РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 446 287** (13) **C2**

(51) МПК
F01D 5/30 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2007123370/06, 21.06.2007**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.06.2007

Приоритет(ы):
(30) Конвенционный приоритет:
29.06.2006 FR 0605851

(43) Дата публикации заявки: **27.12.2008** Бюл. № 36

(45) Опубликовано: **27.03.2012** Бюл. № **9**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 4033705 A, 05.07.1977. US 5259728 A, 09.11.1993. US 5501575 A, 26.03.1996. EP 1400698 A1, 24.03.2004. US 6077035 A, 20.06.2000. RU 2238412 C1, 20.10.2004.**

Адрес для переписки:
129010, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры", пат.пов. А.В.Мищу

(72) Автор(ы):
ФОРГ Жан-Бернар Андре (FR),
РЕГЕЗЗА Патрик Жан-Луи (FR),
ТИМОН Алан (FR)

(73) Патентообладатель(и):
СНЕКМА (FR)

(54) РОТОР ТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ И ТУРБИННАЯ УСТАНОВКА, СОДЕРЖАЩАЯ ТАКОЙ РОТОР

(57) Реферат:

Ротор турбинной установки содержит диск с множеством пазов в его торце, множество съемных лопаток, а также жестко соединенный с диском задний фланец. Каждая лопатка содержит лопаточную ножку, размещенную посредством выступа в ее основании в одном из пазов. Между нижней частью каждой лопаточной ножки и задним фланцем содержится упругий ограничитель, предназначенный для обеспечения зазора между лопаточной ножкой и задним фланцем. Нижняя часть является радиально внешней по отношению к выступу упомянутой лопаточной ножки. Другое изобретение группы относится к турбинной установке, содержащей указанный выше ротор. Изобретения позволяют повысить срок службы лопаток и заднего фланца за счет исключения их износа. 2 н. и 17 з.п. ф-лы, 8 ил.

RU 2446287 C2

RU 2446287 C2

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 446 287** (13) **C2**

(51) Int. Cl.
F01D 5/30 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2007123370/06, 21.06.2007**

(24) Effective date for property rights:
21.06.2007

Priority:
(30) Priority:
29.06.2006 FR 0605851

(43) Application published: **27.12.2008** Bull. 36

(45) Date of publication: **27.03.2012 Bull. 9**

Mail address:
129010, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery", pat.pov. A.V.Mitsu

(72) Inventor(s):
FORG Zhan-Bernar Andre (FR),
REGEZZA Patrik Zhan-Lui (FR),
TIMON Alan (FR)

(73) Proprietor(s):
SNEKMA (FR)

(54) TURBINE UNIT ROTOR AND TURBINE UNIT WITH SAID ROTOR

(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: turbine unit rotor comprises disk with multiple grooves on its face, multiple detachable vanes, and rear flange rigidly jointed with said disk. Every vane comprises foot with its ledge fitted in one of said grooves. Flexible limiter to allow clearance between vane foot and rear flange is arranged between bottom section of vane foot and rear flange. Said bottom part is radially external relative to ledge of said vane foot. Another invention of proposed set relates to turbine unit comprising above described rotor.

EFFECT: longer service life.

19 cl, 8 dwg

RU 2446287 C2

RU 2446287 C2

Изобретение относится к ротору турбинной установки, в частности к проблеме крепления лопаток, а именно вентилятора, на диске ротора.

Как правило, ротор турбинной установки содержит, с одной стороны, диск, в торце которого выполнено множество пазов, равномерно рассредоточенных по окружности, имеющих фактически осевое, под углом относительно образующей диска расположение, с другой стороны, множество съемных лопаток, радиально установленных и вытянутых в направлении от периферии вышеупомянутого диска, при этом каждая лопатка содержит лопаточную ножку, которая посажена в одном из пазов.

После установки лопаточной ножки в пазу ее нижняя часть вступает в соприкосновение с задним фланцем, жестко соединенным с ротором и расположенным ниже паза. Лопаточная ножка начинает упираться в задний фланец, который служит осевым ограничителем. Удержание по оси чаще всего обеспечивается за счет установки переднего съемного фланца, который может быть представлен в виде удерживающего кольца. После установки на диске данного переднего фланца, например посредством болтов, он начинает препятствовать выходу лопатки из паза, выполненного в диске ротора. Понятия «передний» и «задний» определяются относительно основного направления истечения воздуха в роторе. Описание такого устройства удержания приводится, в частности, в патенте EP 1400698. Вместе с тем в данном документе не показан задний фланец.

