

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 497 544

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 81 00210**

(54) Diffuseur à aspiration pariétale.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3), F 04 D 29/44.

(22) Date de dépôt 8 janvier 1981.
(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 27 du 9-7-1982.

(71) Déposant : ALSTHOM-ATLANTIQUE, société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : Michel Vincent de Paul et Gilbert Riollet.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Privat Vigand, SOSPI,
14-16, rue de la Baume, 75008 Paris.

- 1 -

Diffuseur à aspiration pariétale

La présente invention a trait à un diffuseur à aspiration pariétale symétrique de révolution autour d'un axe AA' et à entrée sensiblement axiale comportant une paroi extérieure entourant le 5 fluide circulant à l'intérieur du diffuseur, ladite paroi étant munie d'une fente circulaire évacuant une fraction du débit de fluide entrant.

Un tel diffuseur est décrit par exemple dans le brevet britannique n° 1 000 767.

10 Dans le diffuseur connu la paroi a un tracé tel que le gradient de pression en amont et en aval de la fente soit nul.

Dans un tel diffuseur les décollements de la couche limite peuvent, en grande partie, être évités grâce à l'aspiration de celle-ci par la fente circulaire. Toutefois, des essais ont montré 15 qu'il existe un large domaine de taux d'aspiration (quantité de fluide aspirée par la fente divisée par la quantité de fluide entrant dans le diffuseur) pour lequel le fonctionnement n'est pas stable.

C'est pourquoi il est nécessaire d'utiliser des taux d'aspiration assez élevés (10% ou plus), ce qui limite considérablement l'intérêt 20 industriel de tels diffuseurs.

Le diffuseur selon l'invention permettant d'utiliser un taux d'aspiration plus faible est caractérisé en ce que la paroi extérieure du diffuseur a un tracé tel que le gradient de pression mesuré à sa surface dans le sens de l'écoulement soit négatif en amont 25 de ladite fente et positif en aval.

Ainsi la paroi en amont de la fente a une forme telle que le fluide au voisinage de cette paroi ne soit pas ralenti jusqu'à l'entrée de la fente ; il s'ensuit que la couche limite qui se développe sur cette paroi ne décolle pas.

30 D'autre part, l'existence d'une recompression en aval de la fente s'oppose dans une certaine mesure à l'établissement d'un écoulement à contre courant le long de la paroi.

Selon un premier perfectionnement de l'invention, l'angle d'entrée du fluide β dans la fente, mesuré à partir de l'axe de 35 révolution orienté dans le sens d'entrée du fluide dans le diffuseur, est compris entre 100° et 120°.

Ainsi le taux d'aspiration pour lequel les décollements sont

- 2 -

en grande partie évités peut être diminué.

Selon un deuxième perfectionnement de l'invention, on choisit une largeur de fente à l'entrée voisine de

$$b = \frac{1}{\frac{1}{L} - \frac{1}{R_1} + \sqrt{\frac{1}{R_1^2} + \frac{1}{L^2}}}$$

5 avec $L = X \frac{S_0}{2\pi r} \frac{V_0}{V_1}$

X étant le taux d'aspiration, rapport du débit aspiré au débit total entrant dans le diffuseur

S_0 étant la section d'entrée du diffuseur

V_0 la vitesse moyenne dans la section d'entrée du diffuseur

10 r le rayon à partir de l'axe de l'entrée de la fente

V_1 étant la vitesse du fluide sur la paroi à l'entrée de la fente en amont de cette dernière.

R_1 étant le rayon de courbure de la paroi à l'entrée de la fente et en amont.

15 La largeur optimale de la fente est voisine de cette valeur.

En effet, si la fente a une largeur faible, d'une part, cela réduit les possibilités de captation des zones décollées éventuelles se produisant en amont de la fente et, d'autre part, cela augmente les pertes dans la fente, la vitesse de pénétration dans la fente

20 étant alors trop élevée (à taux d'aspiration constant). Par contre, si la largeur de la fente est trop importante, la vitesse de pénétration dans la fente est trop faible (à taux d'aspiration constant) et les décollements en amont de la fente se trouvent facilités, et de plus il se produira une survitesse sur le bord d'attaque en

25 aval de la fente entraînant un épaissement de la couche limite pouvant aller jusqu'au décollement.

