

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202391684** (13) **A1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
2023.09.25

(51) Int. Cl. *B01D 25/00* (2006.01)  
*B01D 25/164* (2006.01)  
*B01D 25/21* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
2022.02.02

**(54) УЗЕЛ ФИЛЬТРОВАЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ ДЛЯ ФИЛЬТР-ПРЕССА И ТАКОЙ ФИЛЬТР-ПРЕСС**

(31) 21154955.5

(72) Изобретатель:

(32) 2021.02.03

**Мустакангас Мирва, Кайпайнен  
Янне, Ювонен Исмо, Элоранта Тему  
(FI)**

(33) EP

(86) PCT/FI2022/050062

(87) WO 2022/167723 2022.08.11

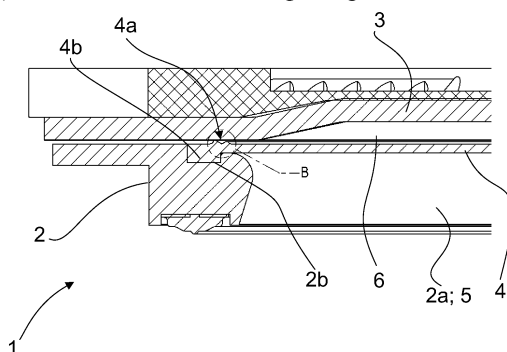
(74) Представитель:

(71) Заявитель:

**МЕТСО ОУТОТЕК ФИНЛАНД ОЙ  
(FI)**

**Билык А.В., Поликарпов А.В.,  
Соколова М.В., Путинцев А.И.,  
Черкас Д.А., Игнатьев А.В., Дмитриев  
А.В., Бучака С.М., Бельтюкова М.В.  
(RU)**

(57) Предложен узел (1) фильтровальной пластины для фильтр-пресса, содержащий фильтровальную раму (2) и фильтровальную пластину (3), поддерживаемую фильтровальной рамой. Между фильтровальной рамой (2) и фильтровальной пластиной (3) расположена диафрагма (4), которая на стороне, обращенной к фильтровальной раме, содержит уплотнительный выступ (4а) для герметизации диафрагмы (4) по отношению к фильтровальной пластине (3). Уплотнительный выступ (4а) содержит первую уплотнительную кромку (7) и вторую уплотнительную кромку (8), причем первая кромка приподнята над второй. Фильтровальная рама имеет ограниченный вертикальный ход относительно фильтровальной пластины (3), так что в крайнем нижнем положении только первая уплотнительная кромка (7) находится в контакте с фильтровальной пластиной (3), а в крайнем верхнем положении как первая уплотнительная кромка (7), так и вторая уплотнительная кромка (8) находятся в контакте с фильтровальной пластиной (3).



**A1**

**202391684**

**202391684**

**A1**

## **УЗЕЛ ФИЛЬТРОВАЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ ДЛЯ ФИЛЬТР-ПРЕССА И ТАКОЙ ФИЛЬТР-ПРЕСС**

### **ОБЛАСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Настоящее изобретение относится к фильтр-прессам, таким как башенный пресс, имеющий диафрагму для выдавливания оставшегося жидкого содержимого из фильтрационной лепешки. Настоящее изобретение дополнительно относится к узлу фильтровальной пластины для такого фильтр-пресса.

### **ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

В фильтр-прессах, в частности, в горизонтальных фильтр-прессах, таких как башенные прессы, между соседними узлами фильтровальной пластины образована проходящая горизонтально фильтровальная камера, содержащая фильтровальную раму и фильтровальную пластину, в которых также имеется фильтровальная диафрагма. Диафрагма обычно крепится к фильтровальной раме по ее периферии и прижата к фильтровальной пластине для герметизации пространства, известного как диафрагменная камера, образованная между фильтровальной диафрагмой и фильтровальной пластиной.

При использовании диафрагменная камера может быть наполнена средой под давлением для прижатия диафрагмы к фильтрационной лепешке, образованной в фильтровальной камере, и для отжима оставшегося жидкого содержимого из фильтрационной лепешки. Кроме того, в пространстве между фильтровальной диафрагмой и фильтровальной пластиной может быть расположена среда с пониженным давлением, когда соседние узлы фильтровальной рамы находятся на расстоянии друг от друга (т.е. фильтровальная камера открыта) во время удаления фильтрационной лепешки. Это делается для того, чтобы фильтровальная диафрагма не болталась в пространстве между соседними узлами фильтровальной рамы на пути выгрузки фильтрационной лепешки.