При установке лопаток на диске в процессе сборки предусматривается осевой зазор. Неточное осевое расположение лопаток вентилятора внутри такого зазора приводит к разбалансировке ротора и образованию вибрации в процессе его работы. Вибрация тем сильнее, чем больше хорда обтекаемого профиля лопатки вентилятора. В процессе эксплуатации значительные центробежные силы, воздействию которых подвергаются лопатки, могут также привести к непредвиденному осевому отклонению лопаток внутри данного осевого зазора.

Для воспрепятствования любому осевому отклонению лопаток в процессе эксплуатации турбинной установки передний фланец на своей задней поверхности содержит средства, выполненные из эластичного материала, например изготовленные из эластомера заготовки, предназначенные для оказания на верхние поверхности ножек лопаток (после их сборки) воздействия, достаточного для удержания вышеупомянутых ножек лопаток на заднем фланце. В данном агрегате передний фланец состоит из одной детали и имеет кольцеобразную форму. В соответствии с патентами US 5259728 и US 6457942 удержание относительно оси может быть обеспечено и при помощи множества малых фланцев, располагаемых между пазами.

Вместе с тем агрегат, описание которого приведено в патенте EP 1400698, не может в полной мере удовлетворять всем требованиям. Действительно, на заднем фланце появляются признаки изнашивания. Это изнашивание возникает в результате трения ножек лопаток по заднему фланцу, что приводит к сокращению срока эксплуатации заднего фланца. Когда данный нижний фланец состоит, как это часто бывает, из зажима, устанавливаемого перед барабаном компрессора, т.е. детали, имеющей фактически форму цилиндра и удерживающей лопатки компрессора после лопаток вентилятора, существует опасность потери лопатки.

Изнашивание возникает в основном не во время эксплуатации турбинной установки, а когда турбинная установка не работает и подвержена воздействию ветра, например, когда летательный аппарат, снабженный таким турбинным двигателем, находится на стоянке. Поступающий снаружи поток воздуха приводит, как правило,

во вращение ротор турбинной установки, которая функционирует в режиме авторотации. Кроме того, лопатки ротора устанавливаются в пазах диска с зазором, обеспечивающим радиальное отклонение лопатки, которое исчезает во время работы турбинной установки ввиду появления центробежной силы. Под понятием «радиальное отклонение лопатки» в рамках настоящего изобретения понимается вращение небольшой амплитуды вышеупомянутой лопатки в пазу диска относительно фактически параллельной оси. Во время медленного вращения ротора, приводимого в движение ветром, лопатки, в частности лопатки вентилятора, испытывают радиальное отклонение под воздействием собственного веса тяжести, особенно при занятии ими горизонтального положения. Принимая во внимание усилия, которые производятся изготовленными из эластомера заготовками в верхней части, воздействие двух факторов, с одной стороны, радиального отклонения лопатки и, с другой стороны, упора лопатки в задний фланец, являются основными причинами отмечаемого выше изнашивания.

Такое изнашивание может возникнуть и во время повторяющихся операций, производимых с ротором турбинной установки, например, при его обслуживании или во время вращения ротора на очень малых оборотах. Как правило, такое изнашивание появляется в тех случаях, когда при вращении ротора возможно радиальное отклонение лопатки.

Задачей настоящего изобретения является исключить повреждения, возникающие между лопатками ротора и задним фланцем для увеличения срока службы упомянутых фланца и лопаток.

Настоящее изобретение относится, в частности, к ротору турбиной установки, содержащему диск, в торце которого выполнено множество пазов, множество съемных лопаток, при этом каждая лопатка содержит лопаточную ножку, размещаемую посредством выступа в ее основании в одном из пазов, а также задний фланец, жестко соединенный с вышеупомянутым диском, в который упирается каждая лопаточная ножка. Согласно предлагаемому изобретению, между нижней частью каждой лопаточной ножки и задним фланцем ротора содержится упругий ограничитель, предназначенный для обеспечения зазора между лопаткой и задним фланцем, при этом упомянутая нижняя часть является радиально внешней по отношению к выступу упомянутой лопаточной ножки.

