



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 208 711** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **F 04 D 19/00, 29/38, 29/66**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

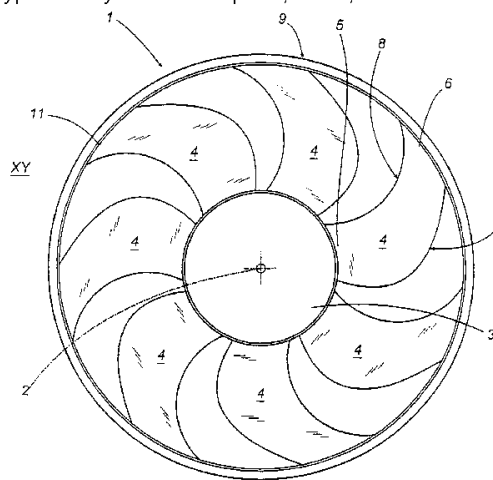
(21), (22) Заявка: 2000126486/06, 18.03.1999
(24) Дата начала действия патента: 18.03.1999
(30) Приоритет: 23.03.1998 EP 98830169.3
(43) Дата публикации заявки: 10.12.2002
(46) Дата публикации: 20.07.2003
(56) Ссылки: US 456932 A, 11.02.1986. RU 2011890 C1, 30.04.1994. SU 1370320 A1, 30.01.1988. GB 1335757 A, 31.10.1973. US 4253800 A, 03.03.1981.
(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 23.10.2000
(86) Заявка РСТ: IB 99/00459 (18.03.1999)
(87) Публикация РСТ: WO 99/49224 (30.09.1999)
(98) Адрес для переписки: 129010, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры", патентному поверенному Е.В.Томской, рег.№ 0106

(71) Заявитель: СПАЛ С.Р.Л. (ИТ)
(72) Изобретатель: СПАДЖАРИ Алессандро (ИТ)
(73) Патентообладатель: СПАЛ С.Р.Л. (ИТ)
(74) Патентный поверенный: Томская Елена Владимировна

(54) ОСЕВОЙ ВЕНТИЛЯТОР

(57) Осевой вентилятор (1) содержит центральную ступицу (3), большое количество лопаток (4), при этом каждая лопатка (4) имеет корневую часть (5) и концевую часть (6), а также ограничена выпуклой кромкой (7), проекция которой на плоскость вращения вентилятора определяется параболическим сегментом и вогнутой кромкой (8), проекция которой на плоскость вращения вентилятора определяется дугой окружности. Лопатка (4) состоит из участков, имеющих аэродинамические профили (18) с поверхностью (18а), содержащей по меньшей мере один первоначальный прямолинейный отрезок (t) и угол (β) установки лопатки, который постепенно и непрерывно уменьшается от корневой части (5) к концевой части (6) лопатки (4) согласно кубическому закону изменения как функция радиуса вентилятора. Изобретение обеспечивает

повышение к.п.д. вентилятора и снижение уровня шума. 10 з.п.ф-лы, 8 ил., 1 табл.



Фиг.1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 208 711** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **F 04 D 19/00, 29/38, 29/66**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

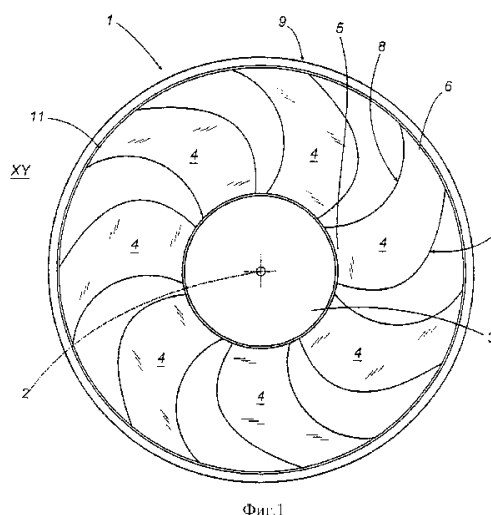
(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000126486/06, 18.03.1999
(24) Effective date for property rights: 18.03.1999
(30) Priority: 23.03.1998 EP 98830169.3
(43) Application published: 10.12.2002
(46) Date of publication: 20.07.2003
(85) Commencement of national phase: 23.10.2000
(86) PCT application:
IB 99/00459 (18.03.1999)
(87) PCT publication:
WO 99/49224 (30.09.1999)
(98) Mail address:
129010, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i
Partnery", patentnomu poverennomu
E.V.Tomskoj, reg.№ 0106

(71) Applicant:
SPAL S.R.L. (IT)
(72) Inventor: SPADZhARI Alessandro (IT)
(73) Proprietor:
SPAL S.R.L. (IT)
(74) Representative:
Tomskaja Elena Vladimirovna

(54) **AXIAL-FLOW FAN**

(57) Abstract:
FIELD: mechanical engineering.
SUBSTANCE: axial-flow fan 1 has central hub 3 and blades 4; each blade has root 5 and tip 6 and is bounded by convex edge 7 whose projection on plane of rotation of fan is defined by parabolic segment and concave edge 8 whose projection on plane of rotation of fan is defined by arc of circle. Blade 4 has sections with aerodynamic profiles 18 and surface 18a including at least one rectilinear section (t) and blade angle (β) which gradually and continuously reduces from blade root 5 to tip 6 of blade 4 according to cube root law as function of fan radius. EFFECT: higher efficiency. 11 cl, 8 dwg, 1 tbl



Настоящее изобретение относится к осевому вентилятору, оснащенный лопатками, наклоненными в плоскости вращения вентилятора.

Вентилятор, раскрытый в настоящем изобретении, имеет разнообразное применение, например для перемещения воздуха через теплообменник или радиатор в системе охлаждения автомобиля либо двигателя, подобного автомобильному двигателю, или для перемещения воздуха через теплообменник в системе обогрева кабины автомобиля. Кроме того, вентилятор, раскрытый в настоящем изобретении, может быть использован для перемещения воздуха в стационарных установках для кондиционирования и нагрева воздуха, находящихся внутри зданий.