Однако, когда соседние узлы рамы разнесены друг от друга, неправильное использование или неисправность фильтровального устройства может привести к попаданию среды под давлением между диафрагмой и пластиной. Кроме того, это может привести к чрезмерному вспучиванию фильтровальной диафрагмы в пространство между расположенными на расстоянии друг от друга соседними фильтровальными пластинами, что, в свою очередь, может привести к повреждению диафрагмы или даже к ее

катастрофическому выходу из строя.

## СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Целью настоящего изобретения является создание узла фильтровальной пластины, имеющего диафрагму для выдавливания оставшегося жидкого содержимого из фильтрационной лепешки с предотвращением при этом случайного повышения давления в диафрагменной камере (т.е. в пространстве между фильтровальной диафрагмой и фильтровальной пластиной), когда соседние узлы фильтровальной пластины расположены на расстоянии друг от друга (т.е. когда соответствующая фильтровальная камера открыта), и дополнительно с обеспечением возможности удерживать диафрагму за счет разрежения, введенного в мембранную камеру, чтобы облегчить выгрузку фильтрационной лепешки.

Еще одной целью настоящего изобретения является создание фильтр-пресса, содержащего такой узел фильтровальной пластины.

Цели изобретения достигаются узлом фильтровальной пластины и фильтр-прессом, которые характеризуются тем, что указано в независимых пунктах формулы изобретения. Предпочтительные варианты выполнения изобретения раскрыты в зависимых пунктах формулы изобретения.

Настоящее изобретение основано на идее создания фильтровальной пластины, расположенной на фильтровальной раме таким образом, что достигается ограниченное перемещение по вертикали между фильтровальной рамой и фильтровальной пластиной. Кроме того, между ними расположена диафрагма с уплотнительным выступом, имеющим первую уплотнительную кромку и вторую уплотнительную кромку, причем первая кромка выступает над второй кромкой.

В частности, между диафрагмой и фильтровальной пластиной, когда фильтровальная рама находится в крайнем верхнем положении вертикального хода (т.е. когда фильтровальная камера закрыта во время фильтрации), так что и первая, и вторая уплотнительные кромки находятся в плотном контакте с фильтровальной пластиной, достигается герметичное уплотнение, способное выдерживать давление внутри диафрагменной камеры, чтобы выдавливать оставшееся жидкое содержимое из фильтрационной лепешки с помощью диафрагмы.

Кроме того, когда фильтровальная рама находится в крайнем нижнем положении своего ограниченного перемещения (т.е. когда фильтровальная камера открыта, например, для выгрузки лепешки), обеспечивается возможность выхода второй уплотнительной кромки из контакта с фильтровальной пластиной. Это предотвращает случайное

избыточное давление в диафрагменной камере, когда фильтровальная камера открыта. Такое избыточное давление потенциально может привести к повреждению диафрагмы и/или узла фильтровальной пластины или даже к их катастрофическому выходу из строя. Одновременно первая уплотнительная кромка, остающаяся в контакте с фильтровальной пластиной, даже когда фильтровальная рама находится в крайнем нижнем положении, позволяет удерживать диафрагму в поднятом положении, подавая среду под пониженным давлением в диафрагменную камеру. То есть, первая уплотнительная кромка сама по себе выполнена с обеспечением возможности герметизации от достаточного разрежения, необходимого для удержания диафрагмы в поднятом положении, чтобы облегчить выпуск фильтрационной лепешки. В то же время первая уплотнительная кромка выполнена с обеспечением возможности утечки при достаточно высоком избыточном давлении, которое может вызвать повреждение диафрагмы или узла фильтровальной пластины, тем самым предотвращая случайное повышение давления в диафрагменной камере, когда фильтровальная камера открыта.

В соответствии с первым аспектом настоящего изобретения, предложен узел фильтровальной пластины для фильтр-пресса. Преимущественно, соответствующий фильтр-пресс представляет собой горизонтальный фильтр-пресс, образованный горизонтально расположенными фильтровальными пластинами и фильтровальными камерами, такой как башенный пресс.