Предпочтительно, чтобы упругий ограничитель имел форму, позволяющую обжать нижнюю часть лопаточной ножки. В идеальном варианте данный ограничитель имеет U-образную форму, основными элементами которого являются основание, упирающееся в нижнюю поверхность лопаточной ножки, и две боковины, упирающиеся в боковые стороны лопаточной ножки. При этом боковина ограничителя имеет по существу плоскую поверхность. Основание имеющего U-образную форму ограничителя представляет собой по существу плоскую поверхность и содержит переднюю и заднюю стороны.

Основание может содержать на своей нижней поверхности, по меньшей мере, один штырь, служащий зажимом. В частности, основание на своей задней поверхности содержит три штыря. При этом упомянутый(ые) штырь(и) выступает(ют) за пределы плоскости, границы которой определены задней стороной основания и размещается(ются) в кольцевой уширенной части отверстия на задней стороне основания. Твердость задней стороны основания составляет 50-70, в частности 60, единиц А твердости по Шору. Задняя сторона основания изготовлена из силиконового эластомера. Твердость упругого ограничителя составляет 40-80, в частности 65-70,

более конкретно, 71-73 единиц D твердости по Шору. Упругий ограничитель изготавливается из эластомера типа полиуретан.

Данный упругий ограничитель может также вместо нижней части лопаточной ножки обжимать задний фланец.

При этом лопатка представляет собой лопатку вентилятора. Изобретение также относится к турбинной установке, содержащей такой ротор.

Суть предлагаемого изобретения и его преимущества станут более понятными после изучения приводимого ниже описания. К описанию прилагаются фигуры чертежей, в числе которых:

Фиг.1 изображает в схематичном виде турбинную установку;

Фиг.2 - вид в разборе ротора турбинной установки;

Фиг.3 - вид нижней части лопаточной ножки в соответствии с известным уровнем техники;

Фиг.4 - вид нижней части лопаточной ножки, упирающейся в задний фланец в соответствии с известным уровнем техники;

Фиг.5 - вид нижней части лопаточной ножки согласно изобретению;

Фиг.6 - вид нижней части лопаточной ножки, упирающейся в задний фланец согласно изобретению;

Фиг.7 - вид нижней части лопаточной ножки, упирающейся в задний фланец согласно второму варианту осуществления изобретения;

Фиг.8 - вид нижней части лопаточной ножки, упирающейся в задний фланец согласно третьему варианту осуществления изобретения.

На фиг.1 изображена турбинная установка 1 типа турбокомпрессора. Как правило, турбинная установка включает в себя неподвижную конструкцию, представляющую собой статор, и вращающуюся конструкцию, которая представляет собой ротор. Порядковыми номерами на фиг.1 обозначено место расположения ротора, являющегося предметом изобретения.

На фиг.2 представлен вид в разборе основных деталей, являющихся составными элементами ротора турбинной установки, в частности используемых при сборке лопаток вентилятора 2 (за исключением болтов).

Лопатка 2 содержит обтекаемый профиль 21, выполненный в виде крыла с геометрической круткой, и лопаточную ножку 22. Ножка 22 является нижней частью лопатки 2, которая не участвует в процессе аэродинамического обтекания. Чаще всего обтекаемый профиль 21 и лопаточная ножка 22 ограничены съемной или неподвижно фиксируемой площадкой 5 лопатки.

Во время монтажа на диске 4 ротора лопаточная ножка 22 размещается в одном из пазов 41, которые по существу расположены соосно с диском 4, и упирается в задний фланец 7, расположенный с задней стороны края 43 паза 41. Представленный на фиг.2 задний фланец 7 имеет круглую форму и жестко соединен с барабаном компрессора 70, имеющего фактически форму цилиндра и содержащего расположенные по окружности пазы 75, предназначенные для установки лопаток компрессора (не показаны). Задний фланец 7 может быть независимым от барабана 70 и представлять собой только одну деталь, имеющую кольцеобразную форму, или множество независимых друг от друга кольцеобразных деталей. Основным элементом заднего фланца 7 является радиально расположенное кольцо 71, содержащее по внутренней и внешней окружности, соответственно, внутренние крепежные скобы 72 и внешние крепежные скобы 73. Задний фланец 7 и диск 4 могут жестко соединяться друг с другом при помощи болтов (не показаны). Вышеупомянутый износ возникает в

основном на поверхности, обозначенной цифрой 74, между скобами 72 и 73 на кольце 71.