Вентиляторы этого типа должны удовлетворять различным требованиям, включая низкий уровень шума, высокий коэффициент полезного действия, компактность, а также приемлемые значения напора (давления) и подачи.

Предпосылки для создания изобретения

В европейском патенте EP-0553598B на имя заявителя настоящей заявки на патент раскрыт вентилятор, лопатки которого имеют постоянную длину хорды по всей их длине. Кроме того, передняя и задняя кромки лопаток формируют две кривые, которые при проектировании на плоскость вращения вентилятора представляют собой две дуги окружности. Вентиляторы, выполненные согласно этому патенту, позволяют добиться хороших результатов в отношении коэффициента полезного действия и малого уровня шума, однако их способность достижения высоких значений напора или давления ограничена главным образом вследствие их небольших аксиальных размеров.

Необходимость получения высоких значений напора становится все более возрастающим требованием, предъявляемым к тепловым агрегатам современных автомобилей, которые включают в себя два или более последовательно расположенных теплообменника, например кондиционер системы кондиционирования воздуха, радиатор системы охлаждения и теплообменник для подачи воздуха в двигателях с турбонаддувом, либо предъявляемым к радиаторам, которые становятся толще для компенсации меньших фронтальных размеров.

Раскрытие изобретения

Задача настоящего изобретения заключается в решении проблемы напора или давления для вышеупомянутых вентиляторов, с тем чтобы значительно улучшить их в отношении коэффициента полезного действия и малого уровня шума.

Проблема решается путем обеспечения отличительных признаков, описанных в независимом пункте формулы изобретения. Зависимые пункты формулы изобретения относятся к предпочтительным, обеспечивающим получение преимуществ вариантам осуществления настоящего изобретения.

Далее изобретение будет описано со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых представлены предпочтительные варианты осуществления, при этом:

на фигуре 1 представлен вид спереди вентилятора, выполненного согласно настоящему изобретению;

на фигуре 2 представлен вид спереди геометрических отличительных признаков лопатки вентилятора, раскрытого в настоящем изобретении;

на фигуре 3 представлены сечения лопатки вентилятора, раскрытого в настоящем изобретении, взятые через равные интервалы, начиная от ступицы и до конца лопатки;

на фигуре 4 представлен вид в перспективе других геометрических отличительных признаков лопатки вентилятора, раскрытого в настоящем изобретении;

на фигуре 5 в увеличенном масштабе показана часть вентилятора, представленного на фигуре 1, и взаимосвязанный с ней канал;

на фигуре 6 представлен вид спереди другого варианта осуществления конструкции вентилятора, раскрытого в настоящем изобретении;

на фигуре 7 показана диаграмма, представляющая в декартовых координатах выпуклую кромку лопатки вентилятора, раскрытого в настоящем изобретении;

на фигуре 8 представлена диаграмма, показывающая изменения угла лопатки в ее различных сечениях как функцию радиуса вентилятора, раскрытого в настоящем изобретении.

Термины, используемые для описания вентилятора, можно охарактеризовать следующим образом:

хорда (L) представляет собой длину прямолинейного отрезка, стягиваемого дугой, проходящей от передней кромки к задней кромки по аэродинамическому профилю сечения лопатки, полученного путем пересечения лопатки с цилиндром, ось которого совпадает с осью вращения вентилятора и радиус r которого совмещается с точкой Q;

центральная линия или линия (MC) средней хорды лопатки представляет собой линию, соединяющую средние точки хорд L с различными лучами;

угол (θ) развертки, измеренный в данной точке Q характеристической кривой лопатки, например кривой, изображающей заднюю кромку лопатки вентилятора, представляет собой угол, создаваемый лучом, исходящим из центра вентилятора к рассматриваемой точке Q, и касательной к кривой в той же самой точке Q;

угол скоса или угол чистого углового смещения (α) характеристической кривой лопатки представляет собой угол между лучом, проходящим через характеристическую кривую, например кривую, представляющую собой центральную линию или линию средней хорды лопатки, к ступице вентилятора, и лучом, проходящим через характеристическую кривую у конца лопатки;

угол (β) установки лопатки представляет собой угол между плоскостью вращения вентилятора и прямой линией, соединяющей переднюю кромку с задней кромкой аэродинамического профиля сечения лопатки;

относительный шаг (P/D) представляет собой отношение между шагом спирали, то

есть величиной, на которую рассматриваемая точка (Q) смещена в осевом направлении, то есть $P = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \tan(\beta)$, где r представляет собой длину луча к точке Q, а β представляет собой угол установки лопасти в точке Q, и максимальным диаметром вентилятора;

изгиб (f) профиля представляет собой самый длинный прямолинейный отрезок, перпендикулярный хорде L, измеренный от хорды L до линии изгиба лопасти; положение изгиба f профиля относительно хорды L может быть выражено как процентное отношение длины самой хорды;

отклонение (V) представляет собой осевое смещение лопасти от плоскости вращения вентилятора, включая не только смещение всего профиля от плоскости вращения, но также и осевого компонента вследствие кривизны лопасти, если это вообще требуется, также в осевом направлении.

Если обратиться к прилагаемым чертежам, то согласно им вентилятор 1 вращается вокруг оси 2 и содержит центральную ступицу 3 с прикрепленным большим количеством лопаток 4, изогнутых в плоскости вращения ХУ вентилятора 1. Лопасти 4 имеют корневую часть 5 и концевую часть 6 и ограничены выпуклой кромкой 1 и вогнутой кромкой 8.

Поскольку удовлетворительные результаты в отношении коэффициента полезного действия, уровня шума и напора достигаются посредством вращения вентилятора, выполненного согласно настоящему изобретению, как в одном, так и в другом направлении, выпуклая кромка 7 и вогнутая кромка 8 могут представлять собой переднюю кромку или заднюю кромку лопасти.

Другими словами, вентилятор 1 может вращаться таким образом, что перемещаемый воздух вначале встречается с выпуклой кромкой 7, а затем с вогнутой кромкой 8 либо, наоборот, вначале с вогнутой кромкой 8, а затем с выпуклой кромкой 7.

