(19) Евразийское патентное ведомство

(21) 202190401 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2021.06.11

(22) Дата подачи заявки
2019.08.01

(51) Int. Cl. ***F04D 1/00*** (2006.01)
F04D 7/00 (2006.01)
F04D 17/00 (2006.01)
F04D 29/00 (2006.01)

(54) ИНВЕРСИРОВАННЫЙ УЗЕЛ КОЛЬЦЕВОГО БОКОВОГО ЗАЗОРА ДЛЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

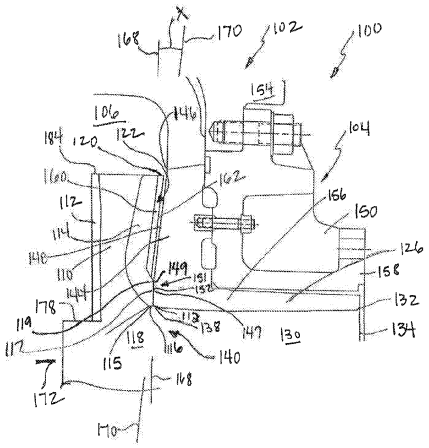
(31) **62/713,192**
(32) **2018.08.01**
(33) **US**
(86) **PCT/US2019/044737**
(87) **WO 2020/028712 2020.02.06**

(71) Заявитель:
УЭИР СЛАРРИ ГРУП, ИНК. (US)

(72) Изобретатель:
Космицки Рэнди Дж. (US), Расселл Аллен Дэвид (AU)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Различные аспекты изобретения направлены на предоставление структур, которые формируют радиальный зазор между импеллером и элементом корпуса насоса, который обеспечивает минимизацию перемещения текучей среды в радиальный зазор способом, который уменьшает влияние на, и последующую деградацию, внутренней поверхности элемента корпуса насоса посредством перемещения абразивных частиц из радиального зазора, которое достигается путем предоставления узла всасывающего впуска импеллера и элемента корпуса насоса, которые находятся под углом от межлопастного пространства насоса к внешней периферии импеллера в направлении от заднего диска рабочего колеса или стороны привода импеллера и к первому концу корпуса насоса, на котором текучая среда вводится в корпус насоса.



202190401 A1

202190401 A1

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-567270EA/032

ИНВЕРСИРОВАННЫЙ УЗЕЛ КОЛЬЦЕВОГО БОКОВОГО ЗАЗОРА ДЛЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Область техники, к которой относится изобретение

Это изобретение относится, в целом, к центробежным насосом и, в частности, к улучшенному импеллеру и компоновке сопряжения боковой футеровки для и в центробежном насосе, которые улучшают характеристики износостойкости всасывающей стороны корпуса насоса и боковой футеровки, в частности, при перекачивании абразивных шламов.

Уровень техники изобретения

Центробежные насосы являются хорошо известными и широко используются во множестве отраслей, чтобы перекачивать текучие среды или жидкость и смеси твердых веществ. Обычные компоненты центробежного насоса включают в себя коллектор, также известный как улита, имеющий внутреннюю расположенную камеру, в которой вращается импеллер. Насос имеет всасывающий впуск, через который текучая среда поступает в коллектор через импеллер, и выпускное отверстие для выхода текучей среды из насоса. Импеллер соединяется с приводным механизмом, который вызывает вращение импеллера в корпусе насоса. Корпус насоса состоит из коллектора и может объединять боковую футеровку, или боковая футеровка может быть отдельной частью.

Импеллер имеет одну или более главных перекачивающих лопастей, которые ускоряют текучую среду, поступающую в импеллер, в круговом и радиальном направлении, выпуская текучую среду в коллектор или улиту насоса. Гидродинамические усилия, оказываемые на текучую среду посредством вращающихся лопастей импеллера, вынуждают текучую среду перемещаться радиально наружу и вызывают формирование перепада давления, так что существует более низкое давление рядом или в межлопастном пространстве импеллера и более высокое давление в радиальных фрагментах или на внешней окружности импеллера.

Перепад давления или градиент давления вынуждает текучую среду на периферии импеллера рециркулировать в сторону области низкого давления импеллера рядом с центром или межлопастным пространством. Эта рециркуляция текучей среды имеет место в радиальном зазоре, который существует между импеллером и неподвижной внутренней поверхностью сторон корпуса насоса, которые находятся рядом с импеллером. Рециркуляция, иначе характеризуемая как внутренняя утечка, может иметь место как на задней стороне (т.е., стороне привода) импеллера, так и на передней стороне (т.е., стороне всасывания) импеллера. Утечка текучей среды в радиальный зазор вызывает потерю производительности насоса. Дополнительно, когда текучие среды с механическими примесями перекачиваются, абразивные частицы вызывают износ на сторонах корпуса насоса, когда рециркулирующий шлам перемещается в и из радиального зазора.

Признавая эту проблему, различные решения были предложены, включающие в

себя снабжение поверхности одного или обоих дисков рабочего колеса импеллера лопастями экспеллера, которые позиционируются в и вдоль радиального зазора. Лопасти экспеллера ускоряют текучую среду и твердые вещества, которые утекают в радиальный зазор, в касательном направлении. Центробежное усилие затем направляет твердые вещества из области низкого давления импеллера по направлению к периферийным областям импеллера и обратно в коллектор. Лопасти экспеллера могут быть предусмотрены как на переднем диске рабочего колеса, так и на заднем диске рабочего колеса импеллера.

С вращением текучей среды в радиальном зазоре между импеллером и стороной корпуса насоса ускорение текучей среды увеличивает давление на периферии импеллера в боковом зазоре, уменьшая перепад давления между областью на выпуске импеллера и областью рядом с боковым зазором и, следовательно, уменьшая внутреннюю утечку. Меридиональная скорость текучей среды между лопастями экспеллера существует в направлении периферии импеллера. Меридиональная скорость, относительно турбокомпрессорного оборудования, является компонентом скорости текучей среды в меридиональной плоскости, которая является плоскостью, проходящей через ось вращения импеллера. Меридиональная скорость текучей среды рядом с внутренней поверхностью стороны корпуса насоса в радиальном зазоре существует в направлении впуска вследствие перепада приводящего давления между центральной областью импеллера и периферией импеллера.

Частицы в радиальном зазоре могут быть прочищены посредством лопастей экспеллера, если центробежная сила больше силы сопротивления текучей среды, которая действует для перемещения частиц в радиальный зазор с рециркуляцией. Более крупные частицы ударяются лопастями экспеллера и ускоряются по окружности и, таким образом, наружу в результате центробежной силы. Менее крупные частицы увлекаются в текучую среду, главным образом, следующую за потоком текучей среды в радиальном зазоре. Хотя лопасти экспеллера обеспечивают некий полезный результат в перемещении частиц из радиального зазора, увеличение в скорости частиц, относительно неподвижных боковых футеровок, вызванное лопастями экспеллера, может увеличивать износ, который возникает на внутренней поверхности корпуса насоса в радиальном зазоре.

Результат перемещения частиц в радиальном зазоре дополнительно подвергается влиянию конфигурации импеллера и стороны корпуса насоса, которая находится рядом с импеллером, или этой области, определенной как радиальный зазор. Импеллеры для центробежных насосов, которые включают в себя один или более дисков рабочего колеса, могут быть сконфигурированы с дисками рабочего колеса, которые являются плоскостными. Т.е., поверхность диска рабочего колеса лежит в плоскости, которая является перпендикулярной оси вращения импеллера. Примеры таких импеллеров описываются, например, в патенте США № 8,608,445 для Баргесса и заявке США № 2013/0202426 для Уолкера. Плоскостная геометрия радиального зазора, которая приводит в результате к таким конфигурациям импеллера, предоставляет возможность текучей

среде в радиальном зазоре направляться практически в круговом и радиальном направлении посредством лопастей экспеллера. Однако, вследствие сложной природы потока, повреждение стороны корпуса насоса от твердых частиц в плоскостных геометриях радиального зазора сохраняется в результате ударов твердых частиц о неподвижную стенку.

Другие обычные геометрии импеллера являются геометриями, имеющими передний диск рабочего колеса, который является изогнутым, и сторона корпуса насоса является аналогично изогнутой. Примеры таких изогнутых геометрий зазора описываются, например, в патенте США № 4,802,817 для Тайлера. Другие конфигурации импеллера включают в себя конфигурации, где поверхность переднего диска рабочего колеса имеет коническую форму, с внутренней поверхностью аналогичной конической формы для стороны корпуса насоса. Примеры таких конфигураций насоса описываются, например, в патенте США № 6,951,445 для Баргесса и патенте США № 8,834,101 для Миннота. В этих конфигурациях присутствует изогнутый или имеющий коническую форму радиальный зазор, и текучая среда, которая утекает в радиальный зазор, направляется, под действием гидродинамических сил, оказываемых импеллером, чтобы ударять внутреннюю поверхность стороны корпуса насоса в радиальном зазоре. Износ на внутренней поверхности корпуса насоса, или на футеровке стороны всасывания, как показано в патенте '445, например, приводит в результате и может быть, по существу, более явно выражено по сравнению с плоскостными геометриями зазора. Такие конфигурации более широко используются в обработке чистых текучих сред (т.е., текучих сред без механических примесей), так как они предоставляют возможность оптимизации потока внутрь главных перекачивающих лопастей, но не являются полезными для использования в обработке абразивных шламов вследствие потенциального увеличения износа на корпусе насоса или боковой футеровке.

Геометрия радиального зазора, которая уменьшает износ на внутренней поверхности корпуса насоса, или боковом компоненте насоса, будет полезной в насосной промышленности для обработки абразивных шламов.

Сущность изобретения

В первом аспекте описываются варианты осуществления узла всасывающего впуска для центробежного насоса, содержащей корпус впуска для текучей среды, включающий в себя проходящую в осевом направлении трубу для текучей среды, имеющую первый конец с первым отверстием для введения текучей среды в трубу и второй конец со вторым отверстием, канал для текучей среды, сформированный между первым концом и вторым концом, и радиально проходящую стенку, которая проходит радиально наружу от второго конца корпуса впуска для текучей среды к внешней радиальной точке, радиально проходящая стенка имеет кольцевую поверхность, которая обращена наружу в направлении от первого конца корпуса впуска для текучей среды и которая наклонена в направлении от второго конца трубы для текучей среды по направлению к внешней радиальной точке, направление наклона ориентировано в сторону

первого конца впускной трубы для текучей среды, и импеллер, имеющий задний диск рабочего колеса и передний диск рабочего колеса, пространственно-разнесенный в осевом направлении от заднего диска рабочего колеса, передний диск рабочего колеса имеет круговое отверстие, формирующее межлопастное пространство импеллера, и имеет кольцеобразный периферийный торец, пространственно-разнесенный в радиальном направлении от межлопастного пространства, передний диск рабочего колеса имеет обращенную наружу поверхность, которая проходит от кругового отверстия к периферийному торцу переднего диска рабочего колеса в направлении от заднего диска рабочего колеса, обращенная наружу поверхность переднего диска рабочего колеса расположена рядом с радиально проходящей стенкой корпуса впуска для текучей среды и имеет степень наклона приблизительно такую же, что и угол наклона радиально проходящей стенки корпуса впуска для текучей среды. Этот аспект изобретения имеет преимущество над традиционными узлами импеллера и боковой футеровки, или геометриями радиального зазора, в том, что конфигурируется, чтобы направлять абразивные частицы от обращенной наружу поверхности насоса или боковых футеровок, которые окружают впуск, и, тем самым, продлевать срок службы насоса в области радиального зазора.

В некоторых вариантах осуществления угол наклона радиально проходящей стенки, когда измеряется между первой плоскостью, в которой лежит второй конец корпуса впуска для текучей среды, и второй плоскостью, в которой лежит вся или часть радиально проходящей стенки, находится между двумя градусами и двадцатью градусами, первая плоскость ориентируется перпендикулярно оси вращения импеллера.

В других некоторых вариантах осуществления угол наклона радиально проходящей стенки находится между четырьмя градусами и восемнадцатью градусами.

В еще одном варианте осуществления угол наклона радиально проходящей стенки находится между пятью градусами и пятнадцатью градусами.

В еще одном варианте осуществления угол наклона радиально проходящей стенки находится между шестью градусами и шестнадцатью градусами.

В других вариантах осуществления угол наклона радиально проходящей стенки находится между восьмью градусами и четырнадцатью градусами.

В еще одних некоторых вариантах осуществления угол наклона радиально проходящей стенки находится между десятью градусами и двенадцатью градусами.

В некоторых вариантах осуществления обращенная наружу поверхность переднего диска рабочего колеса импеллера дополнительно включает в себя, по меньшей мере, одну лопасть экспеллера.

В некоторых вариантах осуществления импеллер имеет кольцеобразное по форме основание, окружающее круговое отверстие, кольцеобразное основание проходит от кругового отверстия к круглой фаски, формирующей кольцеобразное основание.

В некоторых вариантах осуществления кольцеобразное основание находится под углом в направлении от кругового отверстия к круглой фаске, наклон направления

направлен в направлении радиально проходящей стенки корпуса впуска текучей среды.