Selon un troisième perfectionnement de l'invention, le décalage d'entre le plan perpendiculaire à l'axe et tangent à la paroi convexe en amont de la fente et le plan perpendiculaire à l'axe et passant

30 par le centre du cercle osculateur au bord d'attaque de la paroi en aval de la fente est égal ou légèrement supérieur à

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{R_1} + \sqrt{\frac{1}{R_1^2} + \frac{1}{L^2}}$$

avec $L = X \frac{S_0}{2\pi r} \frac{V_0}{V_1}$

X, S_0, r, V_1, R_1 , étant définis comme ci-dessus.

Les avantages apportés par l'invention sont particulièrement intéressants dans le cas où l'angle de sortie du fluide est égal ou voisin de 90° , c'est-à-dire où le diffuseur est à sortie sensiblement radiale.

En effet, en raison de la déviation du fluide qui s'ajoute à la recompression du fluide, la tendance aux décollements des couches limites est très importante.

La présente invention va maintenant être décrite plus en détail en se référant à un mode de réalisation particulier cité à titre d'exemple non limitatif et représenté par des dessins annexés.

La figure 1 représente un premier type d'écoulement dans un diffuseur à entrée axiale et à aspiration pariétale.

La figure 2 représente un second type d'écoulement dans un diffuseur à entrée axiale et à aspiration pariétale.

La figure 3 représente un diffuseur selon l'invention.

La figure 4 représente un agrandissement de l'entrée de la fente d'aspiration du diffuseur selon l'invention repérée IV sur la figure 3.

Les figures 5 à 8 représentent les courbes de variation du taux d'aspiration en fonction de la largeur de la fente.

La figure 9 représente la variation de la vitesse du fluide le long de la paroi extérieure du diffuseur.

Sur les figures 1 et 2 on a représenté un diffuseur à entrée axiale comportant une paroi extérieure et une fente 1 séparant ladite paroi en une partie amont 2 et une partie aval 3. Le diffuseur comporte également une paroi interne 4. Le diffuseur est symétrique de révolution autour d'un axe et la paroi extérieure 2, 3 a un tracé tel que le gradient de pression en amont et en aval de la fente soit nul.

Pour un même taux d'aspiration X (quantité de fluide aspirée par la fente divisée par la quantité de fluide entrant dans le diffuseur) et dans un domaine plus au moins étendu de X , nous avons constaté que deux types d'écoulement étaient possibles.

- 5 Sur la figure 1 on a représenté un écoulement normal qui est recherché. La couche limite située en amont de la fente 1 le long de la paroi extérieure 2 est aspirée par la fente 1.

Il s'ensuit que l'écoulement n'est pas décollé en aval de la fente.

- 10 Dans le cas de la figure 2 il se produit un écoulement à contre courant le long de la paroi extérieure 3 en aval de la fente 2. Lorsqu'un tel écoulement s'établit il n'est plus possible de recomprimer le fluide dans le diffuseur.

- Sur la figure 5 on a représenté la variation du taux d'aspiration X 15 en fonction de la largeur b de la fente 1.

- Une première courbe (I) en trait tireté représente les valeurs de X minimales en fonction de b pour lesquelles il s'établit, à coup sûr, le régime d'écoulement de la figure 1, et une seconde courbe (II) en trait plein représente les valeurs de X maximales 20 en fonction de b où il s'établit, à coup sûr, le régime d'écoulement de la figure 2. Pour une même valeur de b , bo nous obtenons une valeur de X , X_1 sur la courbe I et X_2 sur la courbe II. Pour les valeurs de X inférieures ou égales à X_2 , seul le régime d'écoulement de la figure 2 s'établit.

