

(19)



(11)

EP 3 009 684 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
28.06.2017 Bulletin 2017/26

(51) Int Cl.:
F04D 29/02 ^(2006.01) **F04D 29/38** ^(2006.01)
F04D 29/66 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15183722.6**

(22) Date de dépôt: **03.09.2015**

(54) **VENTILATEUR POUR AÉRORÉFRIGÉRANT**

VENTILATOR FÜR TROCKENKÜHLER

FAN FOR COOLING TOWER

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **11.09.2014 FR 1458534**

(43) Date de publication de la demande:
20.04.2016 Bulletin 2016/16

(73) Titulaire: **Kelvion Thermal Solutions
44300 Nantes (FR)**

(72) Inventeurs:
• **ARNOLD, Jacques
44000 Nantes (FR)**

• **DERUELLE, Aurélien
51390 Pargny Les Reims (FR)**

(74) Mandataire: **Prugneau, Philippe
Cabinet Prugneau-Schaub
3 avenue Doyen Louis Weil
Le Grenat - EUROPOLE
38000 Grenoble (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A1- 1 061 263 JP-A- S5 912 197
US-A- 2 918 977 US-A- 3 647 317
US-A- 5 564 901**

EP 3 009 684 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine technique

[0001] L'invention concerne un ventilateur industriel pour aéro-réfrigérant, comprenant un moyeu en forme de disque et une pluralité de pales raccordées radialement au disque du moyeu par l'intermédiaire d'un goujon prévu sur une extrémité de chaque pale et d'une bride prévue sur une face du moyeu et dans laquelle est inséré le goujon de la pale.

[0002] Un tel ventilateur est par exemple utilisé pour les industries pétrolière, gazière et chimique. Par exemple, il peut être utilisé dans un échangeur de chaleur à air pour condenser et refroidir des liquides, comme du gaz naturel liquéfié, qui circulent dans des faisceaux de tubes à ailettes. Les faisceaux de tubes à ailettes sont installés sur une structure et ils sont soufflés par un ou plusieurs de tels ventilateurs actionnés par des moteurs électriques.

Technique antérieure

[0003] Un tel ventilateur industriel est notamment divulgué dans le document de brevet WO-2011/126568. Il peut présenter des dimensions importantes, le diamètre du rotor dépassant souvent les 2 mètres de sorte que les pales sont en pratique montées sur place sur le moyeu en forme de disque. Lors du montage, l'angle de pale pour chaque pale est calé sur une valeur définie entre 25° et 45° lors de la conception de l'échangeur de chaleur, avec une tolérance de +/-1°.

[0004] On sait aussi que l'efficacité d'un ventilateur peut être affectée par un phénomène de recirculation d'air qui peut se produire à la base de chaque pale lorsqu'il existe un espace libre suffisant entre le moyeu et la base des pales pour laisser circuler de l'air qui passe de l'intrados de la pale vers l'extrados de la pale. L'efficacité globale du ventilateur est donc réduite car le profil de vitesse de l'air n'est pas homogène. A cause de ce phénomène de recirculation d'air, environ un tiers de la surface de la pale ne peut pas être chargée en air et est rendue inutile.

[0005] On sait aussi que les ventilateurs génèrent beaucoup de bruit. Une source à l'origine de bruit dans les ventilateurs provient de la production de vortex d'air à l'extrémité des pales. La publication de brevet US 2003/0077172 décrit un ventilateur dans lequel des ailettes sont placées aux extrémités des pales et permettent d'éliminer ces vortex en créant une barrière entre la basse pression et la haute pression sur les cotés de l'extrémité d'une pale. Une complexité dans la géométrie des pales peut être une piste afin de réduire la nuisance sonore générée par le ventilateur. Les pales peuvent ainsi présenter une structure complexe comme une courbure des bords d'attaque et de fuite, notamment ayant des bords d'attaque présentant un angle de flèche avant des extrémités des pales par rapport à la direction radiale.

Les courbures avant des bords d'attaques sont utilisées pour désynchroniser les sources de bruit le long des pales mais ne réduisent pas la source de bruit elle-même. De plus cela rend instable le flux d'air autour de la pale et ainsi réduit leur efficacité.

[0006] Ce document WO-2011/126568 divulgue un ventilateur avec des pales qui présentent chacune un bord d'attaque et un bord de fuite sensiblement rectilignes. Cette forme de pale simplifiée a montré de manière surprenante qu'elle contribue à réduire le bruit de fonctionnement du ventilateur. Néanmoins ce ventilateur ne permet pas de limiter la recirculation du flux d'air autour du moyeu et ainsi ne présente pas une efficacité optimum.

