

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ****(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: **2007101311/11, 08.06.2005**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.06.2005

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
14.06.2004 SE PCT/SE2004/000922

(43) Дата публикации заявки: **20.07.2008** Бюл. № 20

(45) Опубликовано: **20.02.2011** Бюл. № 5

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **SU 1755965 A1, 23.08.1992. EP 0628477 A, 14.12.1994. US 5318254, 07.06.1994. DE 2701823, 04.08.1977. US 5899217 A, 04.05.1999. EP 1205640 A, 15.05.2002. GB 2074048 A, 28.10.1981. SU 1776846 A1, 23.11.1992.**

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: **15.01.2007**

(86) Заявка РСТ:
EP 2005/052643 (08.06.2005)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2005/120953 (22.12.2005)

Адрес для переписки:
**129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову,
рег.№ 595**

(72) Автор(ы):

ЙЕРПЕ Карл-Йохан (SE)

(73) Патентообладатель(и):

ГЭЗ ТЕРБАЙН ИФФИШЕНСИ АБ (SE)

(54) СИСТЕМА ДЛЯ ПРОМЫВКИ АВИАЦИОННОГО ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

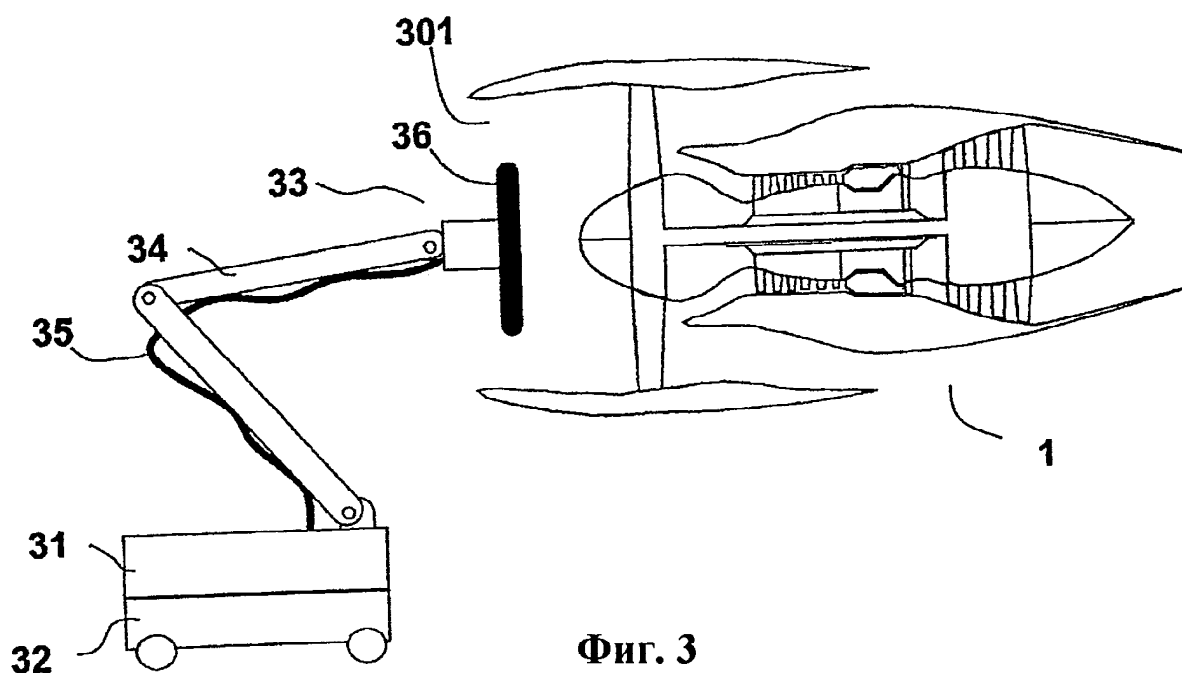
(57) Реферат:

Изобретение относится к области обслуживания летательных аппаратов, более конкретно к системе для промывки газотурбинного двигателя. Система содержит промывочную установку, распылительную насадку, включающую в себя распылительный коллектор. Коллектор имеет одну или несколько форсунок, которые используются для впрыскивания промывочной жидкости во

входное устройство двигателя, и может быть выполнен в виде кольцевых трубок. Также система содержит канал, одним концом соединенный с промывочной установкой и другим концом с распределительным коллектором. Форсунки на распределительном коллекторе расположены таким образом, чтобы промывочная жидкость, выходящая из форсунок, проникала между лопатками вентилятора и поступала во внутренний контур

двигателя. Система также может включать в себя коллекторное устройство для сбора отработанной промывочной жидкости, выходящей из двигателя в результате процедуры промывки. При этом система может быть выполнена с возможностью очистки отработанной промывочной жидкости и подачи очищенной промывочной жидкости

для повторного использования для промывки двигателя. Технический результат заключается в упрощении операции промывки авиационных двигателей, а также в обеспечении возможности применения одной системы промывки для различных типов авиационных двигателей. 3 н. и 18 з.п. ф-лы, 12 ил.



Фиг. 3



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2007101311/11, 08.06.2005**(24) Effective date for property rights:
08.06.2005

Priority:

(30) Priority:
14.06.2004 SE PCT/SE2004/000922(43) Application published: **20.07.2008 Bull. 20**(45) Date of publication: **20.02.2011 Bull. 5**(85) Commencement of national phase: **15.01.2007**(86) PCT application:
EP 2005/052643 (08.06.2005)(87) PCT publication:
WO 2005/120953 (22.12.2005)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595**

(72) Inventor(s):

JERPE Karl-Jokhan (SE)

(73) Proprietor(s):

GEhZ TERBAJN IFFIShENSI AB (SE)**(54) SYSTEM FOR RINSING AIRCRAFT GAS TURBINE ENGINE**

(57) Abstract:

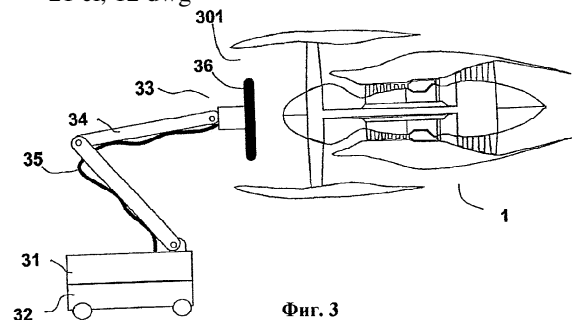
FIELD: transport.

SUBSTANCE: invention relates to aircraft engine maintenance, particularly, to engine rinsing system. Proposed system comprises rinsing unit, spraying nozzle with spraying manifold. Said manifold comprises one or several injectors to inject rinsing compound into engine inlet and may represent annular tubes. Proposed system comprises also a channel with its one end communicated with rinsing unit and other end communicated with distribution manifold. Injectors are arranged on distribution manifold so that rinsing fluid coming out from injectors flows between blower vanes and into engine inner circuit. Proposed system may comprise also a device intended for collecting rinsing fuel flowing

from the engine after rinsing. Note here that proposed system may incorporate possibility of cleaning used rinsing fluid for subsequent use.

EFFECT: simplified process, possibility to use one rinsing system for diverse aircraft engines.

21 cl, 12 dwg



Область техники

Настоящее изобретение относится к промывке газотурбинных двигателей, а точнее к системам и транспортному средству для обеспечения промывки газотурбинного двигателя, установленного на летательном аппарате.

Предшествующий уровень техники

Авиационный газотурбинный двигатель содержит компрессор для сжатия атмосферного воздуха, камеру сгорания для сжигания топлива вместе со сжатым воздухом и турбину для сообщения мощности компрессору. Расширяющиеся газообразные продукты вращают турбину и также приводят к образованию тяги для создания движущей силы.

Летательный аппарат, летающий на большой высоте, всасывает имеющийся на этих высотах в основном чистый воздух. Однако воздух на аэродромах содержит инородные частицы в виде аэрозолей, которые попадают в двигатель вместе с воздушным потоком. К таким типичным частицам, которые можно обнаружить в воздухе на аэродромах, относятся пыльца, насекомые, углеводороды, являющиеся результатом промышленной деятельности, и соли от близлежащих морей. Пока летательный аппарат находится в аэропорту, необходимо принимать во внимание наличие дополнительных частиц, таких как остатки продуктов сгорания из выхлопа двигателя во время выруливания летательного аппарата, химикаты, попадающие в воздух в процессе устранения обледенения летательного аппарата, и поднимаемые с земли частички, такие как пыль. Большинство этих инородных частиц, следуя за газовым потоком, проходят через двигатель и выходят из него вместе с отработанными газами. Однако существуют частицы, обладающие свойством прилипать к различным компонентам двигателя, находящимся на пути газового потока, особенно в компрессорной секции двигателя. Это явление получило название загрязнения.

Загрязнение компрессора приводит к изменению характеристик граничного слоя воздушного потока, соприкасающегося с деталями компрессора. Присутствие инородных частиц приводит к тому, что поверхность деталей становится более шероховатой. Когда воздух проходит по этой поверхности, то ее повышенная шероховатость приводит к уплотнению граничного слоя воздушного потока. Этот воздушный поток с уплотненным граничным слоем оказывает негативное воздействие на аэродинамические показатели компрессора, выражающиеся в уменьшении массового расхода потока. В области задней кромки лопатки воздушный поток приводит к образованию завихрения. Это завихрение вызывает турбулентность вихревого типа, которая оказывает негативное влияние на показатели воздушного потока. Чем уплотненней граничный слой, тем сильнее турбулентность завихрения и тем больше сокращается массовый расход потока. Более того, уплотненный граничный слой и повышенная турбулентность у задней кромки приводят к уменьшению прироста сжатия, которое, в свою очередь, приводит к уменьшению степени сжатия воздуха в данном загрязненном компрессоре. Любой специалист, знакомый с рабочими циклами теплового двигателя, понимает, что уменьшенная величина давления приводит к пониженной тепловой эффективности двигателя. Загрязнение компрессора не только сокращает массовый расход и прирост давления, но также приводит к уменьшению изоэнтальпийной эффективности компрессора. Снижение эффективности компрессора означает, что этот компрессор требует большей мощности для сжатия того же самого количества воздуха. Необходимая для работы компрессора мощность отбирается у турбины с помощью вала. Когда от

турбины требуется большая мощность для обслуживания компрессора, то остается меньше мощности для создания реактивной тяги. Для пилота летательного аппарата это означает, что он вынужден увеличивать подачу топлива, чтобы компенсировать уменьшение тяги. Увеличение подачи топлива означает увеличение потребления топлива и, следовательно, увеличение эксплуатационных расходов. Ухудшение рабочих показателей, вызванное загрязнением компрессора, также сокращает долговечность двигателя. Поскольку для достижения требуемого уровня тяги требуется больше топлива, в двигателе возрастает и температура зажигания. Когда пилот на взлетно-посадочной полосе готовится к взлету, детали тепловой секции двигателя испытывают критически высокую температурную нагрузку.

