

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035492**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.06.25

(21) Номер заявки
201790826

(22) Дата подачи заявки
2015.11.04

(51) Int. Cl. **F04D 29/18** (2006.01)
B01F 7/16 (2006.01)
F04D 29/20 (2006.01)
F04D 29/64 (2006.01)

(54) ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ КРЫЛЬЧАТКА

(31) **20145971**

(32) **2014.11.06**

(33) **FI**

(43) **2017.10.31**

(86) **PCT/FI2015/050757**

(87) **WO 2016/071567 2016.05.12**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ОУТОТЕК (ФИНЛЭНД) ОЙ (FI)

(72) Изобретатель:
**Стрёммер Вилле, Лехтонен Маркус
(FI)**

(74) Представитель:
**Поликарпов А.В., Путинцев А.И.,
Черкас Д.А., Игнатьев А.В. (RU)**

(56) **US-A-4191506
WO-A1-2015082761
WO-A1-0020109
GB-A-856668**

(57) Предложена гидродинамическая крыльчатка (1), содержащая центральную ступицу (4), которая соединена с валом (2) и выполнена в виде плоской пластины, перпендикулярной центральной оси (X). Центральная ступица имеет несколько групп первых болтовых отверстий (5), расположенных по определенной схеме, причем количество групп первых болтовых отверстий соответствует количеству лопастей (6), прикрепленных к центральной ступице. По меньшей мере три лопасти (6) проходят радиально наружу от центральной ступицы (4), и каждая лопасть (6) имеет корневую часть (7) в виде плоской пластины равномерной толщины, имеющую группу вторых болтовых отверстий (8), схема расположения которых соответствует схеме расположения первых болтовых отверстий (5), так что группа вторых болтовых отверстий (8) может быть совмещена с группой первых болтовых отверстий (5) и болты (9) могут быть вставлены через первые и вторые болтовые отверстия с образованием болтовых соединений. Количество отверстий в каждой группе отверстий (5, 8), первых и вторых, составляет не менее пяти. Схема расположения, с которой первые отверстия (5) и вторые отверстия (8) расположены в каждой из соответствующих групп отверстий, имеет замкнутую криволинейную форму.

B1**035492****035492****B1**

Область изобретения

Настоящее изобретение относится к гидродинамической крыльчатке для создания потока текучей среды в осевом направлении относительно вала, вращающегося вокруг центральной оси в резервуаре с перемешиванием.

Предпосылки создания изобретения

В уровне техники, например в документе JP 2005087876, описана гидродинамическая крыльчатка с тремя лопастями, содержащая центральную ступицу, которая соединена с вращающимся валом. Центральная ступица выполнена в виде плоской пластины, имеющей равномерную толщину и перпендикулярной центральной оси вала. Центральная ступица имеет три группы по четыре первых болтовых отверстий, расположенных по определенной схеме. Количество групп первых болтовых отверстий соответствует количеству лопастей, прикрепленных к центральной ступице. Таким образом, три лопасти проходят радиально наружу от центральной ступицы, причем каждая лопасть имеет корневую часть. Корневая часть выполнена в виде плоской пластины с равномерной толщиной, причем указанная корневая часть имеет группу из четырех вторых болтовых отверстий. Вторые болтовые отверстия расположены по соответствующей схеме расположения по отношению к схеме расположения первых болтовых отверстий, так что группа вторых болтовых отверстий может быть совмещена с группой первых болтовых отверстий, а болты могут быть вставлены через первые и вторые болтовые отверстия с формированием болтовых соединений.

Проблема с прикреплением лопастей к центральной ступице крыльчатки болтовыми соединениями, в которых болты расположены прямолинейными рядами, состоит в том, что динамические напряжения, вызванные силами текучей среды, когда крыльчатка выполняет ее перемешивание, неравномерно прикладываются к болтовым соединениям и материалу ступицы и лопастей рядом с болтовыми соединениями, что сильно влияет на усталостный ресурс крыльчатки. Усталость материала возникает, когда он подвергается повторяющемуся приложению и снятию нагрузки. Если нагрузки превышают определенный порог, то на концентраторах напряжений начинают формироваться микроскопические трещины. В конце концов, трещина достигает критического размера, внезапно распространяется и конструкция разрушается.