[0007] Afin de limiter le phénomène de recirculation d'air qui peut se produire à la base de chaque pale, l'espace libre entre le moyeu et la base des pales doit être comblé. Ainsi, le document de brevet US 6,086,330 répond en partie à cela en divulguant un ventilateur moulé en une seule pièce dans lequel les pales sont reliées sur toute la longueur de leur base à un moyeu cylindrique, du bord de fuite au bord d'attaque. Néanmoins, un ventilateur industriel de grand diamètre obtenu par moulage aurait le désavantage d'être très encombrant, rendant ainsi son acheminement sur site difficile et son installation laborieuse par l'utilisation de grues élévatrices. De plus, après moulage aucun ajustement de l'angle d'inclinaison des pales n'est possible. Or un ajustement de l'angle de pale lors de l'installation des ventilateurs industriels sur site par rapport à un angle de pale théoriquement permettrait de réduire au maximum le jeu en bout de pale et compenser les pertes de charge sur le circuit d'air.

[0008] Enfin, un changement des pales des ventilateurs industriels directement sur site peut être avantageux lors des procédures de maintenance ou lors d'une mise à niveau.

[0009] Le document US 3,647,317 divulgue un exemple de ventilateur industriel présentant une partie des caractéristiques du préambule de la revendication 1.

Exposé de l'invention

[0010] Le but de l'invention est de remédier à ces inconvénients en proposant un ventilateur industriel qui présente une bonne solidité mécanique avec une efficacité de flux améliorée et qui ne fait pas de bruit.

[0011] A cet effet, l'invention a pour objet un ventilateur industriel pour aéro-réfrigérant avec les caractéristique de la revendication 1, le ventilateur comprenant un moyeu en forme de disque et une pluralité de pales raccordées radialement au moyeu par l'intermédiaire d'un goujon prévu sur une extrémité de chacune des pales et d'une bride prévue sur une face du moyeu et dans laquelle est inséré le goujon de la pale avec un angle de pale pour produire un flux d'air axial, caractérisé en ce que chacune des pales présente un profil aérodynamique tel que la différence de pression entre intrados et

extrados est comprise entre 65% et 75% sur une zone à 30% de la longueur de la pale à partir du pied de pale par rapport à la différence de pression entre intrados et extrados en milieu de corde de pale et tel que la différence de pression entre intrados et extrados est compris entre 125% et 135% sur une zone à 30% de la longueur de la pale à partir de la tête de pale par rapport à la différence de pression entre intrados et extrados en milieu de corde de pale, et en ce qu'il est prévu un système de jointure pour bloquer la recirculation d'air entre l'intrados et l'extrados en pied de pale.

[0012] Le ventilateur selon l'invention présente un profil de pale beaucoup plus travaillé en pied de pale ce qui confère aux pales un profil aérodynamique améliorant les performances du ventilateur industriel. De plus avec cet agencement goujon/bride, on peut régler indépendamment et facilement la position radiale et l'angle de calage des pales par rapport au moyeu. Le moyen de jointure remplit l'espace entre le moyeu et la base des pales, augmentant ainsi l'efficacité du ventilateur en limitant la recirculation de l'air en pied de pale.

[0013] Le ventilateur selon l'invention peut présenter notamment les particularités suivantes :

- le moyen de jointure est une ailette qui s'étend le long de l'intrados et de l'extrados perpendiculairement à la surface de la pale au niveau du pied de la pale. Cette ailette permet d'utiliser la surface à la base des pales afin d'éviter la recirculation du flux d'air à la base des pales, de l'intrados vers l'extrados, tout en assurant de bonnes performances aérodynamiques.
- la bride comporte au moins une mâchoire ;
- le ventilateur comporte au moins trois pales ;
- l'enveloppe des pales est en matériaux composites ;
- l'enveloppe des pales est sous la forme d'un tissu prémodellable avec un renforcement de fibres ;
- le renforcement de fibres est du tissu de verre ;
- l'enveloppe des pales est imprégnée d'un matériau à deux composants comme du polyester, des esters de vinyle, des époxydes ou équivalents ;
- son revêtement peut être moulé par injection ;
- les pales sont creuses et rigidifiées par remplissage de leur cavité avec un matériau léger tel qu'une mousse en polyuréthane ;
- les pales ont un intrados qui présente une zone de surface plane pour recevoir un inclinomètre et le pas entre les angles d'inclinaison des pales peut être ajustée avec une précision de + ou - 0.1° ;
- chacune des pales a un angle de calage ajustable entre 25° et 45° ;
- la position de chacune des pales raccordées radialement au disque de moyeu est ajustable par une vis ;
- le moyen de jointure est une forme de révolution combiné à des éléments d'étanchéité tels que des joints élastomères ou silicones.