Контролирование температуры сгорания газа является ключевым моментом в управлении работой двигателя. Контролирование температуры выходящих газов (ТВГ) производится с помощью измерительных датчиков в газовом тракте вниз по потоку от выпускного отверстия камеры сгорания. За ТВГ ведется тщательное наблюдение с регистрацией как температуры, так и времени воздействия. В течение эксплуатационного ресурса двигателя зарегистрированные данные его ТВГ часто просматриваются. На определенном этапе может потребоваться изъятие этого двигателя из эксплуатации для проведения капитального ремонта, при котором производится проверка деталей теплового отсека двигателя и, если требуется, их замена.

Загрязнение компрессора также оказывает отрицательное воздействие на окружающую среду. Разница в потреблении топлива между только что доставленным с завода новым двигателем и двигателем с загрязненным компрессором может обычно составлять 1%. С увеличением потребления топлива увеличиваются выбросы парникового газа, такого как углекислый газ. Обычно сгорание 1 кг авиационного топлива приводит к образованию 3,1 кг углекислого газа. Более того, высокая температура в камере сгорания отрицательно воздействует на окружающую среду. При увеличении температуры сгорания увеличивается образование NO_x . Образование соединений NO_x зависит в большой степени от конструкции горелки, и поэтому их общее количество не может быть приведено. Однако любое увеличение температуры в имеющейся горелке приводит к увеличению образования соединений NO_x . Следовательно, загрязнение компрессора отрицательно воздействует на работу авиационного двигателя, приводя к увеличению потребления топлива, сокращению срока его службы и увеличению выбросов.

С годами был разработан целый ряд технологических приемов промывки двигателя с целью сокращения или устранения негативного воздействия загрязнения. Самый простой способ промывки заключается в использовании обычного шланга для распыления воды во входное устройство двигателя. Этот способ, однако, имеет ограниченный успех из-за примитивности применяемых мер. В качестве альтернативного способа предлагается ручная очистка лопаток компрессора с помощью щетки и жидкости. Этот способ имеет ограниченный успех, поскольку не позволяет произвести очистку лопаток внутри компрессора. Более того, он требует больших временных затрат. Патент US №5868860 на имя Asplund раскрывает применение распределительного коллектора для промывки авиационного двигателя. В тексте патента раскрывается использование находящейся под высоким давлением жидкости как средства для обеспечения высокой скорости этой жидкости, которая вместе с вращением вала двигателя увеличивает эффективность очистки. Патент US №6394108 на имя Butler раскрывает применение тонкого гибкого шланга, когда один

его конец вставлен во входное устройство компрессора и направлен к выходному отверстию компрессора, проходя между компрессорными лопатками. На вставленном конце шланга имеется форсунка. Этот шланг медленно вытягивается из компрессора, в то время как в него закачивается жидкость и распыляется через эту форсунку.

Однако эффективность этой промывки ограничена неспособностью компрессорного ротора вращаться во время этой промывки. Несмотря на существующие технологические способы промывки и наличие соответствующих патентов, сохраняется потребность в новых способах промывки, которые бы обеспечивали практичную промывку менее трудоемким, дешевым, простым и безопасным способом.

В документе ЕР 628477 описано устройство для борьбы с обледенением, например с обледенением летательных аппаратов, содержащее кронштейн-манипулятор с шарнирными поворотными соединениями и средство для перемещения этого кронштейна-манипулятора в трех направлениях, а также рабочий орган с несколькими форсунками для распыления противообледенительной жидкости на летательные аппараты. Однако устройство, описанное согласно ЕР 628477, не имеет никаких средств и не предназначено для промывки двигателей летательных аппаратов.

Краткое изложение существа изобретения

Коммерческий воздушный флот превратился в эффективное средство перевозки пассажиров и товаров из одного пункта в другой. Сегодня воздушный флот состоит из большого количества летательных аппаратов различных типов, выпускаемых многими авиационными предприятиями. Устанавливаемые на этих летательных аппаратах тяговые двигатели изготавливаются несколькими производителями двигателей, которые поставляют двигатели различного размера и с различными эксплуатационными характеристиками. Случается так, что одни производители поставляют двигатели, совместимые с двигателями других производителей, что означает, что существуют альтернативные, хотя и не идентичные двигатели, применимые к одному и тому же летательному аппарату. В результате это приводит к большому количеству возможных комбинаций применения авиационных двигателей, устанавливаемых на летательных аппаратах различных типов. Это обстоятельство считается недостатком при промывке двигателя, поскольку промывочное оборудование должно быть сконструировано и выполнено с учетом размеров, соответствующих индивидуальным параметрам двигателя. И цель настоящего изобретения состоит в том, чтобы упростить операцию промывки двигателей.

Осуществление промывки двигателя, описанное далее со ссылкой на фиг.1, считается общепринятым в данной области техники. На фиг.1 показано поперечное сечение двухвального турбовентиляторного двигателя. Стрелками указано направление газового потока, проходящего через этот двигатель. Двигатель 1 сформирован вокруг роторного вала 14, который своим передним концом присоединен к вентилятору 15, а задним концом - к турбине 16. Турбина 16 вращает вентилятор 15. Коаксиально с первым валом 14 расположен второй вал 19. Вал 19 присоединен своим передним концом к компрессору 17, а задним концом - к турбине 18. Турбина 18 приводит в действие компрессор 17. Двигатель 1 имеет входное устройство 110, через которое в него попадает воздух. Обтекатель 11 служит в качестве направляющего элемента для входящего воздушного потока. Входящий воздушный поток управляется вентилятором 15. Одна порция этого входящего воздушного потока выходит через выходное отверстие 11а. Остальная порция этого входящего воздуха поступает во внутренний контур двигателя через входное устройство 13. Затем воздух во внутреннем контуре двигателя сжимается

компрессором 17. Сжатый воздух вместе с топливом (не показано) воспламеняется в камере сгорания 101, что приводит к образованию сжатых горячих газообразных продуктов сгорания. Эти сжатые горячие газообразные продукты сгорания расширяются в направлении выходного отверстия 12 внутреннего контура двигателя. Это расширение горячих газообразных продуктов сгорания происходит в два этапа. На первом этапе горячие газообразные продукты сгорания расширяются до промежуточного давления, приводя в движение турбину 18. На втором этапе горячие газообразные продукты сгорания расширяются до давления окружающей среды, приводя в движение турбину 16. Эти газообразные продукты сгорания на высокой скорости выходят из выходного отверстия двигателя 12, обеспечивая тягу. Газ из выходного отверстия 12 вместе с воздушным потоком из выходного отверстия 11a составляет тягу двигателя.

Согласно предшествующему уровню техники промывочный аппарат состоит из распределительного коллектора 102 в виде трубки, которая одним концом присоединена к форсунке 103, а другим концом - к соединительному элементу 104. Шланг 105 одним своим концом присоединен к соединительному элементу 104, в то время как другой его конец присоединен к жидкостному насосу (не показан). Распределительный коллектор 102 опирается на обтекатель 11 входного устройства и прочно удерживается на месте во время операции промывки с помощью ремня или других подобных средств. Процедура промывки начинается с проворачивания вала двигателя с помощью стартера двигателя. Насос подает промывающую жидкость к форсунке 103, где она распыляется, образуя распыленную струю. Вращение вала приводит к тому, что через двигатель проходит воздушный поток. Этот воздушный поток проводит жидкость через двигатель и выносит загрязняющий материал. Этот загрязняющий материал выносится с помощью механического и химического воздействия промывочной жидкости. Эффект чистки усиливается вращением вала, поскольку смачивание лопаток создает жидкостную пленку, которая во время промывки находится под воздействием воздушной тяги и центробежных сил.

Предшествующий уровень техники описывает применение распределительного коллектора с форсунками для впрыскивания промывочной жидкости во входное устройство двигателя. Обычно этот распределительный коллектор располагается в обтекателе входного устройства, используя при этом данный обтекатель в качестве опоры. Таким образом, распределительный коллектор временно устанавливается для выполнения операции промывки и после завершения промывки убирается. На фиг.2 показан в качестве примера распределительный коллектор согласно предшествующему уровню техники, установленный во входном устройстве турбовентиляторного двигателя. При этом его схожие части имеют те же самые ссылочные номера, что и на фиг.1. Распределительный коллектор 102 опирается на обтекатель 11 входного устройства двигателя 1. Распределительный коллектор 102 выполнен таким образом, чтобы соответствовать форме обтекателя входного устройства с целью плотного прилегания к нему во время процесса промывки. Чтобы гарантировать нахождение распределительного коллектора в таком устойчивом положении, к нему с внешней стороны входного устройства прикреплен ремень 21, который натянут и пристегнут к крючку (не показано), прикрепленному у выходного отверстия двигателя. Промывочная жидкость закачивается насосом (не показано) по шлангу 105 через соединительный элемент 104 к распределительному коллектору 102 и далее к форсункам 103. Распределительный коллектор 102 имеет форму трубки, которая служит каналом для подачи промывочной жидкости. Распределительный

коллектор 102 также служит жесткой опорой для форсунок, поскольку удерживает эти форсунки в устойчивом положении во время промывки. Для достижения хорошего результата промывки неперенным условием является правильная установка распределительного коллектора. Для соблюдения этого условия такой

5 распределительный коллектор должен быть спроектирован и выполнен таким образом, чтобы соответствовать форме обтекателя входного устройства и специфическим геометрическим параметрам данного двигателя.

Более того, этот распределительный коллектор должен быть спроектирован и

10 выполнен так, чтобы создавать должную опору форсункам, обеспечивая противодействие реактивным силам водяной струи во время промывки.

Как было упомянуто выше, существует много различных типов летательных аппаратов и много различных авиационных двигателей, что приводит к множеству различных конструкций обтекателей входных устройств. Поскольку

15 распределительный коллектор опирается на обтекатель входного устройства, то это означает, что приходится изготавливать множество различных типов распределительных коллекторов для обслуживания большого флота летательных аппаратов. Это является неудобством, поскольку оператор авиалинии вынужден

20 иметь в наличии большое количество распределительных коллекторов.

Настоящее изобретение, описанное ниже с предпочтительными вариантами, предлагает распределительный коллектор, который не контактирует с обтекателем входного устройства. При использовании распределительного коллектора по

25 настоящему изобретению отпадает необходимость в том, чтобы он по своим параметрам соответствовал конструкции конкретного обтекателя входного устройства, и таким образом отпадает потребность в наличии большого количества различных распределительных коллекторов. Цель настоящего изобретения состоит в том, чтобы сократить число типов распределительных коллекторов, которые

30 оператор авиалинии должен иметь в распоряжении.