Площадки 5 располагаются между двумя соседними лопатками 2 и предназначены для образования аэродинамического газовоздушного тракта. Эти площадки 5 фиксируются собственными скобами 51 к скобам 44 диска 4. Между лопаточными ножками 22 и основанием паза 41 диска 4 также обычно размещается прокладка 3.

Для обеспечения осевого расположения передний съемный фланец 6 крепится к переднему краю 42 пазов. Представленный на фиг.2 передний фланец 6 имеет круглую форму. Он препятствует выходу лопатки 2 через передний край 42 паза 41. Второй дополнительный кольцеобразный фланец 61 может располагаться перед фланцем 6 и, возможно, содержать на своей тыльной стороне эластичные средства, например заготовки из эластомера, описание которых было приведено в патенте EP 1400698. Он крепится на диске 4 при помощи болтов (не показаны).

На фиг.3 изображена нижняя задняя часть лопаточной ножки 22. Ножка 22 содержит в своем основании выступ 23, предназначенный для посадки в пазу 41 диска 4. Нижняя часть 24 лопаточной ножки 22 содержит поверхность 25 и выемку 26, которая располагается между поверхностью 25 и выступом 23. Изначальным предназначением данной выемки 26 является не допустить возникновения напряжения в этой зоне. Преимущественно, осевой ограничитель может размещаться в данной выемке 26 для обеспечения зазора между лопаточной ножкой 22 и задним фланцем 7.

Как это показано на фиг.4, практически плоская поверхность 25 лопаточной ножки 22 вступает в соприкосновение с поверхностью 74 кольца 71 заднего фланца 7. В результате такого соприкосновения возникает трение, являющееся причиной упоминавшегося ранее износа.

Для снижения и даже устранения такого износа в изобретении предлагается усовершенствовать ротор турбинной установки путем размещения между каждой лопаткой 2 и задним фланцем 7 упругого ограничителя, предназначенного для обеспечения зазора между лопаткой 2 и задним фланцем 7, по меньшей мере, когда ротор не работает.

На фиг.5 и 6, которые аналогичны фиг.3 и 4, дополнительно изображен вышеупомянутый упругий ограничитель 8. Форма упругого ограничителя 8 позволяет обжимать нижнюю часть 24 лопаточной ножки, т.е. обхватить нижнюю часть и зафиксироваться на ней. С этой целью упругий ограничитель в идеальном варианте имеет U-образную форму, содержащую основание 81, которое упирается в нижнюю часть 24 лопатки 2, и две боковины 82, упирающиеся в боковую сторону 27 лопатки 2. Способность упругого ограничителя 8 обхватывать позволяет облегчить сборку ротора и турбинной установки 1, некоторые части которой труднодоступны.

Боковины 82 имеют по существу плоскую форму. Основание 81 также обладает фактически плоской формой и содержит переднюю сторону 81a и заднюю сторону 81b. Такие формы позволяют преимущественно ограничить габариты и массу упругого ограничителя 8, являющиеся основными нагрузками при эксплуатации в воздухе. Таким образом, данный упругий ограничитель 8 может устанавливаться на большинстве роторов без проведения соответствующих усовершенствований других соседних деталей.

В связи с возможностью радиального отклонения лопатки 2 упругий ограничитель 8 позволяет сохранять зазор между лопаточной ножкой 22 и нижним фланцем 7. Этот зазор не допускает возникновения трения, которое приводит к износу. Соответствующий зазор составляет 0,1-0,8 мм. При работе ротора, т.е. когда

газы приводят во вращение турбинную установку 1, центробежные силы препятствуют радиальному отклонению лопаток 2 ротора, в результате чего трение между этими лопатками 2 и нижним фланцем 7 отсутствует. В этих условиях нет необходимости сохранять зазор между лопаточной ножкой 22 и задним фланцем 7. От этих условий может зависеть твердость упругого ограничителя.

