



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012120917/06, 04.11.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.11.2010

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
06.11.2009 US 12/614,035

(43) Дата публикации заявки: 20.12.2013 Бюл. № 35

(45) Опубликовано: 10.09.2015 Бюл. № 25

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: JP 2003-013746 A, 15.01.2003. KR 10-2006-0132297 A, 2006. KR 10-2003-0094108 A, 11.12.2003. US 6073857 A, 13.06.2000. US6161768 A, 19.12.2000. SU 6679433 A1, 15.03.1980

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 06.06.2012

(86) Заявка РСТ:
US 2010/055385 (04.11.2010)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/056928 (12.05.2011)

Адрес для переписки:

191036, Санкт-Петербург, а/я 24, "НЕВИНПАТ"

(72) Автор(ы):

ГОРДОН Ричард У. (US)

(73) Патентообладатель(и):

ДжейЭйчАрДжи Инк. (US)**(54) КАМЕРА СГОРАНИЯ МИКРОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ**

(57) Реферат:

Газотурбинный двигатель содержит корпус двигателя с поворотнo-закрепленным блоком вала на блоке подшипника, камеру сгорания, заключенную в корпус двигателя, компрессор, присоединенный к блоку для вращения вокруг продольной оси, турбину, присоединенную к блоку вала для вращения вокруг упомянутой продольной оси, систему подачи топлива для доставки топливовоздушной смеси в камеру сгорания. Система подачи топлива включает блок отражателя топлива, поворотнo закрепленный на блоке вала, включающий в себя корпус отражателя топлива и рабочее колесо отражателя топлива. Рабочее колесо отражателя топлива содержит канал сброса, гидравлически

соединенный с камерой сгорания. Внутри корпуса двигателя неподвижно закреплен дефлектор топлива. Дефлектор топлива имеет внутреннюю поверхность, расположенную на определенном расстоянии и напротив наружной поверхности корпуса отражателя топлива, образуя канал подачи топлива. Канал подачи топлива имеет вход, гидравлически соединенный с топливопроводом, отклоняется вдоль продольной оси и заканчивается выходом, прилегающим к каналу сброса указанного рабочего колеса отражателя. Внутренняя поверхность имеет фасонную поверхность, образованную рядом концентрических неровностей на ней. Изобретение направлено на повышение

R U 2 5 6 1 9 6 6 C 2

R U 2 5 6 1 9 6 6 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2012120917/06, 04.11.2010**

(24) Effective date for property rights:
04.11.2010

Priority:

(30) Convention priority:
06.11.2009 US 12/614,035

(43) Application published: **20.12.2013 Bull. № 35**

(45) Date of publication: **10.09.2015 Bull. № 25**

(85) Commencement of national phase: **06.06.2012**

(86) PCT application:
US 2010/055385 (04.11.2010)

(87) PCT publication:
WO 2011/056928 (12.05.2011)

Mail address:
191036, Sankt-Peterburg, a/ja 24, "NEVINPAT"

(72) Inventor(s):
GORDON Richard W. (US)

(73) Proprietor(s):
JHRG INC (US)

(54) **COMBUSTION CHAMBER OF MICROTURBO-CHARGED UNIT**

(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: gas-turbine engine includes an engine housing with a shaft assembly fixed in a turning manner on a bearing assembly, a combustion chamber enclosed in the engine housing, a compressor connected to the assembly for rotation about the longitudinal axis, a turbine attached to the shaft assembly for rotation about the above longitudinal axis, a fuel feeding system for supply of a fuel-air mixture to the combustion chamber. The fuel feeding system includes a fuel reflector unit fixed in a turning manner on the shaft assembly, including the fuel reflector housing and an impeller of the fuel reflector. The impeller of the fuel reflector includes a discharge channel hydraulically

connected to the combustion chamber. A fuel deflector is rigidly fixed inside the engine housing. The fuel deflector has an inner surface located at a certain distance and opposite the outer surface of the fuel reflector housing, thus forming a fuel feed channel. The latter has an inlet hydraulically connected to a fuel line, is diverted along the longitudinal axis and ends with an outlet adjacent to the discharge channel of the above impeller of the reflector. The inner surface has a shaped surface formed with a number of concentric irregularities on it.

EFFECT: invention is aimed at improvement of economy and reduction of engine prime cost.

22 cl, 10 dwg

RU 2 561 966 C 2

RU 2 561 966 C 2

ОБЛАСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0001] Настоящее описание изобретения имеет отношение к автономному блоку теплоэлектроцентрали, в котором используется микрогазотурбинный двигатель для снабжения нагретым воздухом через теплообменник, катализатор или прямой огневой подогрев и для возбуждения привода ротора, который может приводить в действие генератор собственных нужд, и, в частности, к усовершенствованному блоку топливного дефлектора/отражателя топлива для микрогазотурбинного двигателя, который минимизирует накопление частиц в системе подачи топлива.

ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0002] Данный раздел представляет вводную информацию относительно настоящего изобретения, которая не обязательно является предшествующим уровнем техники.

[0003] Последние исследования показали, что микрогазотурбинные двигатели могут использоваться в областях применения когенерации для снабжения теплом и дополнительной электроэнергией. В частности, газотурбинная установка малой мощности зарекомендовала себя как легкая, относительно безотказная в работе и в высшей степени эффективная, что делает ее отличной нагревательной установкой. Примерами осуществления блока теплоэлектроцентрали с использованием микрогазотурбинного двигателя являются объекты патента США №6073857, патента США №6161768 и патента США №6679433 под авторством Gordon с соавторами.

[0004] Эти примеры осуществления, описанные Gordon с соавторами, характеризуют поступление топлива в задний корпус через трубу подачи топлива, куда добавляется незначительное количество тепла.

Топливо, которое подается в задний корпус, через просверленные отверстия поступает в диффузор между двумя тарельчатыми пружинами. На этом участке также вводится горячий воздух, и эта топливовоздушная смесь подается в подшипник, охлаждая и смазывая подшипник. Некоторое количество топлива омывает подшипник, заливая систему пружинной подвески, все это время набирая тепло. Затем смесь поступает в камеру-сборник отражателя топлива, характеризующуюся вращающимся корпусом отражателя топлива и стационарной трубой дефлектора топлива. Дополнительный горячий воздух из камеры сгорания подается перед тем, как топливовоздушная смесь поступает на рабочее колесо отражателя топлива, который еще добавляет тепло и впрыскивает его в камеру сгорания.

[0005] С данной конструкцией подача топлива является отвечающей требованиям, и синее пламя или невидимое пламя возникает в камере сгорания при относительно пониженной окружающей температуре, подобно той, которая наблюдается в северных штатах континентальной части США. Тем не менее, крайне холодная окружающая температура, подобная той, что наблюдается в Канаде и на Аляске, изменяет стехиометрию процесса горения, что является осложняющим фактором. Было известно, что топливный обогреватель может служить для доведения топлива до нужной термической кондиции и, как известно, для изоляции кольцевого пространства между камерой сгорания и корпусом двигателя для поддержания более стабильной рабочей температуры в камере сгорания.

