

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039361**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.01.18

(51) Int. Cl. **F01C 3/02 (2006.01)**
F01C 19/02 (2006.01)

(21) Номер заявки
201990475

(22) Дата подачи заявки
2017.09.01

(54) **УСТРОЙСТВО С ВРАЩАЮЩИМСЯ ПОРШНЕМ И ЦИЛИНДРОМ**

(31) **1614976.7**

(56) **WO-A2-2010023487**

(32) **2016.09.02**

GB-A-2528508

(33) **GB**

EP-A1-0933500

(43) **2019.07.31**

GB-A-1068067

(86) **PCT/GB2017/052557**

DE-A1-1553050

(87) **WO 2018/042195 2018.03.08**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ЛОНТРА ЛИМИТЕД (GB)

(72) Изобретатель:
Линдси Стивен Фрэнсис (GB)

(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(57) Устройство (1) с вращающимся поршнем и цилиндром, содержащее ротор (2), статор (4) и затвор (3), выполненный с возможностью вращения, причем указанное устройство содержит ротор, выполненный с возможностью вращения затвор, причем ротор содержит поршень (5), содержащий первую сторону (5b) и вторую сторону (5a), причем первая сторона (5b) выполнена с возможностью образования уплотнения с щелью затвора и содержит рабочую поверхность, а вторая сторона (5a), по существу, представляет собой сторону, обращенную в направлении, противоположном первой стороне, и содержит уплотняющий участок, выполненный с возможностью образования уплотнения с щелью затвора и/или статором, и неуплотняющий участок, выполненный без возможности образования уплотнения с щелью затвора.

B1

039361

039361

B1

Область техники

Настоящее изобретение в целом относится к устройствам с вращающимся поршнем и цилиндром.

Уровень техники

Устройства с вращающимся поршнем и цилиндром могут быть выполнены в различных формах и могут находить применение в таких устройствах, как двигатель внутреннего сгорания, компрессор, такой как компрессор наддува или насос для текучей среды, экспандер, такой как паровой двигатель или заменитель турбины, или другое устройство прямого вытеснения.

Устройство с вращающимся поршнем и цилиндром содержит ротор и статор, причем статор по меньшей мере частично образует кольцевую камеру или пространство цилиндра, ротор может быть выполнен в форме кольца или кольцевой (вогнутой в поперечном сечении) поверхности и содержит по меньшей мере один поршень, который проходит от ротора в кольцевое пространство цилиндра и который, при эксплуатации, перемещается в окружном направлении через кольцевое пространство цилиндра при вращении ротора относительно статора, при этом ротор уплотнен относительно статора, а указанное устройство дополнительно содержит затвор для пространства цилиндра, выполненный с возможностью перемещения относительно статора в закрытое положение, в котором затвор разделяет кольцевое пространство цилиндра, и в открытое положение, в котором затвор обеспечивает возможность прохождения по меньшей мере одного поршня, например посредством установки затвора с возможностью вращения, причем затвор для пространства цилиндра, может быть выполнен в форме дискового затвора.

Предложен улучшенный поршень для таких устройств.

Раскрытие сущности изобретения

В соответствии с изобретением предложено устройство с вращающимся поршнем и цилиндром, содержащее

ротор,

затвор, выполненный с возможностью вращения, при этом

ротор содержит поршень, который содержит первую сторону и вторую сторону, причем

первая сторона выполнена с возможностью образования уплотнения с щелью затвора и содержит рабочую поверхность поршня,

вторая сторона может, по существу, представлять собой сторону, обращенную в направлении, противоположном первой стороне, и может содержать уплотняющий участок, выполненный с возможностью образования уплотнения с щелью затвора и/или статором, и неуплотняющий участок, выполненный без возможности образования уплотнения с щелью затвора и/или статором.

Уплотняющий участок второй стороны может содержать дальний участок поверхности, выполненный с возможностью образования уплотнения с поверхностью щели затвора или поверхностью статора, или их сочетанием.

В этом контексте в отношении уплотнения между поршнем и соответствующими поверхностями, образующими камеру статора, и между поршнем и поверхностями затвора, образующими щель, ссылка на уплотнение допускает обеспечение пути преднамеренной утечки текучей среды путем близкого расположения между противоположными поверхностями, и не обязательно означает образование непроницаемой для текучей среды конструкции. В пределах этого объема уплотнение может быть образовано посредством близко расположенных поверхностей, или близко расположенной линии, или близко расположенной области. Уплотнение может быть образовано посредством уплотняющего зазора между противоположными поверхностями для уменьшения или ограничения передачи текучей среды через него. Уплотняющие зазоры, соответствующие разным поверхностям, могут иметь разные расстояния зазора до их соответствующих противоположных частей вследствие разных требований к установке и эксплуатации.

Неуплотняющий участок может содержать поверхность, отдаленную от уплотняющего участка или отведенную назад от него, а уплотняющий участок может содержать дальнюю область указанной второй стороны.

Вторая сторона или участок второй стороны можно рассматривать как имеющий увеличенное расстояние зазора относительно щели затвора.

Неуплотняющий участок второй стороны по существу не содержит уплотняющей или близко расположенной поверхности относительно поверхности щели затвора. Неуплотняющий участок может быть расположен на достаточном расстоянии от противоположной поверхности статора/щели затвора таким образом, чтобы не уплотнять или образовывать близко расположенную линию области. Неуплотняющий участок можно рассматривать как смещенный (по меньшей мере частично) от геометрически идеального положения или конфигурации (для влияния на уплотнение). Смещение может быть в целом по направлению к первой стороне. Смещение может быть однородным или может быть неровным или неоднородным по площади смещения.

Вторая сторона может быть именована обратной стороной. В зависимости от применения, для которого используют устройство, рабочая поверхность и обратная поверхность могут являться передней и задней поверхностями, соответственно, или наоборот.

Первая сторона и вторая сторона могут соответственно занимать противоположные части поршня, таким образом расположенного вдоль направления вращения ротора.

Можно считать, что первая и вторая стороны содержат дальние боковые участки.

Поршень может быть по меньшей мере частично полым. Значительная объемная часть второго бокового участка может быть полый или содержать одну или более полостей или углублений. Первый боковой участок может также быть полым.

Дальняя область второй стороны может обеспечивать отверстие в пространство, находящееся внутри относительно поршня. Неуплотняющий участок может обеспечивать отверстие в область, находящуюся внутри относительно поршня, или являться таким отверстием.

Дальняя область второй стороны может содержать предел или периферию отверстия, или полости, или пространства, причем дальняя область содержит поверхность. Поверхность имеет измеряемые размеры поверхности и может не относиться к краю, острому/выраженный углу или участку, имеющему по существу незначительную площадь поверхности или ширину/размер поверхности.

Вторая сторона может являться боковым участком с открытым концом. Второй боковой участок может, по существу, не содержать значительной обратной поверхности или стороны.

Внутренний объем поршня может включать вставку, образованную из материала, отличающегося от значительной части поршня. Вставка может быть выполнена в виде структурной вставки.