Распределительные коллекторы по предшествующему уровню техники имеют большие габаритные размеры из-за больших геометрических параметров

воздухозаборников больших авиационных двигателей. Поэтому такие распределительные коллекторы требуют при хранении значительных площадей.

Настоящее изобретение, описанное в предпочтительных воплощениях, предлагает распределительный коллектор универсального типа, имеющий значительно меньшие

35 размеры по сравнению с распределительными коллекторами по предшествующему уровню техники. Цель настоящего изобретения состоит в том, чтобы, предлагая небольшой по размеру распределительный коллектор, уменьшить складские площади для его хранения.

40

Конструкции распределительных коллекторов по предшествующему уровню техники требуют значительного количества рабочего времени на их инженерную разработку, изготовление и испытание. Более того, такой распределительный

45 коллектор запускается в производство только маленькими партиями, поскольку в наличии может иметься не так уж много летательных аппаратов с определенным сочетанием двигателя и обтекателя входного устройства. Настоящее изобретение, описанное в предпочтительных воплощениях, предлагает универсальный тип

50 распределительного коллектора, применимого к широкому ряду летательных аппаратов и авиационных двигателей. Согласно настоящему изобретению этот распределительный коллектор имеет одну общую разработку и может производиться большими партиями. Это обстоятельство приводит к сокращению стоимости такого

универсального распределительного коллектора. И цель настоящего изобретения состоит в том, чтобы уменьшить затраты для оператора авиалинии на его приобретение.

5 Промывка двигателей летательных аппаратов может выполняться оператором авиалинии или организацией специалистов, такой как аэропортовый центр обслуживания по промывке авиационных двигателей. Если эта промывка проводится центром обслуживания, то неудобство, связанное с необходимостью иметь множество распределительных коллекторов в запасе, становится еще более очевидным, 10 поскольку центр обслуживания работает с большим количеством различных летательных аппаратов и авиационных двигателей. Цель настоящего изобретения состоит в том, чтобы уменьшить финансовые затраты оператора или центра обслуживания по промывке авиационных двигателей аэропорта.

15 Как показано в предпочтительном варианте воплощения настоящего изобретения, универсальный бесконтактный распределительный коллектор, выполненный согласно настоящему изобретению, устанавливается и удерживается в определенном положении при помощи кронштейна, такого как кронштейн-манипулятор. Этот кронштейн-манипулятор управляется оператором с пульта управления, находящегося рядом с 20 двигателем. Кронштейн-манипулятор дает возможность универсальному распределительному коллектору быть установленным в воздухозаборнике двигателя без физического контакта между летательным аппаратом и этим универсальным распределительным коллектором. Использование такого кронштейна-манипулятора для позиционирования распределительного коллектора упрощает операции по его 25 установке и делает их более безопасными. При этом промывочные операции могут проходить при непосредственном визуальном наблюдении оператора за входным устройством двигателя, или же он может воспользоваться средством визуального наблюдения, находящимся на этом кронштейне-манипуляторе, например, таким как 30 видеокамера. Использование такой видеокамеры позволяет оператору правильно установить распределительный коллектор, а также во всех подробностях наблюдать процесс промывки, чего, в противном случае, он может и не увидеть.

Ранее были упомянуты некоторые проблемы, связанные с использованием распределительных коллекторов предшествующего уровня техники. Использование 35 кронштейна-манипулятора является безопасным средством, уменьшающим риск случайного повреждения. Распределительный коллектор по предшествующему уровню техники может нанести повреждение летательному аппарату, например сделать вмятину на обтекателе при неосторожном обращении с распределительным 40 коллектором во время его установки или демонтажа. Настоящее изобретение, описанное в предпочтительных вариантах воплощения, раскрывает использование кронштейна-манипулятора для обеспечения упрощенного и более безопасного позиционирования этого распределительного коллектора и, следовательно, способствует уменьшению риска случайного повреждения. Цель настоящего 45 изобретения состоит в том, чтобы уменьшить риск случайного повреждения.

Любая работа, выполняемая на летательном аппарате, например такая как промывка двигателей, требует, чтобы все операции выполнялись в соответствии с 50 инструкциями, изложенными в руководстве по техобслуживанию летательных аппаратов. Это руководство содержит инструкции в соответствии с требованиями по промывке двигателя, например такими как установка устройства типа промывочного распределительного коллектора на обтекатель входного устройства двигателя. При использовании бесконтактного распределительного коллектора согласно

предпочтительным вариантам воплощения настоящего изобретения необязательно пользоваться руководством для установки этого распределительного коллектора. Цель настоящего изобретения состоит в том, чтобы, используя распределительный коллектор, не контактирующий с летательным аппаратом, не допустить никаких действий, противоречащих каким-либо инструкциям по эксплуатации и обслуживанию летательных аппаратов, например, таким, которые изложены в руководстве по техобслуживанию летательных аппаратов.

Проведение промывки двигателя требует, чтобы летательный аппарат был на некоторое время изъят из эксплуатации. И в интересах оператора авиалинии сократить время этого простоя. Использование универсального бесконтактного распределительного коллектора согласно настоящему изобретению сокращает время, отведенное для операции промывки, поскольку сокращается время установки самого распределительного коллектора. Более того, универсальный и бесконтактный распределительный коллектор может управляться всего лишь одним оператором, находящимся у летательного аппарата или, в альтернативном варианте, с помощью дистанционного управления. Цель настоящего изобретения состоит в сокращении времени для выполнения операций промывки и уменьшении трудовых затрат.

Далее объекты и преимущества настоящего изобретения будут представлены с помощью иллюстрационных примеров.

Краткое описание чертежей

Предпочтительные варианты реализации настоящего изобретения будут далее описаны более подробно со ссылкой на сопровождающие чертежи.

Фиг.1 показывает сечение двухвального турбовентиляторного двигателя с распределительным коллектором и форсунками для промывки согласно предшествующему уровню техники.

Фиг.2 показывает распределительный коллектор, установленный во входном устройстве авиационного двигателя согласно предшествующему уровню техники.

Фиг.3 показывает промывочную установку с бесконтактной распылительной насадкой согласно настоящему изобретению.

Фиг.4а показывает вариант применения настоящего изобретения, когда промываемый двигатель установлен под крылом.

Фиг.4b показывает вариант применения настоящего изобретения, когда промываемый двигатель расположен в хвосте.

Фиг.5 показывает детали распылительной насадки согласно настоящему изобретению.

Фиг.6 показывает альтернативный вариант осуществления распылительной насадки.

Фиг.7а показывает промывку вентилятора турбовентиляторного двигателя согласно настоящему изобретению.

Фиг.7b показывает промывку внутреннего контура турбовентиляторного двигателя согласно настоящему изобретению.

Фиг.8 демонстрирует управление процедурой промывки с помощью видеокамеры и дальномерного устройства, установленных на распылительной насадке.

Фиг.9 показывает универсальную бесконтактную распылительную насадку согласно настоящему изобретению.

Фиг.10 показывает универсальную бесконтактную распылительную насадку и устройство для сбора и очистки отработанной воды с целью ее повторного использования в качестве промывочной жидкости.

Описание предпочтительных вариантов

Настоящее изобретение, раскрытое в данном описании, относится к системе, содержащей распределительный коллектор, который не контактирует с обтекателем входного устройства. Отсутствие контакта с обтекателем входного устройства устраняет проблему производства распределительных коллекторов, специально приспособленных к большому количеству разнообразных обтекателей входного устройства двигателей летательных аппаратов. Более того, предложенный распределительный коллектор является универсальным, поскольку он может обслуживать как маленькие, так и большие двигатели, так как этот распределительный коллектор подходит к двигателям разного размера. Распределительный коллектор, подходящий к двигателям разного размера, устраняет проблему производства множества специальных распределительных коллекторов, предназначенных для авиационных двигателей определенных размеров.

Фиг.3 показывает применение универсального бесконтактного распределительного коллектора согласно настоящему изобретению. Авиационный двигатель 1, установленный на летательном аппарате (не показано), подвергается промывке. Промывочная установка 31 представляет собой установку для доставки промывочной жидкости к распылительной насадке 33. Распылительная насадка 33 содержит распределительный коллектор 36 для распределительной подачи этой жидкости к форсункам (для ясности не показано), расположенным на распределительном коллекторе 36. Форсунки нагнетают эту промывочную жидкость во входное устройство двигателя. Эти форсунки могут или распылять жидкость, или вводить жидкость в виде сплошного неразделенного потока. Промывочная установка 31 содержит необходимое оборудование и детали для проведения промывки, такие как резервуары для содержания промывочной жидкости, нагреватели для нагрева этой жидкости, насос для поднятия давления жидкости, средства управления, необходимые для обеспечения и мониторинга операции промывки. Данная жидкость может быть представлена или только водой, или водой с химикатами, или только химикатами, такими как растворители. Обычно эта жидкость нагревается, поскольку промывка горячей жидкостью увеличивает эффективность этого процесса. Промывочная жидкость сжимается насосом и подается для распределения по форсункам. Средства управления обычно содержат датчик давления жидкости, датчик потока жидкости, датчик температуры жидкости и выключатель насоса. Промывочная установка 31 может быть передвижной, чтобы ее было удобно использовать для промывки двигателей летательных аппаратов в аэропорту. В этом случае промывочная установка 31 может быть частью транспортного средства 32. Транспортное средство 32 может быть представлено ручной тележкой, моторной тележкой или же управляемым водителем автомобилем, таким как небольшой грузовик. В альтернативном варианте промывочная установка 31 может быть стационарной.

Распылительная насадка 33 поддерживается в зафиксированном положении во входном устройстве двигателя 1 с помощью кронштейна-манипулятора 34. Кронштейн-манипулятор 34 одним своим концом устанавливается на промывочную установку 31, а на другом своем конце он имеет распылительную насадку 33. Кронштейн-манипулятор 34 имеет, по меньшей мере, одно шарнирное соединение и запястный шарнир, обеспечивающий должное расположение распылительной насадки 33 во входном устройстве 301 двигателя 1. Кронштейн-манипулятор может свободно перемещаться, по меньшей мере, в трех направлениях. Кронштейн-манипулятор 34 может иметь гидравлический, пневматический, электрический или

ручной механический привод (не показано), или же он может управляться вручную. В одном варианте воплощения настоящего изобретения кронштейн-манипулятор может содержать одну или несколько телескопических частей. Например, телескопическим может быть участок между двумя соединениями.