[0006] Во время длительной эксплуатации в экстремальных условиях наблюдалось, что углеродистый нагар может образовываться в дефлекторе топлива, корпусе отражателя топлива и устройстве отражателя топлива, который невозможно устранить. Традиционные решения этой проблемы были неэффективны для удаления этого нагара и в конечном счете вели к закупориваниям в системе подачи топлива. Соответственно, существует необходимость в перспективных исследованиях и технологиях для снабжения

системы подачи топлива в микрогазотурбинном двигателе, которые обеспечивают соответствующие требованиям поток топлива и тепловой режим без образования чрезмерного углеродистого нагара, имеющего своим результатом образование закупорки топлива.

5 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

[0007] Настоящий раздел представляет собой общее краткое описание изобретения, но не является исчерпывающим описанием изобретения в полном объеме или всех его свойств. В соответствии с одним аспектом изобретения предложен газотурбинный двигатель, содержащий: корпус двигателя с поворотным закрепленным блоком вала на блоке подшипника; камеру сгорания, заключенную в вышеуказанный корпус двигателя; компрессор, присоединенный к указанному блоку для вращения вокруг продольной оси, при этом указанный компрессор гидравлически соединен с указанной камерой сгорания; турбину, присоединенную к указанному блоку вала для вращения вокруг упомянутой продольной оси, при этом указанная турбина гидравлически соединена с указанной камерой сгорания; и систему подачи топлива для доставки топливовоздушной смеси в указанную камеру сгорания, при этом указанная система подачи топлива включает: блок отражателя топлива, поворотным закрепленный на указанном блоке вала, включающий в себя корпус отражателя топлива и рабочее колесо отражателя топлива, при этом указанное рабочее колесо отражателя топлива содержит канал сброса, гидравлически соединенный с указанной камерой сгорания и дефлектор топлива, неподвижно закрепленный внутри указанного корпуса двигателя, при этом указанный дефлектор топлива имеет внутреннюю поверхность, расположенную на определенном расстоянии и напротив наружной поверхности указанного корпуса отражателя топлива, образуя канал подачи топлива, указанный канал подачи топлива имеет вход, гидравлически соединенный с топливопроводом, отклоняется вдоль указанной продольной оси и заканчивается выходом, прилегающим к указанному каналу сброса указанного рабочего колеса отражателя, где указанная внутренняя поверхность имеет фасонную поверхность, образованную рядом концентрических неровностей на ней. В одном варианте выполнения изобретения указанный ряд концентрических неровностей образован в указанной внутренней поверхности вдоль указанной продольной оси от указанного входа и указанного выхода указанного канала подачи топлива. Указанная фасонная поверхность может также содержать закругленные переходы между каждым из указанного ряда концентрических неровностей. Указанное рабочее колесо отражателя может быть закреплено на указанном корпусе отражателя для совместного вращения с ним. Газотурбинный двигатель также может содержать множество отверстий, как правило, расположенных радиально сквозь указанное рабочее колесо отражателя, формируя указанный канал сброса. При этом каждое из указанного множества отверстий может отклоняться от впускного канала, прилегающего к указанному каналу подачи топлива, в направлении выпускного канала, прилегающего к указанной камере сгорания, устанавливая границы конусообразного канала сброса. Каждое из указанного множества отверстий может иметь впускной канал, прилегающий к указанному каналу подачи топлива, и выпускной канал, прилегающий к указанной камере сгорания, указанный выпускной канал по окружности смещен от радиальной линии, проходящей через впускной канал, образуя стреловидный канал. Также каждое из указанного множества отверстий имеет контурированный впускной канал, прилегающий к указанному каналу подачи топлива, и выпускной канал, прилегающий к указанной камере сгорания. Газотурбинный двигатель также может содержать кольцо дефлектора топлива с наклонной лицевой поверхностью, помещенное между указанным выходом

указанного канала подачи топлива и указанным каналом сброса. Указанное кольцо дефлектора топлива может быть закреплено на указанном корпусе отражателя топлива для совместного вращения с ним. Указанное кольцо дефлектора топлива также может содержать ряд лопаток, выступающих из указанной наклонной лицевой поверхности и равноудаленно рассредоточенных вокруг указанного кольца дефлектора. Указанный газотурбинный двигатель может быть выполнен в сочетании с теплообменным элементом, гидравлически соединенным с указанной турбиной, так что выхлопные газы, выбрасываемые из газотурбинного двигателя, проходят через указанный теплообменный элемент. Указанный газотурбинный двигатель может быть выполнен в сочетании с элементом каталитического нейтрализатора, гидравлически соединенным с указанной турбиной, так что выхлопные газы, выбрасываемые из газотурбинного двигателя, проходят через указанный элемент каталитического нейтрализатора. В еще одном аспекте газотурбинный двигатель содержит: сопловой аппарат турбины, расположенный внутри корпуса двигателя и поддерживающий втулку сопла; блок вала, расположенный внутри указанной втулки сопла и фиксирующий кольцо между ними; блок подшипника, расположенный внутри указанного кольца и поддерживающий указанный блок вала в указанной втулке сопла для вращения вокруг продольной оси; дефлектор топлива, закрепленный на указанной втулке сопла и выступающий из указанного кольца, указанный дефлектор топлива имеет фасонную внутреннюю поверхность, образованную рядом концентрических неровностей; турбину, функционально расположенную на переднем конце указанного блока вала; компрессор, функционально расположенный на обратном конце указанного блока вала; камеру сгорания, концентрически расположенную у блока вала между компрессором и турбиной; топливопровод для подачи топлива в указанное кольцо; блок отражателя топлива, присоединенный к указанному блоку вала для вращения с ним, при этом указанный блок отражателя топлива включает в себя корпус отражателя топлива с наружной поверхностью, расположенной на расстоянии и напротив указанной внутренней поверхности указанного дефлектора топлива, образуя канал подачи топлива, при этом указанный канал подачи топлива имеет вход, гидравлически соединенный с указанным кольцом, расширяется вдоль указанной продольной оси и заканчивается выходом, а рабочее колесо отражателя топлива имеет канал сброса, образованный в этом месте, прилегающий к указанному выходу для обеспечения гидравлического соединения указанного канала подачи топлива с указанной камерой сгорания указанного канала подачи топлива. Указанный ряд концентрических неровностей может быть образован в указанной внутренней поверхности вдоль указанной продольной оси от указанного входа и указанного выхода. Указанная фасонная поверхность также может иметь закругленный переход между каждым из ряда концентрических неровностей. Газотурбинный двигатель может также иметь множество отверстий, проходящих через указанное рабочее колесо отражателя топлива, образующих указанный канал сброса, при этом каждое из указанного множества отверстий отклоняется от впускного канала, прилегающего к указанному каналу подачи топлива, в направлении выпускного канала, прилегающего к указанной камере сгорания, определяя границы конусообразного канала сброса. Указанный выпускной канал по окружности может быть смещен от радиальной линии, проходящей через указанный впускной канал, определяя границы стреловидного канала. Газотурбинный двигатель может также содержать кольцо дефлектора топлива, закрепленное на указанном корпусе отражателя топлива для совместного вращения с ним, указанное кольцо дефлектора имеет наклонную лицевую плоскость, помещенную между указанным выходом