[0014] L'invention s'étend à un échangeur de chaleur à air à tubes à ailettes caractérisé en ce qu'il comprend un ventilateur selon l'invention.

5 Présentation sommaire des dessins

[0015] La présente invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation pris à titre d'exemple nullement limitatif et illustré par les dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une illustration d'un aéroréfrigérant
- la figure 2 est une illustration d'un ventilateur selon l'art antérieur
- la figure 3 est une vue en perspective d'un ventilateur avec ailettes selon l'invention,
- la figure 4 est une vue schématisée de la connexion entre le moyeu et une pale.

Description des modes de réalisation

[0016] Sur la figure 1, on a ici illustré un exemple d'un aéroréfrigérant utilisé dans les industries pétrolière, gazière et chimique. Sur cette figure, un échangeur de chaleur à air 1 condense et refroidit des liquides qui circulent dans des faisceaux de tubes à ailettes 2. Les faisceaux de tubes à ailettes 2 sont installés sur une structure et ils sont soufflés par un ou plusieurs ventilateurs 3 actionnés par des moteurs électriques 4.

[0017] La figure 2 illustre un ventilateur 3 industriel pour aéroréfrigérant selon l'état de l'art. Ce ventilateur 3 comprend un moyeu 5 en forme de disque et une pluralité de pales 6 raccordées radialement au disque du moyeu 5 par l'intermédiaire d'un goujon 7 prévu sur une extrémité de chaque pale 6 et d'une bride (non schématisée) prévue sur une face du disque du moyeu 5 et dans laquelle est inséré le goujon 7 de la pale 6 avec un angle de pale pour produire un flux d'air axial.

[0018] La flèche F indique le sens de rotation des pales 6.

[0019] Les pales 6 présentent une courbure des bords d'attaque et de fuite, notamment les bords d'attaque présentent un angle de flèche avant des extrémités des pales par rapport à la direction radiale.

[0020] Des espaces libres sont visibles entre le moyeu 5 et la base des pales 6. Ces espaces induisent une recirculation du flux d'air à la base de la pale 6 de l'intrados vers l'extrados. Cette recirculation d'air contribue à une diminution de la pression sur la pale 6 et à une diminution de la vitesse de l'air dans la zone à la base de la pale 6. Sans moyen de jointure entre le moyeu 5 et la base des pales 6, environ un tiers de la surface de la pale 6 ne peut pas être chargée en air et est rendue inutile. Le profil de vitesse de l'air n'étant pas homogène, l'efficacité globale du ventilateur 3 est réduite.

[0021] La figure 3 est une vue en perspective d'un ventilateur selon l'invention, présentant un moyen de jointure

8 à ailettes agencées à la base des pales 6 pour bloquer la recirculation d'air entre l'intrados et l'extrados en pied de pale. Sur chaque pale, l'ailette s'étend le long de l'intrados et de l'extrados perpendiculairement à la surface de la pale 6 au niveau du pied de la pale 6.

[0022] Le moyen de jointure 8 a une forme de révolution.

[0023] Afin d'améliorer le blocage de l'air à la base de la pale, le moyen de jointure peut être combiné à des éléments d'étanchéité tels que des joints en élastomères ou en silicones.

[0024] Le ventilateur 1 comprend dans le cas d'exemple un moyeu 5 plat sous forme de disque portant sur sa face inférieure au sens de l'air quatre pales 6. Les pales 6 s'étendent radialement entre une base de pale au niveau du moyeu 5 et une tête de pale. Elles ont une forme simplifiée. En effet chaque pale présente un bord d'attaque opposé à un bord de fuite qui sont tous les deux rectilignes. Les barycentres de toutes les sections le long de la pale 6 sont parfaitement alignés. De part leur forme simplifiée, les coûts de fabrication des pales 6 sont réduits.

[0025] Les ventilateurs 3 selon l'invention comprennent au moins trois pales 6.