Цель изобретения

Цель изобретения состоит в том, чтобы исправить указанные выше недостатки.

Сущность изобретения

В соответствии с одним аспектом настоящее изобретение предлагает гидродинамическую крыльчатку для создания потока текучей среды в осевом направлении относительно вала, вращающегося вокруг его центральной оси в резервуаре с перемешиванием. Крыльчатка содержит центральную ступицу, которая соединена с валом. Центральная ступица выполнена в виде плоской пластины равномерной толщины, перпендикулярной центральной оси. Центральная ступица имеет несколько групп первых болтовых отверстий, расположенных с образованием схемы расположения, причем количество групп первых болтовых отверстий соответствует количеству лопастей, прикрепленных к центральной ступице. Крыльчатка дополнительно содержит по меньшей мере три лопасти, которые проходят радиально наружу от центральной ступицы и каждая из которых имеет корневую часть. Корневая часть выполнена в виде плоской пластины равномерной толщины и имеет группу вторых болтовых отверстий, схема расположения которых соответствует схеме расположения первых болтовых отверстий, так что группа вторых болтовых отверстий может быть совмещена с группой первых болтовых отверстий, а болты могут быть пропущены через первое и второе болтовые отверстия для формирования болтовых соединений. В соответствии с изобретением, количество отверстий в каждой группе первых и вторых отверстий составляет по меньшей мере пять. Схема расположения, по которой первые и вторые отверстия расположены в каждой из соответствующих групп отверстий, имеет замкнутую криволинейную форму.

Преимущество изобретения заключается в том, что схема расположения отверстий и болтов в виде замкнутой криволинейной формы способствует выравниванию динамических напряжений, вызванных действием гидравлических сил, действующих на крыльчатку, причем, когда крыльчатка используется во время перемешивания, динамические напряжения прикладываются к болтовым соединениям. Усталостный ресурс крыльчатки продлевается. Устройство, выполненное в соответствии с изобретением, также позволяет экономично выполнять крыльчатку из нескольких частей с болтовыми соединениями без необходимости сварки, что также тем самым улучшает усталостную прочность. Самый высокий коэффициент концентрации напряжений в новой конструкции значительно ниже, чем у старой конструкции, причем у новой конструкции есть только несколько критических локальных максимумов напряжений.

В одном варианте выполнения гидродинамической крыльчатки центральная ступица имеет верхнюю поверхность и нижнюю поверхность, которая параллельна верхней поверхности. Корневая часть каждой лопасти примыкает к нижней поверхности центральной ступицы.

В одном варианте выполнения гидродинамической крыльчатки количество лопастей равно трем. Центральная ступица имеет форму треугольника с закругленными углами. В каждом углу центральной ступицы расположена группа первых болтовых отверстий. Схема расположения, с которой первые отверстия и вторые отверстия расположены в каждой из соответствующих групп отверстий, имеет форму

эллипса. Преимущество центральной ступицы, имеющей форму треугольника, заключается в том, что центральная ступица по существу не влияет на вертикальный поток текучей среды, проходящий в направлении вниз вблизи вала мимо ступицы.

В одном варианте выполнения гидродинамической крыльчатки количество лопастей равно пяти. Центральная ступица имеет форму круглого диска. Замкнутая схема расположения, по которой первые и вторые отверстия расположены в каждой из соответствующих групп отверстий, имеет форму круга.