Очевидно, что аэродинамический профиль сечения лопасти должен быть ориентирован согласно режиму работы вентилятора 1, то есть согласно тому, с какой из кромок - выпуклой 7 или вогнутой 8 воздушный поток встречается первым.

На конце 6 лопаток 4 должно быть установлено упрочняющее кольцо 9. Кольцо 9 усиливает комплект лопаток 4, например, за счет предотвращения изменения угла β лопасти 4 в зоне конца лопасти, принимая во внимание аэродинамические нагрузки. Кроме того, кольцо 9 в сочетании с каналом 10 ограничивает завихрение воздуха вокруг вентилятора и уменьшает вихри в конце 6 лопаток 4; как известно, эти вихри образуются за счет разности давлений на двух поверхностях лопасти 4.

С этой целью кольцо 9 имеет утолщенную выступающую часть 11, которую устанавливают в сопрягающееся с ней посадочное место 12, выполненное в канале 10. Расстояние (а), весьма малое в осевом направлении, между утолщенной частью 11 и посадочным местом 12 совместно с лабиринтной формой части между двумя элементами уменьшает воздушный вихрь на конце лопаток вентилятора.

Кроме того, специальная посадка между наружным кольцом 9 и каналом 10 обеспечивает возможность соприкосновения

двух частей друг с другом с уменьшением при этом осевых перемещений вентилятора.

В целом кольцо 9 имеет форму сопла, то есть его внутреннее сечение больше сечения, через которое воздух проходит у конца лопаток 4. Большая поверхность всасывания позволяет сохранять постоянную скорость текущего воздуха за счет компенсации сопротивления потоку.

Однако, как показано на фигуре 6, вентилятор, выполненный согласно настоящему изобретению, необязательно должен быть оснащен наружным усиливающим кольцом и взаимосвязанным с ним каналом.

Лопасть 4 в проекции на плоскость вращения ХУ вентилятора 1 имеет описанные ниже геометрические характеристики.

Угол (В) у центра, считая за центр геометрический центр вентилятора, совпадающий с осью вращения 2 вентилятора, соответствующий ширине лопасти 4 у корневой части 5, вычисляют с использованием зависимости, учитывающей зазор, который должен существовать между двумя смежными лопастями 4. Фактически, поскольку вентиляторы этого типа предпочтительно изготавливают из пластика, используя литейное формование, лопасти в форме не должны перекрывать друг друга, поскольку в ином случае форма, используемая для изготовления вентилятора, должна быть весьма сложной, а вследствие этого неизбежно увеличиваются производственные затраты.

Кроме того, следует помнить о том, что особенно в случае применения на автомобилях вентиляторы не находятся в работе постоянно, поскольку большую часть времени работы двигателя теплообменники, с которыми связаны вентиляторы, охлаждаются потоком воздуха, создаваемым при движении самого автомобиля. Поэтому должна быть обеспечена возможность свободного течения воздуха через вентилятор даже тогда, когда вентилятор не вращается. Это достигается за счет обеспечения относительно широкого зазора между лопастями вентилятора. Другими словами, лопасти вентилятора не должны формировать экран, который бы препятствовал охлаждающему действию воздушного потока, создаваемого при движении автомобиля. Зависимость, используемая для вычисления угла (В) в градусах, такова:

$$B = (360^\circ / \text{количество лопаток}) \cdot K; K_{\min} = J$$
 (диаметр ступицы; высота профиля лопасти у ступицы).

Угол (K) представляет собой фактор, учитывающий минимальное расстояние, которое должно быть обеспечено между двумя смежными лопастями для предотвращения их перекрытия друг другом в течение формования, и является функцией диаметра ступицы: чем больше диаметр ступицы, тем меньше угол (K). На величину угла (K) также может влиять высота профиля лопасти у ступицы.

Приведенное ниже описание, изложенное лишь в качестве примера без каких-либо ограничений на объем идеи изобретения, относится к варианту осуществления конструкции вентилятора, выполненного в соответствии с настоящим изобретением. Как показано на прилагаемых чертежах,

вентилятор имеет семь лопаток, ступицу диаметром порядка 140 мм и наружный диаметр, соответствующий диаметру наружного кольца 9, составляющий 385 мм.

Угол (B), соответствующий ширине лопатки у ступицы и вычисляемый, используя эти значения, составляет 44°.

Далее будет описана геометрия лопатки 4 вентилятора 1: лопатку 4 вначале определяют в виде проекции на плоскость вращения XY вентилятора 1 и затем проекцию лопатки 4 на плоскость XY перемещают в пространстве.

Что касается подробностей, показанных на фигуре 2, то геометрическая конструкция лопатки 4 согласно фигуре заключается в изображении биссектрисы 13 угла (B), который, в свою очередь, ограничен лучом 17 слева и лучом 16 справа. Также проведены луч 14, повернутый в направлении против часовой стрелки на угол $A = 3/11B$ относительно биссектрисы 13, и луч 15, также повернутый в направлении против часовой стрелки на угол (A), но относительно луча 16. Таким образом, два луча 14, 15 повернуты на угол $A = 3/11B$, то есть на $A = 12^\circ$. Пересечения лучей 17 и 16 со ступицей 3 и пересечения лучей 14 и 15 с наружным кольцом 9 вентилятора (или с кругом, по диаметру равным наружному кольцу 9), образуют четыре точки (M, N, S, T), лежащие в плоскости XY, которые определяют проекцию лопатки 4 вентилятора 1. Проекция выпуклой кромки 7 также определяется у ступицы первой касательной 21, наклоненной под углом $03/4A$, то есть под углом $C = 9^\circ$, относительно луча 17, проходящего через точку (M) у ступицы 3.

Как можно видеть на фигуре 2, угол (C) измеряют в направлении по часовой стрелке относительно луча 17 и поэтому первая касательная 21 находится перед лучом 17, когда выпуклая кромка 7 первой встречает воздушный поток, либо позади луча 17, когда выпуклая кромка 7 последней встречает воздушный поток, то есть когда первой встречает воздушный поток кромка 8.