Узел фильтровальной пластины содержит фильтровальную раму, образующую замкнутый периметр, ограничивающий открытое пространство, и фильтровальную пластину, поддерживаемую фильтровальной рамой таким образом, что фильтровальная пластина проходит над открытым пространством.

На стороне фильтровальной рамы, обращенной к фильтровальной пластине, расположен удерживающий паз. В наиболее подходящем случае удерживающий паз проходит по периметру фильтровальной рамы, предпочтительно непрерывно.

Узел фильтровальной пластины дополнительно содержит диафрагму, проходящую над открытым пространством и прикрепленную к узлу фильтровальной пластины между фильтровальной рамой и фильтровальной пластиной. Наиболее предпочтительно, диафрагма имеет листовидный корпус с гибкой конструкцией. То есть, диафрагма должна быть способна прогибаться в достаточной степени, чтобы деформироваться под давлением, что при использовании приводит к сдавливанию фильтрационной лепешки.

Диафрагма на стороне, обращенной к фильтровальной раме, дополнительно содержит уплотнительный выступ для герметизации диафрагмы относительно

фильтровальной пластины. Наиболее предпочтительно, уплотнительный выступ проходит по периметру диафрагмы или на некотором расстоянии от нее, предпочтительно непрерывным образом. То есть, уплотнительный выступ может быть выполнен в виде сплошного выступа или в виде множества отдельных участков, образующих непрерывный выступ. Диафрагма на стороне, обращенной к фильтровальной пластине, дополнительно содержит удерживающий выступ, вставленный в удерживающий паз, так что диафрагма удерживается на месте между фильтровальной рамой и фильтровальной пластиной. Наиболее целесообразно, удерживающий выступ проходит по периметру диафрагмы или на расстоянии от него, предпочтительно непрерывно. То есть, удерживающий выступ может быть выполнен в виде непрерывного выступа или в виде множества отдельных участков, образующих непрерывный выступ.

При использовании фильтровальная рама формирует стенку фильтровальной камеры в поперечном направлении. Наиболее целесообразно, фильтровальная рама действует как несущий элемент против поперечных составляющих фильтрующих сил, вызванных давлением фильтрации, преобладающим в указанной камере.

Кроме того, уплотнительный выступ содержит первую уплотнительную кромку и вторую уплотнительную кромку, при этом первая уплотнительная кромка в вертикальном направлении приподнята над второй уплотнительной кромкой. Наиболее целесообразно, первая и вторая уплотнительные кромки проходят параллельно и отстоят друг от друга в поперечном направлении.

Фильтровальная пластина расположена на фильтровальной раме с обеспечением возможности ограниченного вертикального перемещения фильтровальной рамы относительно фильтровальной пластины, так что фильтровальная рама имеет крайнее нижнее положение и крайнее верхнее положение. В крайнем нижнем положении только первая уплотнительная кромка находится в контакте с фильтровальной пластиной, тогда как в крайнем верхнем положении и первая уплотнительная кромка, и вторая уплотнительная кромка находятся в контакте с фильтровальной пластиной.

В одном варианте выполнения, в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения, между фильтровальной пластиной и диафрагмой на внутренней стороне уплотнительного выступа образована диафрагменная камера. Узел фильтровальной пластины выполнен таким образом, что, когда фильтровальная рама находится в крайнем нижнем положении, первая уплотнительная кромка обеспечивает герметизацию от первого перепада давления, что соответствует ситуации, когда давление в диафрагменной камере ниже давления окружающей среды, так, чтобы удерживать диафрагму приподнятой. Узел

фильтровальной пластины одновременно дополнительно выполнен таким образом, что первая уплотнительная кромка обеспечивает утечку при втором перепаде давления, что соответствует ситуации, когда в диафрагменной камере создается избыточное давление относительно давления окружающей среды, так что диафрагма вспучивается.

В таком случае абсолютное значение первого перепада давления меньше абсолютного значения второго перепада давления.

В еще одном варианте выполнения, в соответствии со вторым аспектом настоящего изобретения, первая уплотнительная кромка расположена в поперечном направлении снаружи второй уплотнительной кромки, и, соответственно, вторая уплотнительная кромка расположена в поперечном направлении внутри относительно первой уплотнительной кромки.