В одном варианте выполнения гидродинамическая крыльчатка содержит пять первых разделительных пластин, схема расположения болтовых отверстий в каждой из которых соответствует схеме расположения групп первых и вторых болтовых отверстий для каждого из болтовых соединений. Первые разделительные пластины расположены в контакте с нижней стороной корневой части лопасти и под ней, образуя разделительные элементы для болтовых соединений.

В одном варианте выполнения гидродинамическая крыльчатка содержит пять вторых разделительных пластин, схема расположения болтовых отверстий в каждой из которых соответствует схеме расположения болтовых отверстий первой разделительной пластины, причем указанные разделительные пластины расположены в контакте с верхней поверхностью центральной ступицы, образуя разделительные элементы для болтовых соединений.

В одном варианте выполнения гидродинамической крыльчатки каждая лопасть имеет переднюю кромку и заднюю кромку в направлении вращения. Крепление лопасти к корневой части, образованное болтовыми соединениями, расположенными по замкнутой криволинейной схеме и образованными указанными первыми и вторыми отверстиями и болтами, расположено в направлении вращения перед стороной передней кромки лопасти вблизи нее и по существу позади задней кромки предыдущей лопасти.

Краткое описание чертежей

Прилагаемые чертежи, которые включены для обеспечения дополнительного понимания изобретения и составляют часть этого описания, иллюстрируют варианты выполнения изобретения и вместе с описанием помогают объяснить его принципы. На чертежах:

фиг. 1 изображает схематический вид сбоку резервуара реактора с крыльчаткой, выполненной в соответствии с первым вариантом выполнения изобретения,

фиг. 2 изображает вид в аксонометрии первого варианта выполнения крыльчатки, выполненной в соответствии с изобретением, изображенный под углом сверху,

фиг. 3 изображает вид в аксонометрии крыльчатки, показанной на фиг. 2, изображенный под углом снизу,

фиг. 4 изображает вид сверху крыльчатки, показанной на фиг. 2 и 3, причем одна из лопастей показана отсоединенной,

фиг. 5 изображает вид в аксонометрии крыльчатки, выполненной в соответствии со вторым вариантом выполнения изобретения, изображенный под углом сверху,

фиг. 6 изображает вид в аксонометрии крыльчатки, показанной на фиг. 5, изображенный под углом снизу,

фиг. 7 изображает вид сверху крыльчатки, показанной на фиг. 5 и 6,

фиг. 8 изображает вид сверху первой разделительной пластины,

фиг. 9 изображает вид сверху второй разделительной пластины и

фиг. 10 изображает разрез X-X, показанный на фиг. 7.

Подробное описание изобретения

На фиг. 1 показана гидродинамическая крыльчатка 1 для создания потока текучей среды в осевом направлении относительно вала 2, вращающегося вокруг его центральной оси X в резервуаре 3 с перемешиванием.

Как показано на фиг. 2-7, крыльчатка 1 содержит центральную ступицу 4, которая соединена с валом 2. Предпочтительно, ступица 4 имеет центральное отверстие, в котором закреплен вал 2 посредством посадки с натягом. Также, в качестве альтернативы, могут использоваться любые другие подходящие соединительные средства, включая сварку. Однако, поскольку целью является повышение усталостного ресурса, сварка предпочтительно избегается. Ступица 4 имеет форму плоской пластины равномерной толщины и перпендикулярна центральной оси X. Ступица 4 имеет несколько групп первых болтовых отверстий 5, расположенных по определенной схеме расположения. Количество групп первых болтовых отверстий соответствует количеству лопастей 6, прикрепленных к ступице 4. В варианте выполнения, показанном на фиг. 1-4, количество лопастей 6 равно трем. В варианте выполнения, показанном на фиг. 5-7, количество лопастей 6 равно пяти.

Лопастей 6 проходят радиально наружу от ступицы 4. Каждая лопасть 6 имеет корневую часть 7. Корневая часть 7 имеет форму плоской пластины равномерной толщины. В представленных двух вариантах выполнения все лопасти выполнены в виде плоской пластины равномерной толщины. Каждая лопасть имеет три прямых линии изгиба, которые делят лопасти на четыре плоские, расположенные под углом друг относительно друга, последовательные профильные части.