Твердость упругого ограничителя должна также позволять ослаблять осевое отклонение, возникающее в результате оказываемого лопаткой 2 давления на задний фланец 7. Соответствующая твердость упругого ограничителя 8 составляет 40-80 единиц D твердости по Шору, предпочтительно 65-75 единиц. В частности, в качестве первого материала при изготовлении ограничителя может использоваться, например, эластомер полиуретана, обладающий твердостью по Шору D, равной 71-73 единицам, или смола PEEK®.

Для обеспечения лучшего соединения упругого ограничителя 8 с задним фланцем 7 задняя поверхность 81b может иметь второй материал, твердость которого ниже твердости первого материала и составляет, предпочтительно, 50-70 единиц A твердости по Шору, например эластомер силикона с твердостью, равной 60 единицам A твердости по Шору.

Согласно первому варианту осуществления изобретения упругий ограничитель 8 имеет плоскую заднюю поверхность 81b. Для обеспечения лучшего соединения упругого ограничителя 8 с задним фланцем 7 могут осуществляться структурные изменения, более детально представленные при описании второго и третьего вариантов осуществления изобретения.

Согласно второму варианту осуществления изобретения упругий ограничитель 8 может содержать, по меньшей мере, один штырь 83, предпочтительно три, которые изображены на фиг.7. Каждый штырь 83, действующий как зажим, выступает за пределы плоскости, определенной задней поверхностью 81b основания 81 и располагается в круглой выемке 84 на задней поверхности 81b основания 81.

Согласно третьему варианту осуществления изобретения упругий ограничитель 8, как это показано на фиг.8, может содержать, по меньшей мере, одно рифление на поверхности 85. Для обеспечения лучшего соединения упругого ограничителя 8 с задним фланцем 7 могут рассматриваться также и другие формы.

Изобретение применимо к роторам, содержащим лопатки больших размеров, как, например, лопатки вентилятора.

Формула изобретения

1. Ротор турбинной установки, содержащий диск (4), в торце которого расположено множество пазов (41); множество съемных лопаток (2), при этом каждая лопатка (2) содержит лопаточную ножку (22), размещенную посредством выступа (23) в ее основании в одном из пазов (41); жестко соединенный с вышеупомянутым диском (4) задний фланец (7), отличающийся тем, что между нижней частью (24) каждой лопаточной ножки (22) и задним фланцем (7) содержится упругий ограничитель (8), предназначенный для обеспечения зазора между лопаточной ножкой (22) и задним фланцем (7), при этом упомянутая нижняя часть (24) является радиально внешней по отношению к выступу (23) упомянутой лопаточной ножки (22).

2. Ротор турбинной установки по п.1, отличающийся тем, что форма упругого ограничителя (8) позволяет осуществить обжатие нижней части (24) лопаточной ножки (22).

3. Ротор турбинной установки по п.1, отличающийся тем, что форма упругого

ограничителя (8) позволяет осуществить обжатие заднего фланца (7).

4. Ротор турбинной установки по п.2, отличающийся тем, что упругий ограничитель (8) имеет U-образную форму, которая включает в себя основание (81), упирающееся в нижнюю часть (24) лопаточной ножки, и две боковины (82), упирающиеся в боковые стороны (27) лопаточной ножки (22).

5. Ротор турбинной установки по п.4, отличающийся тем, что каждая боковина (82) в форме буквы U представляет собой, по существу, плоскую поверхность.

6. Ротор турбинной установки по одному из пп.4 или 5, отличающийся тем, что основание (81) имеющего U-образную форму ограничителя представляет собой, по существу, плоскую поверхность и содержит переднюю (81a) и заднюю (81b) стороны.

7. Ротор турбинной установки по п.6, отличающийся тем, что основание (81) на своей задней стороне (81b) содержит, по меньшей мере, один штырь (83), служащий зажимом.

8. Ротор турбинной установки по п.7, отличающийся тем, что основание (81) на своей задней стороне (81b) содержит три штыря (83).

9. Ротор турбинной установки по п.7 или 8, отличающийся тем, что штырь (83) выступает за пределы плоскости, границы которой определены задней стороной (81b) основания (81).

10. Ротор турбинной установки по п.7 или 8, отличающийся тем, что штырь размещается в кольцевой уширенной части отверстия (84) на задней стороне (81b) основания (81).