указанного канала подачи топлива и указанным каналом сброса. Указанное кольцо дефлектора топлива также может содержать ряд лопаток, выступающих из наклонной лицевой поверхности и равноудаленно распределенных вокруг указанного кольца дефлектора. Указанный газотурбинный двигатель может быть выполнен в сочетании с теплообменным элементом, гидравлически соединенным с указанной турбиной, так что выхлопные газы, выбрасываемые из газотурбинного двигателя, проходят через указанный теплообменный элемент. Указанный газотурбинный двигатель может быть выполнен в сочетании с элементом каталитического нейтрализатора, гидравлически соединенного с указанной турбиной, так что выхлопные газы, выбрасываемые из газотурбинного двигателя, проходят через указанный элемент каталитического нейтрализатора.

[0008] Усовершенствованный микрогазотурбинный двигатель и, в частности, усовершенствованный блок топливного дефлектора/отражателя топлива являются предметом настоящего описания изобретения к патенту. Как описано выше, смесь, поступающая в дефлектор топлива, включает в себя воздух, жидкое топливо и пары топлива, распространяющиеся возможно на топливную плазму, которая по существу составляет полный диапазон нагретого частично сгоревшего топлива. Чтобы минимизировать накопление частиц в системе подачи топлива, внутренняя поверхность дефлектора топлива имеет по контуру неровность, которая уменьшает нагар практически до нуля. Особые размеры контурной обработки поверхности находятся в функциональной зависимости от подготовки топлива, для которой температура топлива, скорость и количество механического перемешивания будут аналогичными независимо от размера нагревателей и, соответственно, будут легко масштабируемыми для газотурбинных двигателей различных объемов.

[0009] Усовершенствованное рабочее колесо отражателя топлива также является объектом настоящего патентного изобретения. В частности, рабочее колесо отражателя топлива характеризуется совершенно округлыми каналами, исключая углы и выемки, где легко может образовываться нагар. Эти каналы образуются высверливанием конических отверстий по диаметру рабочего колеса. Усовершенствованное рабочее колесо также характеризуется меньшим загибом назад, чем предыдущие модели рабочего колеса.

[0010] В дополнение к этому, кольцо поворотного дефлектора с множественными короткими треугольными лопатками расположено выше по потоку от рабочего колеса. Кольцо дефлектора облегчает поток из канала, ограниченного трубой дефлектора топлива, в устройство для подачи жидкости под давлением и затем в рабочее колесо. Кольцо дефлектора также смешивает и сжимает топливо, воздух и смесь продуктов горения до конечного почти однородного продукта, еще более уменьшая тенденцию образования нагара.

[0011] Дальнейшие границы применения настоящего изобретения станут очевидными из детального описания, предложенного далее. Следует понимать, тем не менее, что детальное описание и конкретные примеры при указании на предпочтительный вариант осуществления изобретения предназначены только для цели иллюстрации, поскольку различные изменения и усовершенствования в сущности и объеме настоящего изобретения станут очевидными для специалистов в данной области техники из настоящего детального описания.

[0012] Дальнейшие области применения станут очевидными из описания, приведенного в данном документе. Описание и конкретные примеры в настоящем кратком описании предназначены только для цели иллюстрации и не устанавливают

границы возможностей настоящего изобретения.

ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

[0013] Графические материалы описаны в данном документе только с целью иллюстрации избранного варианта осуществления, но не всех возможных реализаций, и не устанавливают границы возможностей настоящего изобретения.

[0014] На фиг. 1 показан частичный вид в поперечном сечении турбонагревателя с микрогазотурбинным двигателем и каталитическим теплообменным элементом;

[0015] На фиг. 2А показан укрупненный вид, иллюстрирующий втулку сопла, устройство заднего подшипника и маслоотражатель топлива газотурбинного двигателя, изображенного на фиг. 1;

[0016] На фиг. 2В показан укрупненный вид системы подачи топлива и устройства заднего подшипника, обозначенного В-В на фиг. 2А;

[0017] На фиг. 3А показан подробный чертеж дефлектора топлива, изображенного на фиг. 2;

[0018] На фиг. 3В показан укрупненный вид волнистой поверхности, образованной на внутренней поверхности дефлектора топлива, обозначенного В-В на фиг. 3А;

[0019] На фиг. 3С показан укрупненный вид фланца на дефлекторе топлива, который сопряжен с кольцом заднего подшипника, обозначенного С-С на фиг. 3А;

[0020] На фиг. 4А показан подробный чертеж узла отражателя топлива, изображенного на фиг. 2;

[0021] На фиг. 4В показан укрупненный вид кольца дефлектора;

[0022] На фиг. 4С показан подробный чертеж входного отверстия отражателя топлива, взятого у линии С-С, показанной на фиг. 4А; и

[0023] На фиг. 4D показано поперечное сечение, взятое у линии D-D.

[0024] Соответствующие позиционные обозначения указывают на соответствующие части на всех проекциях в чертежах.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

[0025] Здесь примеры осуществления изобретения будут описаны более подробно со ссылкой на прилагаемые чертежи. Эти примеры осуществления изобретения представлены таким образом, чтобы настоящее описание изобретения было доскональным и полностью передавало сферу применения изобретения для тех, кто является специалистом в данной области техники. Изложены различные характерные детали, такие как образцы комплектующих, устройств и методов, чтобы обеспечить полное понимание примеров осуществления настоящего изобретения. Будет очевидным для специалистов в данной области техники, что нет необходимости применять характерные детали, что примеры осуществления изобретения могут быть воплощены в разной форме и что ни одна из них не должна быть истолкована как предел области применения данного изобретения. В некоторых примерах осуществления изобретения общеизвестные процессы, общеизвестные конструкции устройств и общеизвестные технологии не описаны подробно.

[0026] Теперь со ссылкой на фиг. 1 и 2, блок теплоэлектроцентрали или турбонагреватель 10 включает в себя газотурбинный двигатель 12 и каталитический теплообменный элемент 14, которые закреплены внутри рамы в сборе 16. Газотурбинный двигатель 12 втягивает наружный воздух через компрессор 18, получает топливо из топливной системы, чтобы образовать топливовоздушную смесь, сжигает топливовоздушную смесь в камере сгорания 20 и выбрасывает и распространяет отработанный газ через турбину 22. Соответственно, газотурбинный двигатель 12 дает источник тепла так же, как и источник вращательной энергии. Вращающиеся элементы

газотурбинного двигателя 12, а именно компрессор 18 и турбина 22, установлены на блоке обычного высокооборотного вала 24. Блок вала 24 соединяется через блок редуктора или редуктор с осевым вентилятором 26 и двигателем стартера 28. Редуктор также может быть соединен с комплектом генератора 30 (не показан) для снабжения электроэнергией. Двигатель стартера 28 соединен с осевым вентилятором 26 посредством 5 односторонней муфты обгона, которая позволяет передачу энергии в первом направлении вращения и свободный ход во втором направлении вращения.