В настоящем документе термин "поршень" использован в его наиболее широком значении, включающем, там, где позволяет контекст, перегородку, выполненную с возможностью перемещения относительно стенки цилиндра, причем такой перегородке в целом не требуется иметь существенную толщину в направлении относительного перемещения, и она может быть выполнена в форме лопасти. Перегородка может иметь существенную толщину или быть полый. Поршень может образовывать перегородку внутри пространства цилиндра. Поршень может быть выполнен с возможностью вращения вокруг оси вращения ротора при эксплуатации.

Хотя в теории затвор может быть выполнен с возможностью возвратно-поступательного перемещения, предпочтительно избегать использования компонентов, выполненных с возможностью возвратно-поступательного перемещения, в частности, если требуются высокие скорости, и затвор предпочтительно содержит один или более дисков затвора, выполненных с возможностью расположения так, чтобы по существу совпадать с проходящим в окружном или кольцевом канале кольцевым пространством цилиндра, и содержащих по меньшей мере одно отверстие, которое в открытом состоянии затвора обеспечивает возможность прохождения указанного по меньшей мере одного поршня через них.

Ротор и статор могут образовывать рабочую камеру. Поверхность ротора, которая частично образует рабочую камеру, может быть вогнутой или изогнутой в поперечном сечении. Рабочая камера может иметь по существу кольцевую форму.

Затвор может являться перегородкой, проходящей по существу в радиальном направлении относительно пространства цилиндра.

Указанное по меньшей мере одно отверстие затвора может быть образовано по существу в радиальном направлении в затворе и относительно него.

Предпочтительно ось вращения ротора не параллельна оси вращения затвора. Наиболее предпочтительно ось вращения ротора, по существу, ортогональна оси вращения затвора.

Предпочтительно поршень имеет такую форму, чтобы проходить через отверстие в перемещающемся затворе без застревания при прохождении отверстия через кольцевое пространство цилиндра. Поршень может иметь такую форму, чтобы обеспечивать минимальное расстояние зазора между поршнем и отверстием в затворе, таким образом, чтобы образовывать уплотнение при прохождении поршня через отверстие. Уплотнение может быть образовано на поверхности или краевой области первого бокового участка поршня. В случае с компрессором первый боковой участок обеспечивает переднюю поверхность, а в случае с экспандером первый боковой участок обеспечивает заднюю поверхность. В любом из этих случаев первый боковой участок содержит рабочую поверхность поршня, которая является поверхностью, которая прикладывает существенное воздействие на рабочую текучую среду или на которую прикладывает воздействие рабочая текучая среда.

Ротор может поворотно опираться на статор вместо того, чтобы зависеть от взаимодействия между поршнем и стенками цилиндра для относительного расположения корпуса ротора и статора. Следует понимать, что устройство с вращающимся поршнем и цилиндром отличается от известного устройства поршня возвратно-поступательного хода, в котором поршень поддерживают соосным цилиндру посредством подходящих поршневых колец или гребней, которые обеспечивают относительно высокие силы трения.

Ротор может вращательно опираться на подходящую опору, расположенную на статоре или узле статора.

Опора может быть расположена между деталями, сопряженными или соединенными с ротором или статором.

Предпочтительно статор содержит по меньшей мере один или более каналов. Может быть обеспечен по меньшей мере один канал для впускного потока и по меньшей мере один канал для выпускного потока.

По меньшей мере один из каналов может по существу примыкать к затвору.

По меньшей мере один из каналов может быть расположен таким образом, чтобы образовывать канал с клапаном, взаимодействующий с каналом в роторе.

Предпочтительно соотношение угловой скорости ротора к угловой скорости диска затвора составляет 1:1, хотя возможны и другие соотношения.

Устройство может быть такого типа, в котором поверхность ротора, образующая камеру, направлена или обращена в целом по направлению наружу относительно оси вращения ротора. Устройство может быть также такого типа, в котором поверхность ротора, образующая камеру, направлена или обращена в целом по направлению внутрь относительно оси вращения ротора.

Затвор может быть выполнен таким образом, чтобы проходить через или пересекать рабочую камеру на (только) одной области или участке пространства цилиндра.

Устройство и любой признак устройства может содержать одну или более структурных или функциональных характеристик, описанных в описании ниже и/или показанных на чертежах.

Краткое описание чертежей

Ниже исключительно в качестве примера будут описаны различные варианты реализации изобретения со ссылкой на следующие чертежи, на которых

на фиг. 1 показан перспективный вид устройства с вращающимся поршнем и цилиндром,

на фиг. 2 показан вид в поперечном разрезе устройства по фиг. 1, выполненном по плоскости, содержащей ось вращения ротора,

на фиг. 3 показан перспективный вид устройства по фиг. 1 без статора, На фиг. 4а и 4b показаны перспективные виды поршня ротора, На фиг. 5 показан перспективный вид варианта реализации поршня,

на фиг. 6 показан перспективный вид варианта реализации ротора, включающий дополнительный вариант реализации поршня,

На фиг. 7а и 7b показаны перспективные виды варианта реализации поршня, На фиг. 8а и 8b показаны перспективные виды варианта реализации поршня, На фиг. 9а и 9b показаны перспективные виды варианта реализации поршня,

на фиг. 10а и 10b показан перспективный вид и вид в поперечном разрезе варианта реализации поршня,

на фиг. 11а и 11b показаны перспективные виды варианта реализации поршня,

на фиг. 12а и 12b показаны перспективные виды варианта реализации поршня, На фиг. 13а и 13b показаны перспективные виды варианта реализации поршня,

на фиг. 14 показан перспективный вид варианта реализации поршня,

на фиг. 15а и 15b показаны перспективные виды варианта реализации поршня,

на фиг. 16а и 16b показаны перспективные виды варианта реализации поршня,

на фиг. 17а и 17b показаны перспективные виды варианта реализации поршня,

на фиг. 18а и 18b показаны перспективные виды варианта реализации поршня,

на фиг. 19а и 19b показаны перспективные виды варианта реализации поршня,

на фиг. 20а и 20b показаны перспективные виды варианта реализации поршня,

на фиг. 21а и 21b показаны перспективные виды поршня другого типа устройства с вращающимся поршнем и цилиндром,

на фиг. 22а и 22b показаны перспективные виды поршня еще одного типа устройства с вращающимся поршнем и цилиндром.

Осуществление изобретения

Делается ссылка на фиг. 1, 2 и 3, на которых изображено устройство 1 с вращающимся поршнем и цилиндром, содержащее ротор 2, статор 4 и диск 3 затвора, которые могут быть выполнены с возможностью использования во множестве эксплуатационных комплектаций.

Статор 4, хотя он и не показан на фиг. 3 для удобства изображения, но показан частично на фиг. 1 и 2, содержит конструкцию, такую как корпус или кожух, которую удерживают относительно ротора, и поверхность статора, обращенную к поверхности 2а ротора, совместно образующие кольцевое пространство цилиндра или рабочую камеру, обозначенную в целом 100.