У наружного кольца 9 выпуклая кромка 7 также определяется второй касательной 22, которая наклонена под углом (W), равным 6 углам (A), то есть 72° , относительно луча 14, проходящего через точку (N) у наружного кольца 9. Как показано на фигуре 2, угол (W) измеряют в направлении против часовой стрелки относительно луча 14 и поэтому вторая касательная 22 находится впереди, когда выпуклая кромка 7 первой встречает воздушный поток, либо позади луча 14, когда выпуклая кромка 7 последней встречает воздушный поток, то есть когда первой встречает воздушный поток кромка 8.

На практике проекция выпуклой кромки 7 представляет собой касательную к первой касательной 21 и ко второй касательной 22 и отличается кривой с одной выпуклой частью без изгиба. Кривая, которая образует проекцию выпуклой кромки 7, представляет собой параболу следующего типа:

$$y = ax^2 + bx + c$$

В представленном варианте осуществления конструкции параболы определяется следующим уравнением:

$$y = 0,013x^2 - 2,7x + 95,7$$

Это уравнение определяет кривую, представленную в декартовой системе

координат, показанную на фигуре 7, как функция взаимосвязанных переменных x и y плоскости XY.

Если вновь обратиться к фигуре 2, то концевые точки параболы определяются касательными 21 и 22 в точках (M) и (N), а зона максимальной выпуклости представляет собой зону, ближайшую к ступице 3.

Эксперименты показывают, что выпуклая кромка 7 с ее параболической проекцией на плоскость вращения XY вентилятора обеспечивает превосходные характеристики в отношении коэффициента полезного действия и уровня шума.

Что касается проекции вогнутой кромки 8 лопатки 4 на плоскость XY, то может быть использована какая-либо кривая второй степени, расположенная таким образом, чтобы определять вогнутость. Например, проекция вогнутой кромки 8 может быть определена параболой, подобной параболе выпуклой кромки 7 и расположенной фактически таким же образом.

В предпочтительном варианте осуществления конструкции кривая, определяющая проекцию вогнутой кромки 8 на плоскость XY представляет собой дугу окружности, радиус (R_{cu}) которой равен радиусу (R) ступицы, причем в случае описанного здесь практического применения величина этого радиуса составляет 70 мм.

Как показано на фигуре 2, проекция вогнутой кромки 8 ограничена точками (S) и (T) и представляет собой дугу окружности, радиус которой равен радиусу ступицы. Следовательно, проекция вогнутой кромки 8 полностью определена в отношении геометрии.

На фигуре 3 представлены одиннадцать профилей 18, характеризующих одиннадцать сечений лопатки 4, выполненных через равные интервалы слева направо, то есть от ступицы 3 к наружной кромке 6 лопатки 4. Профили 18 имеют некоторые общие характеристики, но все они геометрически различны, чтобы обеспечивалась возможность приспособления к аэродинамическим условиям, которые фактически представляют собой функцию положений профилей в радиальном направлении. Характеристики, общие для всех профилей лопаток, особенно подходят для достижения высокого коэффициента полезного действия и высокого напора, а также низкого шума.

Первые профили слева изогнуты по дуге в большей степени и имеют больший угол (β) установки лопатки, поскольку из-за нахождения ближе к ступице их линейная скорость меньше, чем скорость наружных профилей.

Профили 18 имеют поверхность 18а, содержащую первоначальный прямолинейный отрезок. Этот прямолинейный отрезок предназначен для обеспечения плавного вхождения воздушного потока, за счет чего предотвращается "удар" лопатки воздухом, который мог бы препятствовать получению плавного воздушного потока, а следовательно, привел бы к повышению шума и понижению коэффициента полезного действия. На фигуре 3 этот прямолинейный отрезок отмечен (t), а его длина составляет от 14 до 17% длины хорды (L).

Остальная часть поверхности 18а, по существу, составлена дугами окружности. Проходя от профилей, находящихся вблизи от ступицы, к профилям, находящимся у конца лопатки, дуги окружности составляют поверхность 18а, становясь больше и больше по радиусу, то есть кривизна (f) профиля лопатки 4 уменьшается.

Что касается хорды (L), то кривизна (f) профиля располагается в месте, отмеченном на фигуре 3 как (1f), составляя между 35 и 47% общей длины хорды (L). Эта длина должна быть измерена от кромки профиля, которая первой встречает воздушный поток.

Обратная сторона 18b лопатки образуется кривой таким образом, что максимальная толщина (G_{max}) профиля располагается в зоне, составляющей между 15 и 25% общей длины хорды лопатки, а предпочтительно у 20% длины хорды (L). В этом случае эта длина также должна быть измерена от кромки профиля, которая первой встречает воздух.

Перемещаясь от профилей, ближних к ступице, где максимальная толщина (G_{max}) имеет свое наивысшее значение, толщина профиля 18 уменьшается с постоянным коэффициентом к профилям у конца лопатки, где она уменьшена примерно на четверть своего значения. Максимальная толщина (G_{max}) уменьшается соответственно фактически линейному изменению как функции радиуса вентилятора. Профили 18 сечений лопатки 4 у самой дальней от центра части вентилятора 1 имеют наименьшее значение (G_{max}) толщины, поскольку их аэродинамические характеристики должны обеспечивать их пригодность для повышенных скоростей. Таким образом, профиль оптимизирован в отношении линейной скорости сечения лопатки, причем очевидно, что эта скорость увеличивается с увеличением радиуса вентилятора.

Длина хорды (L) профилей (18) также изменяется как функция радиуса.

Длина (L) хорды достигает своего наивысшего значения в средней части лопатки 4 и уменьшается к концу 6 лопатки, с тем чтобы уменьшить аэродинамическую нагрузку на самую удаленную от центра часть лопатки вентилятора, а также, чтобы облегчить прохождение воздуха, когда вентилятор не работает, о чем говорилось выше.

Угол (β) установки лопатки также изменяется как функция радиуса вентилятора. В частности, угол (β) уменьшается согласно квазилинейному закону.