- 25 Pour les valeurs de X comprises entre X_2 et X_1 , les deux régimes d'écoulement peuvent s'établir et pour les valeurs de X supérieures ou égales à X_1 , seul le régime de la figure 1 peut s'établir.

- Il s'ensuit qu'il conviendra de prendre pour taux d'aspiration 30 X une valeur égale ou supérieure à celui défini par la courbe I.

- Sur la figure 3 on a représenté le diffuseur selon l'invention également symétrique par rapport à un axe de révolution AA'. La paroi extérieure est interrompue par une fente 1 qui la sépare en paroi amont 2 et paroi aval 3. La paroi extérieure a un tracé 35 tel que le gradient de pression mesuré à sa surface dans le sens de l'écoulement soit négatif en amont de ladite fente et positif

en aval.

La section d'entrée du diffuseur est S_0 et la vitesse moyenne dans cette section est V_0 .

La fente 1 circulaire est également symétrique de révolution 5 autour de l'axe AA' et a une largeur b à son entrée B C et la vitesse du fluide sur la paroi 2 à l'entrée de la fente 1 au point C est V_1 . La fente 1 va en s'évasant légèrement après son entrée.

Nous désignons par R_1 le rayon de courbure de la paroi amont 10 à l'entrée de la fente 1 et par r le rayon mesuré par rapport à l'axe AA' de l'entrée de la fente.

L'angle de la fente par rapport à l'axe AA' est β

Sur la figure 6 on a représenté les courbes I et II pour 15 un diffuseur selon l'invention, dans lequel la paroi extérieure a un tracé tel que le gradient de pression mesuré à sa surface dans le sens de l'écoulement soit négatif en amont de la fente et positif en aval.

Les courbes I et II sont abaissées et il est donc possible 20 d'obtenir, avec une même largeur de fente (si nous comparons avec la figure 5), un fonctionnement correct en utilisant un taux d'aspiration X nettement inférieur.

La pression sur la paroi 2 va diminuer progressivement de 25 l'entrée du diffuseur jusqu'à l'entrée de la fente 1, si bien que le fluide va être accéléré et que l'état de la couche limite sera plus éloigné du décollement. Il faut toutefois éviter d'avoir des vitesses trop élevées à l'entrée de la fente, ce qui conduirait 30 à des pertes très importantes dans cette fente et éventuellement des problèmes liés à la compressibilité. On prendra en général une vitesse de 15% à 40% supérieure à la vitesse d'entrée dans le diffuseur, suivant les possibilités de tracé dont on dispose.

Le tracé de la paroi 3 va diminuer les risques de formation 35 de l'écoulement de la figure 2.

Sur la paroi concave interne 4 la loi de pression dépend de la déviation que l'on désire obtenir avec le diffuseur considéré.

En choisissant un angle de direction de fente β compté à 35 partir de l'axe de révolution AA', compris entre 100° et 120° , on diminue les taux d'aspiration minimaux de la courbe I (voir figure 7).

La largeur de fente est un paramètre important. En effet, si elle est trop faible, les possibilités de captation des zones décollées éventuelles se produisant sur la paroi 2 sont réduites. De plus cela augmente les pertes dans la fente (à taux d'aspiration constant). Si la largeur est trop grande, le décollement sur la paroi 2 est facilité et en plus le point d'arrêt S (où la vitesse est nulle) pourra se trouver légèrement à l'intérieur de la fente, d'où une survitesse importante de l'écoulement au contournement du bord d'attaque faisant suite à S sur la paroi 3, ce qui entraînera un épaisseissement de la couche limite sur la paroi 3 pouvant aller jusqu'au décollement, donc des pertes plus importantes pour ce diffuseur.