Распылительная насадка 33 выполняется с такими размерами, чтобы быть меньше, чем отверстие входного устройства 301. Распылительная насадка 33 предпочтительно размещается во входном устройстве 301 с помощью кронштейна-манипулятора 34, управляемого оператором с пульта управления (не показано). Распылительная насадка 33 размещается, по существу, в центре отверстия входного устройства 301. Когда распылительная насадка 33 находится в соответствующем для нее положении, между летательным аппаратом и распылительной насадкой или любыми другими частями промывочного устройства не имеется никакого контакта. Промывочная установка 31 нагнетает находящуюся под давлением промывочную жидкость в распылительную насадку 33 через канал 35, где этот канал 35 содержит гибкий шланг или подобное устройство, подходящее для этой цели. В распылительной насадке 33 жидкость распределяется между множеством форсунок через распределительный коллектор 36, где эти форсунки служат для впрыска промывочной жидкости в двигатель.

Фиг.4а иллюстрирует вариант воплощения настоящего изобретения, когда промывочная установка используется для промывки двигателя, расположенного под крылом летательного аппарата. При этом подобные части на этом чертеже обозначены теми же самыми ссылочными номерами, что и на фиг.1 и фиг.3.

Летательный аппарат 40 имеет крыло 41, на котором установлен двигатель 1. Транспортное средство 32 с промывочной установкой припарковано рядом с двигателем. Транспортное средство 32 предпочтительно паркуется сбоку от двигателя, чтобы не находиться на пути прямого воздушного потока во время промывки. Это выполняется потому, что, в противном случае, вместе с воздушным потоком в двигатель могут быть случайно затянуты находящиеся на этом транспортном средстве незакрепленные должным образом предметы. Кронштейн-манипулятор 34 удерживает распылительную насадку с распределительным коллектором 36 в нужном положении во входном устройстве двигателя. Между летательным аппаратом и распределительным коллектором или любыми другими частями промывочной установки нет никакого контакта. Фиг.4b иллюстрирует вариант воплощения настоящего изобретения, когда промывочная установка используется для промывки двигателя, расположенного в хвосте летательного аппарата. При этом подобные части на этом чертеже обозначены теми же самыми ссылочными номерами, что и на фиг.1 и фиг.3. Транспортное средство 32 с промывочной установкой припарковано рядом с двигателем. Кронштейн-манипулятор 34 удерживает распылительную насадку с распределительным коллектором 36 в нужном положении во входном устройстве двигателя. Между летательным аппаратом и распределительным коллектором или любыми другими частями промывочной установки нет никакого контакта. Настоящее изобретение не ограничивается иллюстрациями, показанными на фиг.4а и фиг.4b, поскольку существует множество летательных аппаратов, имеющих другую конструкцию, где настоящее изобретение является одинаково применимым. К тому же может встретиться такой летательный аппарат, где предпочтительнее было бы установить промывочное оборудование таким образом, чтобы оно опиралось на обтекатель или другие части летательного аппарата.

Фиг.5 показывает детали распылительной насадки 33. Распылительная насадка 33 показана в перспективе, где стрелка указывает направление воздушного потока в двигателе. При этом подобные части, показанные на этом чертеже, имеют те же самые ссылочные номера, как и на фиг.3. Распылительная насадка 33 состоит, по существу,

из ротационно-симметричной детали с осью 501, являющейся центром ее симметрии. Когда распылительная насадка 33 находится в положении для промывки, ось 501 является, по существу, выровненной с центром симметрии вала двигателя. Распылительная насадка 33 имеет центральный корпус 50. Корпус 50 имеет передний конец 58, обращенный к двигателю. Корпус 50 имеет задний конец 59, противоположный переднему концу 58. Задний конец 59 присоединен к кронштейну-манипулятору 34. Корпус 50 содержит оптический датчик 55, используемый в качестве средства для позиционирования распылительной насадки 33 и мониторинга операции промывки. Оптический датчик 55 направлен, по существу, к входному устройству двигателя. Оптический датчик 55 может содержать видеокамеру и изображение, передаваемое этой видеокамерой, может в реальном времени наблюдаться оператором на пульте управления. В альтернативном варианте этот оптический датчик может содержать оптоволоконное устройство, использующееся с той же самой целью, что и видеокамера. Существуют и другие альтернативные средства для записи изображения на распылительной насадке. Цель оптического датчика 55 состоит в том, чтобы показать оператору изображение входного устройства двигателя.

Изображение, передаваемое видеокамерой, используется для того, чтобы помочь оператору выровнять распылительную насадку на двигателе относительно центра вала двигателя, что он выполняет, маневрируя кронштейном-манипулятором со своего пульта управления. Более того, изображение, передаваемое видеокамерой, позволяет оператору установить распылительную насадку на должном расстоянии перед входом в двигатель. Помимо этого, передаваемое видеокамерой изображение центральной линии двигателя во время промывки дает возможность оператору осуществлять мониторинг процесса промывки. Далее, передаваемое видеокамерой изображение помогает оператору принимать решение по корректировке любого промывочного параметра, руководствуясь передаваемыми видеокамерой изображениями. И, наконец, работа видеокамеры способствует большей безопасности процесса промывки, поскольку оператор может остановить процесс промывки, если в передаваемом видеокамерой изображении его что-то насторожит.

Корпус 50 на фиг.5 содержит дальномерное устройство для измерения расстояния до двигателя. Обычно дальномерное устройство содержит передатчик 56 и приемник 57. Дальномерное устройство может содержать звукоулавливающее устройство, такое как устройство, улавливающее ультразвук, где передатчик испускает звуковой сигнал, который отражается от носового обтекателя двигателя, и где этот отраженный сигнал принимается приемником. Расстояние от передатчика и приемника определяется затем по временной разнице, существующей между подачей сигнала передатчиком и приемом этого сигнала приемником. В альтернативном варианте дальномерное устройство может быть представлено оптическим измерительным устройством, таким как лазер, где передатчик испускает лазерный луч, который отражается от носового обтекателя двигателя и принимается приемником. В еще одном альтернативном варианте могут использоваться и другие дальномерные устройства. Данные об измеренном таким образом расстоянии передаются на пульт управления, где оператор использует эту информацию при корректировке соответствующего положения распылительной насадки перед входом в двигатель. Во

время промывки данные об измеренном расстоянии помогают оператору управлять процессом промывки, сообщая о любых изменениях в расстоянии. Замеры расстояния помогают оператору принимать решение по корректировке любых параметров промывки, если он находит, что имеющееся расстояние не является подходящим.

5 Дальномерное устройство представляет собой устройство, способствующее увеличению степени безопасности, поскольку оператор может остановить процесс промывки, если он находит, что имеющееся расстояние не является безопасным. Дальномерное устройство может содержать средства тревожной сигнализации, подающие сигнал тревоги в виде звукового сигнала или световой вспышки, если 10 расстояние выходит за рамки заданного диапазона. Например, если измеренное расстояние становится меньше заданного. В одном варианте воплощения это предельное значение может быть скорректировано оператором с пульта управления.

15 Корпус 50 содержит лампу 52 для освещения входного устройства двигателя. Это освещение улучшает качество изображения, передаваемого видеокамерой, а также позволяет лучше разглядеть входное устройство двигателя невооруженным глазом. Корпус 50 может содержать другие устройства для обеспечения большей безопасности или улучшения процесса промывки.

20 Квалифицированный специалист в данной области техники легко поймет, что каждый из следующих приборов: оптический датчик 55, дальномерное устройство 56, 57 или лампа 52, могут использоваться независимо друг от друга. То есть распылительная насадка 33 может, например, содержать только оптический датчик 55 или только дальномерное устройство 56, 57.

25 Фиг.5 показывает распылительную насадку 33, где распределительный коллектор представляет собой кольцевую трубку, то есть тор. Из промывочной установки (не показано) жидкость закачивается через шланг (не показано) в распределительный коллектор 36. Распределительный коллектор 36 является, по существу, круглым, причем центр этого круга выровнен относительно оси 501. Плоскость 30 распределительного коллектора 36, по существу, перпендикулярна оси 501.

Распределительный коллектор 36 присоединен к корпусу 50. Распределительный коллектор 36 имеет множество форсунок, установленных по окружности этого распределительного коллектора для выполнения различных промывочных операций.

35 Например, форсунка 53 предназначена для промывки вентилятора двигателя. Форсунка 54 служит для промывки внутреннего контура двигателя. Форсунка 510 предназначена для промывки носового обтекателя. Форсунка 511 служит для промывки обтекателя. В дополнение к форсункам 53, 54, 510 и 511 распределительный 40 коллектор может содержать другие форсунки (не показано) для промывки других деталей двигателя. Распределительный коллектор 36 имеет, по меньшей мере, одну форсунку 54. Форсунки могут распылять жидкость, превращая ее в капельную струю.

В альтернативном варианте форсунки могут подавать жидкость в виде 45 нераспыленной реактивной струи. Причина, по которой для промывки используются распределительные коллекторы в форме кольца, состоит в том, что эти распределительные коллекторы можно изготавливать из одной единственной трубы, которую сгибают в кольцо, что требует только одного стыковочного соединения (одной сварочной операции). Это является преимуществом перед альтернативными 50 конструкциями, требующими выполнения гораздо большего числа соединений. Любое сокращение количества соединений считается положительным фактором, способствующим повышению надежности, поскольку соединения могут нарушиться и причинить ущерб, если в двигатель входят недостаточно закрепленные части. Более

того, распределительный коллектор кольцевой формы считается безопасным, поскольку любой случайный контакт между этим распределительным коллектором и любой частью летательного аппарата не будет означать контакта с какими-либо острыми гранями. В альтернативном варианте распределительный коллектор может
 5 быть оснащен подушкой, например, из такого материала, как пенорезина (не показано), чтобы амортизировать любую силу при случайном контакте с двигателем.

Фиг.6 показывает альтернативный вариант выполнения распылительной насадки. При этом подобные части, показанные на этом чертеже, имеют те же самые
 10 ссылочные номера, как и на фиг.3. и фиг.5. Кольцевой распределительный коллектор в этом случае заменен на трубки 61, которые поддерживают форсунки в нужном положении. В альтернативном варианте распределительный коллектор может быть выполнен иначе.

Фиг.7а, 7б и 8 иллюстрируют применение настоящего изобретения при промывке турбовентиляторного двигателя. При этом подобные части, показанные на этом
 15 чертеже, имеют те же самые ссылочные номера, что и на предыдущих чертежах.