Статор 4 содержит то, что может быть именовано внутренним статором и наружным статором. Внутренний статор 4а имеет по существу цилиндрическую форму и образует наружную поверхность 4а'. Наружный статор 4b имеет по существу кольцевую форму.

Обеспечен поршень 5, выполненный за одно целое с ротором или прикрепленный к нему, и отходящий от поверхности 2а. Щель 3а, образованная в диске 3 затвора, выполнена с такими размерами и формой, чтобы обеспечивать возможность прохождения поршня через нее без застревания. Обеспечивается передача вращения диска 3 затвора на ротор посредством узла передачи. Узел передачи синхронизирует вращение ротора 2 и затвора 3. Узел передачи содержит зубчатое колесо 150. Дополнительные зубчатые колеса (не показаны) или другая передача, такая как содержащая коробку передач, для соединения зубчатого колеса с валом 9, что таким образом обеспечивает синхронное вращение затвора 3 с поршнем. Следует понимать, что возможны разные формы/типы передачи для синхронизации вращения затвора, ротора и поршня.

Статор 4 дополнительно содержит щель, образованную для приема затвора 3 с целью разделения

кольцевой камеры или пространства 100 цилиндра, образованных указанными выше поверхностями ротора и статора. Канал 7 образован в наружном статоре 4b. Другие каналы могут быть также образованы в статоре или в дополнение к каналу 7.

При эксплуатации устройства окружная поверхность 30 диска затвора обращена к поверхности 2а ротора таким образом, чтобы между ними образовывалось уплотнение, и таким образом обеспечивалась возможность функционирования диска затвора в качестве перегородки внутри кольцевой рабочей камеры.

Геометрия поверхности 2а ротора определяется по меньшей мере частью окружной поверхности вращающегося диска затвора. Так как диск 3 затвора проходит в/пересекает только одну сторону (кольцевой) камеры, оси диска и ротора в целом не пересекаются.

Затвор 3 содержит щель 3а затвора для обеспечения возможности прохождения поршня 5 через него. Щель 3а образована поверхностями 13, 14 и 15.

В следующих описанных вариантах реализации делается конкретная ссылка на преимущественные характеристики конфигурации поршня.

С конкретной ссылкой на фиг. 3 ротор 2 содержит чашеобразную, вогнутую (в поперечном сечении на радиальной плоскости, содержащей ось ротора) поверхность. Ротор 2 насажен на внутренний статор 4а таким образом, чтобы образовывать кольцевое пространство 100 цилиндра. Ротор 2 оснащен каналом 16 для текучей среды. Канал 16 может соответствовать другому каналу в другом участке статора (не показанном) на противоположной стороне ротора относительно кольцевого пространства цилиндра для образования канала с клапаном. В этом варианте реализации такой участок статора расположен по существу снаружи в радиальном направлении от ротора. Альтернативно может быть использована другая форма клапанов или каналов.

При эксплуатации вал 9 расположен таким образом, чтобы передавать крутящий момент на ротор или от него.

Поршень 5 может рассматриваться как имеющий первую сторону и вторую сторону, причем каждая из сторон занимает соответствующие положения относительно направления вращения и в этой связи может считаться обращенной в противоположную сторону. В контексте этого конкретного варианта реализации устройства с вращающимся поршнем и цилиндром каждый боковой участок может считаться ведущей/передней частью и ведомой/задней частью, соответственно, занимая дальние области поршня. В описанных ниже вариантах реализации особое внимание уделено тому, что может быть именовано обратной или нерабочей стороной участка поршня, и ее конструкции и конфигурации. Кроме того, относительно описанных ниже вариантов реализации, одинаковые цифровые обозначения использованы при обозначении одинакового или по существу одинакового элемента или эквивалентного элемента (с функциональной и/или структурной точки зрения).

Делается ссылка на фиг. 4а и 4b, которые изображают поршень 5', в котором рабочая сторона обозначена 5b, а обратная сторона - 5а. Для лучшего понимания характеристик описанных ниже вариантов реализации фиг. 4а и 4b использованы для демонстрации геометрии сторон поршня для обеспечения или предотвращения образования уплотнения со щелью затвора, или для того, чтобы близко располагаться относительно нее. Прерывистая линия стороны 5а изображает протяженность и конфигурацию этой стороны, если она была предназначена для образования уплотнения с соответствующей поверхностью отверстия затвора 3, образующей щель. Как показано, обратная сторона смещена от указанного уплотняющего положения по направлению к рабочей стороне 5b. Это означает, что при прохождении поршня через щель затвора, обратная сторона не будет образовывать уплотнение с соответствующей поверхностью щели 3а затвора. Однако при прохождении через щель затвора рабочая сторона 5b образует уплотнение с соответствующей поверхностью щели.

Смещение обратной стороны может часто быть необходимым для предотвращения застревания поршня внутри щели вследствие бокового зазора (такого как боковой зазор зубьев зубчатого колеса или натяжение ремня) любой передачи, прикрепленной к ротору, к диску затвора или к передаче между ротором и диском затвора.

Боковой зазор в зубчатых колесах, например, может быть лишь временным вследствие колебаний или холостых циклов, но если относительное движение между поршнем и диском затвора не допускается, в этих условиях может происходить заклинивание или повреждение. Возможно обеспечение больших расстояний зазора между поршнем и щелью на рабочей и обратной поверхностях поршня, таким образом предотвращая возможность возникновения заклинивания, но это будет означать, что для большинства рабочих условий расстояние зазора между рабочей поверхностью диска и соответствующей поверхностью щели диска затвора будет намного больше, увеличивая утечку и ухудшая рабочие характеристики. Вариант реализации, изображенный на фиг. 4, предназначен для обеспечения дополнительного расстояния зазора, требуемого для компенсации бокового зазора, который должен присутствовать на обратной поверхности поршня (посредством смещенной поверхности 5а). Таким образом, синхронность между поршнем и диском затвора может быть установлена на одном крайнем значении бокового зазора (который должен быть преимущественно ожидаемым рабочим боковым зазором), и в случае возникновения бокового зазора в определенный момент он может быть компенсирован этим расстоянием зазора.

Однако путем смещения всей поверхности 5a, можно видеть, что уплотняющее действие поверхностей 5c, 5d, 5e было уменьшено вследствие меньшей/более короткой длины их соответствующих близко расположенных гребней в направлении движения поршня. Вследствие низкой вероятности заклинивания этих поверхностей из-за бокового зазора зубчатой передачи по сравнению с противоположными поверхностями 5a и 5b, это уменьшение длины уплотнения не имеет никакого нейтрализующего преимущества/эффекта.

В следующих вариантах реализации был разработан способ сохранения длинных уплотняющих гребней поверхностей 5c, 5d и 5e (или любых эквивалентно расположенных поверхностей), при этом уменьшая вероятность заклинивания между диском затвора и поршнем. Это достигается посредством обеспечения большей протяженности некоторых или всех из дальних областей стороны 5a по сравнению с центральной областью (областями) стороны 5a. Под центральной понимается область, по меньшей мере частично окружающая краевой участок с внутренней стороны. Дальними областями могут предпочтительно быть те, которые расположены рядом с периметром или краевой областью стороны 5a вдоль сторон, которые не контактируют с поверхностью 2a ротора.