Закон изменения угла (β) установки лопатки может быть выбран в соответствии с аэродинамической нагрузкой, требуемой на самой удаленной от центра части лопатки вентилятора.

В предпочтительном варианте осуществления конструкции изменение угла (β) установки лопатки как функция радиуса (r) вентилятора следует кубическому закону, определяемому уравнением:

$$(\beta) = -7 \cdot 10^{-6} \cdot r^3 + 0,0037 \cdot r^2 - 0,7602r + 67,64$$

Закон изменения (β) как функции радиуса (r) вентилятора представлен на диаграмме, показанной на фигуре 8.

На фигуре 4 показано, как проекция лопатки 4 в плоскости XY перемещается в

пространстве. Лопатка 4 имеет отклонение V относительно плоскости вращения вентилятора 1.

На фигуре 4 представлены сегменты, соединяющие точки (M', N') и (S', T') лопатки (4).

Эти точки (M', N, S', T') получают исходя от точек (M, N, S, T), которые лежат в плоскости XY, и проводя перпендикулярные отрезки (M, M'), (N, N'), (S, S') (T, T'), которые таким образом определяют отклонение (V) или, иными словами, смещение лопатки 4 в осевом направлении.

Кроме того, в предпочтительном варианте осуществления конструкции каждая лопатка 4 имеет форму, определяемую дугами 19 и 20, показанными на фигуре 4. Эти дуги 19 и 20 представляют собой дуги окружности, кривизну которых вычисляют как функцию длины прямолинейных отрезков (M', N') и (S', T'). Как показано на фигуре 4, дуги 19 и 20 смещены относительно соответствующих прямолинейных отрезков (M', N') и (S', T') на длины соответственно (h1) и (h2). Эти длины (h1) и (h2) измеряют на перпендикуляре к плоскости вращения XY вентилятора 1 и вычисляют как процентное отношение самих отрезков (M', N') и (S', T').

Пунктирные линии на фигуре 4 представляют собой кривые - параболический сегмент и дугу окружности, взаимосвязанные с выпуклой кромкой 7 и с вогнутой кромкой 8.

Отклонение V лопатки 4 как в отношении ее компонента осевого смещения, так и в отношении кривизны, позволяет откорректировать изгибы лопатки вследствие аэродинамической нагрузки и уравновесить аэродинамические моменты на лопатках таким образом, чтобы получить равномерный осевой воздушный поток, распределенный по всей передней поверхности вентилятора.

Все характерные величины лопатки вентилятора соответственно описанному варианту осуществления конструкции сведены в представленную ниже таблицу, где g представляет собой общий радиус вентилятора, а последующие геометрические переменные относятся к соответствующему значению радиуса:

L обозначает длину хорды;

f обозначает изгиб профиля;

t обозначает первоначальный прямолинейный отрезок сечения лопатки;

1f обозначает положение изгиба профиля относительно хорды L;

β обозначает угол профиля сечения

лопатки, выраженный в градусах;

x и y обозначают декартовы координаты в плоскости XY параболической кромки лопатки.

Эксперименты показывают, что вентиляторы, выполненные согласно настоящему изобретению, имеют уровень шума, измеренный в дБ(А), на 25-30% меньший, чем в случае обычных вентиляторов этого типа, посредством чего обеспечивается повышенный акустический комфорт, а это означает, что создаваемый шум более "приятен", чем шум от обычных вентиляторов.

Кроме того, при одних и тех же условиях подачи воздуха вентиляторы, выполненные согласно настоящему изобретению, развивают значения напора, на 50% большие, чем у обычных вентиляторов этого типа.

В вентиляторах, выполненных согласно настоящему изобретению, переход от задней части лопаток к их передней конфигурации не приводит к какому-либо ощутимому изменению уровня шума. Кроме того, при определенных рабочих условиях, в частности при высоком диапазоне напора, передняя конфигурация лопаток обеспечивает подачу, на 20-25% превышающую подачу с задней конфигурацией лопаток.

Формула изобретения:

1. Осевой вентилятор (1), вращающийся в плоскости (XY) и содержащий центральную ступицу (3), множество лопаток (4), каждая из которых имеет корневую часть (5) и концевую часть (6), при этом лопатки (4) также ограничены выпуклой кромкой (7) и вогнутой кромкой (8) и состоят из участков с аэродинамическими профилями (18), угол (β) установки лопатки которых постепенно и непрерывно уменьшается от корневой части (5) к концевой части (6) лопатки (4), при этом угол (β) лопатки определяется как текущий угол между плоскостью вращения (XY) и прямой линией, соединяющей переднюю кромку с задней кромкой аэродинамического профиля (18) каждого участка лопатки, причем проекция выпуклой кромки (7) на плоскость (XY) определяется параболическим сегментом.

2. Вентилятор по п.1, отличающийся тем, что проекция вогнутой кромки (8) на плоскость (XY) определяется криволинейным сегментом второй степени.

3. Вентилятор по п. 1 или 2, отличающийся тем, что проекция вогнутой кромки (8) на плоскость (XY) определяется параболическим сегментом.

4. Вентилятор по п.2, отличающийся тем, что проекция вогнутой кромки (8) на плоскость (XY) определяется дугой окружности.

5. Вентилятор по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что аэродинамические профили (18) имеют поверхность (18a), содержащую по меньшей мере один первоначальный прямолинейный отрезок (t).

6. Вентилятор по п. 5, отличающийся тем, что аэродинамические профили (18) имеют поверхность (18a), содержащую сегмент, следующий за первоначальным отрезком t, который, по существу, составляет из дуг окружности.

7. Вентилятор по п.5 или 6, отличающийся тем, что аэродинамические профили (18) имеют длину (L) хорды и заднюю часть (18b), определяемую выпуклой кривой, которая в сочетании с поверхностью (18a) определяет максимальное значение (G_{max}) толщины

профиля в зоне между 15 и 25% общей длины хорды (L), измеренной от кромки, которая первой встречает воздух.

