie d'entrée (2) et une partie de sortie (3) dont le diamètre intérieur est plus petit que le diamètre intérieur de la partie d'entrée (2) et à laquelle est adjacente une tubulure d'entrée (4) dont le diamètre intérieur est sensiblement égal au diamètre intérieur de la partie de sortie (3) du corps (1), dans laquelle est monté un rotor (5) pourvu de palettes (5a) de manière que les bords d'entrée (6) desdites palettes se trouvent dans la partie d'entrée (2) du corps (1), dans laquelle une virole (7) est montée à une certaine distance de la tubulure d'entrée (4), coaxialement au corps (1), cette virole formant avec le corps (1) une chambre annulaire (8) ayant, du côté dudit rotor, un canal d'entrée (8a), et du côté de la tubulure d'entrée (4), un canal de sortie (8b), des aubes de redressement (9) étant montées dans ladite chambre annulaire (8) de manière que leurs parties de sortie (10) soient orientées vers la tubulure d'entrée (4), caractérisé en ce que les aubes de redressement (9) s'étendent par leurs parties de sortie (10) jusqu'à la tubulure d'entrée (4), et en ce que, dans la zone située entre cette tubulure et la virole (7), lesdites aubes sont réalisées arquées dans la direction radiale de manière à former une grille radiale annulaire.
2. Ventilateur axial selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie de sortie (10 et 10a) de chaque palette de redressement (9) s'écarte de la direction radiale d'un angle (α) compris entre -45° et $+45^\circ$.
3. Ventilateur axial selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le rapport de la largeur (l) de chaque aube de redressement (9) à la largeur (a) du canal

d'entrée (8a) de la chambre annulaire (8) est de 2,0 à 3,0 le rapport de ladite largeur (ℓ) à la largeur (b) du canal de sortie (8b) de la chambre annulaire est de 1,4 à 1,6, le rapport de la hauteur (h) de chaque aube (9) à la largeur (ℓ) est compris entre 0,4 et 0,65.

4. Ventilateur axial selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que le rapport du diamètre intérieur de la tubulure d'entrée (4) au diamètre extérieur du rotor (5) suivant les palettes (5a) est de 1,00 à 1,01.

5. Ventilateur axial selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le rapport du diamètre de la virole (7) au diamètre extérieur des palettes (5a) du rotor (5) est de 1,01 à 1,05.