Корневая часть 7 лопасти имеет группу вторых болтовых отверстий 8, схема расположения которых соответствует схеме расположения первых болтовых отверстий 5, так что группа вторых болтовых от-

верстий 8 может быть совмещена с группой первых болтовых отверстий 5 и болты 9 могут быть вставлены через первые и вторые болтовые отверстия с формированием болтовых соединений.

Количество отверстий в каждой группе отверстий, первых и вторых, составляет не менее пяти. В предпочтительных вариантах выполнения, показанных на чертежах, количество отверстий в каждой группе отверстий составляет восемь. Схема расположения, с которой первые отверстия 5 и вторые отверстия 8 расположены в каждой из соответствующих групп, имеет замкнутую криволинейную форму, которая может быть эллипсом или кругом.

Как особенно хорошо видно на фиг. 2 и 3 для первого варианта выполнения крыльчатки и на фиг. 5, 6 и 10 для второго варианта выполнения крыльчатки, центральная ступица 4 имеет верхнюю поверхность 10 и нижнюю поверхность 11, параллельную верхней поверхности. Корневая часть 7 каждой лопасти 6 примыкает к нижней поверхности 11 ступицы 4.

В варианте выполнения, показанном на фиг. 2-4, количество лопастей 6 равно трем. Ступица 4 имеет форму треугольника с закругленными углами. В каждом углу центральной ступицы 4 расположена группа первых болтовых отверстий 5. Схема расположения, с которой первые отверстия 5 и вторые отверстия 8 расположены в каждой из соответствующих групп отверстий, имеет форму эллипса.

В варианте выполнения, показанном на фиг. 5-7, количество лопастей 6 равно пяти. Ступица 4 выполнена в виде круглого диска. Схема расположения, с которой первые отверстия 5 и вторые отверстия 8 расположены в каждой из соответствующих групп отверстий, имеет форму круга.

Как показано на фиг. 5-10, крыльчатка 1 содержит пять первых разделительных пластин 12, одна из которых показана отдельно на фиг. 8. Схема расположения болтовых отверстий 13 каждой первой пластины 12 соответствует схеме расположения групп первых болтовых отверстий 5 и вторых болтовых отверстий 8 для каждого болтового соединения. Как можно видеть на фиг. 6 и 10, первые разделительные пластины 12 расположены в контакте с нижней стороной корневой части 7 лопасти 6, образуя разделительные элементы для болтовых соединений. Крыльчатка 1 также содержит пять вторых разделительных пластин 14, одна из которых показана отдельно на фиг. 9. Схема расположения болтовых отверстий 15 каждой второй разделительной пластины соответствует схеме расположения болтовых отверстий 13 первой пластины 12, при этом вторые разделительные пластины 14 расположены в контакте с верхней поверхностью 11 ступицы 4, образуя разделительные элементы для болтовых соединений. Пластины 12 и 14, используемые вместе со ступицей 4 и корневой частью 7, обеспечивают подходящее относительное удлинение для болтов 9 для повышения их усталостной прочности.

Как показано на фиг. 4 и 7, каждая лопасть 6 имеет переднюю кромку 15 и заднюю кромку 16 в направлении вращения. Крепление лопасти 6 в корневой части 7, обеспечиваемое замкнутой кривой (то есть эллипсом или окружностью) формой болтовых соединений, формируемое указанными первыми и вторыми болтовыми отверстиями 5, 8 и болтами 9, расположено, в направлении вращения, перед стороной передней кромки 15 лопасти 6 рядом с ней и по существу позади задней кромки 16 предыдущей лопасти.