В других вариантах осуществления кольцеобразное основание является плоским, лежащим в плоскости, которая является перпендикулярной оси вращения импеллера.

В некоторых вариантах осуществления уклон радиально проходящей стенки начинается и проходит от точки стенки, которая является радиально выровненной с круглой фаской кольцеобразного основания импеллера, по направлению к внешней радиальной точке радиально проходящей стенки.

В еще одних вариантах осуществления уклон радиально проходящей стенки начинается на втором конце корпуса впуска для текучей среды и проходит до внешней радиальной точки радиально проходящей стенки.

В еще одних вариантах осуществления корпус впуска для текучей среды является футеровкой на стороне всасывания или передним бронедиском.

В еще одних вариантах осуществления корпус впуска для текучей среды является компонентом боковой футеровки корпуса насоса.

Во втором аспекте импеллер для использования в центробежном насосе включает в себя втулку, выполненную с возможностью соединения с приводным механизмом, задний диск рабочего колеса, размещенный для ориентации по направлению к приводной стороне насоса, задний диск рабочего колеса имеет периферийный торец, пространственно-разнесенный в радиальном направлении от втулки, передний диск рабочего колеса, пространственно-разнесенный в осевом направлении от заднего диска рабочего колеса и позиционированный для ориентации по направлению к стороне всасывания насоса, передний диск рабочего колеса имеет круговое отверстие с кромкой, формирующей межлопастное пространство импеллера, и имеет кольцевой периферийный торец, пространственно-разнесенный в радиальном направлении от межлопастного пространства, по меньшей мере, одну перекачивающую лопасть, проходящую в осевом направлении между задним диском рабочего колеса и передним диском рабочего колеса и проходящую, в целом, радиально приблизительно от межлопастного пространства до периферии переднего диска рабочего колеса и/или заднего диска рабочего колеса, при этом передний диск рабочего колеса имеет обращенную наружу поверхность, выполненную с возможностью размещения в направлении фрагмента впуска для текучей среды насоса, обращенная наружу поверхность проходит от или по существу от кругового отверстия переднего диска рабочего колеса до периферийного торца переднего диска рабочего колеса под углом, который создает уклон в направлении от кругового отверстия до периферийного торца переднего диска рабочего колеса, уклон направлен от втулки. Импеллер этого аспекта является полезным в том, что конфигурируется, чтобы направлять текучую среду вдоль переднего диска рабочего колеса способом, который уменьшает удар абразивных частиц о внутреннюю поверхность соседнего фрагмента корпуса насоса в радиальном зазоре, определенном между ними.

В некоторых вариантах осуществления угол наклона обращенной наружу поверхности переднего диска рабочего колеса, когда измеряется от передней плоскости, в

которой лежит круговое отверстие межлопастного пространства импеллера, и второй плоскости, в которой лежит некоторая часть или вся обращенная наружу поверхность, находится между двумя градусами и двадцатью градусами.

В других вариантах осуществления угол наклона обращенной наружу поверхности переднего диска рабочего колеса находится между четырьмя градусами и восемнадцатью градусами.

В еще одних вариантах осуществления угол наклона обращенной наружу поверхности переднего диска рабочего колеса находится между пятью градусами и пятнадцатью градусами.

В еще одних вариантах осуществления угол наклона обращенной наружу поверхности переднего диска рабочего колеса находится между шестью градусами и шестнадцатью градусами.

В некоторых других вариантах осуществления угол наклона обращенной наружу поверхности переднего диска рабочего колеса находится между восьмью градусами и четырнадцатью градусами.

В других вариантах осуществления угол наклона обращенной наружу поверхности переднего диска рабочего колеса находится между десятью градусами и двенадцатью градусами.

В некоторых вариантах осуществления обращенная наружу поверхность конфигурируется, по меньшей мере, с одной лопастью экспеллера.

В еще одних вариантах осуществления, по меньшей мере, одна перекачивающая лопасть дополнительно содержит множество перекачивающих лопастей.

В третьем аспекте элемент корпуса насоса для центробежного насоса содержит впускную трубу для текучей среды, имеющую первый конец с первым отверстием для введения текучей среды в трубу и второй конец со вторым отверстием для доставки текучей среды к импеллеру, жидкостный канал обеспечен между первым концом и вторым концом, и радиально проходящую стенку, которая проходит радиально наружу от второго конца впускной трубы для текучей среды и проходит от второго конца впускной трубы для текучей среды к внешней радиальной точке радиально проходящей стенки, радиально проходящая стенка имеет кольцевую поверхность, которая обращена наружу в направлении, которое ориентировано от первого конца впускной трубы для текучей среды, и которая наклонена в направлении от второго конца трубы для текучей среды к внешней радиальной точке, наклон направлен в сторону первого конца впускной трубы для текучей среды. Элемент корпуса насоса этого аспекта обеспечивает преимущество над традиционными конфигурациями насоса в том, что конфигурируется, чтобы направлять текучую среду вдоль кольцевой поверхности элемента корпуса насоса способом, который уменьшает деградацию кольцевой поверхности посредством абразивных частиц.

В некоторых вариантах осуществления угол наклона радиально проходящей стенки, когда измеряется между первой плоскостью, в которой лежит второй конец впускной трубы для текучей среды, и второй плоскостью, в которой лежит вся или

некоторая часть радиально проходящей стенки, находится между двумя градусами и двадцатью градусами.

В других вариантах осуществления угол наклона радиально проходящей стенки находится между четырьмя градусами и восемнадцатью градусами.

В некоторых вариантах осуществления угол наклона радиально проходящей стенки находится между пятью градусами и пятнадцатью градусами.

В еще одних вариантах осуществления угол наклона радиально проходящей стенки находится между шестью градусами и шестнадцатью градусами.

В еще одних вариантах осуществления угол наклона радиально проходящей стенки находится между восьмью градусами и четырнадцатью градусами.

В некоторых других вариантах осуществления угол наклона радиально проходящей стенки находится между десятью градусами и двенадцатью градусами.

В некоторых вариантах осуществления впускная труба для текучей среды и радиально проходящая стенка являются фрагментами стороны корпуса насоса для центробежного насоса.

В еще одних вариантах осуществления впускная труба для текучей среды и радиально проходящая стенка являются элементами компонента переднего бронедиска для центробежного насоса.

В некоторых вариантах осуществления впускная труба для текучей среды и радиально проходящая стенка являются компонентами боковой футеровки для центробежного насоса.

В других вариантах осуществления впускная труба для текучей среды и радиально проходящая стенка являются компонентами упругого износостойкого элемента, структурированного для размещения вплотную к всасывающему впуску центробежного насоса.

В четвертом аспекте центробежный насос содержит корпус насоса, имеющий сторону привода и сторону всасывания, соединение которых формирует насосную камеру, импеллер, выполненный с возможностью присоединения к приводному механизму и принимаемый с возможностью вращения в насосную камеру, импеллер имеет задний диск рабочего колеса и передний диск рабочего колеса, передний диск рабочего колеса имеет круговое отверстие, формирующее межлопастное пространство импеллера, и имеет внешний периферийный торец, пространственно-разнесенный в радиальном направлении от кругового отверстия, передний диск рабочего колеса имеет кольцевую обращенную наружу поверхность, ориентированную в направлении стороны всасывания корпуса насоса, кольцевая обращенная наружу поверхность находится под углом в направлении от кругового отверстия межлопастного пространства к кольцевому периферийному торцу, угол направлен к стороне всасывания корпуса насоса, и впуск для текучей среды, размещенный на стороне всасывания корпуса насоса и имеющий трубу, имеющую первый конец с первым отверстием для введения текучей среды в трубу и второй конец со вторым отверстием для доставки текучей среды к межлопастному пространству импеллера, и

дополнительно имеющий радиально проходящую стенку, которая проходит радиально наружу от второго конца трубы и проходит от второго отверстия трубы к внешней радиальной точке стенки, радиально проходящая стенка имеет кольцевую поверхность, которая обращена наружу в направлении, которое ориентировано в сторону импеллера, и которая наклонена в направлении от второго конца трубы для текучей среды к внешней радиальной точке стенки, наклон направлен к первому концу трубы. Этот аспект изобретения предоставляет насос, имеющий геометрию радиального зазора, которая уменьшает износ на корпусе насоса или боковой футеровке насоса.

В некоторых вариантах осуществления угол наклона кольцевой поверхности радиально проходящей стенки находится между двумя и двадцатью градусами.

Другие аспекты, признаки и преимущества станут очевидными из последующего подробного описания, когда взято вместе с сопровождающими чертежами, которые являются частью этого описания и которые иллюстрируют, в качестве примера, принципы описанных изобретений.

Описание чертежей

Сопровождающие чертежи облегчают понимание различных вариантов осуществления.

Фиг. 1 является видом в частичном разрезе одной конфигурации традиционного всасывающего впуска насоса и геометрии радиального зазора;

Фиг. 2 является видом в частичном разрезе другой конфигурации традиционного всасывающего впуска насоса и геометрии радиального зазора;

Фиг. 3 является видом в частичном разрезе конфигурации всасывающего впуска насоса и геометрии радиального зазора в соответствии с этим изобретением;

Фиг. 3А является укрупненным видом частичного поперечного сечения импеллера и корпуса впуска для текучей среды, изображающим дополнительный вариант его осуществления.

Фиг. 4 является видом в частичном разрезе другой конфигурации всасывающего впуска насоса и геометрии радиального зазора в соответствии с этим изобретением;

Фиг. 5 является ортогональным видом в поперечном сечении варианта осуществления радиального зазора, показанного на фиг. 4;

Фиг. 6 является ортогональным видом в частичном поперечном сечении варианта осуществления радиального зазора, показанного на фиг. 3;

Фиг. 7 является ортогональным видом в частичном поперечном сечении варианта осуществления узла всасывающего впуска, показанной на фиг. 6;

Фиг. 8 является видом в перспективе импеллера в соответствии с одним аспектом изобретения;

Фиг. 9 является видом в перспективе корпуса впуска для текучей среды в соответствии с одним аспектом изобретения;

Фиг. 10А изображает анализ износа на боковой футеровке насоса, который имеет традиционную плоскостную геометрию зазора;

Фиг. 10B изображает анализ износа на боковой футеровке насоса, который имеет традиционную наклонную геометрию зазора;

Фиг. 10C изображает анализ износа на боковой футеровке насоса, который конфигурируется в соответствии с настоящим изобретением;

Фиг. 11 является частичным видом в поперечном сечении другого варианта осуществления узла всасывающего впуска в соответствии с изобретением; и

Фиг. 12 является укрупненным видом уплотнительной перемычки и зазора, показанного на фиг. 11.

Подробное описание изобретения

Различные аспекты изобретения направлены на предоставление структур, которые формируют радиальный зазор между импеллером и элементом корпуса насоса, которые облегчают перемещение утекшей или рециркулирующей текучей среды из радиального зазора способом, который уменьшает влияние на, и последующую деградацию, внутренней поверхности элемента корпуса насоса. Фиг. 1 и 2 предоставляют сравнительные виды традиционных компоновок насоса, которые помогут в понимании настоящего изобретения.

Фиг. 1 иллюстрирует некоторые признаки традиционного центробежного насоса 10, включающие в себя корпус 12 насоса и импеллер 14. Эти базовые элементы центробежного насоса являются хорошо известными в области техники и не иллюстрируются или описываются подробно по этой причине. Однако, ради ясности, отметим, что корпус 12 насоса, иллюстрированный на фиг. 1, состоит из спирального корпуса 16 и торцевого корпуса 18. Торцевой корпус 18 является корпусом всасывающей стороны насоса и, следовательно, конфигурируется с впуском 20. Футеровка 22 улиточного насоса показана размещенной в спиральном корпусе 16, и впуск торцевого корпуса 18 оборудуется передним бронедиском 24. Спиральная футеровка 22 и передний бронедиск 24, в частности, формируют насосную камеру 26, в которой вращается импеллер 14. Спиральная футеровка 22 и передний бронедиск 24 этого типа узла выполняются из упругого материала или другого подходящего материала. Конструкция центробежных насосов широко изменяется, и включение и компоновка иллюстрированных элементов насоса существует только в качестве примера.

Передний бронедиск 24, показанный на фиг. 1, имеет внутреннюю кольцевую поверхность 28, которая позиционируется рядом с импеллером 14. Импеллер 14 имеет передний диск 30 рабочего колеса, который имеет радиально проходящую кольцевую поверхность 32, которая размещается рядом с внутренней поверхностью 28 переднего бронедиска 24. Радиальный зазор 34 существует между радиально проходящей кольцевой поверхностью 32 и внутренней кольцевой поверхностью 28. Как известно и описано ранее в данном документе, вращение импеллера 14 вызывает увеличение давления вследствие центробежных сил, которые создают перепад давления между более высоким давлением на внешней окружности периферии 36 импеллера и более низким давлением в межлопастном пространстве 38 импеллера 14. Следовательно, текучая среда на периферии

36 импеллера вынуждается рециркулировать или утекать в радиальный зазор 34 с периферии 36 по направлению к межлопастному пространству 38 импеллера 14.