Фиг.7а демонстрирует промывку вентилятора турбовентиляторного двигателя 1 при помощи форсунок для промывки вентилятора. Во время промывки вентилятор
 20 приводится во вращение при помощи стартера двигателя. Форсунка 53 распыляет промывочную жидкость, превращая ее в струйный поток 71. Эти форсунки имеют такую форму распыла, которая приводит к образованию струйного потока, ограниченного с одной стороны струей 75, а с другой стороны - струей 76. Область
 25 распределения струйного потока по ведущей кромке вентиляторной лопасти 72 равняется, по сути, общей длине этой лопасти, ограниченной кончиком 702 и втулкой 701. Таким образом, струйный поток охватывает всю длину лопасти. Распределительный коллектор может содержать только одну форсунку 53, которая в таком случае охватывает только некий участок входного устройства двигателя.

Смачивание всего вентилятора в таком случае достигается вращением этого
 30 вентилятора. Фиг.7б показывает промывку внутреннего контура турбовентиляторного двигателя 1. Во время промывки вал этого двигателя вращается при помощи стартера. Форсунка 54 распыляет промывочную жидкость, превращая ее в струйный поток 73. Эти форсунки имеют такую форму распыла, которая приводит к
 35 образованию струйного потока, ограниченного с одной стороны струей 77, а с другой стороны - струей 78. Предназначение этого струйного потока состоит в том, чтобы доставлять жидкость во входное устройство 74 внутреннего контура двигателя. Входное устройство внутреннего контура двигателя ограничено делителем
 40 воздушного потока 705 и точкой 704 на втулке, находящейся на противоположной стороне от делителя воздушного потока 705. Область распределения струйного потока у входного устройства внутреннего контура двигателя равна отверстию входного устройства внутреннего контура двигателя, ограниченного делителем
 45 воздушного потока 705 и точкой 704. Таким образом, жидкость, выходящая из форсунки 54, входит во входное устройство 74 внутреннего контура двигателя. К тому же форсунка 54 сориентирована таким образом, чтобы выходящая из нее жидкость проникала между лопатками вентилятора во время его вращения. Фиг.7а и фиг.7б описывают процесс промывки турбовентиляторного двигателя, используя стартер
 50 этого двигателя. В альтернативном варианте могут использоваться другие стартерные устройства, такие как отдельный стартер вспомогательной силовой установки. В альтернативном варианте промывка может выполняться без вращения вала двигателя.

Фиг.8 иллюстрирует использование видеокамеры и дальномерного устройства. При

этом подобные части, показанные на этом чертеже, имеют те же самые ссылочные номера, что и на предыдущих чертежах. Видеокамера 55 имеет угол обзора, ограниченный линиями 81. Эта камера показывает носовой обтекатель двигателя, что позволяет оператору перемещать распылительную насадку в соответствующее
 5 положение для промывки. Когда стартером проворачивается вал двигателя, изображение, передаваемое видеокамерой, используется для мониторинга вращения этого вала. Эта видеокамера может быть далее присоединена к компьютерному устройству (не показано) с программным обеспечением для расчета частоты
 10 вращения. Частота вращения является тем входным параметром, с помощью которого оператор решает, когда начинать нагнетание жидкости. Возможность управления частотой вращения является важным фактором для достижения хорошего результата промывки. Более того, передаваемое видеокамерой изображение позволяет
 15 наблюдать за процессом распределения жидкости по вентилятору, равно как и за проникновением жидкости во внутренний контур двигателя.

Это изображение представляет собой важные входные данные для оператора, поскольку в этом случае он может скорректировать расположение распылительной насадки или параметры промывки для достижения лучших результатов. Чтобы
 20 избежать загрязнения линз видеокамеры распыленной жидкостью, эти линзы очищаются воздушным потоком, поступающим из источника сжатого воздуха (не показано). Дальномерное устройство содержит передатчик 56, испускающий сигнал 82 к носовому обтекателю 83, где он отражается и возвращается к приемнику 57. Полученный сигнал подается к компьютерному устройству (не показано) для
 25 вычисления расстояния. В компьютерном блоке могут быть предусмотрены аварийные уровни, чтобы, например, подать звуковой сигнал тревоги, если расстояние до любого объекта становится критически малым. Дальномерное устройство может быть направлено не к носовому обтекателю, а к другим объектам во входном
 30 устройстве двигателя, чтобы получить информацию об измеряемых расстояниях. Чтобы избежать загрязнения измерительных датчиков распыленной жидкостью, они очищаются воздушной струей, подаваемой из источника сжатого воздуха (не показано).

Фиг.9 демонстрирует универсальную распылительную насадку, которая пригодна
 35 для обслуживания широкого ряда двигателей различных размеров. Распылительная насадка 90 показана в перспективе, где стрелка указывает направление воздушного потока. Распылительная насадка 90 имеет центральный корпус 91 с такой же видеокамерой, дальномерным устройством и лампой, которые были описаны ранее в
 40 отношении распылительной насадки 33 на фиг.5. Распылительная насадка 90 содержит распределительный коллектор 92, состоящий из нескольких колец разного диаметра. Кольца 92 установлены симметрично вокруг центральной оси 501. Все кольца 92 находятся, по существу, в одной и той же плоскости, где эти плоскости, по сути, перпендикулярны оси 501. Эти кольца устроены так, что между ними имеется
 45 промежуток, чтобы позволить воздушному потоку проходить через распылительную насадку. Каждое кольцо содержит одну или несколько форсунок 93, где тип форсунки, количество форсунок и расстояние между ними выполнены в соответствии с требованиями промывки, которая будет выполняться с помощью этого кольца. Форсунки могут использоваться для промывки вентилятора, внутреннего контура
 50 двигателя, обтекателя, носового обтекателя и других подобных частей. Обычно внутренние кольца используются для промывки небольших двигателей, в то время как внешние кольца используются для промывки больших двигателей. Более того, одно

кольцо может быть предназначено для промывки двигателя какого-то определенного типа или для определенного модельного ряда двигателей. Кольцо с наибольшим диаметром, то есть внешнее кольцо, имеет диаметр меньше, чем диаметр обтекателя входного устройства самых маленьких двигателей, которые эта распылительная насадка обслуживает. Например, двигатели популярных пассажирских авиалайнеров имеют обтекатель входного устройства с диаметром от 1,5 до 3 метров. В этом случае распылительная насадка для обслуживания этих двигателей будет иметь внешний диаметр меньше 1,5 метров.

Обычно для промывки двигателя используется только одно кольцо. Это достигается присоединением каждого кольца 92 с помощью канала к распределителю (для ясности не показано) на распылительной насадке. Этот распределитель содержит отдельные клапаны для закрытия каждого канала. Еще до установки промывочного аппарата оператор, открывая соответствующий клапан, активизирует то кольцо, которое будет использоваться. Все другие клапаны будут в этом случае закрыты.

Хотя распылительная насадка 90 является универсальной в том смысле, что она может обслуживать широкий ряд летательных аппаратов и двигателей, практически было бы иметь несколько сменных распылительных насадок. Это может быть оправдано, учитывая различные требования, установленные инструкциями по обслуживанию летательных аппаратов и другими рекомендациями. Другая причина может заключаться в потребности иметь отдельную распылительную насадку, отвечающую требованиям обслуживания военных летательных аппаратов. Могут быть и дополнительные причины. Чтобы произвести замену распылительной насадки, эту распылительную насадку устанавливают на кронштейн-манипулятор с таким соединением, которое обеспечивает легкую замену.

Настоящее изобретение, раскрытое здесь, обеспечивает средства для уменьшения времени промывки, равно как и сокращения трудовых затрат. Фиг.10 демонстрирует такой вариант компоновки оборудования для промывки двигателя, который, требуя меньше времени, является одновременно менее трудоемким по сравнению с оборудованием по предшествующему уровню техники. При этом подобные части на этом чертеже показаны с теми же ссылочными номерами, что и на предыдущих чертежах. Описанный в данном тексте процесс обычно требует для выполнения операции промывки только одного оператора. Промывочная установка 31 подает промывочную жидкость по каналу 35 к распылительной насадке, удерживаемой кронштейном-манипулятором 34. Во время промывки оператор управляет процессом с пульта управления 113. Управление процессом включает наблюдение за изображением распылительной насадки, передаваемым видеокамерой на монитор 112. Отработанная промывочная жидкость, выходящая из двигателя, собирается коллекторным устройством 114, находящимся у задней части двигателя. Собранная отработанная жидкость попадает в резервуар (не показано) установки 116 по каналу 115. Установка 116 для подвижности может быть оборудована колесами. Подходящее коллекторное устройство для сбора отработанной жидкости описано в международной заявке PCT/SE 2004/000922, при этом содержание указанной заявки включено в данный текст в качестве ссылки. Отработанная жидкость прокачивается через канал 118 к резервуару промывочной установки 31, где высвобожденный загрязняющий материал отделяется от жидкости в ходе соответствующего водоочистного процесса. Очищенная вода будет далее использоваться для промывки следующего двигателя или в альтернативном варианте слита в канализационный коллектор. В то время как отработанная вода проходит очистку, оператор может

передвинуть транспортное средство 32 и другое оборудование к следующему двигателю, чтобы установить его для следующей промывки.

Хотя в данном описании с иллюстративной целью были представлены конкретные варианты воплощения настоящего изобретения, специалистам в данной отрасли будет
5 понятно, что эти продемонстрированные конкретные воплощения могут быть замещены широким рядом альтернативных и/или эквивалентных им воплощений не выходя при этом за рамки настоящего изобретения. Настоящая заявка охватывает любые варианты или разновидности описанных здесь предпочтительных воплощений
10 и соответствующим образом определена в прилагаемой формуле изобретения.

Формула изобретения

1. Система для промывки газотурбинного двигателя, содержащая промывочную
15 установку для подачи промывочной жидкости, распылительную насадку, включающую в себя один или более распылительных коллекторов, имеющих, по меньшей мере, одну форсунку, при этом, по меньшей мере, одна форсунка используется для впрыскивания промывочной жидкости, доставляемой из промывочной установки во входное устройство двигателя, и канал, одним концом
20 соединенный с промывочной установкой и другим концом - с распределительным коллектором для подачи промывочной жидкости из промывочной установки в распределительный коллектор, при этом одна или несколько форсунок на распределительном коллекторе расположены таким образом, чтобы промывочная жидкость, выходящая из одной или нескольких форсунок, проникала, по существу,
25 между лопатками вентилятора и поступала во внутренний контур двигателя.

2. Система для промывки по п.1, в которой промывочная установка содержит резервуары для хранения промывочной жидкости.

3. Система для промывки по п.2, дополнительно содержащая насос, поднимающий
30 давление промывочной жидкости в резервуарах, обеспечивая тем самым подачу промывочной жидкости под давлением из промывочной установки.

4. Система для промывки по п.1, дополнительно содержащая кронштейн-манипулятор, используемый для расположения универсальной распределительной насадки, при этом кронштейн-манипулятор имеет, по меньшей мере, одно шарнирное
35 соединение.