[0026] Comme représenté sur l'une des pales 6 de la Figure 3, la longueur l de la pale 6 est divisée par des pointillées en trois zones, notamment une zone à 30% de la longueur de la pale à partir du pied de pale, une zone à 30% de la longueur de la pale à partir de la tête de pale, et une zone en milieu de corde de la pale. Sur chacune de ces zones et en différents points, des mesures de pression entre intrados et extrados sont réalisées. Ainsi, selon l'invention, chacune des pales 6 présente un profil aérodynamique tel que la différence de pression (ΔP_1) entre intrados et extrados est comprise entre 65% et 75% sur une zone à 30% de la longueur de la pale à partir du pied de pale par rapport à la différence de pression (ΔP_C) entre intrados et extrados en milieu de corde de pale et tel que la différence de pression (ΔP_2) entre intrados et extrados est comprise entre 125% et 135% sur une zone à 30% de la longueur de la pale à partir de la tête de pale par rapport à la différence de pression (ΔP_C) entre intrados et extrados en milieu de corde de pale.

[0027] Selon l'invention chaque pale 6 a un profil aérodynamique comme visible sur la Figure 3 avec un angle de calage plus important en pied de pale qu'en tête de pale ce qui permet d'avoir une pression plus uniforme le long de la corde de la pale 6.

[0028] La figure 4 illustre la connexion entre le moyeu 5 et une pale 6. Un goujon 7 part de la base des pales et est fixé sur une cloison 9 transversale de fermeture du pied de pale. Ce goujon 7 permet d'attacher les pales 6 sur la face inférieure du disque du moyeu 5 par l'intermédiaire d'une bride 10 fixée au moyeu 5.

[0029] Selon l'invention, cette bride 10 comporte au moins une mâchoire.

[0030] Sur la Figure 4, cette bride 10 comprend deux

mâchoires 10a, 10b fixées sur la face inférieure du moyeu 5. Comme visible sur la Figure 4, le goujon 7 d'une pale 6 se loge dans les deux mâchoires 10a, 10b.

[0031] Selon l'invention, il est possible d'ajuster la position radiale de chaque pale 6 par rapport au disque du moyeu 5 par le coulisement du goujon 7 dans la bride 10 à l'aide d'une vis de réglage.

[0032] Selon encore l'invention, l'angle de calage des pales 6 par rapport au moyeu 5, qui définit ainsi l'incidence de la pale par rapport au flux d'air, forme un angle de calage nominal de 36° avec la surface du moyeu 5. Selon l'invention le calage de l'angle de pale est réglable entre 25° et 45°. L'angle de calage est optimum calculé est au environ de 36°. Il peut être ajusté à l'aide d'un inclinomètre. Cet inclinomètre peut être disposé sur une zone parfaitement plane de la surface intrados de la pale. Le pas entre les angles d'inclinaison des pales 6 peut ainsi être ajusté avec une précision de + ou - 0.1°.

[0033] Lors de l'installation sur site d'un aëroréfrigérant, il est avantageux de pouvoir régler sur place la position radiale des pales et le calage de l'angle des pales du ventilateur. Le ventilateur peut ainsi être apporté en pièces détachées et assemblé sur site. Il n'est alors plus nécessaire de fabriquer un ventilateur en une seule pièce, par exemple par moulage d'un moyeu 5 avec les pales 6, qui peut être encombrante à transporter et aussi non réglable sur site. Souvent le réglage de l'angle de calage est nécessaire afin de pouvoir ajuster le débit d'air sur site ou d'accroître les performances de l'échangeur de chaleur dans le futur.

[0034] Selon l'invention, l'enveloppe des pales peut être en matériaux composites, sous la forme d'un tissu prémodelable avec un renforcement de fibres. Ce renforcement de fibre peut être du tissu de verre. Avantageusement cette enveloppe est imprégnée d'un matériau à deux composantes avec durcissement comme du polyester, des esters de vinyle, des époxydes ou équivalents. Il est aussi possible que le revêtement soit moulé par injection.

[0035] D'autre part, les pales 6 peuvent être creuses. Elles peuvent être rigidifiées par remplissage de sa cavité avec un matériau léger tel qu'une mousse en polyuréthane. De part leur structure allégée, les pales sont plus faciles à installer.

[0036] Un ventilateur selon l'invention d'au moins 4 mètres de diamètre a été produit et testé. Il a été montré que ce ventilateur avait de meilleures performances et une réduction du bruit qu'un ventilateur dit « Super Low Noise ». De plus, due à la haute efficacité aérodynamique du ventilateur selon l'invention, une faible vitesse de fonctionnement est nécessaire et ainsi la production de bruit reste limitée.

[0037] Le ventilateur selon l'invention procure même de meilleurs performances tout en émettant autant de son qu'un appareil de l'art antérieur. Il a été montré qu'un tel ventilateur présente aussi de meilleures performances tout en consommant moins énergiquement qu'un ventilateur de l'art antérieur.