В традиционном насосе типа, показанного на фиг. 1, внутренняя поверхность 28 переднего бронедиска 24 является плоской; т.е., внутренняя поверхность 28 лежит в плоскости 40, которая является перпендикулярной оси 42 вращения импеллера. Аналогично, радиально проходящая поверхность 32 переднего диска 30 рабочего колеса импеллера 14 является плоской и лежит в плоскости 44, которая является перпендикулярной оси 42 вращения импеллера 14. Плоскостная геометрия радиального зазора, таким образом, предоставляется. В плоскостной геометрии радиального зазора, когда текучая среда, которая циркулирует или утекает в радиальный зазор 34, соприкасается с лопастями 48 экспеллера, размещенными на радиально проходящей кольцевой поверхности 32 переднего диска 30 рабочего колеса импеллера 14, текучая среда подвергается гидродинамическим усилиям, которые вынуждают абразивные частицы в текучей среде ударять внутреннюю поверхность 28 переднего бронедиска 24, когда они выбрасываются из радиального зазора 34. Износ на внутренней кольцевой поверхности 28 части корпуса насоса получается в результате.

Фиг. 2 иллюстрирует другую традиционную компоновку насоса, аналогичные элементы которой обозначаются теми же ссылочными номерами. Традиционный насос 50 на фиг. 2 включает в себя те же элементы корпуса 12 насоса и импеллер 14. Однако, в этой компоновке насоса, передний бронедиск 52 имеет внутреннюю поверхность 54, которая находится под тупым углом относительно оси 42 вращения импеллера 14. Т.е., внутренняя, радиально проходящая кольцевая поверхность 54 переднего бронедиска 52 лежит в плоскости 56, которая находится под углом в направлении от впуска 20 торцевого корпуса 18, так что угол между осью 42 вращения, проходящей через передний бронедиск 52, и плоскостью 56 больше 90°. Импеллер 14 аналогично конфигурируется с передним диском 58 рабочего колеса, который имеет радиально проходящую кольцевую поверхность 60, которая лежит в плоскости 62, которая находится под тупым углом относительно оси 42 вращения, проходящей через передний бронедиск 52 в направлении от впуска 20 торцевого корпуса 18. Радиальный зазор 64 формируется между внутренней поверхностью 54 переднего бронедиска 52 и радиально проходящей поверхностью 60 переднего диска 58 рабочего колеса импеллера 14, радиальный зазор 64 имеет находящуюся под тупым углом геометрию относительно оси 42 вращения, проходящей через передний бронедиск.

В традиционном насосе на фиг. 2, когда текучая среда рециркулирует или утекает в радиальный зазор 64 и затем подгоняется наружу вследствие соприкосновения частиц с лопастями 66 экспеллера на переднем диске 58 рабочего колеса, водовороты текучей среды и меридиональные скорости, накладываемые на текучую среду, толкают абразивные частицы в текучей среде во внутреннюю поверхность 54 переднего бронедиска 52, вызывая износ его внутренней поверхности 54. Причем этот тип насоса более типично используется в обработке чистых текучих сред вследствие повышенного

потенциала для значительного износа на внутренней поверхности 54 переднего бронедиска 52, когда используется для обработки шламов.

Фиг. 3 иллюстрирует центробежный насос 100 в соответствии с одним аспектом настоящего изобретения. Центробежный насос 100 включает в себя корпус 102 насоса, имеющий сторону привода (не показана) и сторону 104 всасывания, соединение которых, в целом, формирует насосную камеру 106. Импеллер 110 конфигурируется для присоединения к приводному механизму (не показан) и принимается с возможностью вращения в насосную камеру 106. Импеллер 110 имеет задний диск 112 рабочего колеса и передний диск 114 рабочего колеса, передний диск 114 рабочего колеса имеет круговое отверстие 116 с кромкой 115, формирующей или окружающей межлопастное пространство 118 импеллера 110. В варианте осуществления на фиг. 3 кольцеобразное основание 117 окружает круговое отверстие 116 и проходит радиально от кромки 115 кругового отверстия 116 к круговой фаске 119, которая формирует внешнюю границу кольцеобразного основания 117. Импеллер в соответствии с рамками этого изобретения не должен быть сконфигурирован с кольцеобразным основанием, как описано.

Импеллер 110 также имеет внешний периферийный торец 120, который находится радиально с интервалом/пространственно-разнесен в радиальном направлении от кругового отверстия 116. Передний диск 114 рабочего колеса имеет кольцевую обращенную наружу поверхность 122, которая ориентируется в направлении стороны 104 всасывания корпуса 102 насоса. Кольцевая обращенная наружу поверхность 122 импеллера 110 находится под углом, когда измеряется от круглой фаски 119 кольцеобразного основания 117 до периферийного торца 120 импеллера 110 на обращенной наружу поверхности 122. Направление угла ориентируется в сторону 104 всасывания корпуса 102 насоса и в направлении от заднего диска 112 рабочего колеса. Другими словами, осевое расстояние между круглой фаской 119 и задним диском рабочего колеса меньше осевого расстояния между периферийным торцом 120 переднего диска 114 рабочего колеса и задним диском 112 рабочего колеса.

Причем, в некоторых других вариантах осуществления изобретения, угол обращенной наружу поверхности 122 переднего диска 114 рабочего колеса измеряется от кругового отверстия 116 межлопастного пространства 118 до периферийного торца 120 импеллера 110 на обращенной наружу поверхности. Направление угла ориентируется в сторону 104 всасывания корпуса 102 насоса.

Центробежный насос 100 дополнительно включает в себя впуск 126 для текучей среды, размещенный на стороне 104 всасывания корпуса 102 насоса. Впуск 126 для текучей среды предусматривает трубу 130, имеющую первый конец 132 и первое отверстие 134 для введения текучей среды в трубу 130 и имеющую второй конец 138 со вторым отверстием 140 для подачи текучей среды в межлопастное пространство 118 импеллера 110. Впуск 126 для текучей среды имеет радиально проходящую кольцевую стенку 144, которая проходит, в целом, радиально наружу от второго конца 138 трубы 130. Радиально проходящая стенка 144 проходит от второго конца 138 трубы 130 к

внешней радиальной точке 146 корпуса 102 на радиально проходящей кольцевой стенке 144. Радиально проходящая стенка 144 имеет кольцевую поверхность 148, которая обращена в направлении от первого конца 132 трубы 130 и наклоняется в направлении от второго конца 138 трубы 130 для текучей среды к внешней радиальной точке 146 стенки 144, направление наклона ориентируется по направлению к первому концу 132 трубы 130, или от позиции заднего диска 112 рабочего колеса. Т.е., второй конец 138 трубы 130 располагается в осевой позиции, относительно первого отверстия 134, которая больше осевой позиции внешней радиальной точки 146 относительно первого отверстия 134.

В варианте осуществления на фиг. 3 кольцевая поверхность 148 радиально проходящей стенки 144 конфигурируется с кольцевым фрагментом 147, окружающим второе отверстие 140 впуска 126 для текучей среды, и которая проходит от второго конца 138 или второго отверстия 140 впуска 126 для текучей среды до пограничной точки 149, которая находится практически в радиальном совмещении с круглой фаской 119 кольцеобразного основания 117 импеллера 110. Под "практически" подразумевается, что радиальная позиция пограничной точки 149, которая окружает второе отверстие 140 и формирует внешнюю границу кольцевого фрагмента 47, относительно радиальной позиции круглой фаски 119, может изменяться между 0,01 и 2,0 сантиметрами, в зависимости от размера насоса, в котором узел всасывающего впуска устанавливается или монтируется.

Кольцеобразное основание 117 и кольцевой фрагмент 147, которые находятся в осевом направлении рядом друг с другом и размещаются с интервалом/пространственно-разнесены друг от друга, могут называться уплотнительной перемычкой 151, имеющей зазор 152 уплотнительной перемычки, расположенный между ними. Как показано на фиг. 3, уплотнительная перемычка 151 и зазор 152 уплотнительной перемычки находятся под углом и представляют острый угол относительно продольной или оси 172 вращения в точке ее протяжения через впускную трубу 126 для текучей среды. Однако, угол зазора 152 уплотнительной перемычки больше наклона фрагмента радиально проходящей стенки 144, которая проходит от пограничной точки 149 до внешней радиальной точки 146.

В дополнительном варианте осуществления изобретения, показанном на фиг. 3А, уплотнительная перемычка 151 и зазор 152 уплотнительной перемычки позиционируются под углом, который равен наклону кольцевой поверхности 148, когда измеряется от второго конца 138 впуска 126 для текучей среды до внешней радиальной точки 146 кольцевой поверхности 148 радиально проходящей стенки 144. Следовательно, зазор 152 уплотнительной перемычки позиционируется под тем же углом или наклоном, что и наклон кольцевой поверхности 148.

В дополнительном варианте осуществления узла всасывающего впуска, показанном на фиг. 11 и 12, уплотнительная перемычка 200 и уплотнительный зазор 202 выравниваются перпендикулярно продольной или оси 210 вращения. Т.е., кольцеобразное основание 212, которое окружает межлопастное пространство 214 импеллера 216, является плоским и лежит в плоскости 220, которая является перпендикулярной

продольной или оси 210 вращения. Аналогично, кольцевой фрагмент 222 впуска 224 для текучей среды, окружающий второй конец 226 впуска для текучей среды, является плоским и лежит в плоскости 230, которая является параллельной плоскости 220, в которой лежит кольцеобразное основание 212. Следовательно, уплотнительный зазор 202 является перпендикулярным продольной или оси 210 вращения. В этом варианте осуществления обращенная наружу поверхность 122 переднего диска 114 рабочего колеса находится под углом, от круглой фаски 218 кольцеобразного основания 212 к внешнему периферийному торцу 120 переднего диска рабочего колеса, как ранее описано в данном документе. Этот фрагмент обращенной наружу поверхности 148 радиально проходящей кольцевой стенки 144, которая проходит от пограничной точки 240 кольцевого фрагмента 222 до внешней радиальной точки 146 обращенной наружу поверхности 148, имеет наклон, который направлен к первому концу 242 впуска 224 для текучей среды, как ранее описано.

На фиг. 3 корпус 102 насоса показан как имеющий торцевой корпус 150, присоединенный к спиральному корпусу 154, и что впуск 126 для текучей среды является передним бронедиском 156, который позиционируется во впуске 158 торцевого корпуса 150. Фиг. 3 иллюстрирует только одно возможное объединение и компоновку компонентов корпуса насоса. Конструкция и конфигурация центробежных насосов изменяется, и различные компоновки элементов корпуса насоса находятся в рамках изобретения.

Когда используется в данном документе, термин "впуск для текучей среды", "впускная труба для текучей среды" или "корпус впуска для текучей среды" ссылается на любую часть корпуса насоса, фрагмент или компонент, который содержит конструкцию, обеспечивающую канал для текучей среды внутрь насоса и внутрь импеллера. Следовательно, например, термины "впуск для текучей среды", "впускная труба для текучей среды" или "корпус впуска для текучей среды" могут быть литой боковой частью корпуса насоса, которая содержит одну половину всего корпуса насоса; или может быть торцевым корпусом, содержащим корпус на стороне всасывания; или может быть компонентом переднего бронедиска, как показано на фиг. 3; или может быть износостойким элементом, таким как боковая футеровка, которая позиционируется внутри части внешнего корпуса и которая предоставляет, частично, фрагмент конструкции насосной камеры. Для легкости описания ссылка в данном документе на элемент "впуска для текучей среды", "впускной трубы для текучей среды" или "корпуса впуска для текучей среды" иллюстрируется и описывается как передний бронедиск или боковая футеровка, без ограничения или отрицания эквивалентных структур, которые могут быть использованы.

В соответствии с одним вариантом осуществления импеллер 110 может иметь, по меньшей мере, одну лопасть 160 экспеллера, как показано на фиг. 3, размещенную вдоль переднего диска 114 рабочего колеса. Компоновка одной или более лопастей 160 экспеллера на переднем диске 114 рабочего колеса может быть лучше всего видна в узле

всасывающего впуска, иллюстрированной на фиг. 6 и 7, и в импеллере 110, показанном на фиг. 8. Альтернативно, как показано на фиг. 4 и 5, импеллер 110 может быть сконфигурирован без лопастей экспеллера на переднем диске 114 рабочего колеса. Хотя не показано, импеллер 110 может или не может быть сконфигурирован с лопастями экспеллера на заднем диске 112 рабочего колеса.

В соответствии с изобретением, радиально проходящая кольцевая стенка 144 впуска 126 для текучей среды проходит радиально наружу от внутренней точки 113 второго конца 138 впуска 126 для текучей среды до внешней радиальной точки 146 стенки 144. Радиально проходящая стенка 144 имеет кольцевую поверхность 148, которая обращена в направлении от первого конца 132 впуска 126 для текучей среды и наклоняется в направлении от внутренней точки 113 второго конца 138 трубы 126 для текучей среды по направлению к внешней радиальной точке 146 стенки 144. Направление наклона кольцевой поверхности 148 ориентируется в направлении первого конца 132 впуска 126 для текучей среды и ориентируется от заднего диска 112 рабочего колеса импеллера 110.