8. Вентилятор по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что каждая лопатка (4) в проекции на плоскость (XY) ограничена четырьмя точками (M, H, S, T), лежащими в плоскости (XY), и определяется как функция угла (B) относительно ширины одной лопатки (4), стянутого в центре вентилятора, а четыре точки (M, N, S, T) определяются следующими геометрическими характеристиками: точки (M) и (S) расположены у ступицы (3) или у корневой части (5) лопатки (4) и определяются лучами (16, 17), исходящими из центра вентилятора и образующими угол (B); точка (N) расположена в конце (6) лопатки (4) и смещена в направлении против часовой стрелки на угол (A)=3/11 (B) относительно биссектрисы (13) угла (B); точка (T) расположена в конце (6) лопатки (4) и смещена в направлении против часовой стрелки на угол (A)=3/11 (B) относительно луча, исходящего из центра вентилятора и проходящего через точку (S).

9. Вентилятор по п.8, отличающийся тем, что проекция выпуклой кромки (7) на плоскость (XY) в точке (M) имеет первую касательную (21), наклоненную на угол (C), равный трем четвертям (A), относительно луча (17), проходящего через точку (M), а проекция выпуклой кромки (7) на плоскость (XY) в точке (N) имеет вторую касательную (22), наклоненную под углом (W), равным шести углам (A), относительно луча (14), проходящего через точку (N), при этом первая и вторая касательные (21, 22) находятся перед соответствующими лучами (17, 14), когда направление вращения вентилятора (1) таково, что выпуклая кромка (7) первой встречается с воздушным потоком, а первая и вторая касательные (21, 22) расположены так, чтобы образовать кривую в плоскости (XY), которая имеет одну выпуклую часть без перегибов.

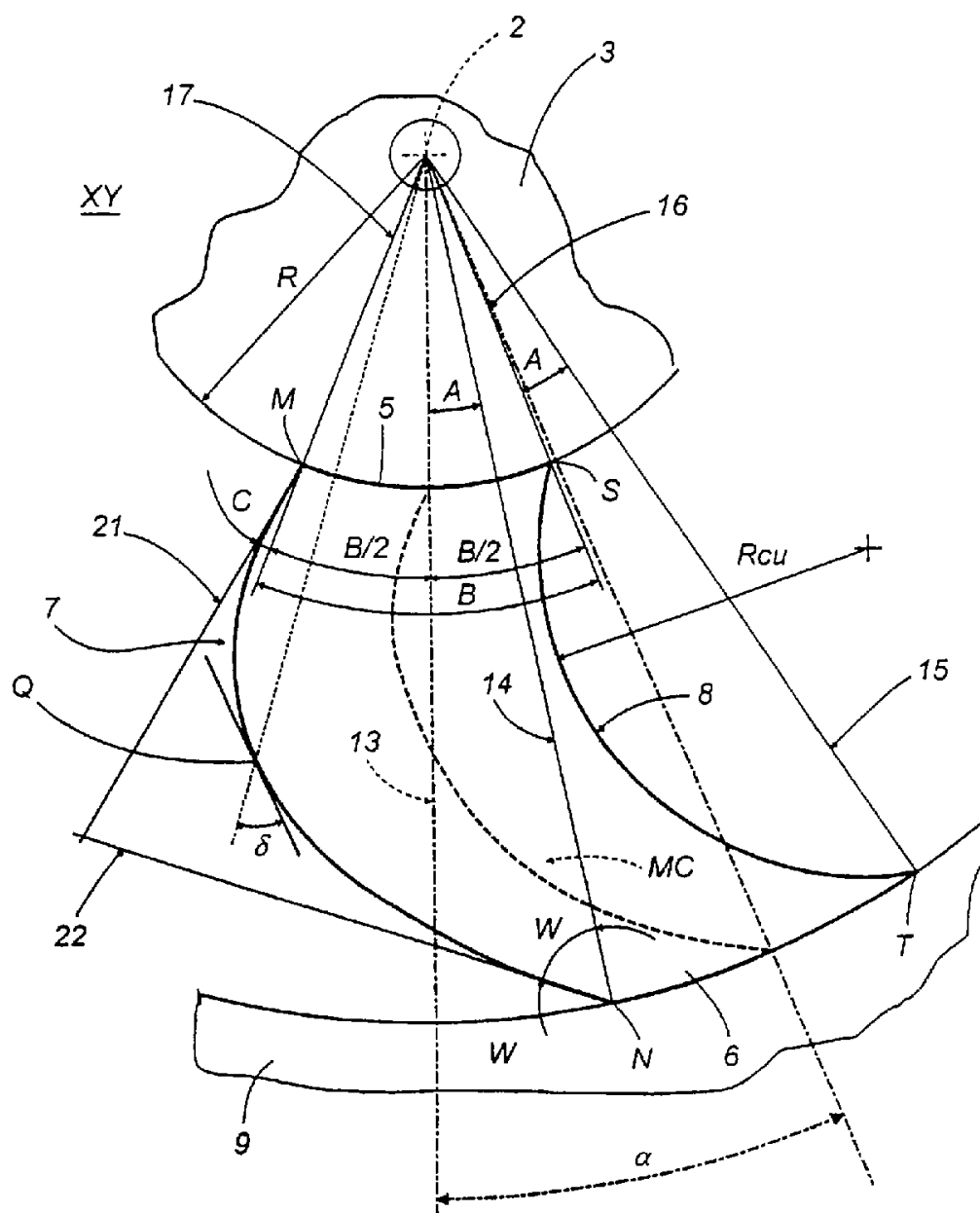
10. Вентилятор по одному из пп.4-9, отличающийся тем, что дуга окружности, образованная проекцией вогнутой кромки (8) на плоскость (XY), имеет радиус (R_{cu}), равный радиусу (R) ступицы (3).

11. Вентилятор по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что лопатки (4) образованы из участков, аэродинамические профили (18) которых имеют угол (β) установки лопатки, который постепенно и непрерывно уменьшается от корневой части (5) к концевой части (6) лопатки (4) согласно кубическому закону изменения как функция радиуса.