Этими областями предпочтительно являются те, которые плотно взаимодействуют со статором и в части цикла могут тесно взаимодействовать со щелью затвора.

Одно дополнительное преимущество этой конфигурации заключается в том, что, так как смещение в центральной области обратной поверхности может быть значительно больше требуемого для размещения бокового зазора (так как уплотнение между этим участком и щелью затвора может не быть важным), эта поверхность может быть изготовлена с меньшим допуском (при условии, что смещение на данной точке на поверхности больше суммы ожидаемого бокового зазора и максимальной вариации допуска), чем это было возможно раньше, что может уменьшать стоимость производства. Это смещение может также обеспечивать возможность встраивания других элементов в поршень без дополнительного недостатка, связанного с уплотнением или увеличенной утечкой.

Во всех описанных ниже вариантах реализации по меньшей мере участок обратной стороны поршня выполнен без возможности образования уплотнения или относительно близкого расположения со щелью затвора, например, посредством образования со смещением от его геометрически идеального для этого положения, а участок выполнен с возможностью более близкого расположения со щелью затвора с дополнительным преимуществом, которое заключается в том, что дальние области, расположенные ближе к щели затвора, могут также увеличивать длину по меньшей мере части боковых областей или поверхностей, таких как 5c, 5d и 5e, в направлении перемещения поршня для обеспечения потенциальных улучшений уплотнения.

Делается ссылка на фиг. 5, на которой изображен поршень 25, который является частично полым, проходящий от отверстия на поверхности 25a обратной стороны. Образована выемка или полость 28, проходящая от обратной стороны в объем поршня. Поршень 25 также оснащен установочными элементами 29, которые представляют собой установочные элементы для крепежа, такие как глухие отверстия, которые обеспечивают возможность надежного прикрепления поршня 5 к поверхности 2a ротора. Поверхность 25f является поверхностью поршня, которая по существу взаимодействует с поверхностью 2a ротора поле установки. Обратная поверхность с выемкой (сохраняя большую протяженность вокруг всех своих периферийных поверхностей 25c, 25d и 25e) преимущественно обеспечивает широкую поверхность 25f, способствующую связыванию или прикреплению поршня к ротору. Поверхность 25a обратной стороны выполнена с возможностью близкого расположения к щели затвора, и фактически образует периферию, ограничивающую отверстие полости 28. Очевидно, отверстие образует неуплотняющий и не близко расположенный участок обратной стороны.

Со ссылкой на фиг. 6 изображен ротор 2, оснащенный модификацией полого поршня 35. Как показано, обратная сторона 35a оснащена отверстием, проходящим в полость или углубление 38. Поршень 35 дополнительно содержит поверхности 35c, 35d и 35e, выполненные с возможностью образования уплотнения, или предпочтительно образования конфигурации близкого расположения, с соответствующими поверхностями внутренних и наружных частей 4a и 4b статора. Подобно фиг. 5, поверхность 35a обратной стороны может образовать уплотнение или относительно близко располагаться со щелью затвора, а отверстие полости 38 функционирует как неуплотняющий участок. Как и с предыдущими и всеми следующими фигурами и вариантами реализации, подразумевается, что близкое расположение является относительным термином по сравнению с другими поверхностями или областями, и близко расположенная область или поверхность может все же иметь существенное расстояние зазора к противоположной поверхности.

На фиг. 7a и 7b изображен поршень 45, содержащий обратную поверхность или сторону 45a, и дополнительно содержащий ребро 46, образующее две вспомогательные камеры или полости 48a и 48b внутри пространственного ограничения поршня. Ребро 46 смещено по направлению внутрь (т.е. по направлению к рабочей поверхности) на постоянное расстояние. Следует понимать, что боковая поверхность ребра 46 может рассматриваться как обеспечивающая отодвинутую назад поверхность обратной стороны относительно дальней или "крайней концевой" поверхности 45a указанной стороны. Существенная объемная пропорция полого поршня преимущественно обеспечивает возможность уменьшения

массы. Хотя в этом варианте реализации ребро смещено по направлению внутрь на постоянное расстояние, возможны другие варианты реализации, в которых части ребра смещены внутрь на переменное расстояние. Дополнительно полости 48a и 48b могут быть полностью отделены или могут быть выполнены с возможностью сообщения на одной или более областях.

На фиг. 8a и 8b изображен поршень 55, некоторым образом подобный изображенному на фиг. 7a и 7b, с поверхностью 55a обратной стороны и добавлением ребер 57a и 57b для обеспечения структурной поддержки, в частности, поверхности 55d. Ребра и ребро 56 совместно образуют выемки или полости 58a, 58a', 58b и 58b' внутри объема поршня.

На фиг. 9a и 9b изображен поршень 65, имеющий уплотняющую поверхность 65a обратной стороны. Поверхность обратной стороны оснащена отверстиями 66, сообщающимися с полым внутренним объемом 68 поршня. Отверстия 66 могут образовывать резонирующую полость внутри поршня, в результате чего обеспечено управление/поглощение пульсации давления (шума) в рабочей камере 100 устройства (участок камеры, сообщающийся с элементами 65a и 66 в данный момент времени). Отверстия могут также обеспечивать способ дополнительного уменьшения массы полого поршня преимущественно с минимальным влиянием на прочность/жесткость. Кроме того, отверстия могут также увеличивать теплообмен между текучими средами на любой стороне поршня. Следует понимать, что щель затвора не будет образовывать уплотнение с отверстиями 66.

На фиг. 10a и 10b изображен поршень 75, содержащий заднюю уплотняющую поверхность 75a и полости 78a и 78b, отделенные перегородкой 76. Задняя уплотняющая поверхность 75a окружает отверстие полости 78a и на этом отверстии не происходит образования уплотнения с затвором. Как можно видеть на фиг. 10b, поверхность 75f, обращенная к поверхности 2a ротора после установки, частично образована участком 76'. Обеспечение участка 76' преимущественно обеспечивает широкую область для достижения высокой степени прочности связи при прикреплении поршня к ротору посредством пайки или адгезивов или другого подобного способа связывания (поверхности 75f с поверхностью 2a ротора), чем при использовании механических крепежных элементов. Можно видеть, что таким образом была обеспечена широкая область связывания с уменьшением при этом вероятности застревания вследствие отсутствия большей части поверхности 75a. По сравнению с фиг. 5, вследствие наличия перегородки 76 обеспечивается более жесткий поршень.

На фиг. 11a и 11b изображен поршень 85 с пористой (в данном документе представленной конструкцией по типу пчелиных сот) внутренней частью 82. Изображено, что пористость проходит до установочной поверхности 85f. Поршень 85 содержит поверхность 85a обратной стороны. "Вырезанная" или углубленная область 88 образована рядом с пористым внутренним участком и отодвинута назад или смещена от уплотняющей поверхности 85a. Это обеспечивает улучшенную жесткость и меньшую массу по сравнению с полым и цельным поршнем, соответственно. Пористые элементы могут быть образованы вставками в отливку, или только посредством способа литья, или могут быть внедрены посредством машинной обработки после литья. Однородное распределение пористых элементов не требуется. Пористость может рассматриваться как дополнительная полость внутри поршня.