Как показано на фиг. 3, угол X наклона, когда измеряется между первой плоскостью 168, в которой внутренняя точка 113 второго конца 138 впуска 126 для текучей среды лежит, и второй плоскостью 170, в которой кольцевая поверхность 148 радиально проходящей стенки 140 лежит, от точки 149 кольцевого фрагмента 147 до внешней радиальной точки 146, равен любому количеству градусов между двумя градусами и двадцатью градусами. Первая плоскость 168 является перпендикулярной продольной оси корпуса впуска для текучей среды или оси 172 вращения импеллера 110.

Угол X, под которым кольцевая поверхность 148 радиально проходящей стенки 144 наклоняется, может быть, например, между четырьмя градусами и восемнадцатью градусами; или может быть между пятью градусами и пятнадцатью градусами; или может быть между шестью градусами и шестнадцатью градусами; или может быть между восьмью градусами и четырнадцатью градусами; или может быть между десятью градусами и двенадцатью градусами.

Кольцевая, обращенная наружу поверхность 122 переднего диска 114 рабочего колеса импеллера 110, как показано на фиг. 3, позиционируется рядом с кольцевой поверхностью 148 радиально проходящей стенки 144 впуска 126 для текучей среды и, следовательно, находится под аналогичным углом, чтобы предусматривать находящийся под углом радиальный зазор 162. Следовательно, угол наклона обращенной наружу поверхности 122 переднего диска 114 рабочего колеса равен любому количеству градусов между двумя градусами и двадцатью градусами, относительно плоскости 68, и может быть, например, между четырьмя градусами и восемнадцатью градусами; или может быть между пятью градусами и пятнадцатью градусами; или может быть между шестью градусами и шестнадцатью градусами; или может быть между восьмью градусами и четырнадцатью градусами; или может быть между десятью градусами и двенадцатью градусами. Угол обращенной наружу поверхности 122 не должен быть строго

аналогичным наклону соседней кольцевой поверхности 148, но приблизительно имеет тот же градус. Под "приблизительно" понимается, что градус угла наклона обращенной наружу поверхности 122 и градус наклона кольцевой поверхности 148 могут быть в пределах одного-четырех градусов друг для друга, приводя в результате к радиальному зазору 162, который не имеет равноудаленный размер между внешней периферийной областью зазора и областью зазора, более близкой к межлопастному пространству импеллера.

Как показано в варианте осуществления, изображенном на фиг. 4, угол X наклона, когда измеряется между первой плоскостью 168, в которой лежит внутренняя точка 113 второго конца 138 впуска 126 для текучей среды, и второй плоскостью 170, в которой лежит кольцевая поверхность 148 радиально проходящей стенки 140, от внутренней точки 113 кольцевого фрагмента 147 до внешней радиальной точки 146, равен любому количеству градусов между двумя градусами и двадцатью градусами. Первая плоскость 168 является перпендикулярной продольной оси корпуса впуска для текучей среды или оси 172 вращения импеллера 110. Угол X, под которым кольцевая поверхность 148 радиально проходящей стенки 144 наклоняется на фиг. 4, может быть, например, между четырьмя градусами и восемнадцатью градусами; или может быть между пятью градусами и пятнадцатью градусами; или может быть между шестью градусами и шестнадцатью градусами; или может быть между восьмью градусами и четырнадцатью градусами; или может быть между десятью градусами и двенадцатью градусами. Кольцевая, обращенная наружу поверхность 122 переднего диска 114 рабочего колеса импеллера 110, как показано на фиг. 4, позиционируется рядом с кольцевой поверхностью 148 радиально проходящей стенки 144 впуска 126 для текучей среды и, следовательно, находится под аналогичным углом, чтобы предусматривать находящийся под углом радиальный зазор 162, как описано относительно варианта осуществления на фиг. 3.

Углы и наклоны кольцевой поверхности радиально проходящей стенки впуска для текучей среды и кольцевой, обращенной наружу поверхности переднего диска рабочего колеса, как показано на фиг. 3A, 11 и 12, также конфигурируются с размерами угла и/или наклона, как описано относительно фиг. 3 и 4.

Фиг. 5 иллюстрирует один вариант осуществления узла 176 всасывающего впуска в соответствии с дополнительным аспектом изобретения, когда импеллер 110 имеет втулку 178, выполненную с возможностью присоединения к приводному механизму (не показан), и импеллер 110 имеет задний диск 112 рабочего колеса и передний диск 114 рабочего колеса, который размещается с интервалом/пространственно-разнесен в осевом направлении от заднего диска 112 рабочего колеса. Передний диск 114 рабочего колеса имеет круговое отверстие 116, формирующее межлопастное пространство 118 импеллера 110, и имеет кольцевой периферийный торец 120, радиально расположенный с интервалом/пространственно-разнесен в радиальном направлении от межлопастного пространства 118. Передний диск 114 рабочего колеса имеет обращенную наружу поверхность 122, которая проходит от кругового отверстия 116 до периферийного торца

120, расположенного на периферии переднего диска 114 рабочего колеса, и обращенная наружу поверхность 122 ориентируется в направлении от заднего диска 112 рабочего колеса. В узле всасывающего впуска на фиг. 5 передний диск 114 рабочего колеса лишен лопастей экспеллера.

Узел 176 всасывающего впуска на фиг. 5 также имеет корпус 180 впуска для текучей среды, который включает в себя проходящую в осевом направлении трубу 130 для текучей среды, имеющую первый конец 132 с первым отверстием 134 для введения текучей среды в трубу 130 и второй конец 138 со вторым отверстием 140. Канал 182 для текучей среды формируется между первым концом 132 и вторым концом 138. Радиально проходящая стенка 144 проходит радиально наружу от второго конца 138 корпуса 180 впуска для текучей среды до внешней радиальной точки 146. Радиально проходящая стенка 144 имеет кольцевую поверхность 148, которая обращена в направлении, которое ориентируется от первого конца 132 корпуса 180 впуска для текучей среды. Кольцевая поверхность 148 наклоняется, от второго отверстия 138 корпуса 180 трубы для текучей среды по направлению к внешней радиальной точке 146, в направлении, которое ориентируется в сторону первого конца 132 корпуса 180 впускной трубы для текучей среды. Таким образом, кольцевая поверхность 148 представляет конфигурацию, которая является усеченным конусом.

Обращенная наружу поверхность 122 переднего диска 114 рабочего колеса позиционируется рядом с кольцевой поверхностью 148 радиально проходящей стенки 144 корпуса 180 впуска для текучей среды и находится под углом приблизительно столько же градусов наклона, что и угол наклона кольцевой поверхности 148 радиально проходящей стенки 144. Следовательно, обращенная наружу поверхность 122 переднего диска 114 рабочего колеса имеет перевернутый наклон или вогнутую конфигурацию, тем самым создавая наклонный радиальный зазор 162 между ними. Угол наклона обращенной наружу поверхности 122 переднего диска 114 рабочего колеса равен любому количеству градусов между двумя градусами и двадцатью градусами, и может быть, например, между четырьмя градусами и восемнадцатью градусами; или может быть между пятью градусами и пятнадцатью градусами; или может быть между шестью градусами и шестнадцатью градусами; или может быть между восьмью градусами и четырнадцатью градусами; или может быть между десятью градусами и двенадцатью градусами.

Фиг. 6 изображает альтернативный вариант осуществления узла 176 всасывающего впуска, где аналогичные элементы или структуры обозначаются теми же ссылочными номерами. Вариант осуществления узла 176 всасывающего впуска, показанный на фиг. 6, отличается от варианта осуществления, показанного на фиг. 5, наличием лопастей 160 экспеллера, размещенных на переднем диске 114 рабочего колеса импеллера 110. Фиг. 7 изображает дополнительный вид альтернативного варианта осуществления узла всасывающего впуска на фиг. 6. Может быть видно на фиг. 7, что передний диск 114 рабочего колеса импеллера 110 является перевернутым или наклоненным так, что передний диск 114 рабочего колеса имеет вогнутую конфигурацию.

В соответствии с другим аспектом изобретения фиг. 8 изображает импеллер 110 для использования в центробежном насосе. Импеллер 110 имеет втулку 178, выполненную с возможностью присоединения к приводному механизму (не показан). Импеллер 110 дополнительно включает в себя задний диск 112 рабочего колеса, расположенный для ориентации в направлении стороны привода насоса. Задний диск 112 рабочего колеса имеет периферийный торец 184, расположенный радиально от втулки 178, и имеет передний диск 114 рабочего колеса, расположенный с интервалом/пространственно-разнесенный в осевом направлении от заднего диска 112 рабочего колеса и расположенный для ориентации в направлении стороны всасывания насоса. Передний диск 114 рабочего колеса имеет круговое отверстие 116, имеющее торцевую кромку 115, которая формирует межлопастное пространство 118 импеллера 110. Передний диск 114 рабочего колеса имеет периферийный торец 120, радиально расположенный с интервалом/пространственно-разнесенный в радиальном направлении от межлопастного пространства 118.

По меньшей мере, одна перекачивающая лопасть 190 проходит в осевом направлении между задним диском 112 рабочего колеса и передним диском 114 рабочего колеса и проходит, в целом, радиально приблизительно от межлопастного пространства 118 до периферии заднего диска 112 рабочего колеса и/или переднего диска 114 рабочего колеса. Передний диск 114 рабочего колеса имеет обращенную наружу поверхность 122, сконфигурированную, чтобы размещаться в направлении фрагмента впуска для текучей среды насоса. Обращенная наружу поверхность 122 проходит от кромки 115 кругового отверстия 116 до периферийного торца 120 переднего диска 114 рабочего колеса под углом, который наклоняется от кромки 115 до периферийного торца 120 переднего диска 114 рабочего колеса в направлении от втулки 178. Т.е., осевое расстояние между кромкой 115 и втулкой 178 меньше осевого расстояния между периферийным торцом 120 и втулкой 178. Обращенная наружу поверхность 122, следовательно, представляет перевернутый вогнутый профиль.

Фиг. 9 изображает элемент 194 корпуса насоса для центробежного насоса в соответствии с другим аспектом изобретения. Элемент 194 корпуса насоса включает в себя впускную трубу 196 для текучей среды, имеющую первый конец 132 с первым отверстием 130 (фиг. 3 и 4) для введения текучей среды в трубу 196, и второй конец 138 со вторым отверстием 140 для подачи текучей среды к импеллеру. Канал 198 для текучей среды предусматривается между первым концом 132 и вторым концом 138. Радиально проходящая стенка 144 проходит радиально наружу от второго конца 138 впускной трубы 196 для текучей среды и проходит от второго отверстия 138 впускной трубы 196 для текучей среды до внешней радиальной точки 146 стенки 144 элемента 196 корпуса насоса. Радиально проходящая стенка 144 имеет кольцевую поверхность 148, которая обращена наружу в направлении, которое ориентируется от первого конца 132 впускной трубы 196 для текучей среды. Кольцевая поверхность 148 наклоняется в направлении от второго конца 138 впускной трубы 196 для текучей среды до внешней радиальной точки 146,

направление наклона ориентируется в сторону первого конца 132 впускной трубы 196 для текучей среды.

Угол наклона, когда измеряется между первой плоскостью 168 (показана на фиг. 4 и является перпендикулярной оси 172 вращения), в которой лежит второй конец 138 впуска 126 для текучей среды, и второй плоскостью 170, в которой лежит кольцевая поверхность 148 радиально проходящей стенки 140, равен любому количеству градусов между двумя градусами и двадцатью градусами. Угол наклона может быть, например, между четырьмя градусами и восемнадцатью градусами; или может быть между пятью градусами и пятнадцатью градусами; или может быть между шестью градусами и шестнадцатью градусами; или может быть между восьмью градусами и четырнадцатью градусами; или может быть между десятью градусами и двенадцатью градусами. Наклонная кольцевая поверхность 148 конфигурируется, следовательно, как усеченный конус.

Фиг. 10A-10C иллюстрируют, сравнительно, анализы износа боковой футеровки корпуса насоса при наличии трех типов геометрии зазора. Фиг. 10A изображает износ, который наблюдается в боковой футеровке насосов, имеющих плоскостную геометрию зазора, типа, иллюстрированного на фиг. 1. Фиг. 10B изображает характер износа, наблюдаемый в боковой футеровке насосов, имеющих традиционно известную, имеющую тупой угол наклона геометрию зазора, типа, описанного, например, в патенте США № 8,834,101. Фиг. 10C изображает характер износа, наблюдаемый в боковой футеровке, имеющей перевернутую или наклоненную под острым углом геометрию зазора в соответствии с настоящим изобретением. Может быть видно, что износ в боковой футеровке, как изображено на фиг. 10C, значительно уменьшается по сравнению с износом боковой футеровки, наблюдаемой в традиционных компоновках зазора, показанных на фиг. 10A и 10B.