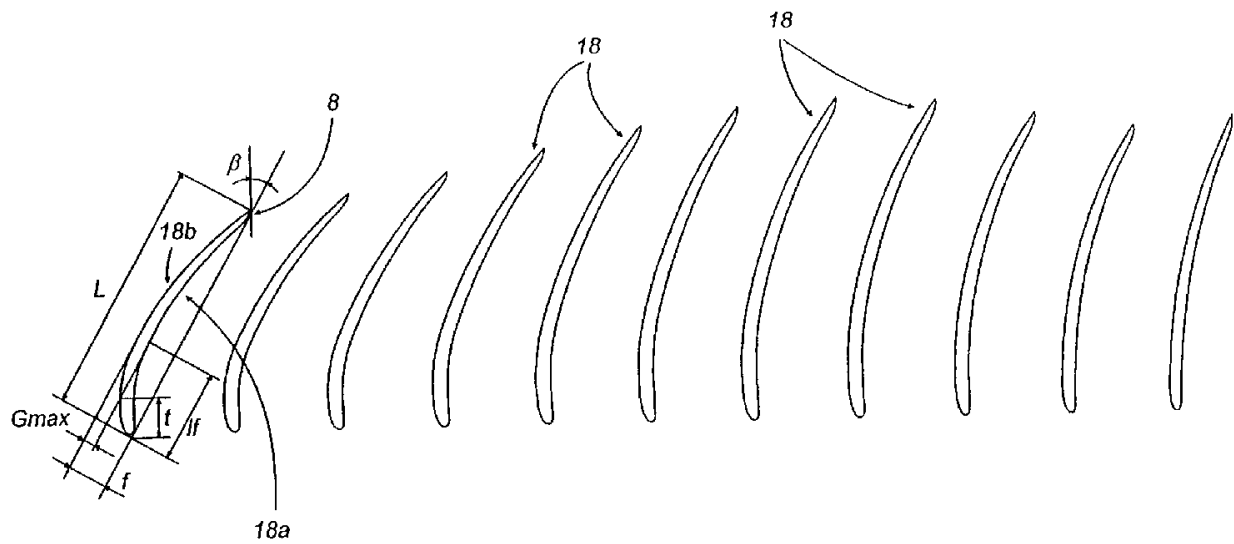
55

60

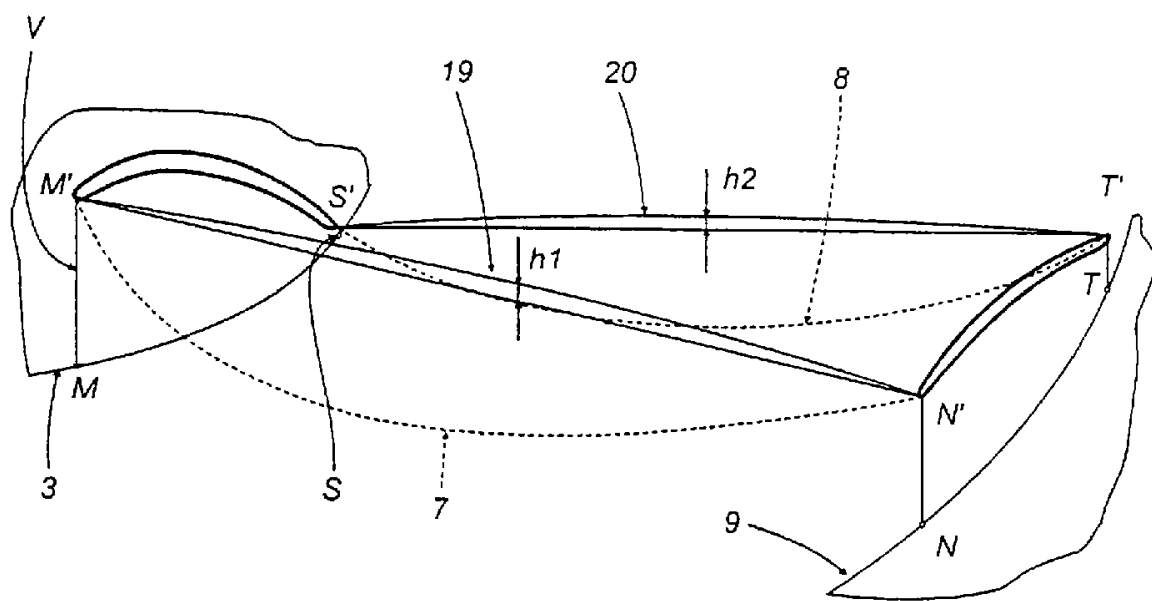
r	70	100,6	131,2	161,9	179
L	59,8	68,7	78,2	73	71,2
f	8,2	7,5	7,8	6,7	5
t	10	10,5	11	10,5	10
lf	21	25,5	31,2	32,8	33
β	30,1	21,9	15,7	13,3	11,1
x	65,3	93,2	126,1	161,9	176,4
y	25,2	-43,0	-38,1	-0,7	23,9