La largeur b_{opt} optimale sera voisine de

$$\frac{1}{L - \frac{1}{R_1} + \sqrt{\frac{1}{R_1^2} + \frac{1}{L^2}}}$$

15 avec $L = X \frac{S_0}{2\pi r} \quad \frac{V_0}{V_1}$

Le rapport $\frac{V_1}{V_0}$ peut facilement être mesuré en plaçant une prise de pression statique à l'entrée de la fente (p_1) et une autre dans le plan d'entrée du diffuseur (p_0), puis en mesurant la pression d'arrêt (p_0^*) dans ledit plan d'entrée à l'aide d'une sonde pitot

20 Le rapport $\frac{V_1}{V_0}$ est égal à $\frac{p_0^* - p_1}{p_0^* - p_0}$

On a représenté sur la figure 9 la variation du rapport $\frac{V}{V_0}$ (V étant la vitesse au point M pris sur la paroi 2 ou 3) en fonction de l'abscisse curviligne OM, O étant le point de la paroi 2 à l'entrée du diffuseur. Quand M varie de 0 à C, le rapport $\frac{V}{V_0}$ augmente régulièrement. En S la vitesse V est nulle, puis augmente fortement avant de décroître vers une limite donnée.

La paroi 3 à l'aval de la fente est décalée dans l'écoulement (voir figure 4) ; ce décalage δ est mesuré par la distance de deux plans perpendiculaires à l'axe AA', l'un tangent à la paroi convexe amont 2, l'autre passant par le centre du cercle osculateur

- 7 -

au bord d'attaque de la paroi aval 3. Ce décalage ζ est de préférence égal ou légèrement supérieur à la valeur b_{opt} signalée précédemment.

Lorsque le décalage est choisi égal ou légèrement supérieur à b_{opt} et que les conditions imposées pour les courbes de la figure 7 sont remplies la courbe I est pratiquement confondue avec la courbe II (voir figure 8), le minimum de ces courbes étant obtenu pour une largeur de fente égale ou voisine de b_{opt} .

On choisira de préférence le tracé du bord d'attaque de la paroi 3, de façon que le rayon du cercle osculateur soit égal ou

10 supérieur à $\frac{b_{opt}}{4}$.

Comme il ressort des graphiques des diverses figures 5 à 8, le choix judicieux de la largeur de la fente, de son orientation et de son décalage permettra de minimiser le taux d'aspiration du diffuseur et donc d'accroître le rendement.

15 Dans le cas d'un diffuseur à entrée axiale et à sortie axiale, la paroi interne 4 sera, bien entendu, supprimée.

REVENDICATIONS

- 1/ Diffuseur à aspiration pariétale symétrique de révolution autour d'un axe AA' et à entrée sensiblement axiale, comportant une paroi extérieure (2, 3) entourant le fluide circulant à l'intérieur du diffuseur, ladite paroi (2, 3) étant munie d'une fente circulaire (1) évacuant une fraction du débit de fluide entrant, caractérisé en ce que ladite paroi (2, 3) a un tracé tel que le gradient de pression mesuré à sa surface dans le sens de l'écoulement soit négatif en amont de ladite fente (1) et positif en aval.
- 10 2/ Diffuseur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'angle d'entrée du fluide (β) dans la fente (1), mesuré à partir de l'axe de révolution (AA') orienté dans le sens d'entrée du fluide dans le diffuseur, est compris entre 100° et 120° .
- 3/ Diffuseur selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la largeur de la fente (1) de l'entrée est voisine de

$$b_{opt} = \frac{1}{\frac{1}{L} - \frac{1}{R_1} + \sqrt{\frac{1}{R_1^2} + \frac{1}{L^2}}}$$

avec $L = X \frac{S_0}{2\pi r} \frac{V_0}{V_1}$

- X étant le taux d'aspiration, rapport du débit aspiré au débit total entrant dans le diffuseur
- 20 So étant la section d'entrée du diffuseur
- V₀ la vitesse moyenne dans la section d'entrée du diffuseur
- r le rayon à partir de l'axe de l'entrée de la fente (1)
- V₁ étant la vitesse du fluide sur la paroi (2) à l'entrée de la fente (1) en amont de cette dernière.
- 25 R₁ étant le rayon de courbure de la paroi (2) à l'entrée de la fente (1) et en amont.
- 4/ Diffuseur selon l'une des revendications précédentes dans laquelle le décalage d'entre le plan perpendiculaire à l'axe et tangent à la paroi (2) convexe en amont de la fente (1) et le plan perpendiculaire à l'axe et passant par le centre du cercle osculateur au bord d'attaque de la paroi (3) en aval de la fente est égal ou légèrement supérieur à