В вышеупомянутом описании некоторых вариантов осуществления особая терминология была применена ради ясности. Однако, изобретение не подразумевает ограничение конкретными терминами, выбранными таким образом, и следует понимать, что каждый конкретный термин включает в себя другие технические эквиваленты, которые работают аналогичным образом, чтобы достигать аналогичной технической цели. Такие термины как "левый" и "правый", "передний" и "задний", "над" и "под" и т.п. используются в качестве слов для удобства, чтобы предоставлять точки ориентира, и не должны истолковываться как ограничивающие термины.

В этой спецификации слово "содержащий" должно пониматься в своем "открытом" смысле, т.е., в смысле "включающий в себя", и, таким образом, не ограничивается своим "закрытым" смыслом, т.е., смыслом "состоящий только из". Соответствующее значение должно быть приписано соответствующим словам "содержать", "содержащийся" и "содержит", когда они появляются.

Кроме того, приведенное выше описывает только некоторые варианты осуществления изобретения, и переделки, модификации, дополнения и/или изменения

могут быть выполнены в них без отступления от рамок и духа описанных вариантов осуществления, варианты осуществления являются иллюстративными, а не ограничивающими.

Кроме того, изобретения были описаны в соединении с теми, что в настоящий момент считаются наиболее практичными и подходящими вариантами осуществления для достижения целей изобретения, и следует понимать, что любое такое изобретение не должно быть ограничено описанными вариантами осуществления, а напротив, подразумевает охват различных модификаций и эквивалентных компоновок, включенных в смысл и рамки изобретений. Также, различные варианты осуществления, описанные выше, могут быть реализованы вместе с другими вариантами осуществления, например, аспекты одного варианта осуществления могут быть объединены с аспектами другого варианта осуществления, чтобы реализовывать еще одни варианты осуществления. Дополнительно, каждый независимый признак или компонент любого предоставленного узла может составлять дополнительный вариант осуществления.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Узел всасывающего впуска для центробежного насоса, содержащий:

корпус впуска для текучей среды, содержащий

проходящую в осевом направлении трубу для текучей среды, имеющую первый конец с первым отверстием для введения текучей среды в трубу и второй конец со вторым отверстием, канал для текучей среды, сформированный между первым концом и вторым концом; и

радиально проходящую стенку, которая проходит радиально наружу от второго конца корпуса впуска для текучей среды до внешней радиальной точки, радиально проходящая стенка имеет кольцевую поверхность, которая обращена наружу в направлении от первого конца корпуса впуска для текучей среды и которая наклонена в направлении от второго конца трубы для текучей среды к внешней радиальной точке, направление наклона направлено к первому концу впускной трубы для текучей среды; и

импеллер, имеющий задний диск рабочего колеса и передний диск рабочего колеса, пространственно-разнесенный в осевом направлении от заднего диска рабочего колеса, передний диск рабочего колеса имеет круговое отверстие, формирующее межлопастное пространство импеллера, и имеет кольцевой периферийный торец пространственно-разнесенный в радиальном направлении от межлопастного пространства, передний диск рабочего колеса имеет обращенную наружу поверхность, которая проходит от или по существу от кругового отверстия до периферийного торца переднего диска рабочего колеса и ориентирована в направлении от заднего диска рабочего колеса, обращенная наружу поверхность переднего диска рабочего колеса расположена смежно с радиально проходящей стенкой корпуса для впуска текучей среды и наклонена приблизительно с такой же степенью наклона, что и угол наклона части или всей радиально проходящей стенки корпуса впуска для текучей среды.

2. Узел по п. 1, в котором угол наклона радиально проходящей стенки, при измерении от первой плоскости, в которой лежит второй конец корпуса впуска для текучей среды, и второй плоскости, в которой лежит радиально проходящая стенка, имеет значение между двумя градусами и двадцатью градусами.

3. Узел по п. 2, в котором угол наклона радиально проходящей стенки находится между четырьмя градусами и восемнадцатью градусами.

4. Узел по п. 2, в котором угол наклона радиально проходящей стенки имеет значение между пятью градусами и пятнадцатью градусами.

5. Узел по п. 2, в котором угол наклона радиально проходящей стенки имеет значение между шестью градусами и шестнадцатью градусами.

6. Узел по п. 2, в котором угол наклона радиально проходящей стенки имеет значение между восьмью градусами и четырнадцатью градусами.

7. Узел по п. 2, в котором угол наклона радиально проходящей стенки имеет значение между десятью градусами и двенадцатью градусами.

8. Узел по п. 1, в котором радиально проходящая стенка дополнительно имеет

кольцевой фрагмент, окружающий второе отверстие корпуса впуска для текучей среды, кольцевой фрагмент проходит от второго отверстия до пограничной точки, пространственно-разнесенной от второго отверстия с формированием фрагмента уплотнительной перемычки, и при этом наклон радиально проходящей стенки является измеряемым от точки кольцевого фрагмента, пространственно-разнесенной от второго отверстия, до внешней радиальной точки радиально проходящей стенки, и при этом угол наклона является измеряемым от первой плоскости, в которой лежит пограничная точка кольцевого фрагмента, и второй плоскости, в которой лежит наклонная радиально проходящая стенка, угол наклона имеет значение между двумя градусами и двадцатью градусами.

9. Узел по п. 8, в котором импеллер дополнительно имеет кольцеобразное основание, которое проходит от кругового отверстия импеллера до круглой фаски, пространственно-разнесенной от кругового отверстия, кольцеобразное основание расположено смежно с кольцевым фрагментом радиально проходящей стенки корпуса впуска для текучей среды с формированием уплотнительной перемычки между ними, пространство, сформированное между кольцевым фрагментом и кольцеобразным основанием, формирует уплотнительный зазор.

10. Узел по п. 9, в котором уплотнительный зазор находится под острым углом относительно оси вращения, проходящей через корпус впуска для текучей среды.

11. Узел по п. 9, в котором уплотнительный зазор является перпендикулярным продольной оси, проходящей через корпус впуска для текучей среды.

12. Узел по п. 1, в котором обращенная наружу поверхность переднего диска рабочего колеса дополнительно включает в себя, по меньшей мере, одну лопасть экспеллера.

13. Узел по п. 1, в котором корпус впуска для текучей среды является передним бронедиском.

14. Узел по п. 1, в котором корпус впуска для текучей среды является компонентом боковой футеровки корпуса насоса.

15. Импеллер для использования в центробежном насосе, содержащий:

втулку, выполненную с возможностью соединения с приводным механизмом;

задний диск рабочего колеса, расположенный для ориентации в направлении стороны привода насоса, задний диск рабочего колеса имеет периферийный торец, расположенный радиально от втулки;

передний диск рабочего колеса, пространственно-разнесенный в осевом направлении от заднего диска рабочего колеса и размещенный для ориентации в направлении стороны всасывания насоса, передний диск рабочего колеса имеет круговое отверстие, формирующее межлопастное пространство импеллера, и имеет периферийный торец, пространственно-разнесенный в радиальном направлении от межлопастного пространства;

по меньшей мере, одну перекачивающую лопасть, проходящую в осевом

направлении между задним диском рабочего колеса и передним диском рабочего колеса и проходящую по существу радиально вблизи от межлопастного пространства до периферии переднего диска рабочего колеса и/или заднего диска рабочего колеса,

при этом передний диск рабочего колеса имеет обращенную наружу поверхность, сконфигурированную для размещения в направлении фрагмента впуска для текучей среды насоса, обращенная наружу поверхность проходит от или по существу от кругового отверстия до периферийного торца переднего диска рабочего колеса под углом, наклоненным в направлении от или у кругового отверстия до периферийного торца переднего диска рабочего колеса, направление наклона направлено от втулки.

16. Импеллер по п. 15, в котором угол наклона обращенной наружу поверхности переднего диска рабочего колеса, при измерении от передней плоскости, в которой лежит круговое отверстие межлопастного пространства импеллера, и второй плоскости, в которой лежит часть или вся обращенная наружу поверхность, имеет значение между двумя градусами и двадцатью градусами.

17. Импеллер по п. 16, в котором угол наклона обращенной наружу поверхности переднего диска рабочего колеса имеет значение между четырьмя градусами и восемнадцатью градусами.

18. Импеллер по п. 16, в котором угол наклона обращенной наружу поверхности переднего диска рабочего колеса имеет значение между пятью градусами и пятнадцатью градусами.

19. Импеллер по п. 16, в котором угол наклона обращенной наружу поверхности переднего диска рабочего колеса имеет значение между шестью градусами и шестнадцатью градусами.

20. Импеллер по п. 16, в котором угол наклона обращенной наружу поверхности переднего диска рабочего колеса имеет значение между восьмью градусами и четырнадцатью градусами.

21. Импеллер по п. 16, в котором угол наклона обращенной наружу поверхности переднего диска рабочего колеса имеет значение между десятью градусами и двенадцатью градусами.

22. Импеллер по п. 15, дополнительно содержащий кольцеобразное основание, проходящее от кругового отверстия до круглой фаски, пространственно-разнесенной от кругового отверстия, при этом наклон обращенной наружу поверхности переднего диска рабочего колеса является измеряемым от круглой фаски до периферийного торца переднего диска рабочего колеса, угол наклона является измеряемым от первой плоскости, в которой лежит круговое отверстие межлопастного пространства импеллера, и второй плоскости, в которой лежит обращенная наружу поверхность, угол наклона имеет значение между двумя градусами и двадцатью градусами.

23. Импеллер по п. 15, в котором обращенная наружу поверхность имеет, по меньшей мере, одну лопасть экспеллера.

24. Импеллер по п. 15, в котором, по меньшей мере, одна перекачивающая лопасть

дополнительно включает множество перекачивающих лопастей.

25. Элемент корпуса насоса для центробежного насоса, содержащий:

впускную трубу для текучей среды, имеющую первый конец с первым отверстием для введения текучей среды в трубу и второй конец со вторым отверстием для доставки текучей среды к импеллеру, канал для текучей среды обеспечен между первым концом и вторым концом, продольная ось проходит между первым концом и вторым концом; и

радиально проходящую стенку, которая проходит радиально наружу от второго конца впускной трубы для текучей среды и проходит от второго конца впускной трубы для текучей среды к внешней радиальной точке, радиально проходящая стенка имеет кольцевую поверхность, которая обращена наружу в направлении, которое ориентировано от первого конца впускной трубы для текучей среды, и которое наклонено в направлении от второго конца трубы для текучей среды к внешней радиальной точке, направление наклона ориентировано от первого конца впускной трубы для текучей среды.

26. Элемент по п. 25, в котором угол наклона радиально проходящей стенки, при измерении от первой плоскости, в которой лежит второй конец впускной трубы для текучей среды, и второй плоскости, в которой лежит вся или часть радиально проходящей стенки, имеет значение между двумя градусами и двадцатью градусами.

27. Элемент по п. 26, в котором угол наклона радиально проходящей стенки имеет значение между четырьмя градусами и восемнадцатью градусами.

28. Элемент по п. 26, в котором угол наклона радиально проходящей стенки имеет значение между пятью градусами и пятнадцатью градусами.

29. Элемент по п. 26, в котором угол наклона радиально проходящей стенки имеет значение между шестью градусами и шестнадцатью градусами.

30. Элемент по п. 26, в котором угол наклона радиально проходящей стенки имеет значение между восьмью градусами и четырнадцатью градусами.

31. Элемент по п. 26, в котором угол наклона радиально проходящей стенки имеет значение между десятью градусами и двенадцатью градусами.

32. Элемент по п. 25, дополнительно содержащий кольцевой фрагмент, окружающий второе отверстие корпуса для впуска текучей среды, кольцевой фрагмент проходит от второго отверстия до пограничной точки, пространственно-разнесенной от второго отверстия, и при этом наклон радиально проходящей стенки является измеряемым от точки кольцевого фрагмента, пространственно-разнесенной от второго отверстия, до внешней радиальной точки радиально проходящей стенки, и при этом угол наклона является измеряемым от первой плоскости, в которой лежит пограничная точка кольцевого фрагмента, и второй плоскости, в которой лежит наклонная, радиально проходящая стенка, угол наклона имеет значение между двумя градусами и двадцатью градусами.

33. Элемент по п. 25, в котором впускная труба для текучей среды и радиально проходящая стенка являются фрагментами стороны корпуса насоса для центробежного насоса.

34. Элемент по п. 25, в котором впускной трубопровод для текучей среды и радиально проходящая стенка являются компонентами переднего бронедиска для центробежного насоса.

35. Элемент по п. 25, в котором впускной трубопровод для текучей среды и радиально проходящая стенка являются компонентами боковой футеровки для центробежного насоса.

36. Элемент по п. 25, в котором впускной трубопровод для текучей среды и радиально проходящая стенка являются компонентами упругого износостойкого элемента, структурированного для позиционирования вплотную к всасывающему впуску центробежного насоса.