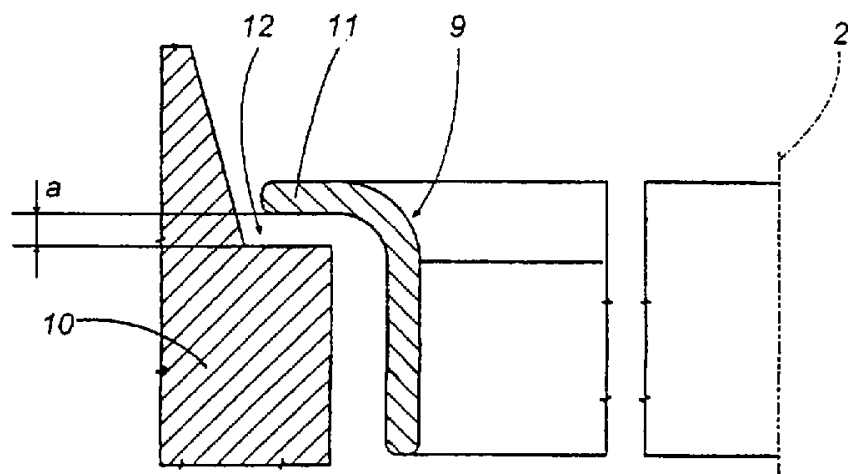
Фиг.2



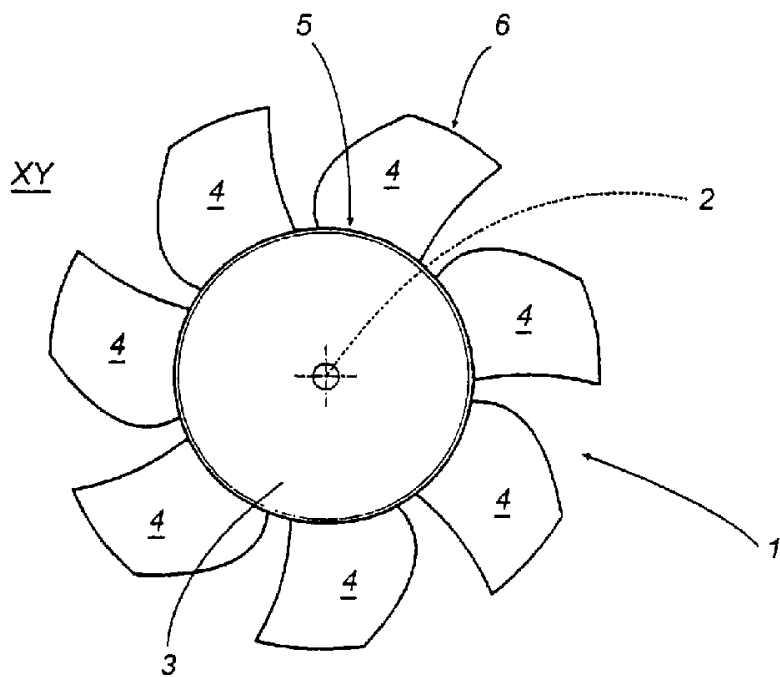
Фиг.3



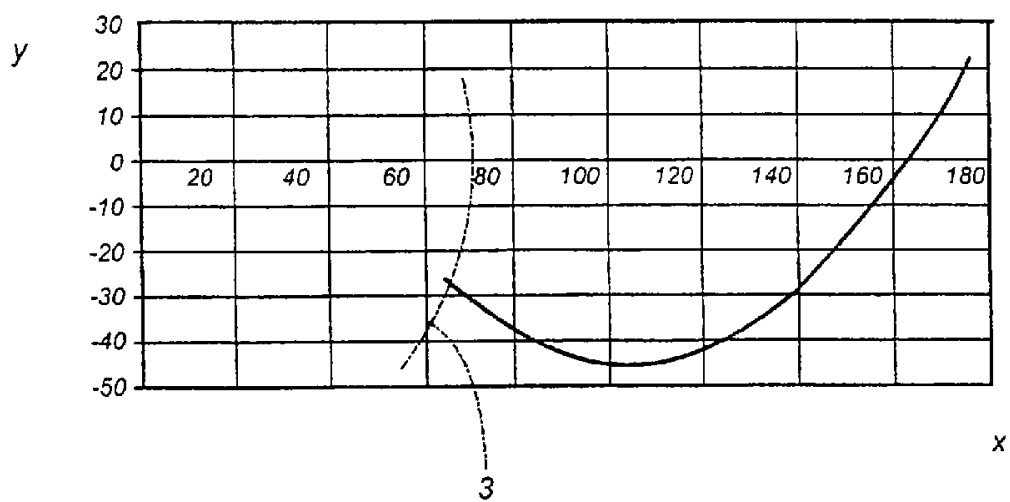
Фиг.4



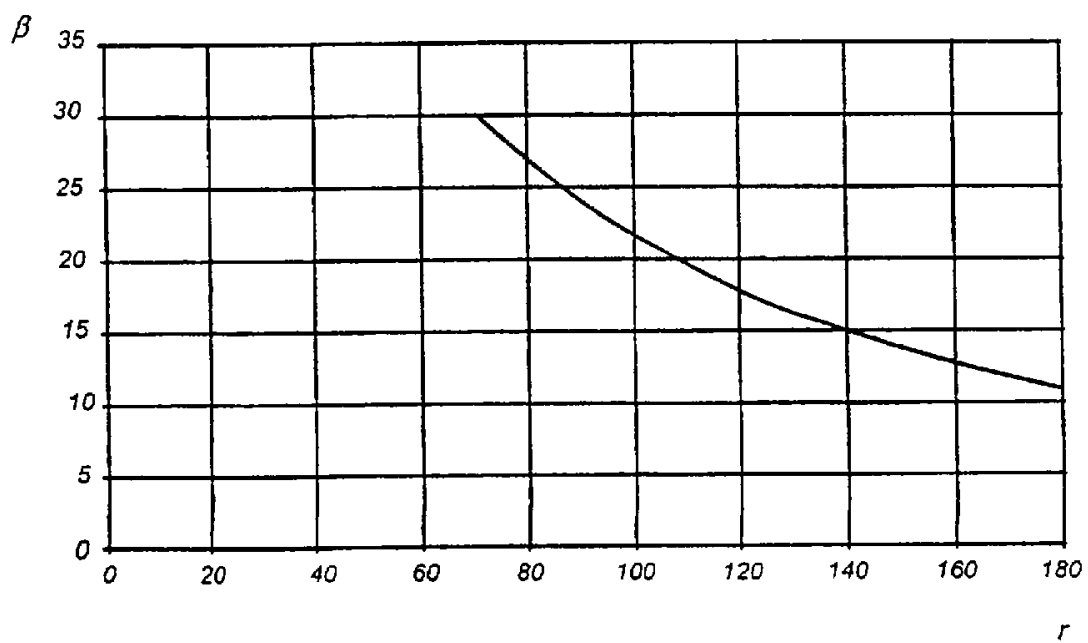
Фиг.5



Фиг.6



Фиг.7



Фиг.8

RU 2208711 C2

RU 2208711 C2