[0038] L'invention s'étend à un échangeur de chaleur à air 1 à tubes à ailettes 2 comprenant un ventilateur 3 selon l'invention.

Revendications

1. Ventilateur industriel (3) pour aéroréfrigérant, comprenant un moyeu (5) en forme de disque et une pluralité de pales (6) raccordées radialement au moyeu (5) par l'intermédiaire d'un goujon (7) prévu sur une extrémité de chacune desdites pales (6) et d'une bride (10) prévue sur une face du moyeu (5) et dans laquelle est inséré ledit goujon (7) de ladite pale (6) avec un angle de pale pour produire un flux d'air axial, **caractérisé en ce que** chacune desdites pales (6) présente un profil aérodynamique tel que la différence de pression ($\Delta P1$) entre intrados et extrados est comprise entre 65% et 75% sur une zone à 30% de la longueur de ladite pale (6) à partir du pied de pale par rapport à la différence de pression (ΔPC) entre intrados et extrados en milieu de corde de l'envergure de ladite pale (6) et tel que la différence de pression ($\Delta P2$) entre intrados et extrados est comprise entre 125% et 135% sur une zone à 30% de la longueur de ladite pale (6) à partir de la tête de pale par rapport à la différence de pression (ΔPC) entre intrados et extrados en milieu de corde de l'envergure de ladite pale (6), et **en ce qu'il** est prévu un moyen de jointure (8) pour bloquer la recirculation d'air entre l'intrados et l'extrados en pied de pale.
2. Ventilateur (3) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit moyen de jointure (8) est une ailette qui s'étend le long de l'intrados et de l'extrados perpendiculairement à la surface de ladite pale (6) au niveau du pied de ladite pale (6).
3. Ventilateur (3) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite bride (10) comporte au moins une mâchoire.
4. Ventilateur (3) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins trois pales (6).
5. Ventilateur (3) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'enveloppe desdites pales (6) est en matériaux composites.
6. Ventilateur (3) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'enveloppe desdites pales (6) est sous la forme d'un tissu prémodellable avec un renforcement de fibres.
7. Ventilateur (3) selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** ledit renforcement de fibres est du tissu de verre.

8. Ventilateur (3) selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** ladite enveloppe desdites pales (6) est imprégnée d'un matériau à deux composants comme du polyester, des esters de vinyle, des époxydes ou équivalents.
9. Ventilateur (3) selon les revendications 5 à 8, **caractérisé en ce que** son revêtement est moulé par injection.
10. Ventilateur (3) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lesdites pales (6) sont creuses et rigidifiées par remplissage de leur cavité avec un matériau léger tel qu'une mousse en polyuréthane.
11. Ventilateur (3) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lesdites pales (6) ont un intrados qui présente une zone de surface plane adaptée pour recevoir un inclinomètre et **en ce que** lesdites pales (6) ont un angle d'inclinaison qui est ajustable.
12. Ventilateur (3) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** chacune desdites pales (6) a un angle de calage ajustable entre 25° et 45°.
13. Ventilateur (3) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la position de chacune desdites pales (6) raccordées radialement au moyeu (5) est ajustable par une vis.
14. Ventilateur (3) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit moyen de jointure (8) est une forme de révolution et est combiné à des éléments d'étanchéité tels que des joints élastomères ou silicones.
15. Echangeur de chaleur (1) à air à tubes à ailettes (2) **caractérisé en ce qu'il** comprend un ventilateur (3) selon l'une des revendications précédentes.

Patentansprüche

1. Industrieventilator (3) für Luftkühlmittel, umfassend eine scheibenförmige Nabe (5) und eine Mehrzahl von Schaufeln (6), die radial mit der Nabe (5) verbunden sind mittels eines an einem Ende jeder der Schaufeln (6) vorgesehenen Bolzens (7) und einer auf einer Seite der Nabe (5) vorgesehenen Lasche (10), in die der Bolzen (7) der Schaufel (6) mit einem Schaufelwinkel eingesetzt ist, um einen axialen Luftfluss zu erzeugen, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede der Schaufeln (6) ein aerodynamisches Profil aufweist derart, dass die Druckdifferenz ($\Delta P1$) zwischen innerer Wölbfläche und äußerer Wölbfläche umfasst ist zwischen 65% und 75% über eine Zone von 30% der Länge der Schaufel (6), ausge-