37. Центробежный насос, содержащий:

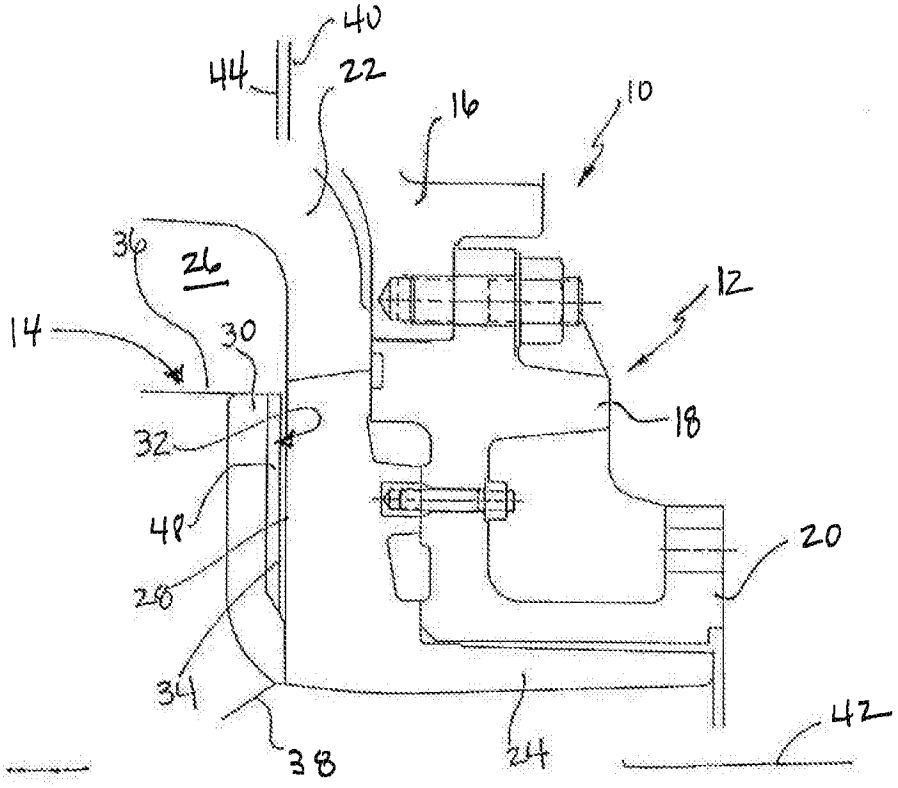
корпус насоса, имеющий сторону привода и сторону всасывания, соединение которых формирует насосную камеру;

импеллер, выполненный с возможностью присоединения к приводному механизму и принимаемый с возможностью вращения в насосную камеру, импеллер имеет задний диск рабочего колеса и передний диск рабочего колеса, передний диск рабочего колеса имеет круговое отверстие, формирующее межлопастное пространство импеллера, и имеет внешний периферийный торец, пространственно-разнесенный в радиальном направлении от кругового отверстия, передний диск рабочего колеса имеет кольцевую, обращенную наружу поверхность, ориентированную в направлении стороны всасывания корпуса насоса, кольцевая, обращенная наружу поверхность находится под углом, от или вблизи от кругового отверстия межлопастного пространства до периферийного торца, в направлении к стороне всасывания корпуса насоса; и

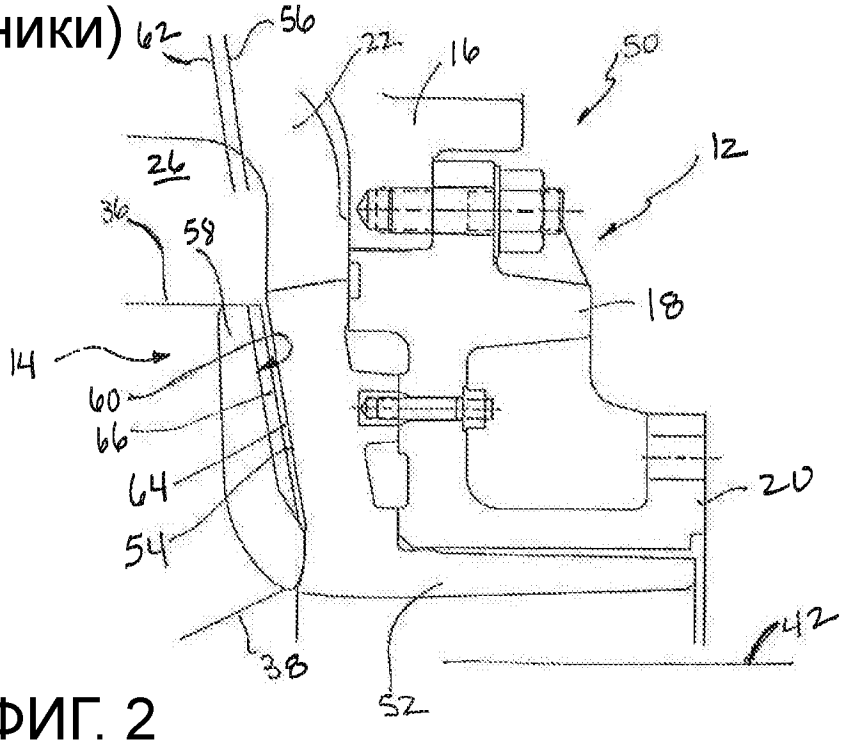
впуск для текучей среды, расположенный на стороне всасывания корпуса насоса и имеющий трубу, имеющую первый конец с первым отверстием для введения текучей среды в трубу и второй конец со вторым отверстием для доставки текучей среды к межлопастному пространству импеллера, и дополнительно имеющий радиально проходящую стенку, которая проходит радиально наружу от второго конца трубы и проходит от второго отверстия трубы до внешней радиальной точки, радиально проходящая стенка имеет кольцевую поверхность, которая обращена наружу в направлении, которое ориентировано к импеллеру, и которая наклонена, от или вблизи от второго конца трубы для текучей среды к внешней радиальной точке, в направлении к первому концу трубы.

38. Центробежный насос по п. 37, в котором угол наклона кольцевой поверхности радиально проходящей стенки имеет значение между двумя и двадцатью градусами.

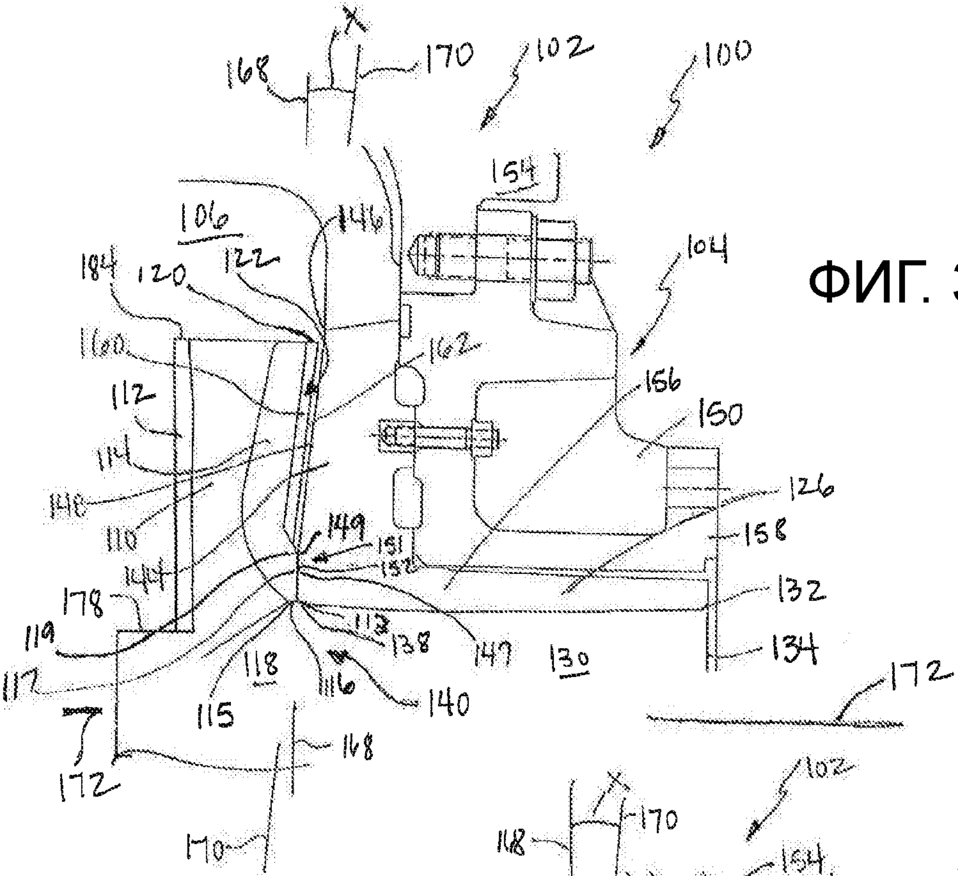
По доверенности



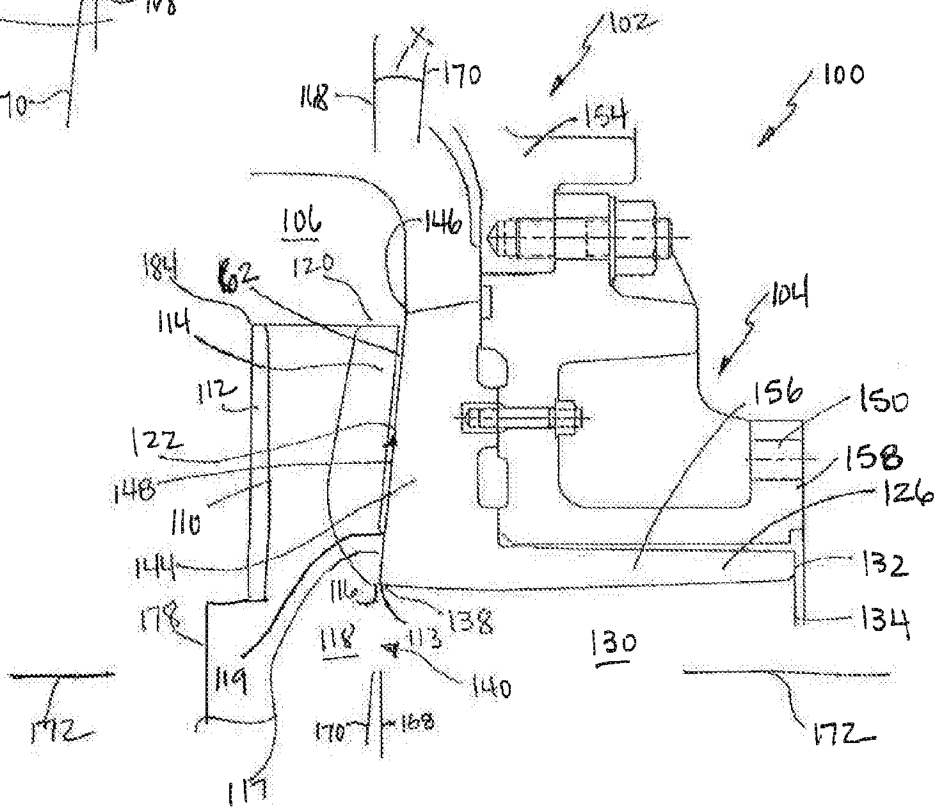
ФИГ. 1
(Уровень техники)



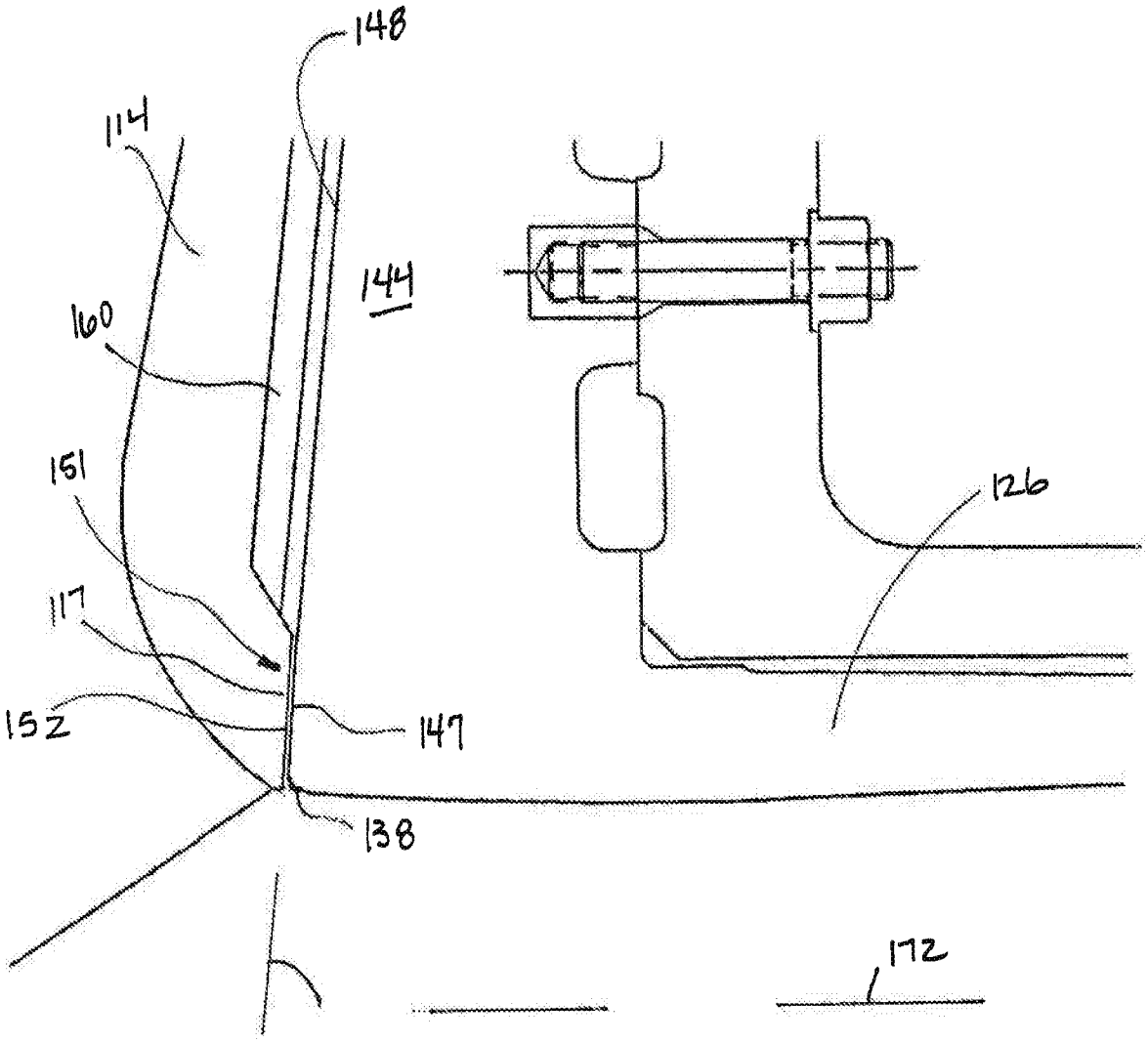
ФИГ. 2
(Уровень техники)