[0027] Турбонагреватель 10 представляет собой замкнутую и независимую систему отопления на дизельном топливе для снабжения нагретым воздухом и электроэнергией 10 в отдаленных местах. Газотурбинный двигатель 12 предназначен для отпуска большей части своей энергии как тепла в виде отработанных газов и в меньшем объеме как мощность на валу, используемая для приведения в действие осевого вентилятора 26 и других механизмов генерации энергии собственных нужд.

[0028] Турбонагреватель 10 задуман с целью представить собой пример экономичной 15 конструкции и особенно с целью уменьшения производственной себестоимости. Во внутренней аэродинамике, а именно в колесе турбины и колесе компрессора, используется технология турбокомпрессора высокого технического уровня. Например, предпочтительное направление потока и перепад давления почти оптимальны для комплектующих деталей автомеханического турбокомпрессора и соответственно близки 20 к оптимальным для использования в турбонагревателе 10. Максимальная температура цикла 1500° по Фаренгейту (°F) предпочтительна, чтобы позволить использование экономичных материалов для высокотемпературных комплектующих.

[0029] Снова со ссылкой на фиг. 1, теплообменный элемент 14 используется для восстановления конечного тепла в отработанных газах. В связи с этим турбонагреватель 25 10 оборудован соответствующим каталитическим нейтрализатором 34, который сокращает выброс угарного газа и других токсичных выбросов в отработанных газах для подачи главным образом пригодного для дыхания нагретого воздуха, как изображено на фиг. 1. Этот пример осуществления изобретения особенно пригоден для применения в конструкциях вне помещения, где нагретый воздух производится с 30 использованием каталитического элемента 34, расположенного внутри теплообменного блока 14. Поскольку камера сгорания 20 в газотурбинном двигателе 12 производит значительно меньше угарного газа (CO) в сравнении с бензиновым двигателем с принудительным зажиганием, правильно подобранный каталитический элемент 34 на газотурбинном двигателе 12 может сократить выбросы до приемлемого уровня. 35 Каталитический элемент 34 крепится непосредственно к выхлопной трубе газотурбинного двигателя 12 посредством трубы диффузора 36. Выхлопные газы из каталитического элемента 34 будут в пределах от 1250 °F до 1300°F максимум, и дополнительный поток воздуха от осевого вентилятора 26 будет обтекать каталитический элемент 34 и в пределах объема, ограниченного корпусом 38 для 40 перемешивания и смешивания со свежим воздухом, будет производить относительно равномерную температуру нагнетания порядка 250°F. В связи с этим КПД турбонагревателя 10 может достигать 97% в зависимости от объема одновременно вырабатываемой электроэнергии.

[0030] Поочередно воздухо-воздушные теплообменники, теплообменник «жидкость-воздух», змеевик для подогрева жидкости или их комбинация могут использоваться для выработки нагретого воздуха, нагретой жидкости или того и другого. Подобным образом в некоторых областях применения, где потребление нагретого воздуха человеком не является требованием, теплообменник или каталитический нейтрализатор

может не требоваться, и таким образом выхлопной газ непосредственно из газотурбинного двигателя 12 смешивается со свежим воздухом от осевого вентилятора 26, чтобы произвести нагретую смесь выхлопных газов и воздуха.

5 [0031] Турбонагреватель 10 является автономным и почти мгновенно запускающимся и будет работать при минимальном выходе тепла при приемлемом цикле включения-выключения для меньшего количества требуемого тепла. Работа турбонагревателя 10 таким образом может снабжать окружающую среду равномерным теплом, используя минимальное количество необходимого топлива. Как таковой турбонагреватель 10 - идеальный источник нагретого воздуха, поскольку он может снабжать большим количеством тепла при относительно низких температурах внешней среды. Например, номинально рассчитанный на 500000 БТЕ/час турбонагреватель 10 может быть отрегулирован от менее чем 250000 БТЕ/час до более чем 750000 БТЕ/час при температуре внешней среды минус 50°F.

10 [0032] Более подробная информация касательно компонентов и работы турбонагревателя 10 и газотурбинного двигателя 12 изложена в патенте США №6073857, патенте США №6161768 и патенте США №6679433, выданных Gordon с соавторами. Полное описание изобретений каждого из вышеуказанных патентов включается в настоящий документ посредством ссылки.

15 [0033] Со ссылкой на фиг. 2А и 2В высокооборотный вал в сборе 24 включает в себя узел шейки вала 40, расположенный перед турбиной 22, и проходит через сопловой аппарат турбины 42. Узел шейки вала 40 включает в себя блок отражателя топлива 46, который запрессован на вспомогательную втулку 48, образующую часть компрессора 18. Блок высокооборотного вала 24 - это узел, поворотно закрепленный задним подшипником 50 с внутренним кольцом подшипника 52, наружным кольцом подшипника 20 54 и шарикоподшипником 56. Пружины сжатия 58 в сочетании с тарельчатыми пружинами 60 прижимают блок вала 24 к стенке компрессора газотурбинного двигателя 12, чтобы разместить надлежащим образом комплект вала.

25 [0034] Со ссылкой на фиг. 2 В узел шейки вала 40 также включает в себя продувочный вентилятор 62 с лопатками 64 рабочего колеса, выступающими из лопасти продувочного вентилятора 66. Неподвижно закрепленный блок диффузора 68 расположен между гнездом пружины 70 и крышкой 72. Неподвижно закрепленный блок диффузора 68 включает в себя задние лопасти диффузора 74, прилегающие к продувочному вентилятору 62, и передние лопасти диффузора 76, которые упираются в крышку 72. Воздух поступает из компрессора 22 через канал в область между узлом шейки вала 30 40 и сопловым аппаратом турбины 42. Воздух под давлением проходит через блок заднего диффузора 68 сверху и снизу через кольцо 78 и к кольцу 80 между крышкой 72 и блоком заднего подшипника 50. Топливо передается из топливопровода 78 через топливный канал 86 и в кольцо 82. Топливо протекает между тарельчатыми пружинами 60 и крышкой 72 в открытое кольцо 84 в блоке подшипника 50, где топливо 35 подготавливается и смешивается со сжатым воздухом из компрессора 18 так, что оно распыляется.