11. Ротор турбинной установки по п.6, отличающийся тем, что твердость задней стороны (81b) основания (81) составляет 50-70 единиц A твердости по Шору.

12. Ротор турбинной установки по п.11, отличающийся тем, что твердость задней стороны (81b) основания (81) составляет 60 единиц A твердости по Шору.

13. Ротор турбинной установки по п.6, отличающийся тем, что задняя сторона (81b) основания (81) изготовлена из силиконового эластомера.

14. Ротор турбинной установки по п.1, отличающийся тем, что твердость упругого ограничителя (8) составляет 40-80 единиц D твердости по Шору.

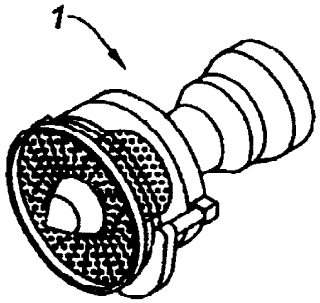
15. Ротор турбинной установки по п.14, отличающийся тем, что твердость упругого ограничителя (8) составляет 65-75 единиц D твердости по Шору.

16. Ротор турбинной установки по п.15, отличающийся тем, что твердость упругого ограничителя (8) составляет 71-73 единицы D твердости по Шору.

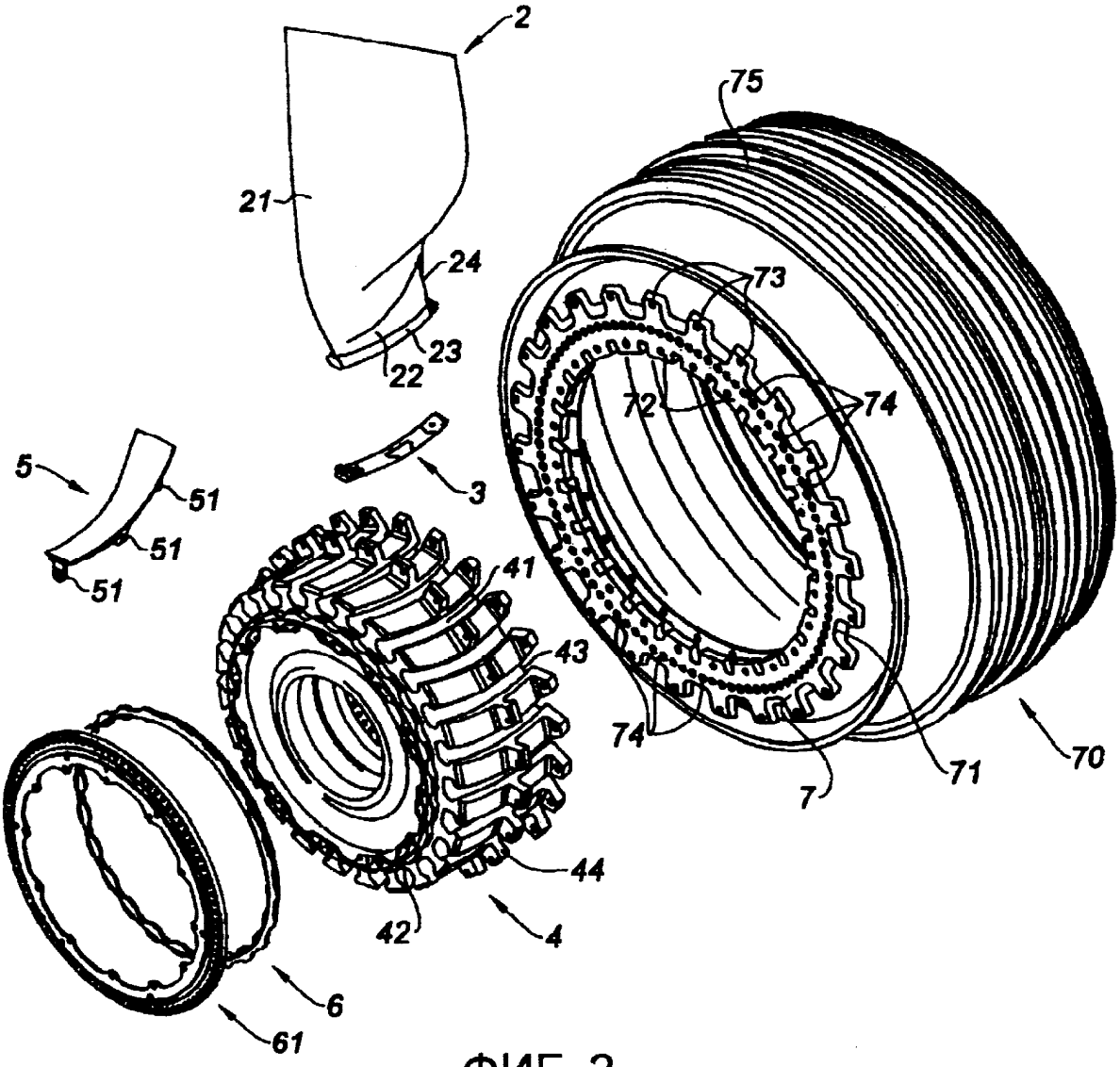
17. Ротор турбинной установки по п.1, отличающийся тем, что упругий ограничитель (8) изготавливается из эластомера типа полиуретан.