Предпочтительно, но не обязательно, наружная уплотнительная кромка выполнена с возможностью деформации наружу от стороны диафрагмы, обращенной к фильтровальной пластине, когда на нее оказывается давление в поперечном направлении снаружи, и с возможностью деформации вовнутрь по направлению к стороне диафрагмы, обращенной к фильтровальной пластине диафрагмы, когда на нее оказывается давление в поперечном направлении изнутри. Кроме того, внутренняя уплотнительная кромка выполнена с возможностью деформации наружу от стороны диафрагмы, обращенной к фильтровальной пластине, когда на нее оказывается давление в поперечном направлении изнутри, и с возможностью деформации вовнутрь по направлению к стороне диафрагмы, обращенной к фильтровальной пластине, когда на нее оказывается давление в поперечном направлении снаружи.

Предпочтительно, но не обязательно, наружная уплотнительная кромка имеет первую асимметричную поперечную жесткость, а внутренняя уплотнительная кромка имеет вторую асимметричную поперечную жесткость. В таком случае внутренняя уплотнительная кромка имеет повышенную поперечную жесткость против давления, оказываемого в поперечном направлении изнутри, по сравнению с поперечной жесткостью внутренней уплотнительной кромки против давления, оказываемого в поперечном направлении снаружи. Соответственно, наружная уплотнительная кромка имеет повышенную поперечную жесткость против давления, оказываемого в поперечном направлении снаружи, по сравнению с поперечной жесткостью наружной уплотнительной кромки против давления, оказываемого в поперечном направлении изнутри.

Предпочтительно, но не обязательно, профиль наружной уплотнительной кромки в поперечном сечении имеет вершину между наружной в поперечном направлении впадиной

и промежуточной в поперечном направлении впадиной, а профиль внутренней уплотнительной кромки в поперечном сечении имеет вершину между внутренней в поперечном направлении впадиной и промежуточной в поперечном направлении впадиной.

В таком случае часть профиля внутренней уплотнительной кромки в поперечном сечении, расположенная в поперечном направлении снаружи от вертикальной линии, проходящей через центральную точку внутренней уплотнительной кромки в направлении, перпендикулярном общей плоскости диафрагмы, предпочтительно занимает больше места, чем часть профиля внутренней уплотнительной кромки в поперечном сечении, расположенная в поперечном направлении внутри указанной линии. Соответственно, часть профиля наружной уплотнительной кромки в поперечном сечении, расположенная в поперечном направлении внутри вертикальной линии, проходящей через центральную точку наружной уплотнительной кромки в направлении, перпендикулярном общей плоскости диафрагмы, предпочтительно занимает больше места, чем часть наружной уплотнительной кромки, расположенная в поперечном направлении снаружи указанной линии.

В качестве альтернативы или в дополнение, профиль наружной уплотнительной кромки в поперечном сечении может иметь больший угол наклона между наружной впадиной в поперечном направлении и вершиной наружной уплотнительной кромки, чем между промежуточной в поперечном направлении впадиной и вершиной наружной уплотнительной кромки. Кроме того, профиль внутренней уплотнительной кромки в поперечном сечении может иметь больший угол наклона между внутренней в поперечном направлении впадиной и вершиной внутренней уплотнительной кромки, чем между промежуточной в поперечном направлении впадиной и вершиной внутренней уплотнительной кромки.

В качестве альтернативы или в дополнение, угол наклона, с которым наружная в поперечном направлении стенка наружной уплотнительной кромки прилегает к ее вершине, может быть больше, чем угол наклона, с которым внутренняя в поперечном направлении стенка наружной уплотнительной кромки прилегает к ее вершине. Кроме того, угол наклона, с которым внутренняя в поперечном направлении стенка внутренней уплотнительной кромки прилегает к ее вершине, может быть больше, чем угол наклона, с которым наружная в поперечном направлении стенка внутренней уплотнительной кромки прилегает к ее вершине.

В качестве альтернативы или в дополнение, наружная уплотнительная кромка может иметь первую высоту, проходящую от промежуточной в поперечном направлении впадины

наружу от обращенной к фильтровальной пластине стороны диафрагмы в направлении, перпендикулярном общей плоскости диафрагмы. Соответственно, внутренняя уплотнительная кромка может иметь вторую высоту, проходящую от промежуточной в поперечном направлении впадины наружу от обращенной к фильтровальной пластине стороны диафрагмы в направлении, перпендикулярном общей плоскости диафрагмы. В частности, первая высота предпочтительно по меньшей мере на 10% больше второй высоты.