40 [0035] Топливоздушная смесь проходит через блок заднего подшипника 50 и поступает в канал подачи топлива 94. Канал подачи топлива 94 отклоняется относительно продольной оси узла шейки вала 40 и обозначен между узлом отражателя топлива 46 и дефлектором топлива 96. Как видно на фиг. 3А и 3С, задняя поверхность 96b имеет выемку в форме прилегающей к блоку заднего подшипника 50, чтобы облегчить подачу топлива в канал 94. Со ссылкой на фиг. 2А и 4А-4D блок отражателя топлива 46 является частью узла шейки вала 40 и включает в себя корпус отражателя

топлива 98, радиальное кольцо дефлектора 100 и рабочее колесо 102 отражателя топлива. Топливо под действием центробежных сил движется вперед на радиальное кольцо дефлектора 100 и наружу через отверстия 104, образованные в рабочем колесе отражателя топлива 102. А именно внешняя поверхность корпуса отражателя топлива 98 и внутренняя поверхность дефлектора топлива 96 образуют радиально расширяющийся канал подачи топлива 94. Радиальное кольцо дефлектора 100 расположено на конце канала подачи топлива 94 и имеет лицевую поверхность с наклоном 106, направленным в сторону впускных отверстий 104. Ряд треугольных лопаток 108 тянется от наклонной поверхности 106. Как целесообразно в настоящем случае, шестнадцать лопаток 108 равномерно распределены по кольцу дефлектора 100. Наклонная поверхность 106 и треугольные лопатки 108 эффективно направляют топливовоздушную смесь из канала подачи топлива 94 к впускным отверстиям 104, образованным в рабочем колесе отражателя топлива, при этом продолжает минимизироваться накопление нагара в линии подачи топлива.

[0036] Как наилучшим образом показано на фиг. 4С, впускное отверстие 104 закруглено по радиусу, чтобы исключить нормаль к поверхности течения топливовоздушной смеси. Рабочее колесо отражателя топлива 102 также имеет каналы сброса 110 плавных форм, исключая угловые участки, где может легко образовываться нагар, которые заканчиваются у выходных отверстий 112. Каналы сброса 110 образуются сверлением конических отверстий по окружности рабочего колеса отражателя топлива 102, избегая углов в линии подачи топлива. Рабочее колесо отражателя топлива 102 также имеет небольшой наклон назад для образования канала, наклоненного назад, как лучше всего видно на фиг. 4D. В частности, выходное отверстие 112 по окружности расположено под углом к радиальной линии, проходящей через впускное отверстие, как показано на фиг. 4D.

[0037] Как отмечалось выше, смесь, поступающая в дефлектор топлива 96, - это воздух, жидкое топливо, пары топлива, расширенные возможно до состояния плазмы, по существу полный диапазон нагретого частично сгоревшего топлива, результатом которого может стать медленное образование нагара со временем до момента образования закупорки в линии подачи топлива. Как лучше всего показано на фиг. 3А и 3В, внутренняя поверхность 96i дефлектора топлива имеет фасонную поверхность, например волнообразный рельеф, чтобы облегчить решение этой проблемы. Как в настоящее время является предпочтительным, ряд концентрических неровностей сформирован на внутренней поверхности 96i дефлектора топлива 96 вдоль продольной оси. Эти концентрические неровности распространяются от входа до выхода канала подачи топлива 94. В частности, эксперименты, проводимые на микрогазотурбинном двигателе с дефлектором топлива с двенадцатикратной волнистостью, с шагом (p) около 1.5 мм, глубиной (d) около 0.1 мм и радиусом скругления передней кромки (r) около 0.8 мм, произвели значительное сокращение нагара, размеры нагара, стремящиеся к нулю. Масштабирование (т.е. относительный размер) волнообразного рельефа для двигателей различного объема только ограничено размерами поверхности, близкими к вышеуказанным, поскольку состояние топлива находится в функциональной зависимости от подготовки топлива, для которой температура топлива, скорость и количество механического перемешивания будут аналогичными независимо от размера нагревателей.

[0038] Топливоздушная смесь, выливаясь из канала подачи топлива 94, поступает на блок отражателя топлива 46 вместе с дополнительным воздухом, захваченным из камеры сгорания 20. Топливоздушная смесь сжигается и выпускается через турбину

22, которая в свою очередь приводит в действие компрессор 18 через блок вала 24.

[0039] Специалисты в данной области техники признают, что турбонагреватель 10 может быть снабжен регулятором работы двигателя и различными датчиками для отслеживания и контроля за рабочими параметрами двигателя, системой зажигания, чтобы инициировать горение, электрическим топливным насосом для закачивания топлива в топливный канал 78, 86, образованный в газотурбинном двигателе 12, и пусковым устройством с двигателем стартера с надлежащими характеристиками, чтобы обеспечить надлежащую мощность для запуска газотурбинного двигателя 12 во время очень холодной погоды. Подробное описание этих компонентов, как и работа турбонагревателя 10, изложены в патентах, выданных Gordon с соавторами, предварительно включенных в виде ссылок в настоящий документ.

[0040] Вышеизложенное описание примеров осуществления изобретения было представлено с целью иллюстрирования и описания. Оно не предназначено быть исчерпывающим или ограничивать настоящее изобретение. Индивидуальные элементы или характеристики конкретного примера осуществления, как правило, не ограничиваются этим конкретным примером осуществления, а в процессе применения являются заменяемыми и могут использоваться в избранном примере осуществления изобретения, даже если они специально не показаны и не описаны. Они же могут варьироваться различным образом. Такие вариации не должны считаться отклонениями от настоящего изобретения, и все подобные модификации предназначены для включения в область применения настоящего изобретения.

Формула изобретения

1. Газотурбинный двигатель, содержащий:

корпус двигателя с поворотным закрепленным блоком вала на блоке подшипника; камеру сгорания, заключенную в вышеуказанный корпус двигателя; компрессор, присоединенный к указанному блоку для вращения вокруг продольной оси, при этом указанный компрессор гидравлически соединен с указанной камерой сгорания;

турбину, присоединенную к указанному блоку вала для вращения вокруг упомянутой продольной оси, при этом указанная турбина гидравлически соединена с указанной камерой сгорания; и

систему подачи топлива для доставки топливовоздушной смеси в указанную камеру сгорания, при этом указанная система подачи топлива включает:

блок отражателя топлива, поворотным закрепленный на указанном блоке вала, включающий в себя корпус отражателя топлива и рабочее колесо отражателя топлива, при этом указанное рабочее колесо отражателя топлива содержит канал сброса, гидравлически соединенный с указанной камерой сгорания; и

дефлектор топлива, неподвижно закрепленный внутри указанного корпуса двигателя, при этом указанный дефлектор топлива имеет внутреннюю поверхность, расположенную на определенном расстоянии и напротив наружной поверхности указанного корпуса отражателя топлива, образуя канал подачи топлива, указанный канал подачи топлива имеет вход, гидравлически соединенный с топливопроводом, отклоняется вдоль указанной продольной оси и заканчивается выходом, прилегающим к указанному каналу сброса указанного рабочего колеса отражателя, и где указанная внутренняя поверхность имеет фасонную поверхность, образованную рядом концентрических неровностей на ней.

2. Газотурбинный двигатель по п. 1, где указанный ряд концентрических неровностей

образован в указанной внутренней поверхности вдоль указанной продольной оси от указанного входа и указанного выхода указанного канала подачи топлива.