18. Ротор турбинной установки по п.1, отличающийся тем, что лопатка (2) представляет собой лопатку вентилятора.

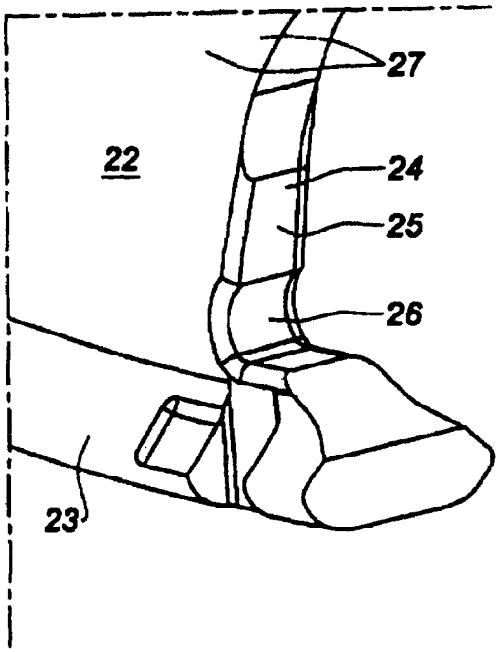
19. Турбинная установка (1), содержащая ротор по пп.1-18.