5. Система для промывки по п.4, в которой кронштейн-манипулятор выполнен с возможностью управления посредством одного из средств оперирования с гидравлическим, пневматическим, электрическим, механическим, ручным приводом.

6. Система для промывки по п.5, в которой промывочная установка содержит
40 средства управления, необходимые для обеспечения и мониторинга операции промывки, при этом средства управления содержат, по меньшей мере, одно из датчика давления жидкости, датчика потока жидкости, датчика температуры жидкости и выключателя насоса.

7. Система для промывки по п.6, в которой распределительная насадка содержит
45 дальномерное устройство для измерения расстояния между универсальной распределительной насадкой и промываемым двигателем.

8. Система для промывки по п.1, в которой распределительный коллектор содержит
50 множество форсунок, образующих кольцевую форму.

9. Система для промывки по п.1, в которой одна или несколько форсунок на распределительном коллекторе расположены таким образом, чтобы промывочная жидкость, выходящая из одной или нескольких форсунок, сталкивалась с

поверхностями упомянутых лопаток вентилятора.

10. Система для промывки по п.1, в которой упомянутая промывочная установка содержит нагреватели для нагрева промывочной жидкости.

5 11. Система для промывки по п.1, дополнительно содержащая транспортное средство.

12. Система для промывки по п.11, в которой транспортным средством является одно из ручной тележки или моторной тележки.

10 13. Система для промывки по п.11, в которой упомянутым транспортным средством является небольшой пассажирский грузовик.

14. Система для промывки по п.1, дополнительно содержащая коллекторное устройство для сбора отработанной промывочной жидкости, выходящей из двигателя в результате процедуры промывки.

15 15. Система для промывки по п.14, в которой коллекторное устройство выполнено присоединяемым к промывочной установке для обеспечения повторного использования промывочной жидкости.

16. Система для промывки газотурбинного двигателя, содержащая промывочную установку для подачи промывочной жидкости, распылительную насадку, включающую в себя один или более распылительных коллекторов, при этом каждый из распределительных коллекторов представляет собой одну или несколько кольцевых трубок, при этом упомянутые одна или несколько кольцевых трубок имеют одну или несколько форсунок, используемых для впрыскивания промывочной жидкости, доставляемой из промывочной установки, во входное устройство двигателя, и канал, одним концом соединенный с промывочной установкой и другим концом - с распределительным коллектором для подачи промывочной жидкости из промывочной установки в распределительный коллектор.

17. Система для промывки по п.16, в которой упомянутый распределительный коллектор содержит множество кольцевых трубок, при этом упомянутые кольцевые трубки разнесены друг от друга и каждая из упомянутых кольцевых трубок имеет одну или несколько форсунок.

18. Система для промывки по п.17, в которой каждая из упомянутых трубок содержит множество разнесенных форсунок, расположенных вокруг кольцевых трубок, и тип упомянутых форсунок, количество форсунок и расстояние между форсунками сконфигурированы в соответствии с заданными параметрами промывки.

19. Система для промывки по п.18, в которой каждая из упомянутых кольцевых трубок имеет разные диаметры и они расположены симметрично вокруг центральной оси.

20. Система для промывки газотурбинного двигателя, содержащая промывочную установку для подачи промывочной жидкости, распылительную насадку, включающую в себя один или более распылительных коллекторов, имеющих, по меньшей мере, одну форсунку, при этом, по меньшей мере, одна форсунка используется для впрыскивания промывочной жидкости, доставляемой из промывочной установки во входное устройство двигателя, канал, одним концом соединенный с промывочной установкой и другим концом - с распределительным коллектором для подачи промывочной жидкости из промывочной установки в распределительный коллектор, и коллекторное устройство для сбора отработанной промывочной жидкости, выходящей из двигателя в результате процедуры промывки, при этом система выполнена с возможностью очистки отработанной промывочной жидкости и подачи очищенной промывочной жидкости для повторного

использования для промывки двигателя.

21. Система для промывки по п.20, в которой очистка отработанной жидкости осуществляется путем отделения загрязняющих веществ от жидкости.