3. Газотурбинный двигатель по п. 2, где указанная фасонная поверхность также содержит закругленные переходы между каждым из указанного ряда концентрических неровностей.

4. Газотурбинный двигатель по п. 1, где указанное рабочее колесо отражателя закреплено на указанном корпусе отражателя для совместного вращения с ним.

5. Газотурбинный двигатель по п. 1, также содержащий множество отверстий, как правило, расположенных радиально сквозь указанное рабочее колесо отражателя, формируя указанный канал сброса.

6. Газотурбинный двигатель по п. 5, где каждое из указанного множества отверстий отклоняется от впускного канала, прилегающего к указанному каналу подачи топлива, в направлении выпускного канала, прилегающего к указанной камере сгорания, устанавливая границы конусообразного канала сброса.

7. Газотурбинный двигатель по п. 5, где каждое из указанного множества отверстий имеет впускной канал, прилегающий к указанному каналу подачи топлива, и выпускной канал, прилегающий к указанной камере сгорания, указанный выпускной канал по окружности смещен от радиальной линии, проходящей через впускной канал, образуя стреловидный канал.

8. Газотурбинный двигатель по п. 5, где каждое из указанного множества отверстий имеет контурированный впускной канал, прилегающий к указанному каналу подачи топлива, и выпускной канал, прилегающий к указанной камере сгорания.

9. Газотурбинный двигатель по п. 1, также содержащий кольцо дефлектора топлива с наклонной лицевой поверхностью, помещенное между указанным выходом указанного канала подачи топлива и указанным каналом сброса.

10. Газотурбинный двигатель по п. 9, где указанное кольцо дефлектора топлива закреплено на указанном корпусе отражателя топлива для совместного вращения с ним.

11. Газотурбинный двигатель по п. 9, где указанное кольцо дефлектора топлива также содержит ряд лопаток, выступающих из указанной наклонной лицевой поверхности и равноудаленно рассредоточенных вокруг указанного кольца дефлектора.

12. Газотурбинный двигатель по п. 1 в сочетании с теплообменным элементом, гидравлически соединенным с указанной турбиной, так что выхлопные газы, выбрасываемые из газотурбинного двигателя, проходят через указанный теплообменный элемент.

13. Газотурбинный двигатель по п. 1 в сочетании с элементом каталитического нейтрализатора, гидравлически соединенным с указанной турбиной, так что выхлопные газы, выбрасываемые из газотурбинного двигателя, проходят через указанный элемент каталитического нейтрализатора.

14. Газотурбинный двигатель, содержащий:

сопловой аппарат турбины, расположенный внутри корпуса двигателя и поддерживающий втулку сопла;

блок вала, расположенный внутри указанной втулки сопла и фиксирующий кольцо между ними;

блок подшипника, расположенный внутри указанного кольца и поддерживающий указанный блок вала в указанной втулке сопла для вращения вокруг продольной оси;

дефлектор топлива, закрепленный на указанной втулке сопла и выступающий из указанного кольца, указанный дефлектор топлива имеет фасонную внутреннюю

поверхность, образованную рядом концентрических неровностей;

турбину, функционально расположенную на переднем конце указанного блока вала;
компрессор, функционально расположенный на обратном конце указанного блока вала;

5 камеру сгорания, концентрически расположенную у блока вала между компрессором и турбиной;

топливопровод для подачи топлива в указанное кольцо;

10 блок отражателя топлива, присоединенный к указанному блоку вала для вращения с ним, при этом указанный блок отражателя топлива включает в себя корпус отражателя топлива с наружной поверхностью, расположенной на расстоянии и напротив указанной внутренней поверхности указанного дефлектора топлива, образуя канал подачи топлива, при этом указанный канал подачи топлива имеет вход, гидравлически соединенный с указанным кольцом, отклоняется вдоль указанной продольной оси и заканчивается выходом, а рабочее колесо отражателя топлива имеет канал сброса, образованный в 15 этом месте, прилегающий к указанному выходу для обеспечения гидравлического соединения указанного канала подачи топлива с указанной камерой сгорания указанного канала подачи топлива.

15. Газотурбинный двигатель по п. 14, где указанный ряд концентрических неровностей образован в указанной внутренней поверхности вдоль указанной 20 продольной оси от указанного входа и указанного выхода.

16. Газотурбинный двигатель по п. 15, где указанная фасонная поверхность также имеет закругленный переход между каждым из ряда концентрических неровностей.

17. Газотурбинный двигатель по п. 14, также имеющий множество отверстий, проходящих через указанное рабочее колесо отражателя топлива, образуя указанный 25 канал сброса, при этом каждое из указанного множества отверстий отклоняется от впускного канала, прилегающего к указанному каналу подачи топлива, в направлении выпускного канала, прилегающего к указанной камере сгорания, определяя границы конусообразного канала сброса.

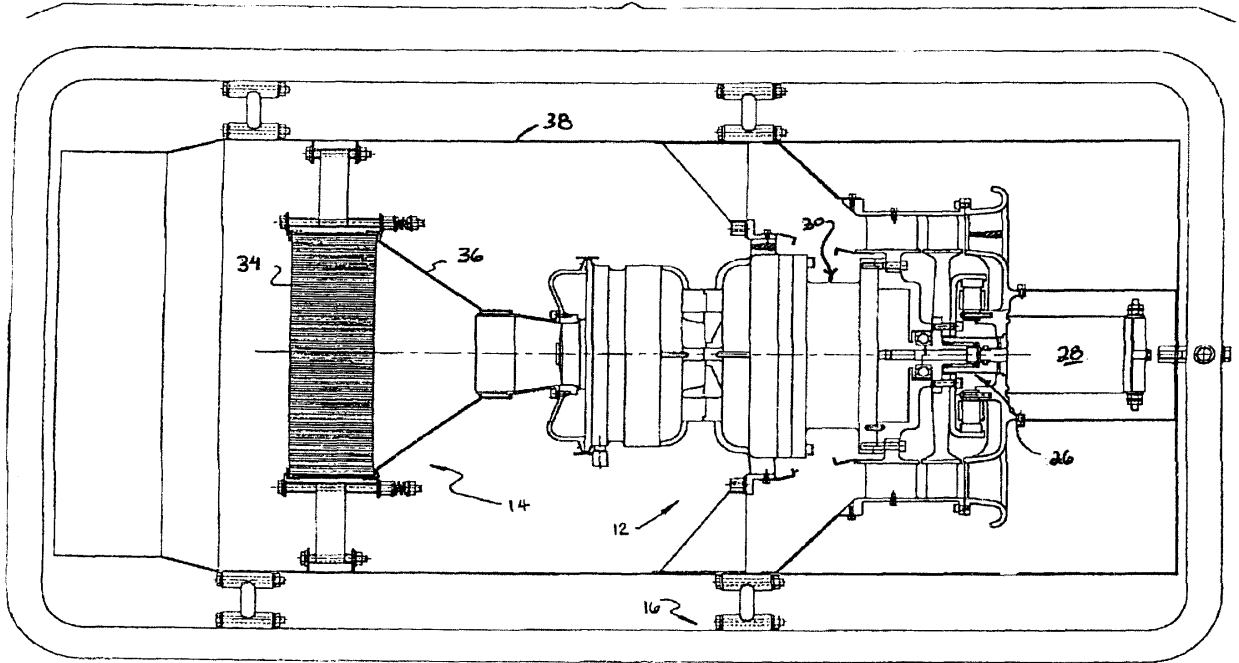
18. Газотурбинный двигатель по п. 17, где указанный выпускной канал по окружности 30 смещен от радиальной линии, проходящей через указанный впускной канал, определяя границы стреловидного канала.