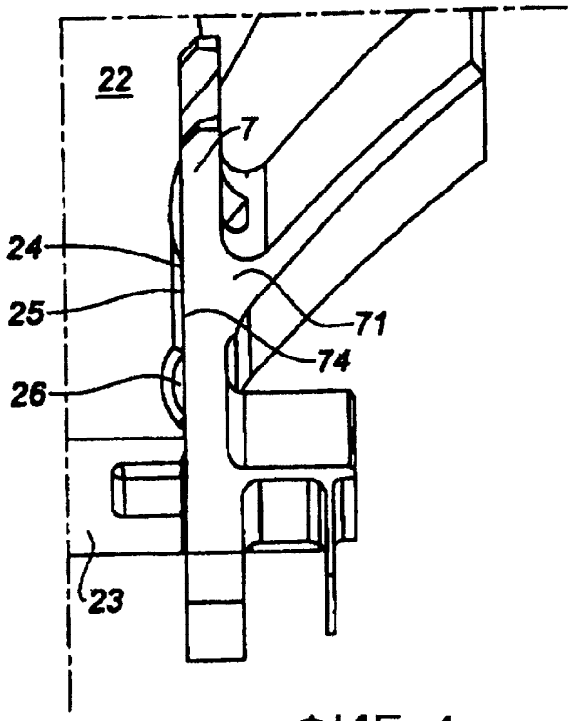
ФИГ. 1



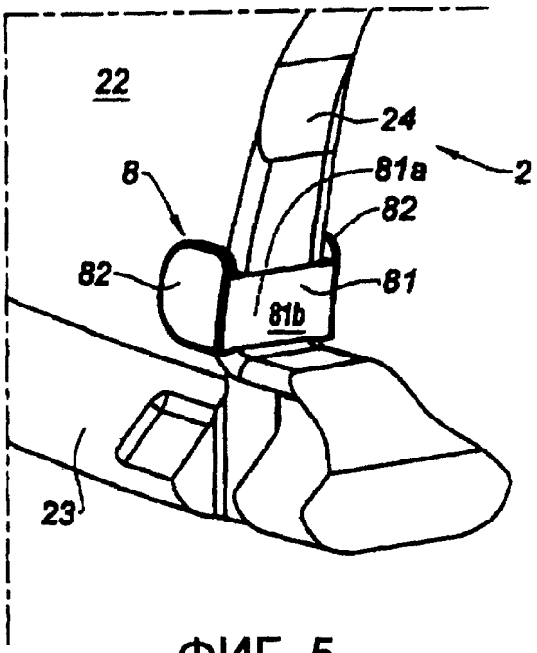
ФИГ. 2



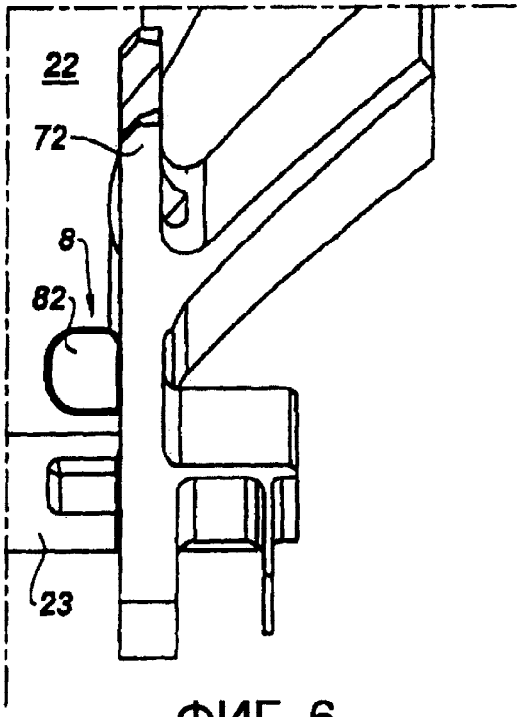
ФИГ. 3



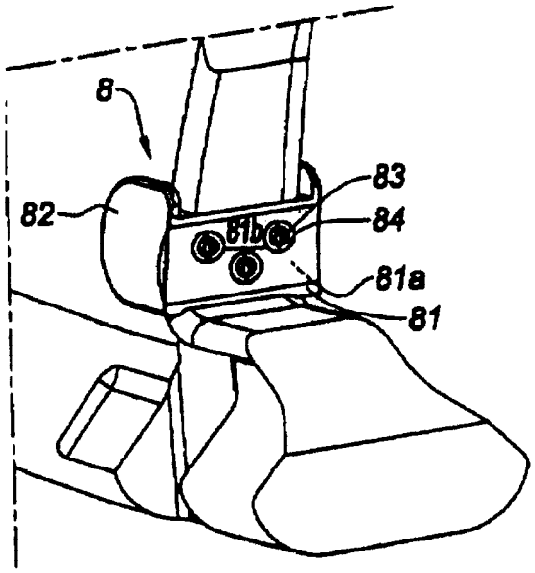
ФИГ. 4



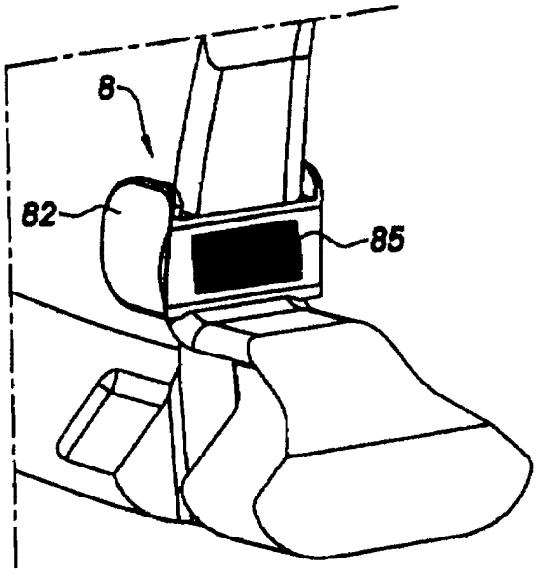
ФИГ. 5



ФИГ. 6



ФИГ. 7



ФИГ. 8