168
170
102
100
154
106
146
184
120
122
104
160
162
112
156
150
114
148
126
110
149
158
144
178
132
119
147
130
134
117
118
115
116
140
172
168
170

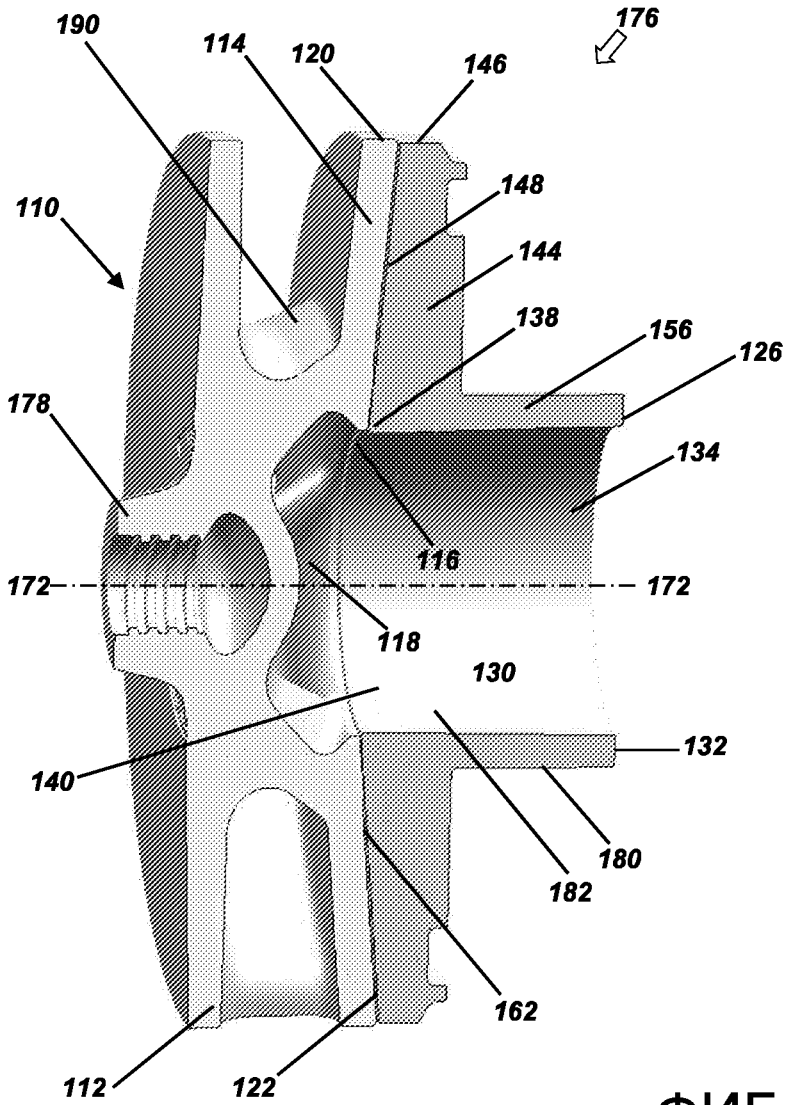
ФИГ. 3


168
170
102
100
154
106
146
184
162
120
104
114
112
156
150
122
158
148
126
110
144
132
116
138
134
178
118
113
130
119
140
172
170
168
172
117

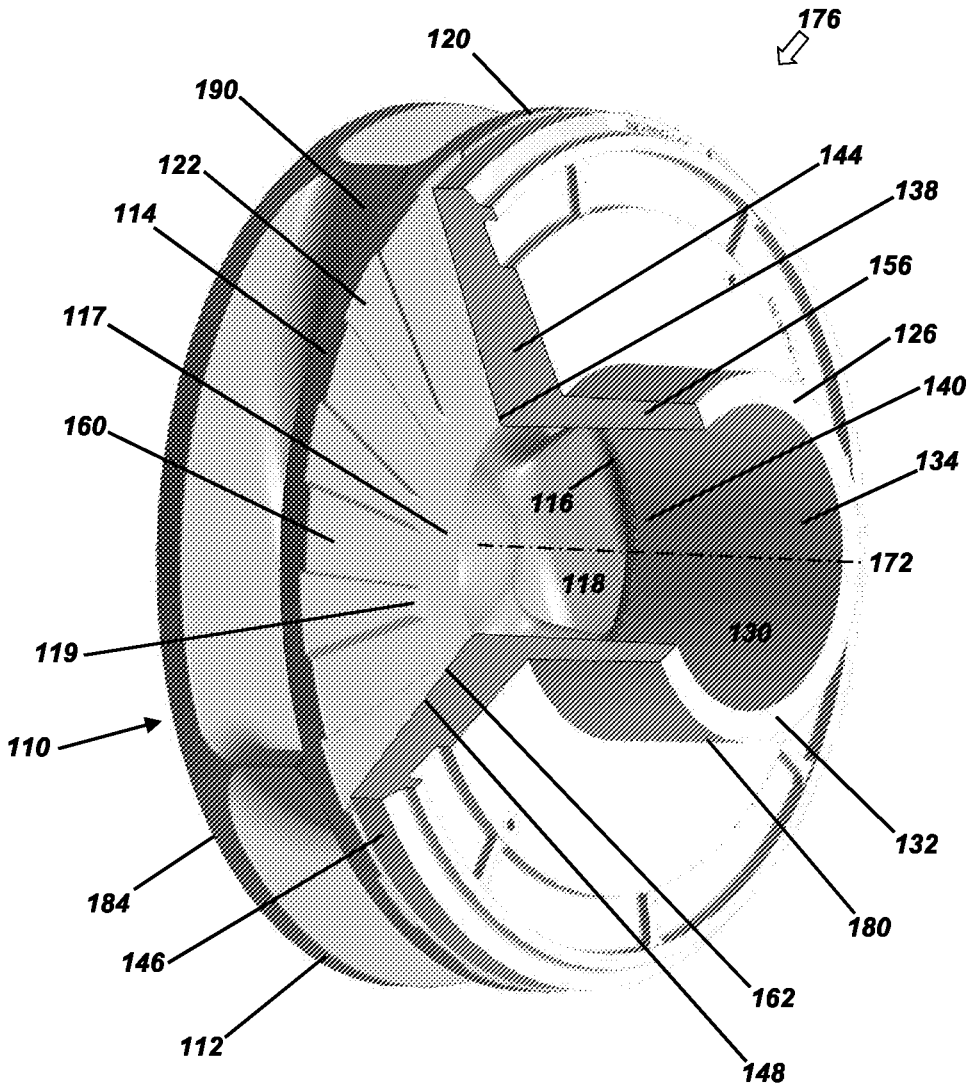
ФИГ. 4



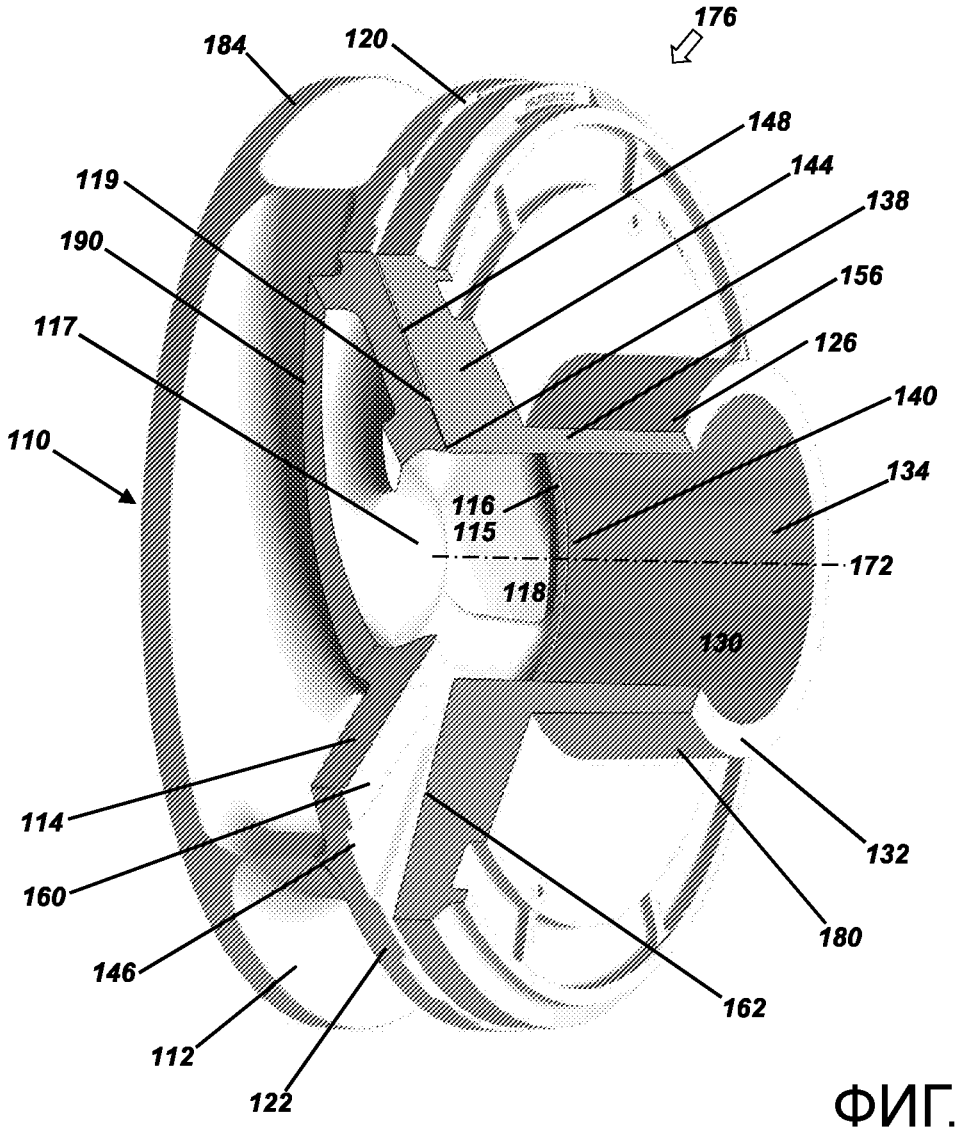
ФИГ. 3А


190
114
120
146
176
110
148
144
138
156
126
178
134
116
172
172
118
130
140
132
180
182
162
112
122