- hend von dem Fuß der Schaufel, in Bezug auf die Druckdifferenz (ΔPC) zwischen innerer Wölbfläche und äußerer Wölbfläche in der Segmentmitte der Spannweite der Schaufel (6) und derart, dass die Druckdifferenz ($\Delta P2$) zwischen innerer Wölbfläche und äußerer Wölbfläche umfasst ist zwischen 125% und 135% über eine Zone von 30% der Länge der Schaufel (6) ausgehend von dem Kopf der Schaufel (6) in Bezug auf die Druckdifferenz (ΔPC) zwischen innerer Wölbfläche und äußerer Wölbfläche in der Segmentmitte der Spannweite der Schaufel (6), und **dass** ein Verbindungsmittel (8) zum Blockieren der Rezirkulation von Luft zwischen der inneren Wölbfläche und der äußeren Wölbfläche am Fuß der Schaufel vorgesehen ist.
2. Ventilator (3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungsmittel (8) ein Flügel ist, der sich längs der inneren Wölbfläche und der äußeren Wölbfläche senkrecht zu der Fläche der Schaufel (6) am Fuß der Schaufel (6) erstreckt.
 3. Ventilator (3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lasche (10) wenigstens eine Backe umfasst.
 4. Ventilator (3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** er wenigstens drei Schaufeln (6) umfasst.
 5. Ventilator (3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülle der Schaufeln (6) aus Verbundmaterialien ist.
 6. Ventilator (3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülle der Schaufeln (6) die Gestalt eines vormodellierbaren Stoffes mit einer Faserverstärkung aufweist.
 7. Ventilator (3) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Faserverstärkung ein Glasfasergewebe ist.
 8. Ventilator (3) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülle der Schaufeln (6) mit einem Material aus zwei Komponenten imprägniert ist, wie Polyester, Vinylester, Epoxide oder vergleichbare.
 9. Ventilator (3) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** dessen Überzug durch Spritzformen hergestellt ist.
 10. Ventilator (3) nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (6) hohl sind und durch Auffüllen ihres Hohlraums mit einem leichten Material wie einem Polyurethanschaum ausgesteift sind.
 11. Ventilator (3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (6) eine innere Wölbfläche aufweisen, die einen planen Oberflächenbereich aufweist, der geeignet ist, ein Neigungsmessgerät aufzunehmen, und dass die Schaufeln (6) einen anpassbaren Neigungswinkel aufweisen.
 12. Ventilator (3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede der Schaufeln (6) einen zwischen 25° und 45° anpassbaren Keilwinkel aufweisen.
 13. Ventilator (3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Position jeder der radial mit der Nabe (5) verbundenen Schaufeln (6) durch eine Schraube anpassbar ist.
 14. Ventilator (3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungsmittel (8) ein Rotationskörper ist und mit Abdichtungsmitteln wie Elastomer- oder Silikondichtungen kombiniert ist.
 15. Wärmetauscher (1) mit Luft, mit Rohren, mit Flügeln (2), **dadurch gekennzeichnet, dass** er einen Ventilator (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.

Claims

1. Industrial fan (3) for a cooling tower, comprising a disc-shaped hub (5) and a plurality of blades (6) radially connected to the hub (5) by means of a stud (7), provided on one end of each said blade (6), and a flange (10) provided on one face of the hub (5) and into which said stud (7) of said blade (6) is inserted with a blade angle for generating an axial air flow, **characterized in that** each said blade (6) has such an aerodynamic profile that, over a region corresponding to 30% of the length of said blade (6) from the blade foot, the pressure difference $\Delta(P1)$ between pressure and suction sides edges is comprised between 65% and 75% of the pressure difference (ΔPC) between the pressure and suction faces at the middle of the chord of the span of said blade (6) and that, over a region corresponding to 30% of the length of said blade (6) from the blade head, the pressure difference ($\Delta P2$) between the pressure and suction edges is comprised between 125% and 135% of the pressure difference (ΔPC) between the pressure and suction faces at the middle of the chord of the span of said blade (6), and **in that** it is provided a junction means (8) for blocking the air recirculation between the pressure and suction faces at the blade foot.
2. Fan (3) according to claim 1, **characterized in that** said junction means (8) is a fin which extends along

the pressure and suction faces perpendicularly to the surface of said blade (6) at the foot of said blade (6).