В качестве альтернативы или в дополнение, наружная уплотнительная кромка может иметь первую высоту, проходящую от промежуточной в поперечном направлении впадины наружу от обращенной к фильтровальной пластине стороны диафрагмы в направлении, перпендикулярном общей плоскости диафрагмы. Соответственно, внутренняя уплотнительная кромка может иметь вторую высоту, проходящую от промежуточной в поперечном направлении впадины наружу от обращенной к фильтровальной пластине стороны диафрагмы в направлении, перпендикулярном общей плоскости диафрагмы. В частности, вторая высота предпочтительно составляет по меньшей мере 30% от первой высоты.

В еще одном варианте выполнения, в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения, узел фильтровальной пластины содержит штифты, выступающие из фильтровальной пластины через отверстия, выполненные в фильтровальной раме. Соответственно, такие штифты параллельны ограниченному перемещению фильтровальной рамы, причем по меньшей мере один штифт имеет стопор на своем дистальном конце для ограничения крайнего нижнего положения фильтровальной рамы. Такой стопор расположен на подходящем расстоянии от фильтровальной пластины, чтобы обеспечивать требуемое ограниченное вертикальное перемещение фильтровальной рамы.

Предпочтительно, но не обязательно, указанный по меньшей мере штифт, имеющий стопор, снабжен наружной резьбой на своем дистальном конце. В таком случае стопор соответствующим образом соединен со штифтом по резьбе. Например, шпилька, имеющая по меньшей мере стопор, может быть выполнена в виде болта или резьбовой шпильки, тогда как стопор может быть выполнен в виде гайки.

Предпочтительно, но не обязательно, штифт, имеющий стопор, также снабжен гильзой, расположенной между стопором и фильтровальной пластиной. Такая гильза проходит через отверстие в фильтровальной раме, соответствующее соответствующему штифту. Кроме того, ограниченное перемещение фильтровальной рамы проходит вдоль гильзы. Соответственно, такая гильза может быть выполнена за одно целое со стопором. В



качестве альтернативы, такая гильза может быть выполнена в виде отдельного компонента, закрепленного между стопором и фильтровальной пластиной, чтобы окружать соответствующий штифт.

Кроме того, штифты без соответствующего стопора также могут быть выполнены для дополнительного направления фильтровальной рамы вдоль указанного ограниченного перемещения. Такие дополнительные штифты также расположены выступающими из фильтровальной пластины, проходя параллельно ограниченному перемещению фильтровальной рамы и проходя через отверстия, выполненные в фильтровальной раме.

Следует отметить, что первый аспект настоящего изобретения охватывает любую комбинацию двух или большего количества вариантов выполнения или их вариантов, как обсуждалось выше.

В соответствии со вторым аспектом настоящего изобретения, предложен фильтр-пресс. В частности, фильтр-пресс содержит множество узлов фильтровальной пластины, выполненных в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения.

В одном варианте выполнения, в соответствии со вторым аспектом настоящего изобретения, фильтр-пресс содержит множество фильтровальных пластин, выполненных с возможностью перемещения друг к другу в сомкнутое положение, в котором фильтровальная камера образована соседними узлами фильтровальной пластины, и друг от друга в разомкнутое положение, в котором соседние фильтровальные пластины находятся на расстоянии друг от друга. Предложено устройство, обеспечивающее поступательное перемещение для перемещения фильтровальных пластин друг к другу для формирования фильтровальной камеры и в направлении друг от друга для открытия фильтровальной камеры.

Фильтр-пресс дополнительно содержит фильтровальную среду, расположенную между соседними фильтровальными пластинами, питающее устройство для подачи пульпы в фильтровальную камеру и разгрузочное устройство для выгрузки фильтрационной лепешки, образовавшейся внутри фильтровальной камеры.

В частности, одна или несколько фильтровальных пластин имеют ванну для фильтрата, так что фильтрат поступает в ванну для фильтрата из соседней фильтровальной камеры.