На фиг. 12a и 12b изображен поршень 95, который может рассматриваться как по существу не содержащий значительной обратной поверхности, с обратной поверхностью 95a, выполненной с возможностью образования уплотнения или относительно близкого расположения со щелью затвора. Это лучше всего понятно из сравнения с вариантом реализации, изображенным на фиг. 7a и 7b, в котором ребро 46 по существу исключено из этого варианта реализации. Задняя поверхность ребра обеспечила (смещенную) обратную поверхность поршня. В настоящем варианте реализации это обеспечивает создание большой полости 98. Поршень 95 обеспечивает существенное уменьшение массы и упрощенную машинную обработку.

На фиг. 13a и 13b изображен модифицированный вариант реализации 105 поршня, изображенного на фиг. 12a и 12b, который содержит структурное ребро 107 и обратную поверхность 105a. Ребро 107 способствует образованию вспомогательных камер 108a и 108b. Это увеличивает жесткость поршня и обеспечивает дополнительное пространство для дополнительных установочных элементов 109, таких, которые могут потребоваться при подвергании поршня большим нагрузкам. Это лишь один пример возможного варианта реализации, а в альтернативных вариантах реализации могут быть задействованы дополнительные ребра или выступы.

На фиг. 14 изображен вариант реализации 115 поршня, который можно рассматривать как модифицированную версию изображенного на фиг. 12a и 12b. Поршень 115 содержит литой затвор 112a и ребро 112b для способствования потоку в форме вокруг резкого изменения направления, расположенные внутри полости поршня, и которые могут быть удержаны на внутренней части поршня. Дополнительно, побочные результаты литья, такие как углубления от выталкивающей шпильки, могут быть расположены на поверхностях полости внутри поршня, и аналогично не требуют удаления в последующих операциях (что уменьшает стоимость и сложность изготовления), так как они выполнены без возможности контакта с участком щели или статора. Альтернативно, дополнительные литые или механически обработанные элементы могут быть расположены внутри полой части 118 поршня для способствования установке поршня для изготовления или для образования контрольных точек или элементов для измерения поверх-

ностей или областей поршня.

На фиг. 15a и 15b изображен поршень 125, оснащенный множеством расположенных отстоящих друг от друга гребней 127. Дальняя обратная уплотняющая боковая поверхность поршня обозначена "125a". Эти гребни преимущественно увеличивают площадь поверхности для улучшенного теплообмена между рабочей текучей средой на любой стороне поршня через поршень. Гребни могут также демпфировать колебания в камере.

На фиг. 16a и 16b изображен поршень, в котором пространство 138, образованное поршнем, включает структурную вставку 131 высокой жесткости. Поршень может быть отлит из металла или материала более низкого сорта, которому затем придают жесткость вставкой. Это может существенно уменьшать сложность и стоимость изготовления поршня полностью из более жесткого материала (который может быть более дорогостоящим и сложным в обработке). Вставка может быть прикреплена с использованием крепежных элементов или связана с использованием пайки или адгезивов. Следует отметить, что может быть использована одна или более вставок, и что могут быть задействованы многие альтернативные очертания и формы вставки.

На фиг. 17a и 17b изображено подобное решение, в котором поршень 145 содержит вставку 141, расположенную в пространстве 148, и вставка содержит поверхность, обращенную в обратную сторону. Вставка может быть изготовлена из дешевых материалов с использованием способов с малым допуском, таких как пластик, изготовленный методом литья под давлением, и может быть использована для обеспечения приближения к геометрически правильной рабочей поверхности при меньшей массе и стоимости по сравнению с поршнем, изготовленным из жесткого материала (например, металла) с использованием высокоточного процесса на всех этапах. Задача обеспечения вставки может заключаться в уменьшении теплообмена между рабочей текучей средой на любой стороне поршня. Обращенная в обратную сторону поверхность вставки 141 может быть смещена от поверхности 145a для обеспечения дополнительного расстояния зазора щели диска.

На фиг. 18a и 18b изображен дополнительный вариант реализации 155 вдоль подобных линий, в котором пористая или выполненная в форме пчелиных сот вставка 151 прикреплена на место 158, образованное по направлению внутрь от поршня. Вставка может обеспечивать дополнительную жесткость или может быть включена только для уменьшения объема полости 158, или для дополнительного поглощения колебаний.

На фиг. 19a и 19b изображен вариант реализации 165 поршня, в котором внутри полого объема 168 поршня содержатся чувствительные средства 161. Так как участок обратной стороны поршня является по существу открытым, датчик будет иметь доступ к текучей среде в камере, и, например, может быть использован для мониторинга давления, температуры, влажности или загрязнения. Датчик может представлять собой пассивную термочувствительную краску, которая может быть видима снаружи с использованием камеры. Датчик может дополнительно представлять собой активный электронный модуль или устройство, которое может быть выполнено с возможностью питания от множества различных источников питания, таких как батарея, индуктивная передача электропитания от внешнего источника, температурный градиент по его площади, колебание или другой способ. Могут быть использованы другие чувствительные средства.

На фиг. 20a и 20b изображен поршень 175, который может считаться модификацией поршня 45 на фиг. 7a и 7b. В этом случае дополнительная часть дальней области задней поверхности 175a выполнена углубленной или смещенной. Хотя уплотняющее действие по получившейся в результате более короткой поверхности 175d был уменьшен, его влияние на эту поверхность может быть ниже, чем уплотняющее действие поверхностей 175c и 175e. Таким образом может быть обеспечено дополнительное уменьшение массы при сохранении уплотняющих преимуществ на поверхностях 165c и 175e с полной длиной. В альтернативном варианте реализации дополнительные части дальней области задней поверхности 175a могут быть углублены или смещены, что может уменьшать уплотняющие поверхности части или всей 175c и/или 175e.

На фиг. 21a и 21b изображен поршень 185 из дополнительного варианта реализации устройства с вращающимся поршнем и цилиндром. Он предназначен для иллюстрации возможности применения настоящего изобретения к таким типам поршня. Поршень 185 имеет меньше наружных поверхностей вследствие другой конфигурации щели затвора и внутреннего статора. Будет очевидно, что второй боковой участок может быть также определен как противоположный рабочей поверхности 185b первого бокового участка, содержащий область 185a дальней поверхности. Видно, что ребро 186 представляет большое неоднородное смещение от соответствующей поверхности затвора, и его наличие обеспечивает увеличение жесткости поршня. Для содействия прикреплению поршня к ротору обеспечены установочные элементы 189 для крепежа.

На фиг. 22a и 22b изображен поршень 195, реализующий настоящее изобретение в еще одном варианте реализации устройства с вращающимся поршнем и цилиндром. Видно, что поршень имеет более продолговатую форму, но следует понимать, что рабочая поверхность 195b на первой стороне поршня и расположенная в дальнем направлении область 195a обратной поверхности на второй стороне поршня могут также быть идентифицированы подобным образом. Полость 198 ограничена дальней областью

195a.