3. Fan (3) according to claim 1, **characterized in that** said flange (10) comprises at least one jaw. 5
4. Fan (3) according to claim 1, **characterized in that** it comprises at least three blades (6). 10
5. Fan (3) according to claim 1, **characterized in that** the envelope of said blades (6) is made out of composite materials.
6. Fan (3) according to claim 1, **characterized in that** the envelope of said blades (6) is in the form of a pre-shapeable fabric with reinforcing fibers. 15
7. Fan (3) according to claim 6, **characterized in that** said reinforcing fiber is made out of glass fabric. 20
8. Fan (3) according to claim 5, **characterized in that** the envelope of said blades (6) is impregnated with a two-component material such as polyester, vinyl esters, epoxies or the like. 25
9. Fan (3) according to claims 5 to 8, **characterized in that** its coating is injection molded.
10. Fan (3) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** said blades (6) are hollow and stiffened by filling their cavity with a lightweight material such as polyurethane foam. 30
11. Fan (3) according to claim 1, **characterized in that** said blades (6) have a pressure face which has a flat surface region for receiving an inclinometer and **in that** the pitch between the angles of inclination of said blades (6) is adjusted with an accuracy of + or - 0.1°. 35 40
12. Fan (3) according to claim 1, **characterized in that** each of said blades (6) has a blade angle which is adjustable between 25° and 45°. 45
13. Fan (3) according to claim 1, **characterized in that** the position of each of said blades (6) radially connected to said hub (5) is adjustable by means of a screw. 50
14. Fan (3) according to claim 1, **characterized in that** said junction means (8) has a rotational shape and is combined with sealing elements such as elastomeric or silicone seals. 55
15. Air heat exchanger (1) provided with finned tubes (2) **characterized in that** it comprises a fan (3) according to any one of the preceding claims.