5

10

15

20

25

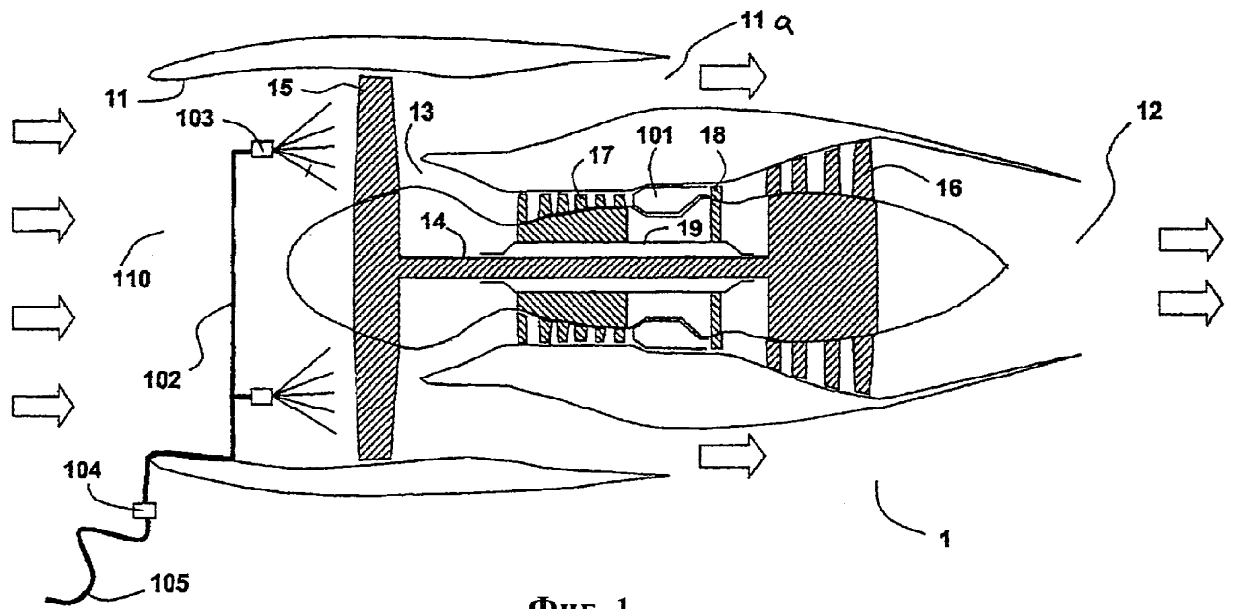
30

35

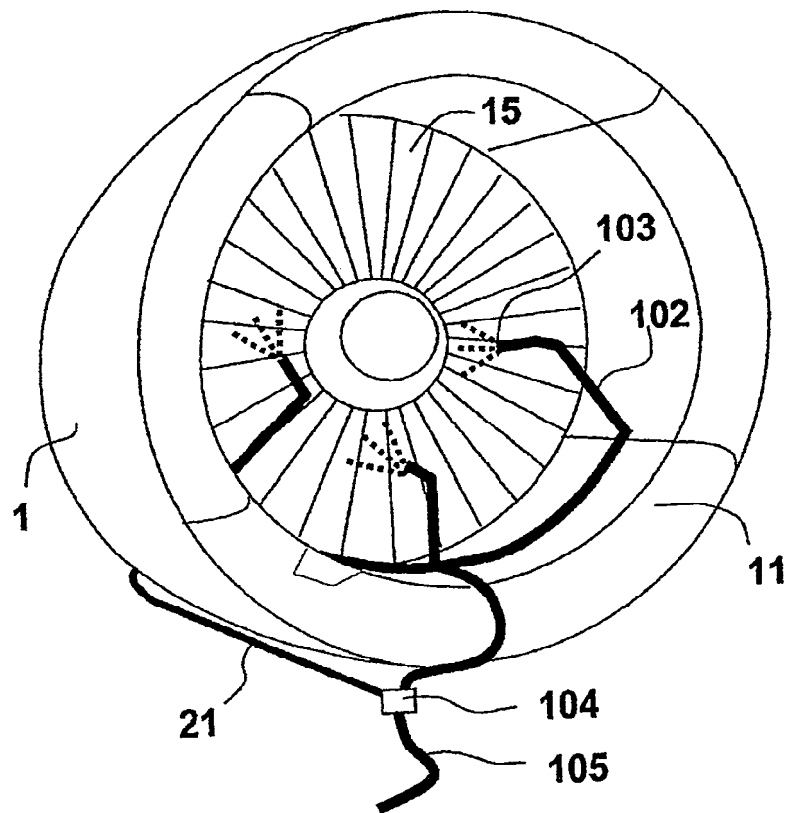
40

45

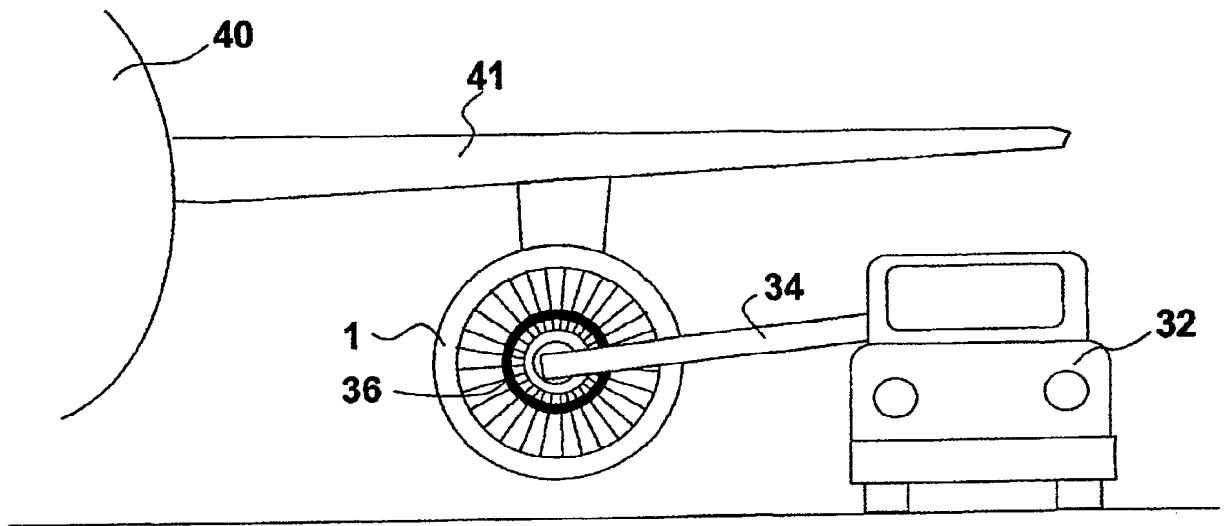
50



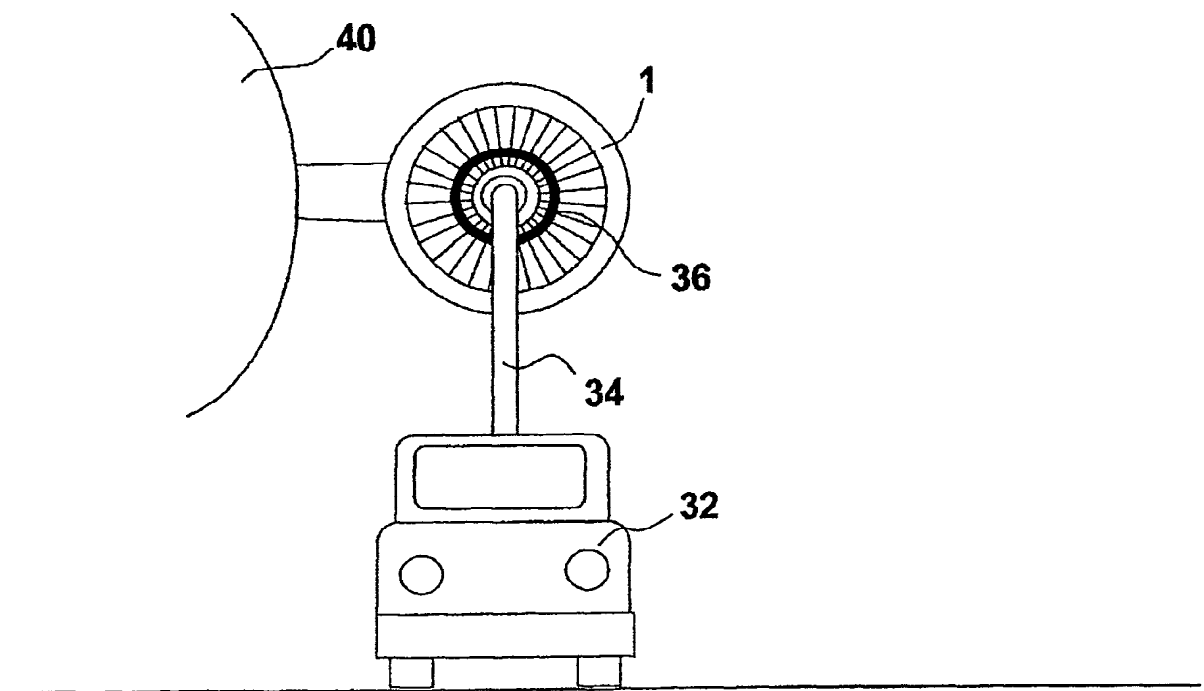
Фиг. 1



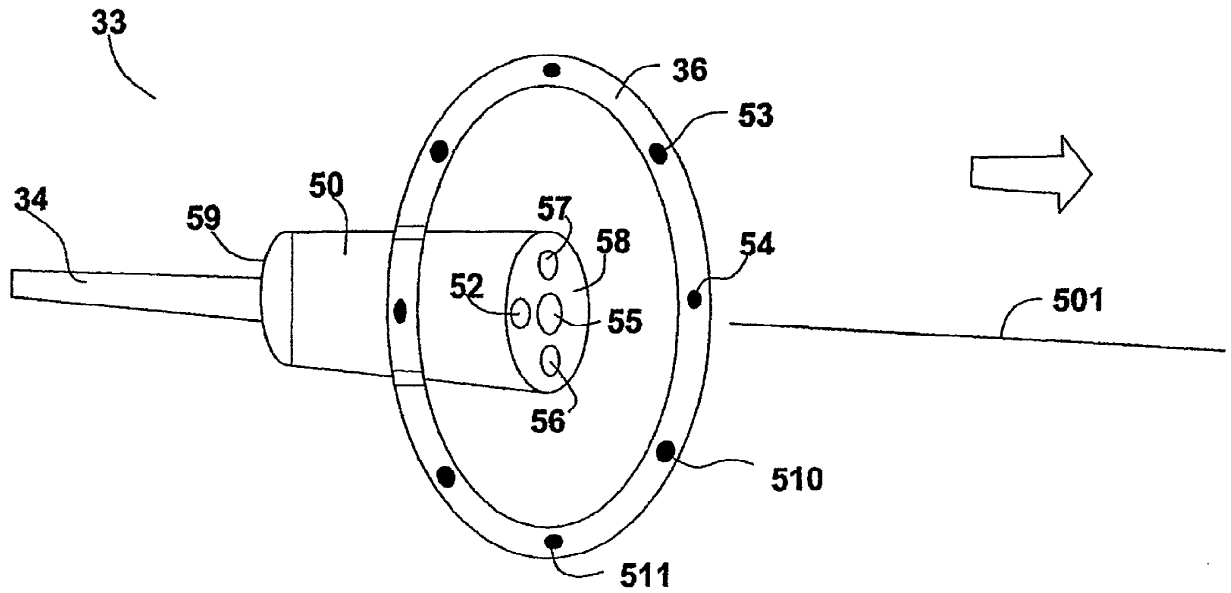
Фиг. 2



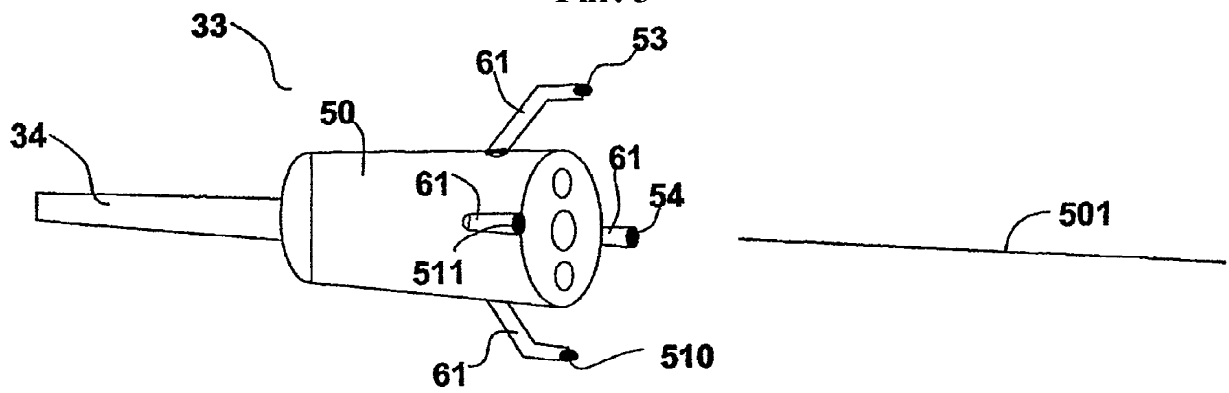
Фиг. 4а