Из предшествующего описания будет очевидно, что предотвращение образования уплотнения или близкого расположения обратной стороны поршня и затвора, а также обеспечение того, что внутренний объем поршня является полым, предоставляет множество существенных преимуществ. В частности, реализация отсутствия необходимости образования полного уплотнения, или близкого расположения, или образования только частичного уплотнения обратной стороны со щелью затвора на всех областях обратной стороны упрощает изготовление поршня, а смягчение этого требования обеспечивает возможность внедрения дополнительных функциональных элементов в поршень, при этом сохраняя уплотнение и/или структурные свойства других поверхностей.

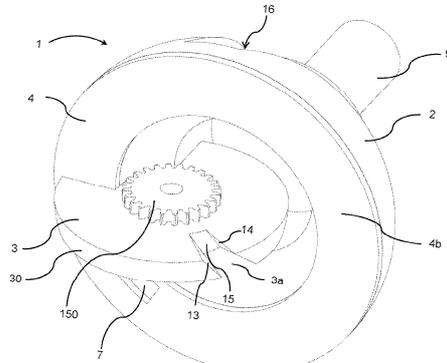
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство (1) с вращающимся поршнем и цилиндром, которое содержит статор (4), по меньшей мере, частично образующий кольцевое пространство цилиндра, ротор (2), впускной участок для впуска текучей среды в кольцевое пространство цилиндра и выпускной участок для выпуска текучей среды из кольцевого пространства цилиндра, вращаемый затвор (3), причём статор (4) выполнен с возможностью приёма затвора (3) для разделения кольцевого пространства цилиндра, ротор содержит поршень (5), во вращаемом затворе (3) образована щель (3a) затвора, которая выполнена с возможностью прохождения поршня (5) через неё, а указанный поршень содержит первую сторону (5b) и вторую сторону (5a), содержащие, соответственно, первый и второй боковые участки, при этом первая сторона (5b) выполнена с возможностью образования уплотнения с щелью (3a) затвора и содержит рабочую поверхность (185b), а вторая сторона (5a) представляет собой сторону, обращенную в направлении, противоположном первой стороне (5b), и содержит уплотняющий участок, выполненный с возможностью образования уплотнения с щелью (3a) затвора и/или статором (4), и неуплотняющий участок, выполненный без возможности образования уплотнения с щелью (3a) затвора.
2. Устройство по п.1, в котором уплотняющий участок представляет собой дальнюю область второй стороны (5a).
3. Устройство по п.1 или 2, в котором неуплотняющий участок лишен поверхности, уплотняющей или близко расположенной относительно поверхности щели (3a) затвора.
4. Устройство по любому предыдущему пункту, в котором неуплотняющий участок отстоит от соответствующей образующей щель поверхности затвора (3) для предотвращения уплотняющего взаимодействия или близкого расположения.
5. Устройство по любому предыдущему пункту, в котором неуплотняющий участок содержит одно или более отверстий.
6. Устройство по п.5, в котором указанное одно или более отверстий образовано в дальней области второй стороны (5a).
7. Устройство по любому предыдущему пункту, в котором второй боковой участок образует углубленную область, или выемку, или внутренний объем, или полость.
8. Устройство по п.7, в котором уплотняющий участок, по меньшей мере, частично образует отверстие или отверстия.
9. Устройство по любому предыдущему пункту, которое выполнено, по меньшей мере, частично полым.
10. Устройство по любому предыдущему пункту, в котором вторая сторона (5a) содержит множество пор или является пористой.
11. Устройство по любому предыдущему пункту, в котором вторая сторона (5a) содержит конструкцию в форме пчелиных сот.
12. Устройство по любому предыдущему пункту, в котором второй боковой участок содержит по меньшей мере одну конструкцию для теплообмена.
13. Устройство по п.12, содержащее в конструкции для теплообмена одно или более ребер или гребневых конструкций.
14. Устройство по п.12 или 13, в котором указанная по меньшей мере одна конструкция для теплообмена выполнена с возможностью обеспечения охлаждающего воздействия на поршень (5).
15. Устройство по любому предыдущему пункту, в котором второй боковой участок содержит одну или более усиливающих конструкций.
16. Устройство по п.15, в котором указанная одна или более усиливающих конструкций содержит одно или более ребер.

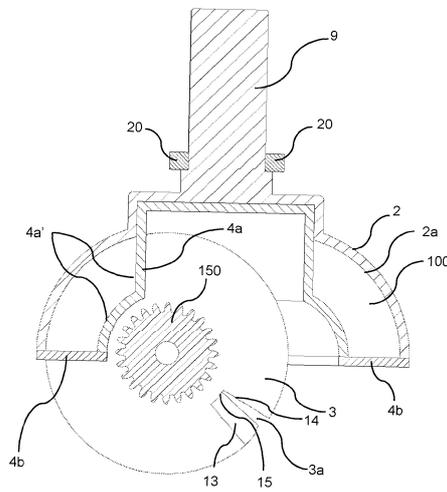
17. Устройство по любому предыдущему пункту, в котором уплотняющий участок второй стороны (5а) смещен или отведен назад относительно уплотняющего участка.

18. Устройство по любому предыдущему пункту, в котором уплотняющий участок второй стороны (5а) содержит периферийную область второй стороны (5а).

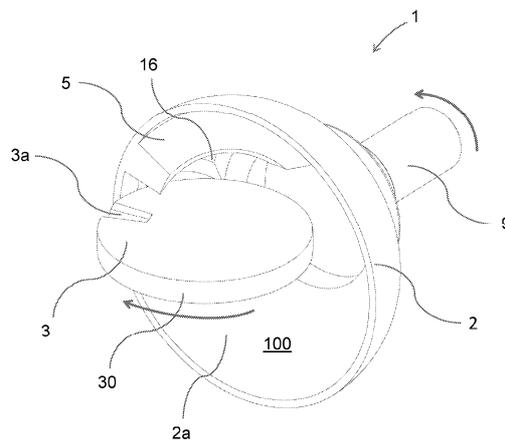
19. Устройство по любому предыдущему пункту, в котором уплотняющий участок содержит край-вой участок или область второй стороны (5а).