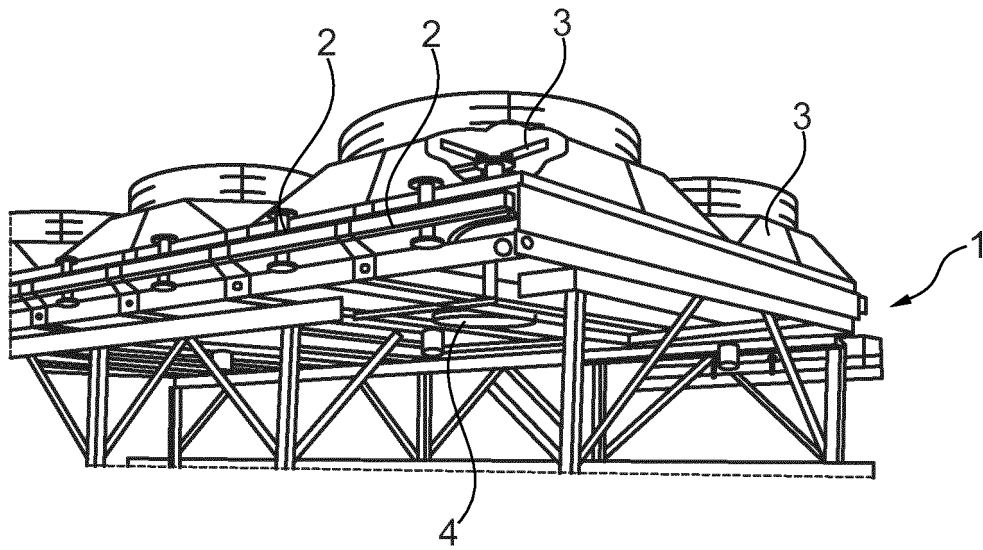


Fig. 1

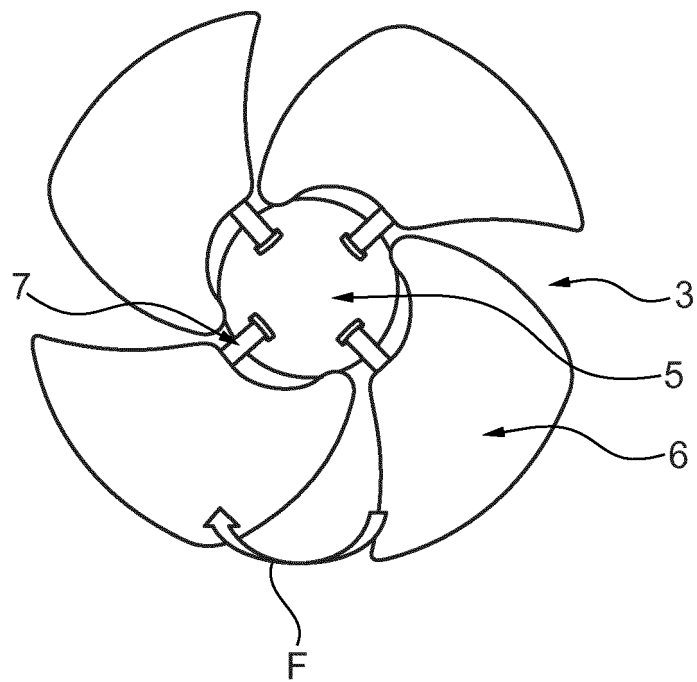


Fig. 2

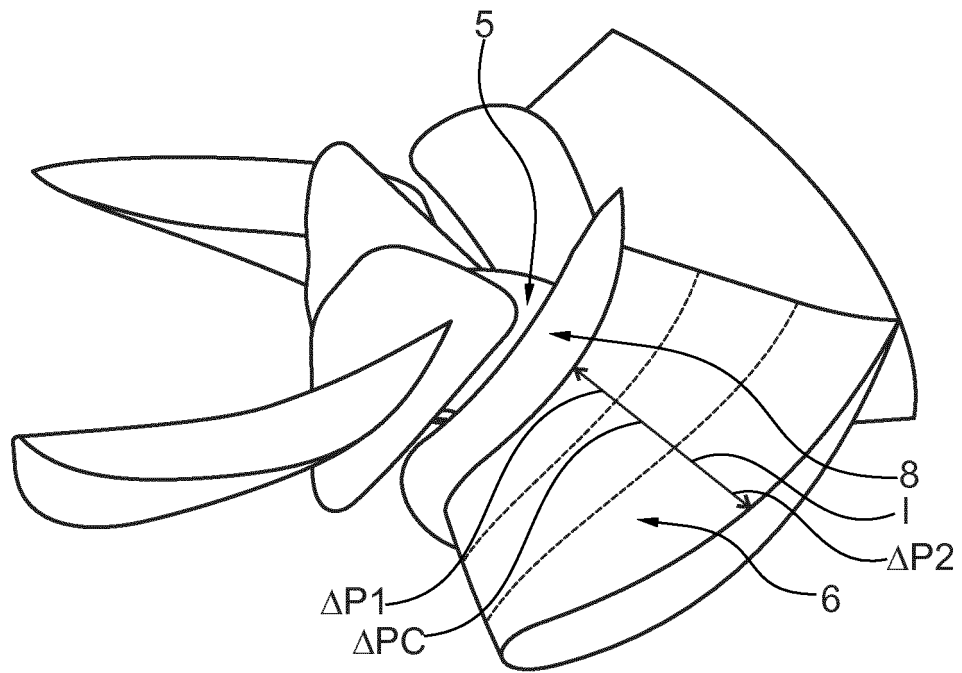


Fig. 3

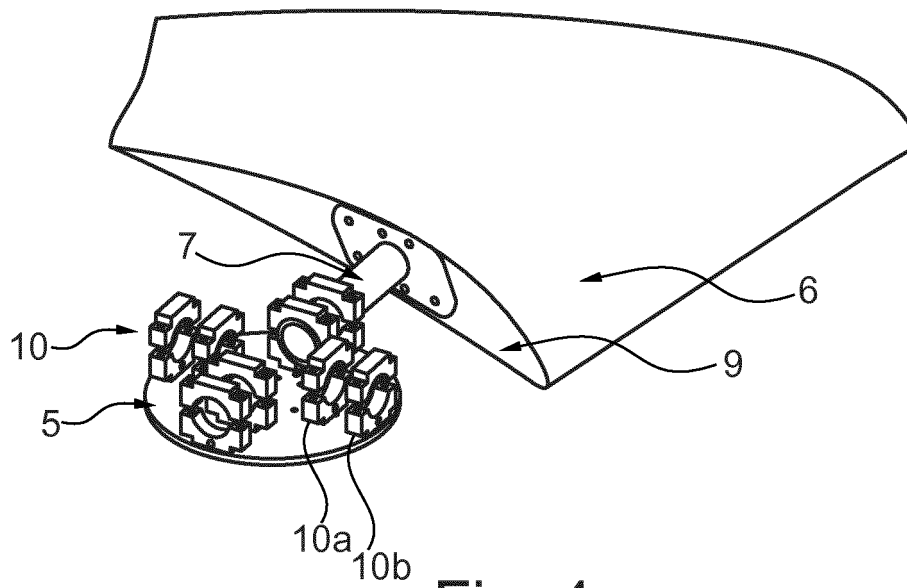


Fig. 4

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 2011126568 A [0003] [0006]
- US 20030077172 A [0005]
- US 6086330 A [0007]
- US 3647317 A [0009]