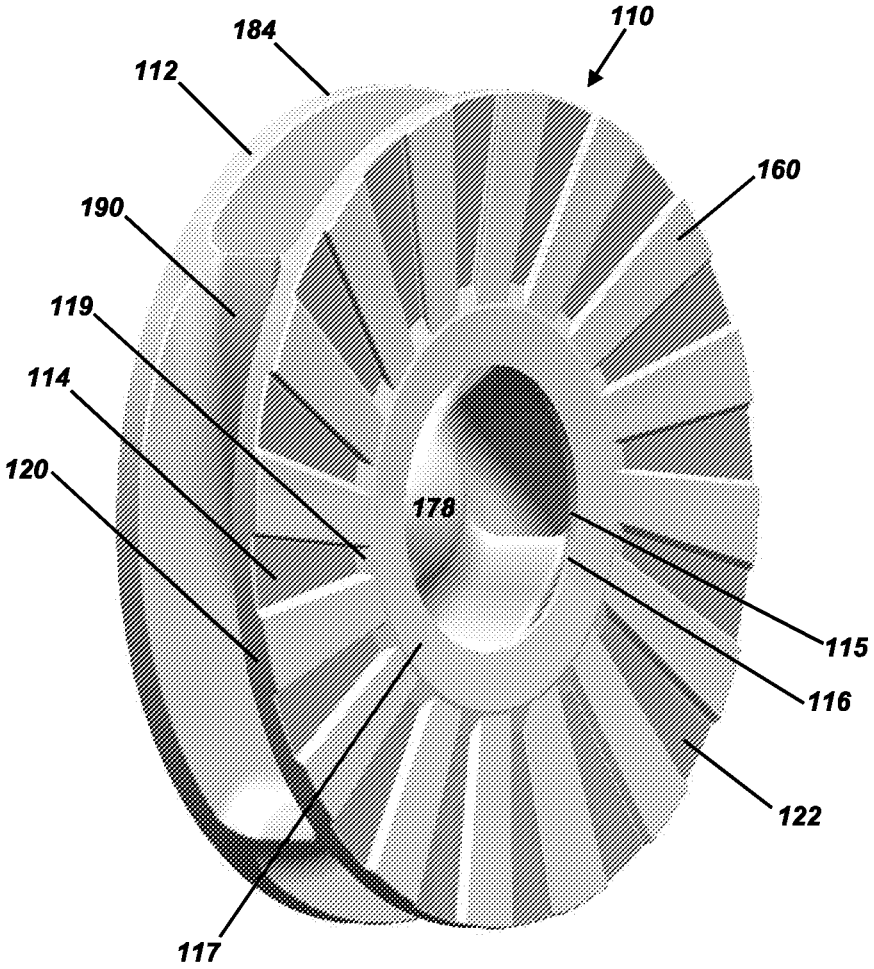
ФИГ. 5


176
120
190
122
114
117
160
119
110
184
146
112
144
138
156
126
140
134
116
172
118
130
132
180
162
148

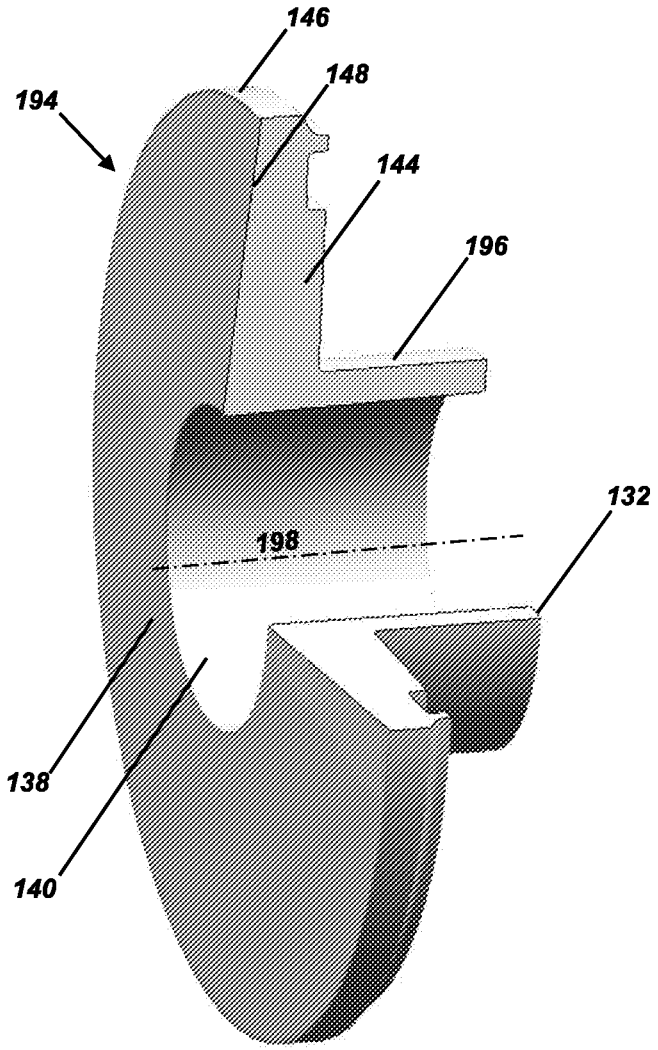
ФИГ. 6


176
184
120
148
144
138
119
190
156
117
126
140
110
134
116
115
172
118
130
114
132
160
180
146
162
112
122

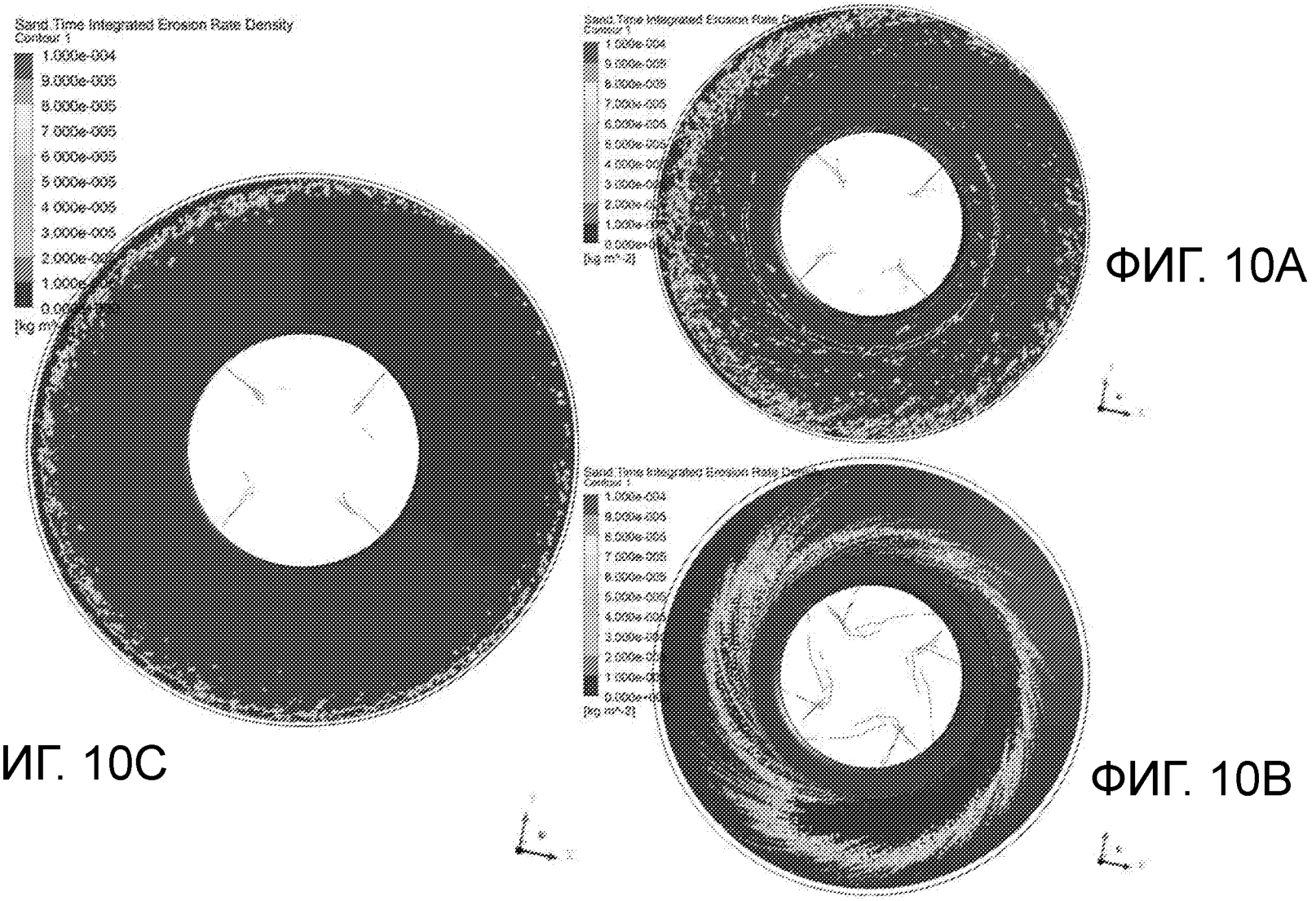
ФИГ. 7



ФИГ. 8



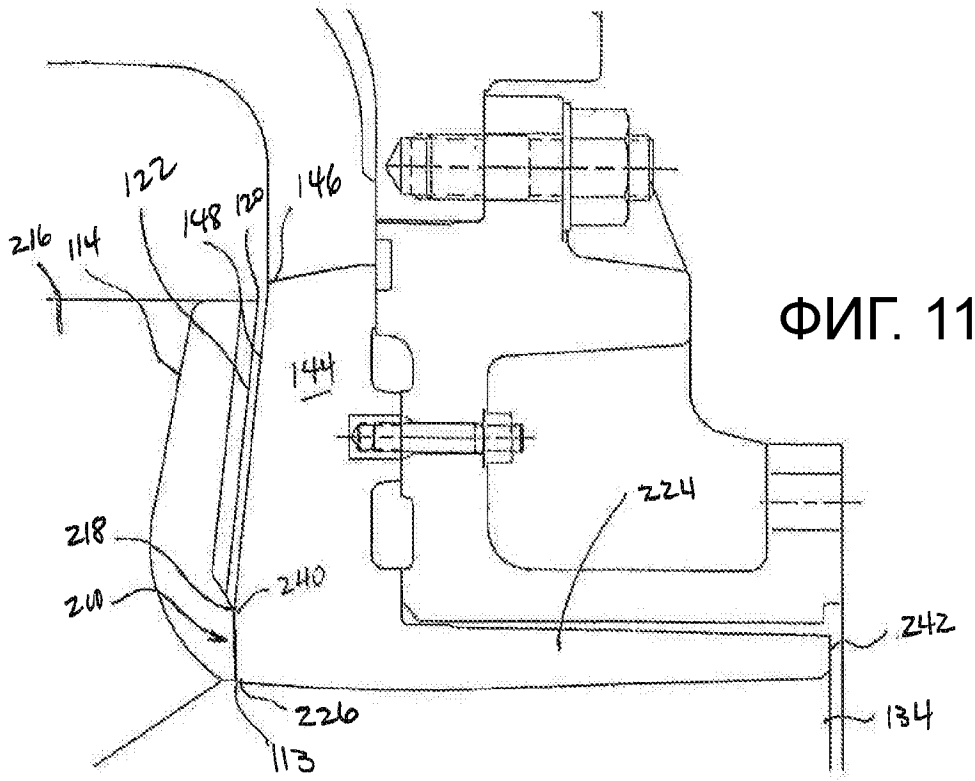
ФИГ. 9



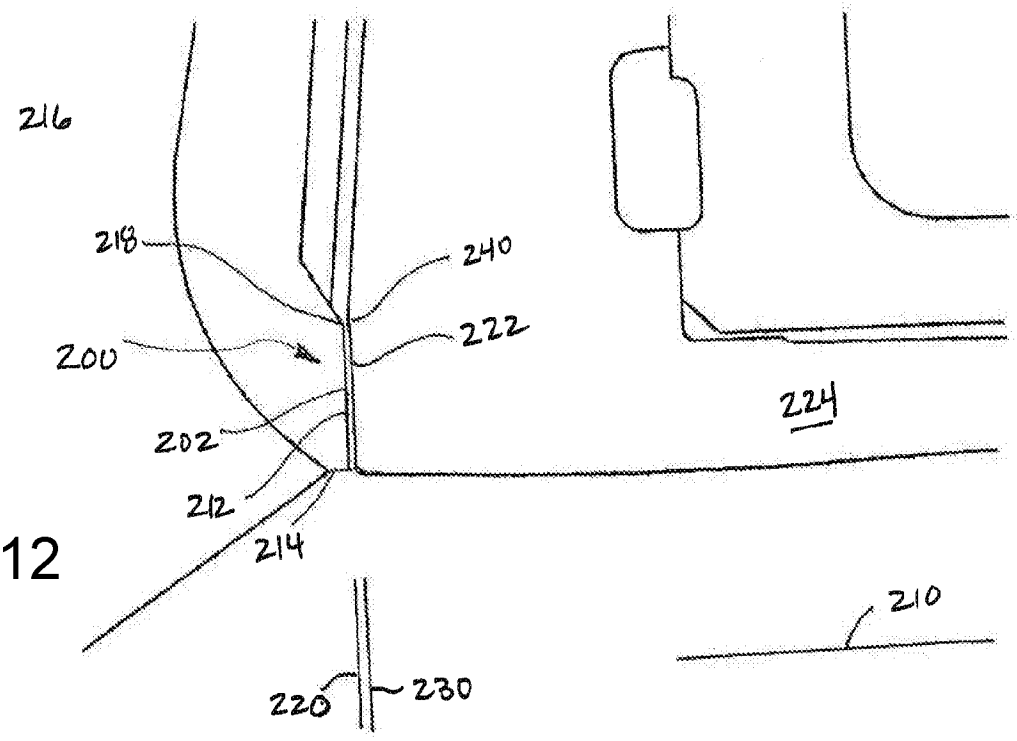
ФИГ. 10A

ФИГ. 10B

ФИГ. 10C


216
114
122
148
120
146
144
218
200
240
224
242
226
134
113

ФИГ. 11


216
218
240
200
222
224
202
212
214
210
220
230

ФИГ. 12