Несмотря на то, что настоящее изобретение описано со ссылкой на иллюстративный вариант выполнения и реализации, оно этим не ограничено, а охватывает различные модификации и эквивалентные варианты, попадающие в объем последующей формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Гидродинамическая крыльчатка (1) для создания потока текучей среды в осевом направлении относительно вала (2), вращающегося вокруг своей центральной оси (X) в резервуаре (3) с перемешиванием, содержащая центральную ступицу (4), которая соединена с валом (2) и выполнена в виде плоской пластины, имеющей равномерную толщину и перпендикулярной центральной оси (X), причем центральная ступица имеет несколько групп первых болтовых отверстий (5), расположенных по схеме, при этом количество групп первых болтовых отверстий соответствует количеству лопастей (6), прикрепленных к центральной ступице, по меньшей мере три лопасти (6), которые проходят в радиальном наружном направлении от центральной ступицы (4) и каждая из которых имеет корневую часть (7), которая выполнена в виде плоской пластины равномерной толщины и имеет группу вторых болтовых отверстий (8), схема расположения которых соответствует схеме расположения первых болтовых отверстий (5), так что группа вторых болтовых отверстий (8) может быть совмещена с группой первых болтовых отверстий (5) и болты (9) могут быть вставлены через первые и вторые болтовые отверстия с образованием болтовых соединений, причем количество отверстий в каждой группе отверстий (5, 8), первых и вторых, составляет по меньшей мере пять, отличающаяся тем, что схема расположения первых отверстий (5) и вторых отверстий (8) в каждой из соответствующих групп отверстий имеет форму эллипса или окружности.

2. Гидродинамическая крыльчатка (1) по п.1, отличающаяся тем, что центральная ступица (4) имеет верхнюю поверхность (10) и нижнюю поверхность (11), параллельную верхней поверхности, при этом корневая часть (7) каждой лопасти (6) примыкает к нижней поверхности центральной ступицы.

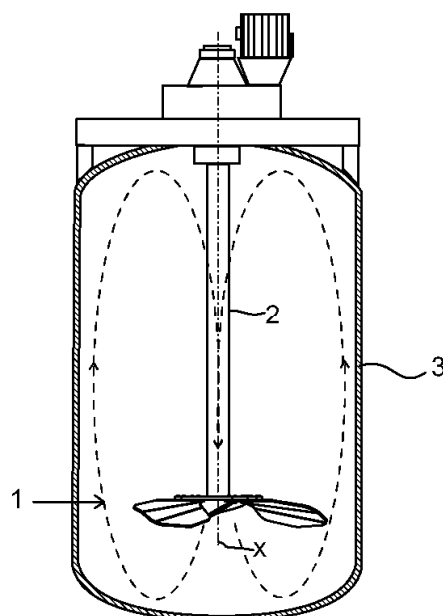
3. Гидродинамическая крыльчатка (1) по п.1 или 2, отличающаяся тем, что количество лопастей (6) равно трем, при этом центральная ступица (4) имеет форму треугольника с закругленными углами и в

каждом углу центральной ступицы расположена группа первых болтовых отверстий (5), при этом схема расположения первых отверстий (5) и вторых отверстий (8) в каждой из соответствующих групп отверстий образует эллипс.

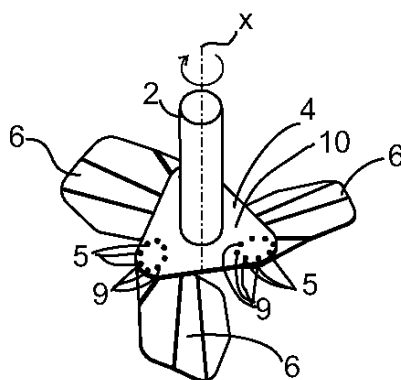
4. Гидродинамическая крыльчатка (1) по п.1 или 2, отличающаяся тем, что количество лопастей (6) равно пяти, при этом центральная ступица (4) выполнена в форме круглого диска, а схема расположения первых отверстий (5) и вторых отверстий (8) в каждой из соответствующих групп отверстий образует окружность.