19. Газотурбинный двигатель по п. 14, также содержащий кольцо дефлектора топлива, закрепленное на указанном корпусе отражателя топлива для совместного вращения с ним, указанное кольцо дефлектора имеет наклонную лицевую плоскость, помещенную 35 между указанным выходом указанного канала подачи топлива и указанным каналом сброса.

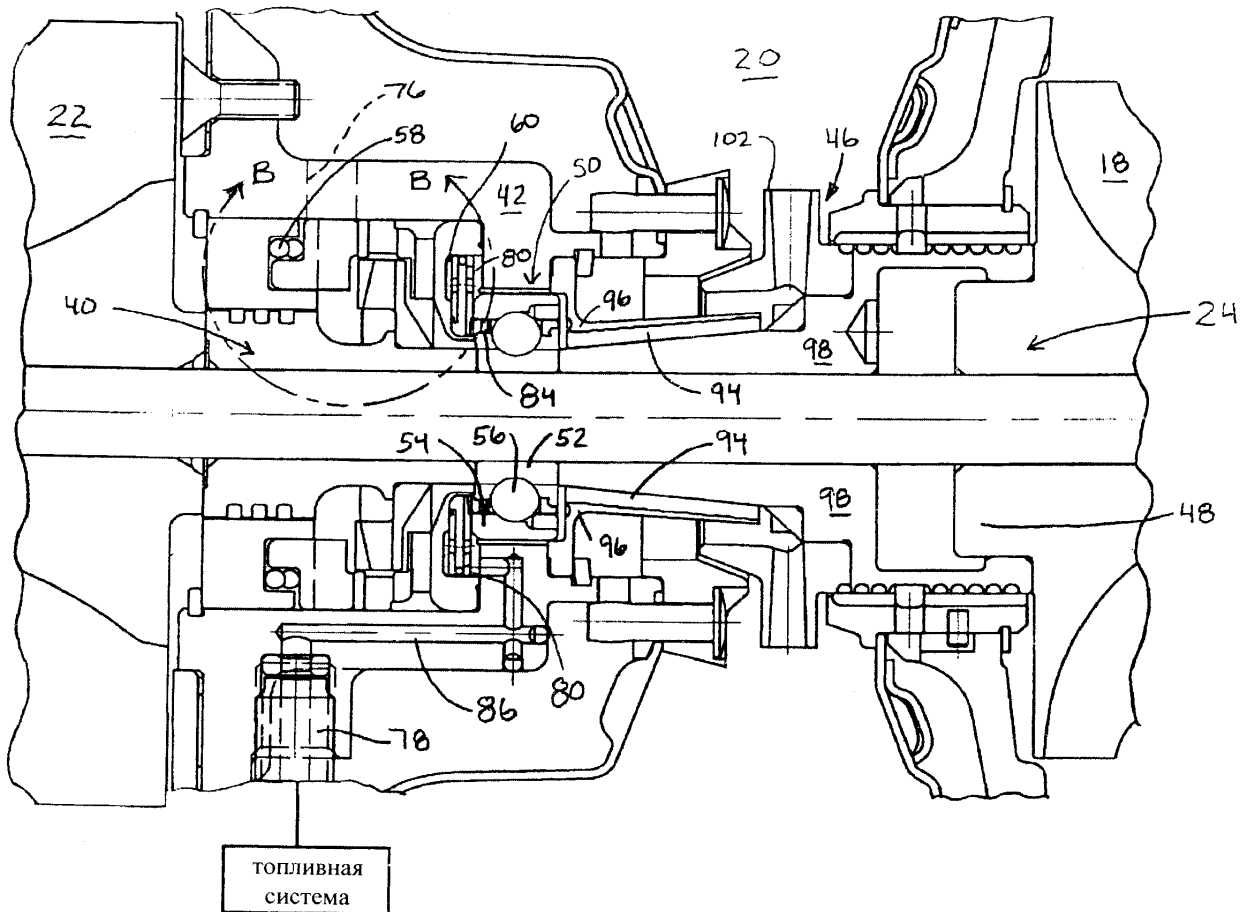
20. Газотурбинный двигатель по п. 19, где указанное кольцо дефлектора топлива также содержит ряд лопаток, выступающих из наклонной лицевой поверхности и равноудаленно распределенных вокруг указанного кольца дефлектора.

40 21. Газотурбинный двигатель по п. 14 в сочетании с теплообменным элементом, гидравлически соединенным с указанной турбиной, так что выхлопные газы, выбрасываемые из газотурбинного двигателя, проходят через указанный теплообменный элемент.

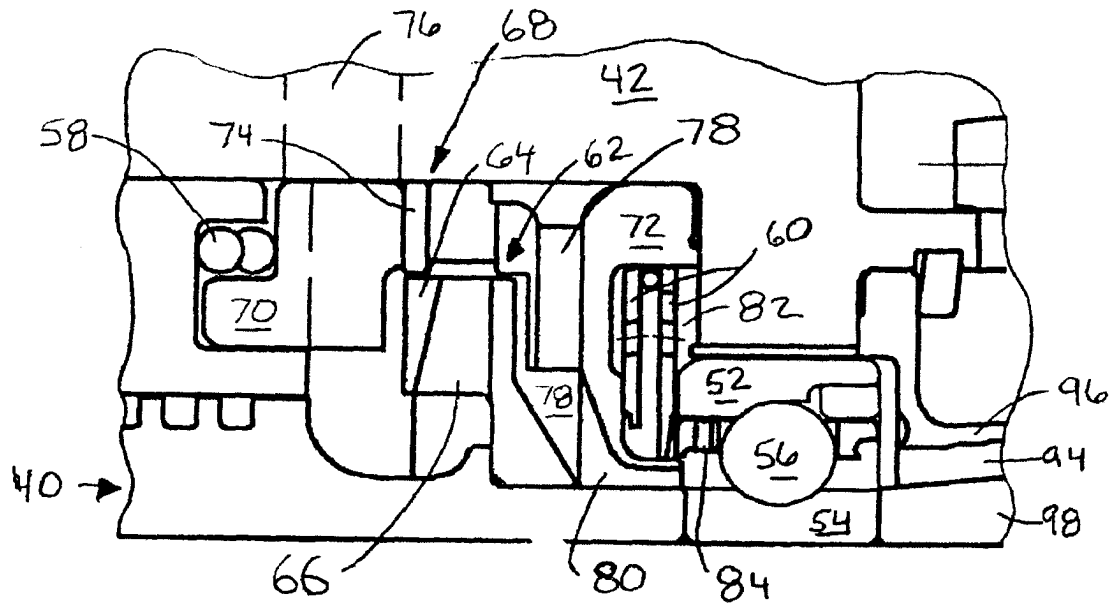
22. Газотурбинный двигатель по п. 14 в сочетании с элементом каталитического 45 нейтрализатора, гидравлически соединенного с указанной турбиной, так что выхлопные газы, выбрасываемые из газотурбинного двигателя, проходят через указанный элемент каталитического нейтрализатора.