$$\frac{1}{\frac{1}{L} - \frac{1}{R_1} + \sqrt{\frac{1}{R_1^2} + \frac{1}{L^2}}}$$

avec $L = X \frac{S_0}{2\pi r} \frac{V_0}{V_1}$

X étant le taux d'aspiration, rapport du débit aspiré au débit total entrant dans le diffuseur

5 S_0 étant la section d'entrée du diffuseur

Vo la vitesse moyenne dans la section d'entrée du diffuseur

r le rayon à partir de l'axe de l'entrée de la fente (1)

V1 étant la vitesse du fluide sur la paroi (1) à l'entrée de la fente en amont de cette dernière

10 R1 étant le rayon de courbure de la paroi (2) à l'entrée de la fente et en amont.

5/ Diffuseur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'angle de sortie du diffuseur est de l'ordre de 90°.

FIG. 1

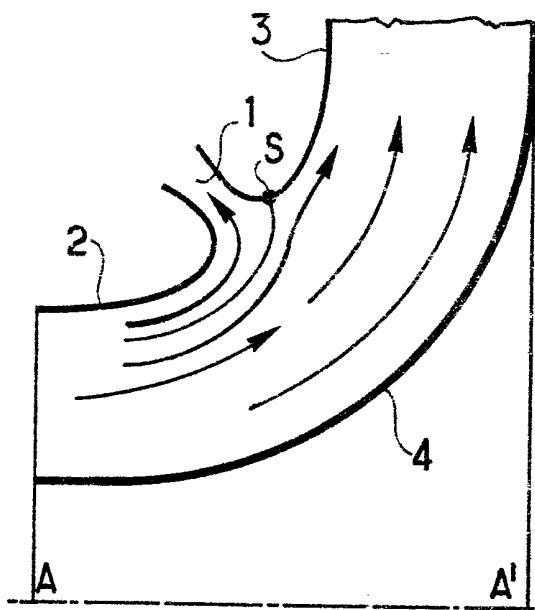


FIG. 2

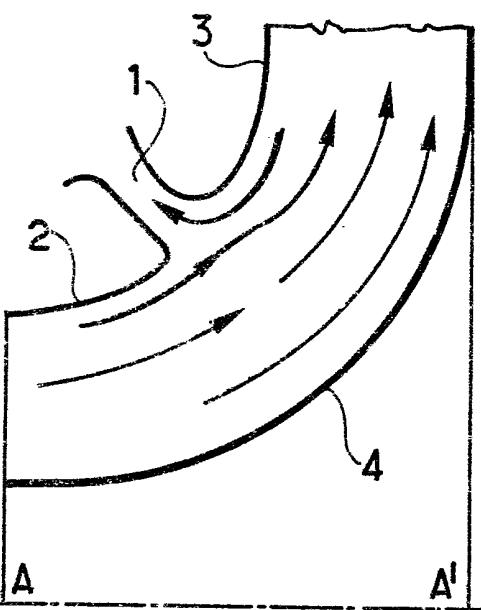


FIG. 3

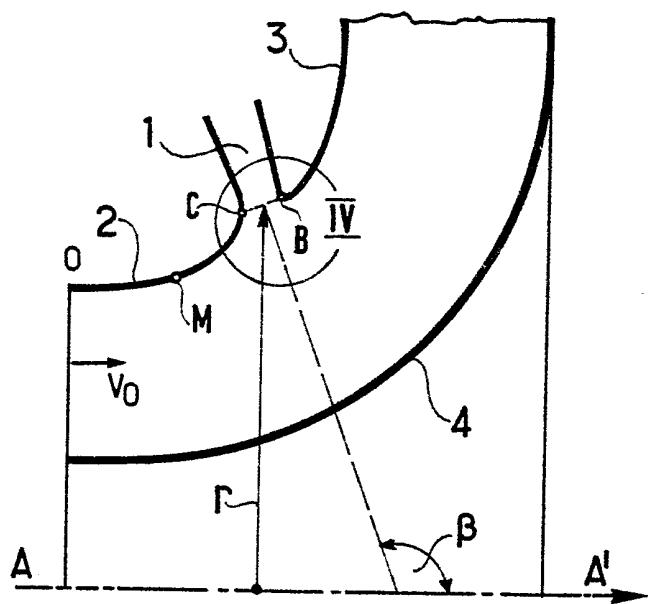
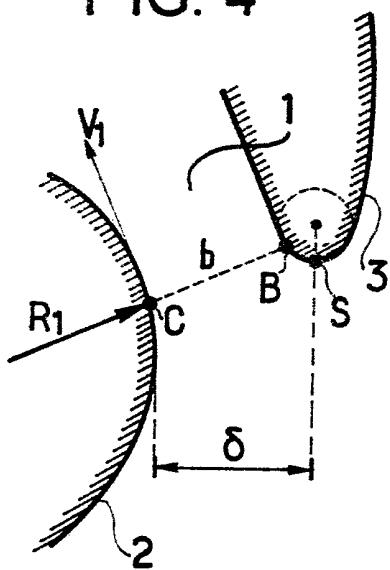


FIG. 4



2/2

FIG. 5

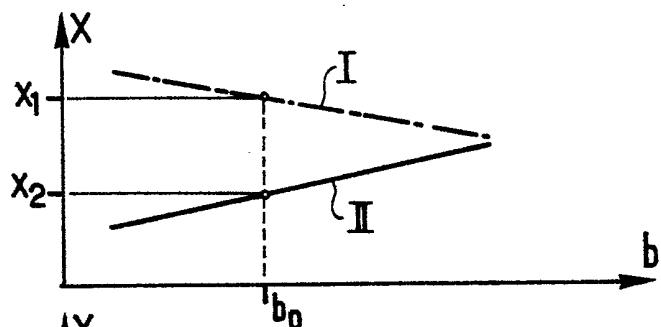


FIG. 6

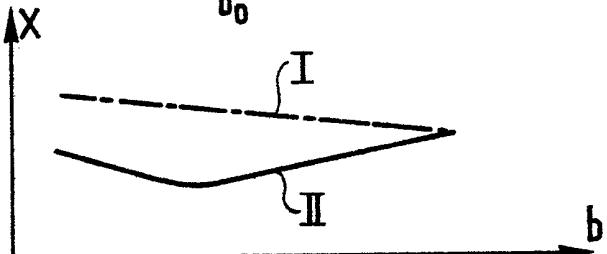


FIG. 7

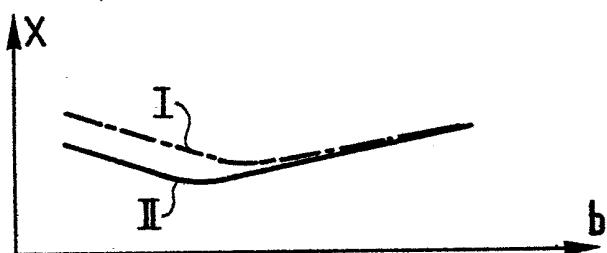


FIG. 8

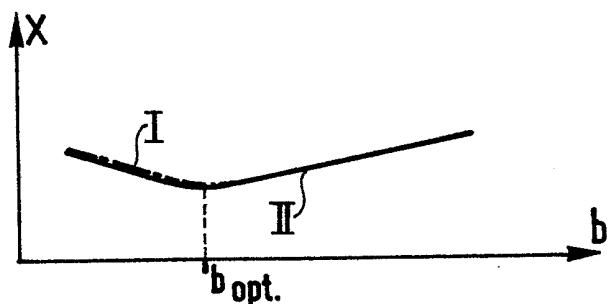


FIG. 9