5. Гидродинамическая крыльчатка (1) по п.4, отличающаяся тем, что она содержит пять первых разделительных пластин (12), каждая из которых имеет болтовые отверстия (13), схема расположения которых соответствует схеме расположения групп первых болтовых отверстий (5) и вторых болтовых отверстий (8) для каждого из болтовых соединений, при этом первые разделительные пластины (12) расположены в контакте с нижней стороной корневой части (7) лопасти (6), формируя разделительные элементы для болтовых соединений.

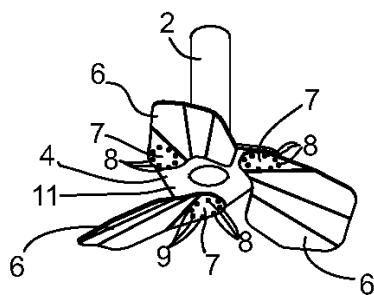
6. Гидродинамическая крыльчатка (1) по п.5, отличающаяся тем, что она содержит пять вторых разделительных пластин (14), каждая из которых имеет болтовые отверстия (15), схема расположения которых соответствует схеме расположения болтовых отверстий (13) первой разделительной пластины (12), причем вторые разделительные пластины (14) расположены в контакте с верхней поверхностью (11) центральной ступицы (4), формируя разделительные элементы для болтовых соединений.



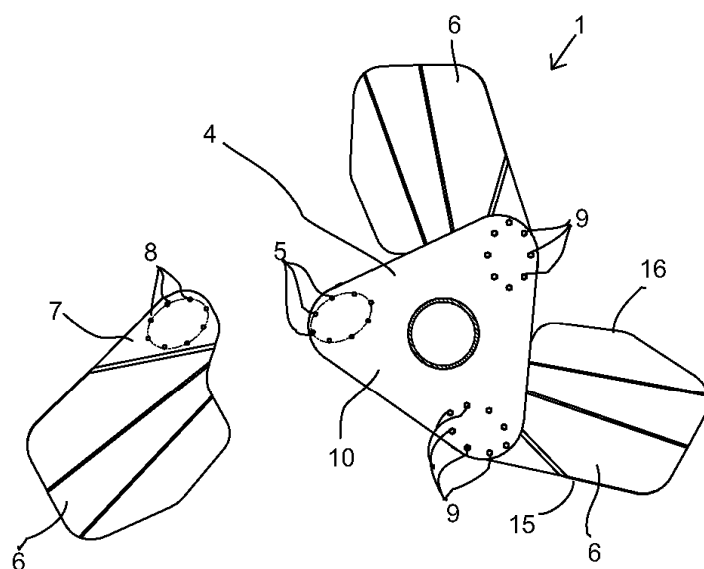
Фиг. 1



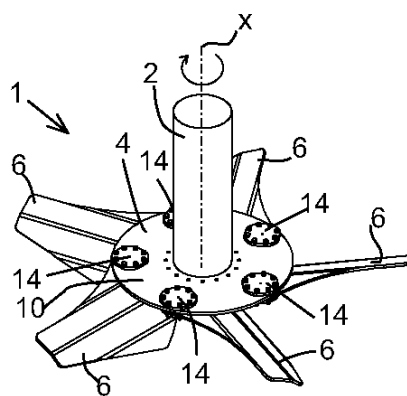
Фиг. 2



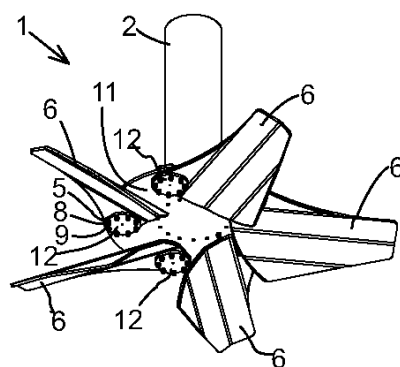
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