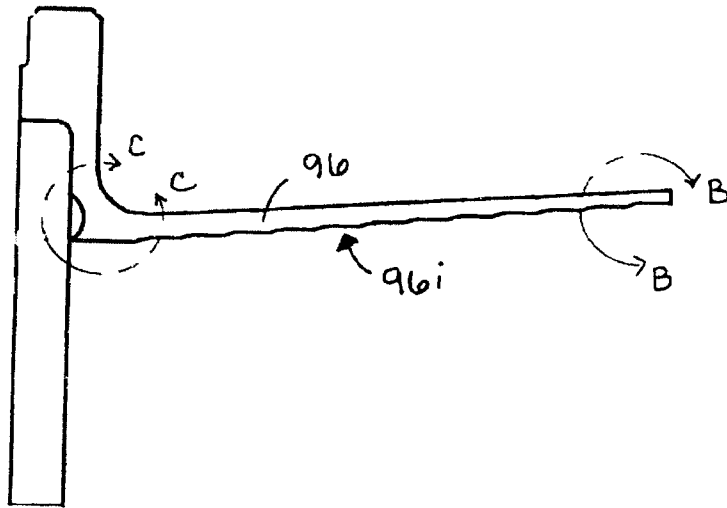
Фиг. 1



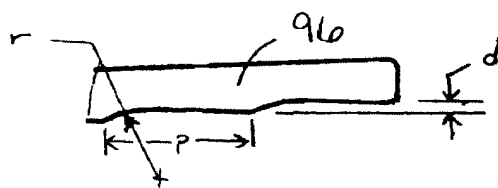
Фиг. 2А



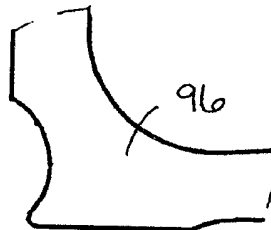
Фиг. 2В



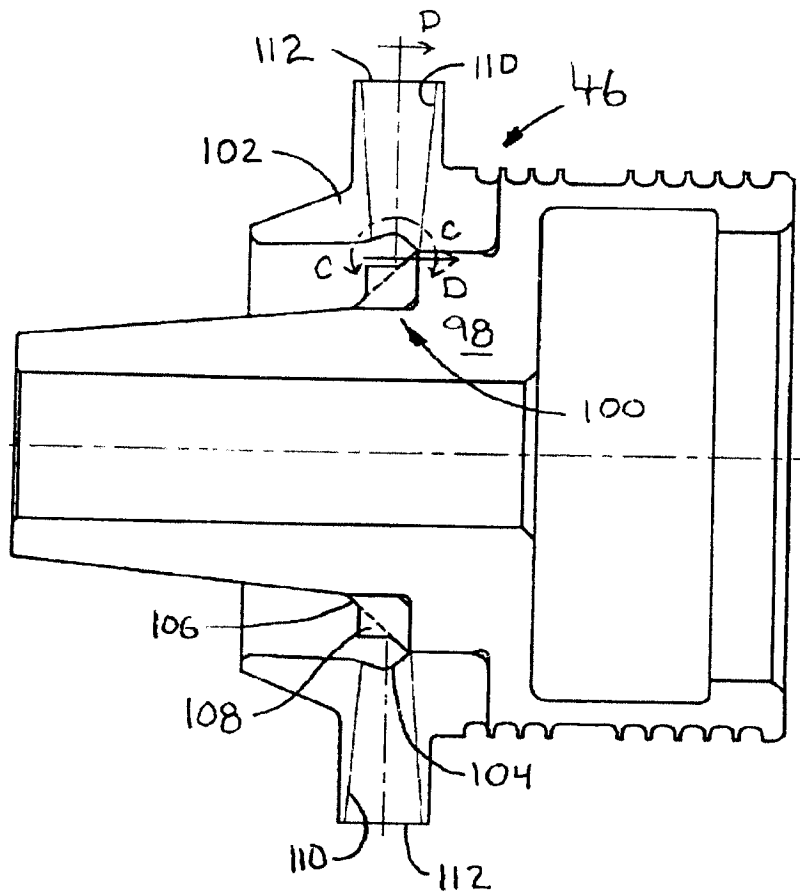
Фиг. 3А



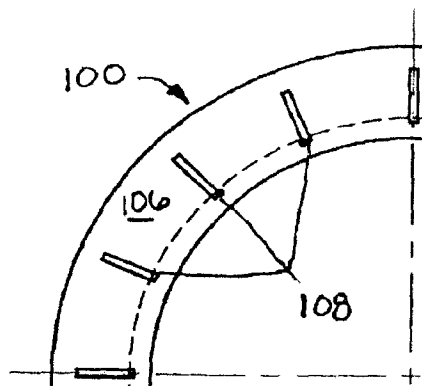
Фиг. 3В



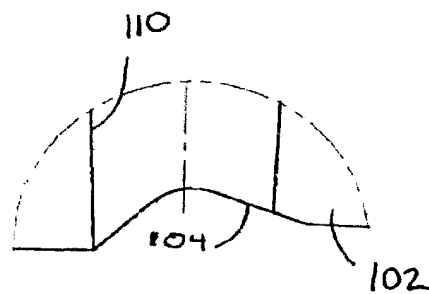
Фиг. 3С



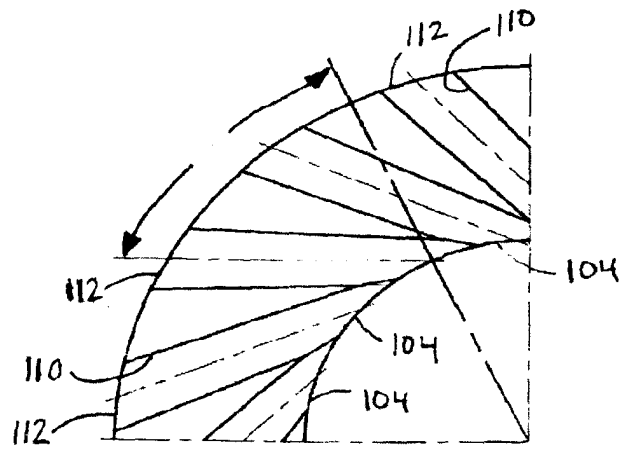
Фиг. 4А



Фиг. 4В



Фиг. 4С



Фиг. 4D