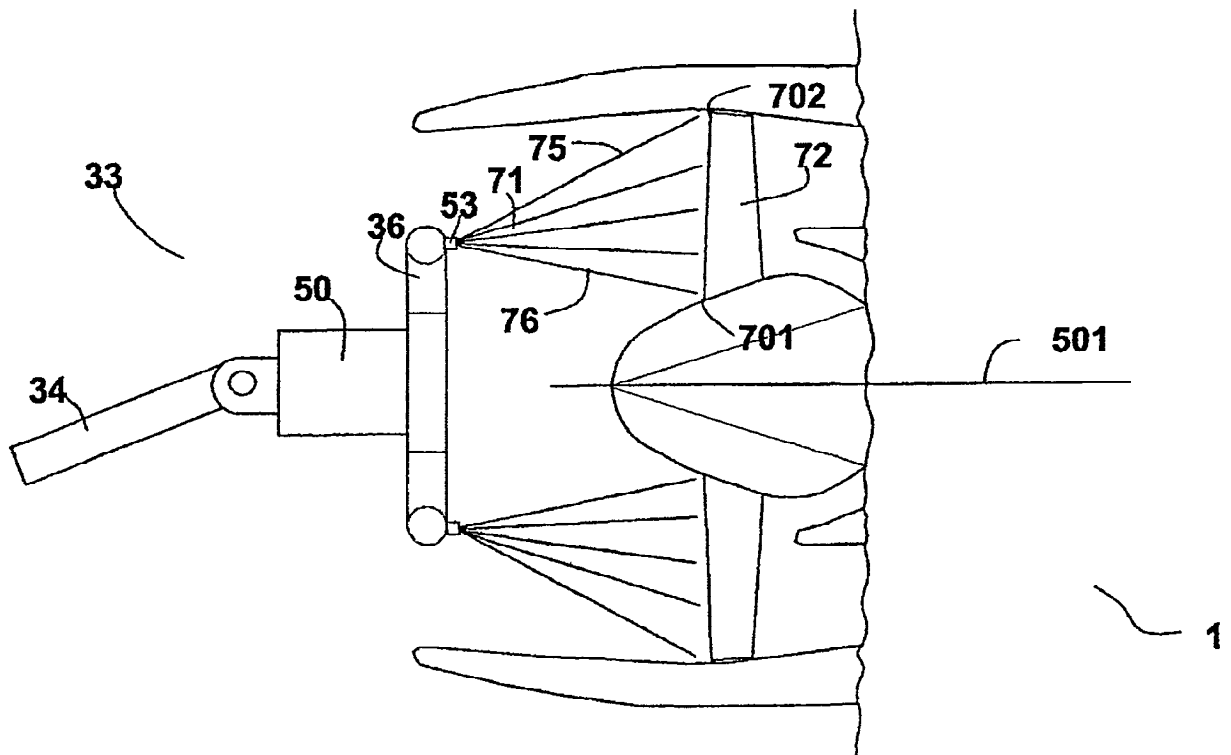
Фиг. 4б



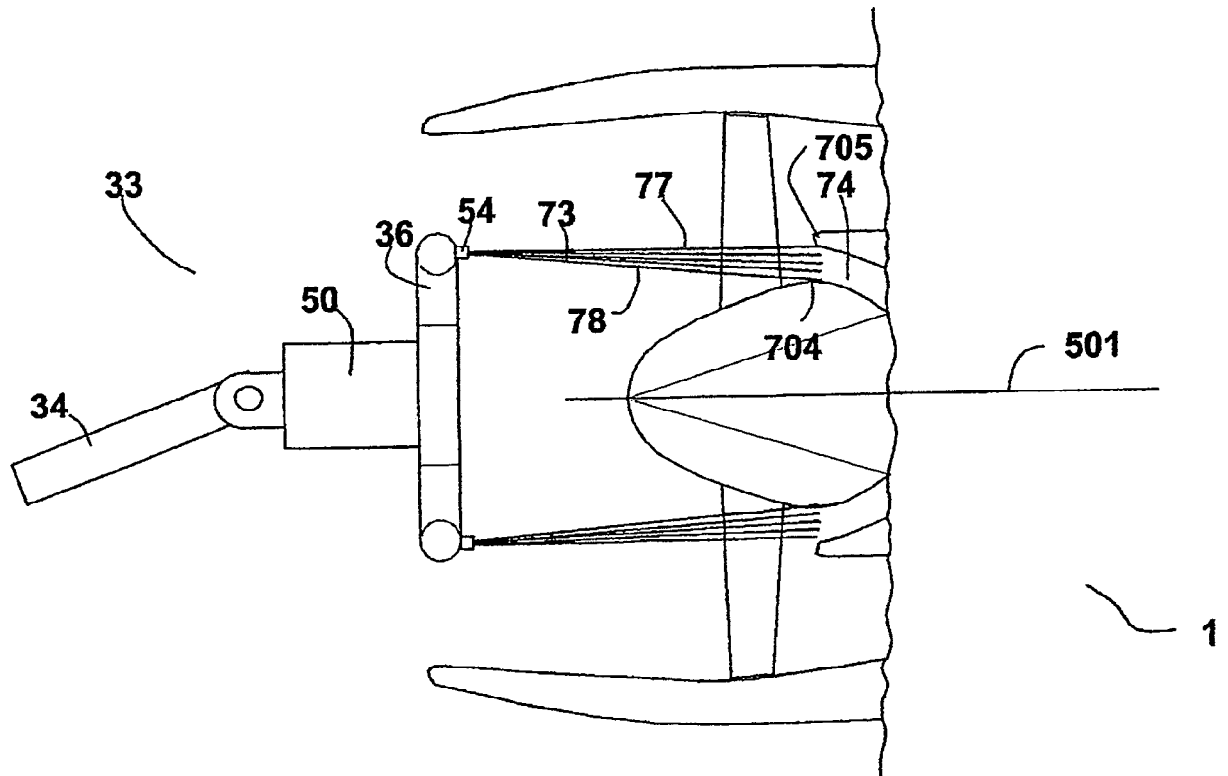
Фиг. 5



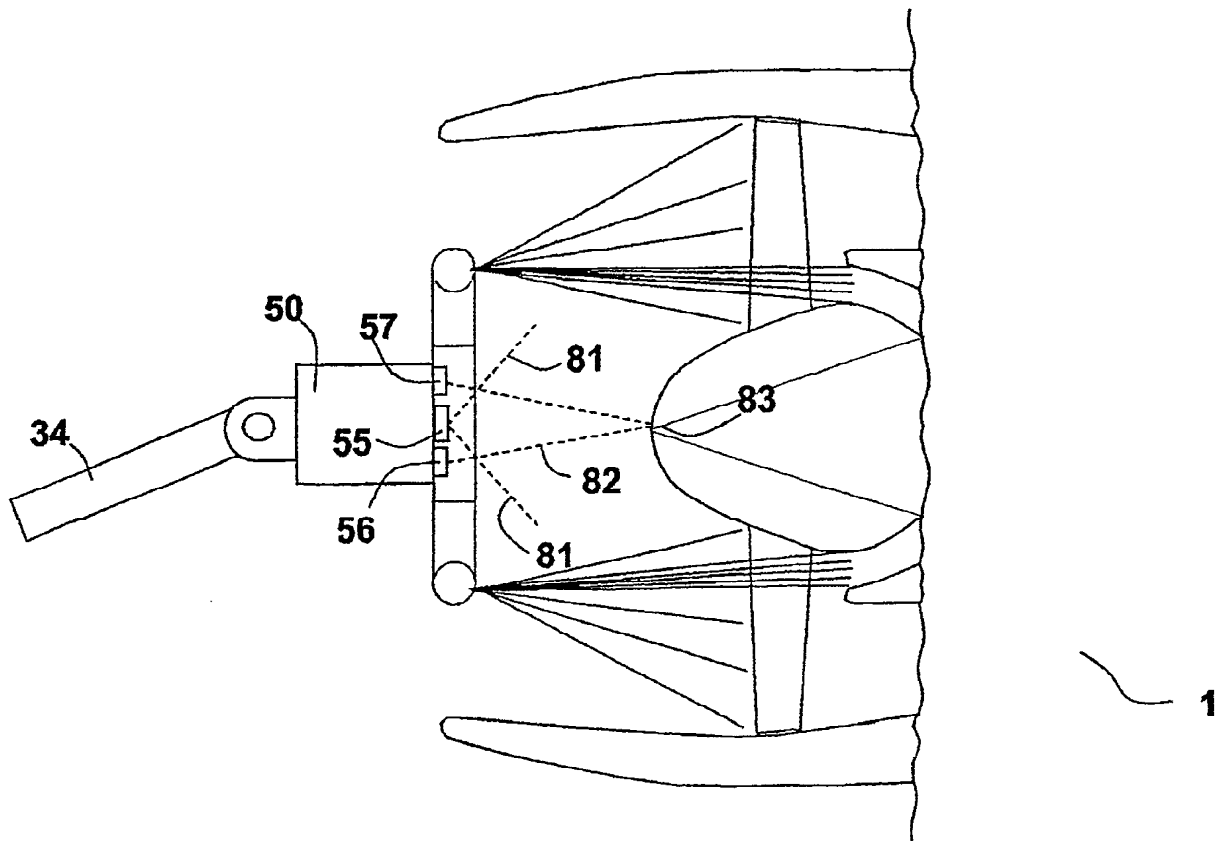
Фиг. 6



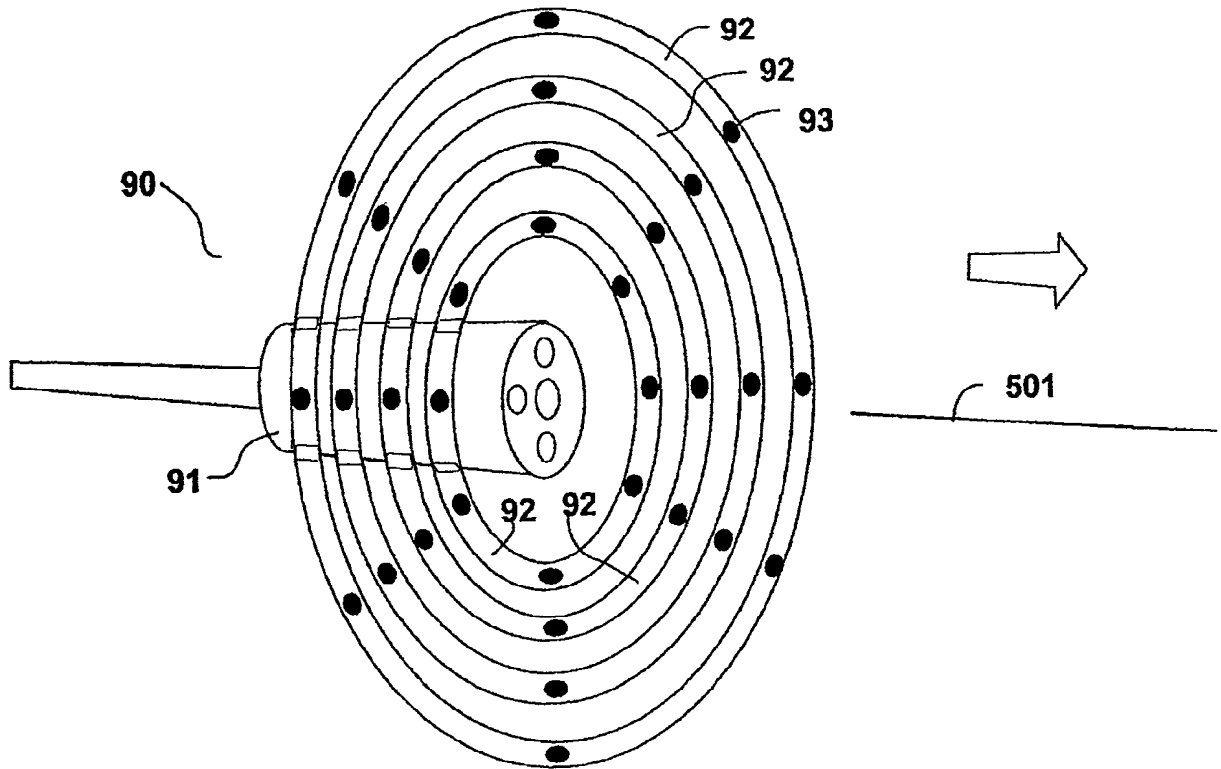
Фиг. 7а



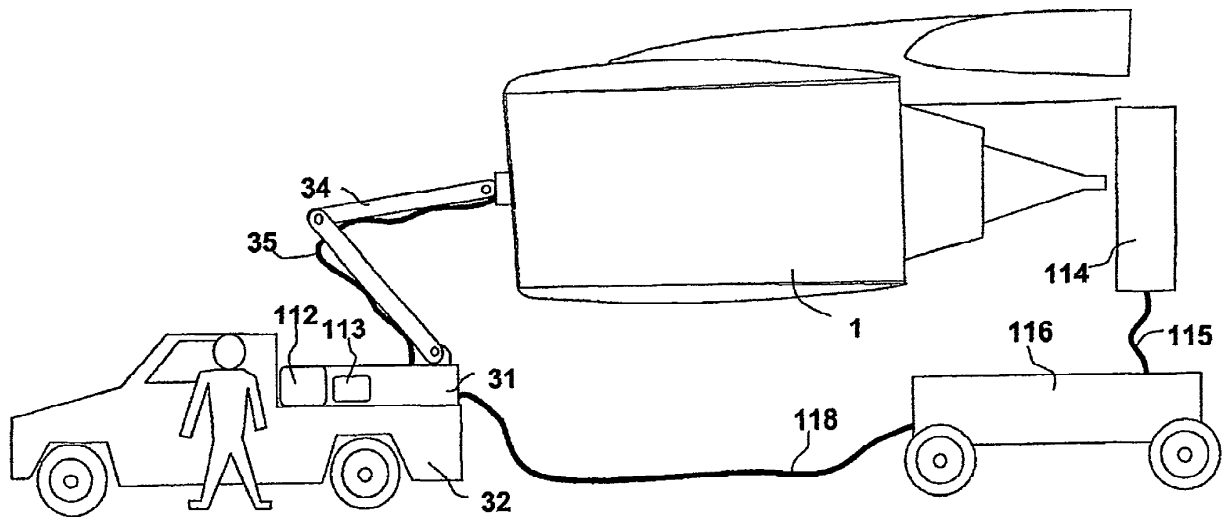
Фиг. 7b



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10