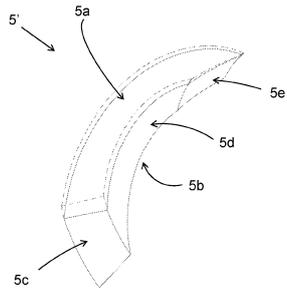
Фиг. 1



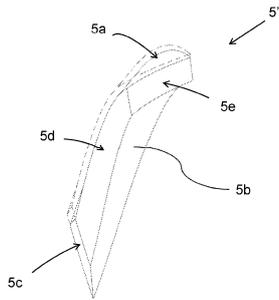
Фиг. 2



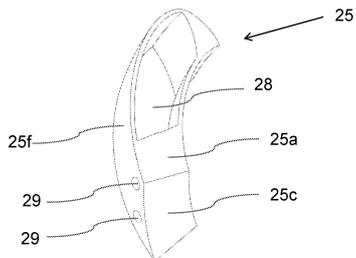
Фиг. 3



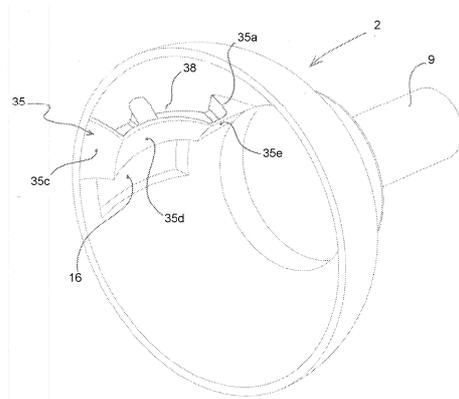
Фиг. 4а



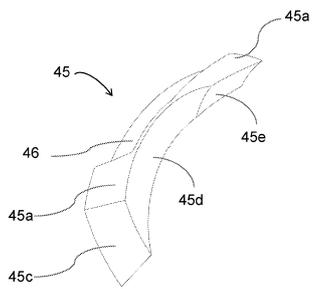
Фиг. 4б



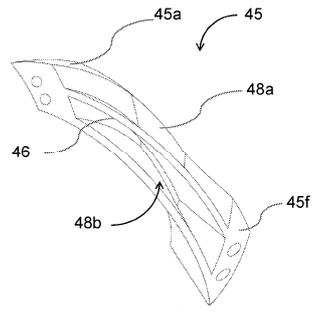
Фиг. 5



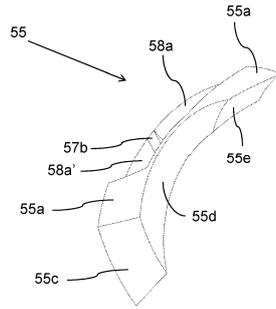
Фиг. 6



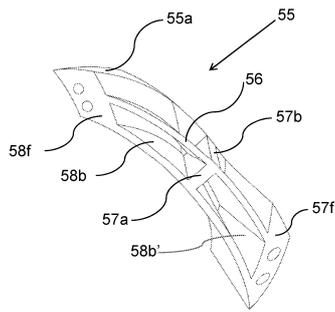
Фиг. 7а



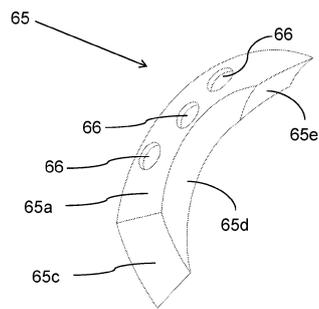
Фиг. 7b



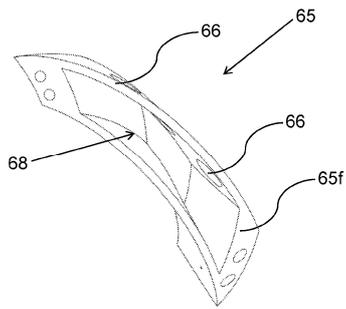
Фиг. 8a



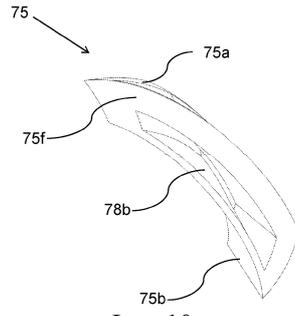
Фиг. 8b



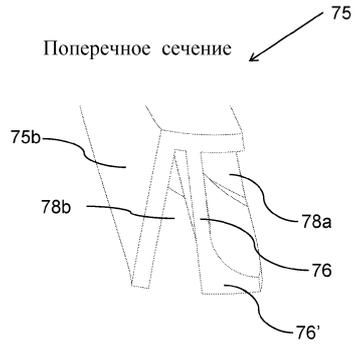
Фиг. 9a



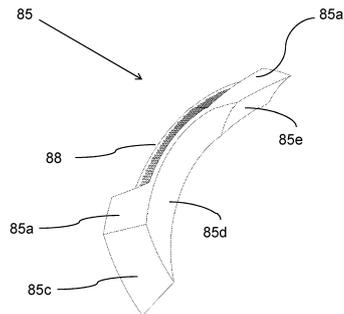
Фиг. 9b



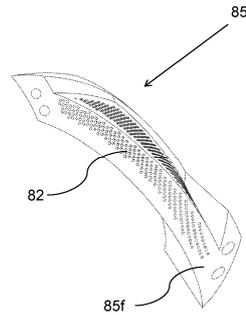
Фиг. 10а



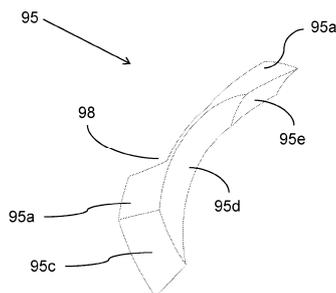
Фиг. 10б



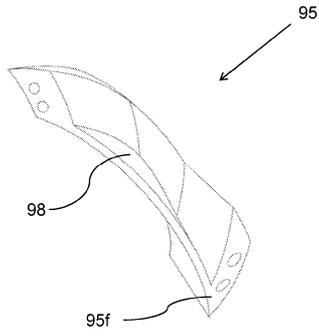
Фиг. 11а



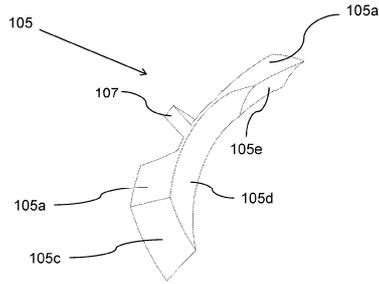
Фиг. 11б



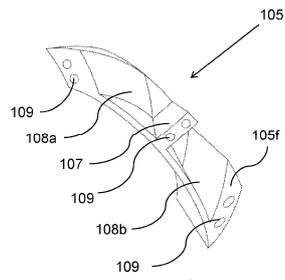
Фиг. 12а



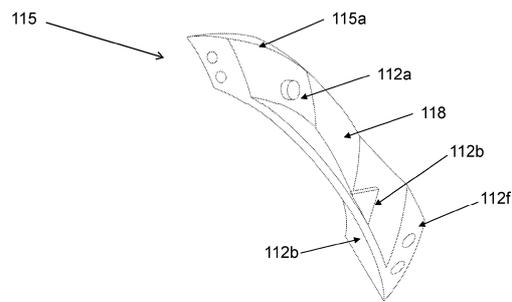
Фиг. 12b



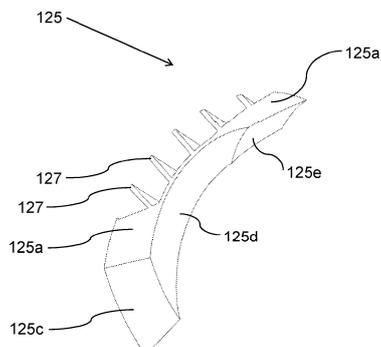
Фиг. 13a



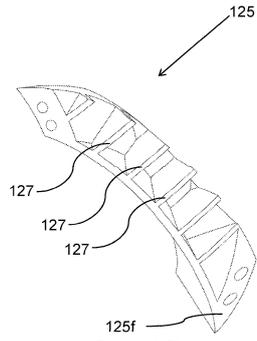
Фиг. 13b



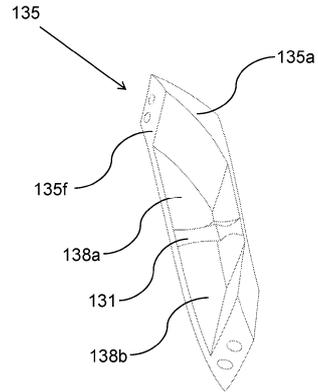
Фиг. 14



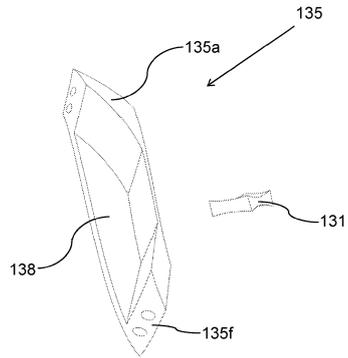
Фиг. 15a



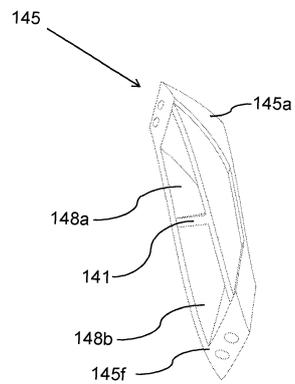
Фиг. 15b



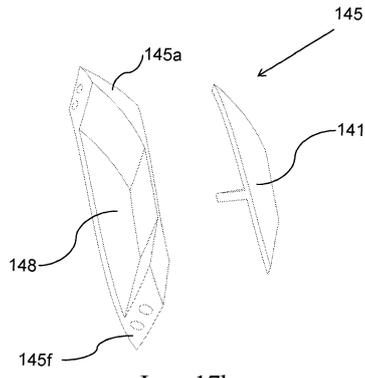
Фиг. 16a



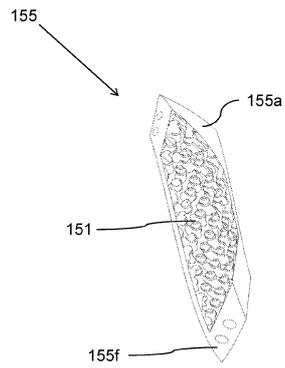
Фиг. 16b



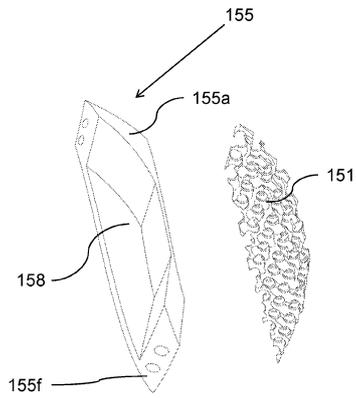
Фиг. 17a



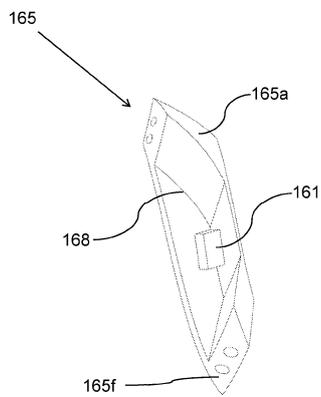
Фиг. 17b



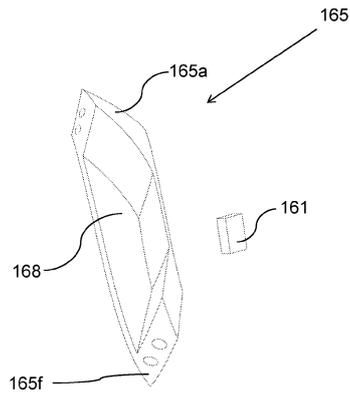
Фиг. 18a



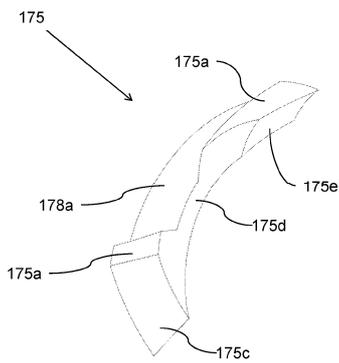
Фиг. 18b



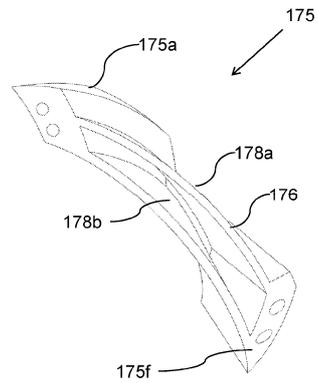
Фиг. 19a



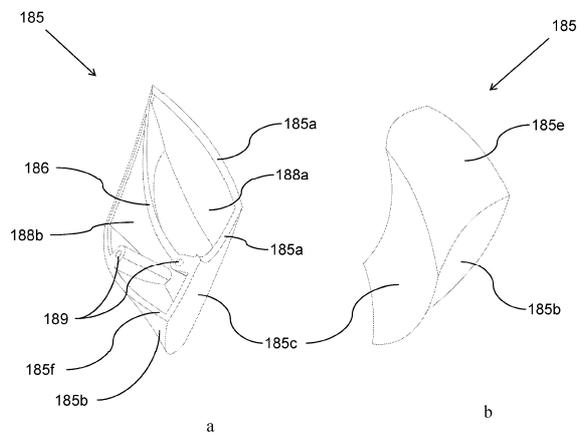
Фиг. 19b



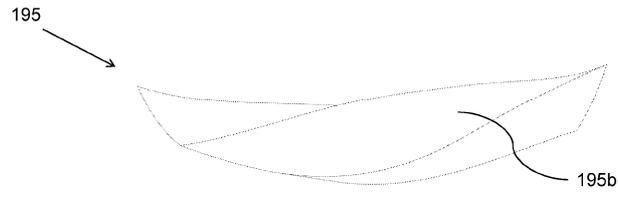
Фиг. 20a



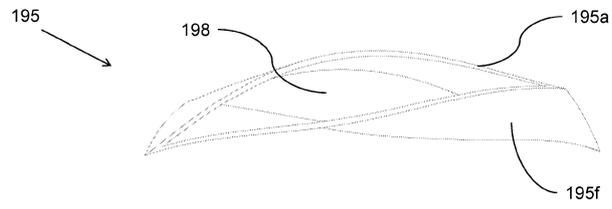
Фиг. 20b



Фиг. 21



Фиг. 22а



Фиг. 22б