Кроме того, фильтр-пресс может быть выполнен в виде горизонтального фильтр-пресса, такого как башенный пресс. То есть, фильтровальная пластина может быть выполнена в горизонтальной конфигурации. Однако в качестве альтернативы, фильтровальные пластины могут быть выполнены в вертикальной конфигурации.

Следует отметить, что второй аспект настоящего изобретения охватывает любую комбинацию двух или более вариантов выполнения или их вариантов, как обсуждалось выше.

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Далее изобретение описано более подробно посредством предпочтительных вариантов выполнения со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых

Фиг.1 изображает узел фильтровальной пластины, выполненный в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения, на виде в частичном разрезе со стороны в поперечном направлении узла фильтровальной пластины;

Фиг.2 изображает подробный вид уплотнительного выступа для герметизации диафрагмы, показанного на Фиг.1;

Фиг.3 изображает узел фильтровальной пластины, выполненный в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения, в котором фильтровальная рама расположена в своем крайнем нижнем положении, на виде в частичном разрезе со стороны в поперечном направлении узла фильтровальной пластины в точке, соответствующей штифту со стопором;

Фиг.4 изображает фрагмент Фиг.3;

Фиг.5 изображает узел фильтровальной пластины, выполненный в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения, в котором фильтровальная рама расположена в своем крайнем верхнем положении, на виде в частичном разрезе со стороны в поперечном направлении узла фильтровальной пластины в точке, соответствующей штифту со стопором;

Фиг.6 изображает фрагмент Фиг.5;

Фиг.7 изображает фрагмент, аналогичный Фиг.4, с альтернативной конфигурацией стопора;

Фиг.8 изображает фрагмент, аналогичный Фиг.6, с альтернативной конфигурацией стопора, и

Фиг.9 изображает узел фильтровальной пластины, выполненный в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения, в котором фильтровальная рама расположена в своем крайнем нижнем положении, на виде в частичном разрезе со стороны в поперечном направлении узла фильтровальной пластины в точке, соответствующей штифту без стопора.

## ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

На Фиг.1 узел 1 фильтровальной пластины, выполненный в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения, показан в частичном разрезе, если смотреть с его стороны в поперечном направлении. Фильтровальная пластина 3 опирается на фильтровальную раму 2, так что пластина 3 закрывает открытое пространство 2а, ограниченное в поперечном направлении замкнутым периметром, образованным фильтровальной рамой 2. Фильтровальная рама поддерживает фильтровальную пластину 3 и работает в качестве элемента, принимающего на себя нагрузки при воздействии поперечных сил, преобладающих в открытом пространстве 2а во время работы. Фильтровальная пластина 2 соединена с фильтровальной пластиной 3 с ограниченным перемещением по вертикали, как более подробно описано ниже.

Между фильтровальной рамой 2 и фильтровальной пластиной 3 расположена диафрагма 4, также проходящая над открытым пространством 2а, так что образуется диафрагменная камера 6 (т.е. пространство между диафрагмой 4 и фильтровальной пластиной 3). Диафрагма имеет удерживающий выступ 4b, проходящий по периметру диафрагмы 4 на стороне, обращенной к фильтровальной раме 2. Удерживающий выступ 4b входит в соответствующий удерживающий паз 2b, выполненный на фильтровальной раме 2, проходящий вокруг открытого пространства 2а, на стороне фильтровальной рамы 2, обращенной к фильтровальной пластине 3. Диафрагма дополнительно имеет уплотнительный выступ 4а, проходящий по периметру диафрагмы на расстоянии от нее, на стороне диафрагмы 4, обращенной к фильтровальной пластине 3. То есть, уплотнительный выступ 4а обеспечивает герметизацию границы раздела между диафрагмой 4 и фильтровальной пластиной 3, окружающей диафрагменную камеру 6.

На Фиг.2 показан детальный вид уплотнительного выступа диафрагмы, показанного на Фиг.1. В частности, уплотнительный выступ 4 имеет первую уплотнительную кромку 7 и вторую уплотнительную кромку 8, при этом первая уплотнительная кромка 7 приподнята относительно второй уплотнительной кромки. В частности, на Фиг.2 схематически представлена ситуация, в которой фильтровальная рама 2 находится в крайнем нижнем положении, и при этом только первая уплотнительная кромка 7 контактирует с фильтровальной пластиной 3. Это, вместе с ограниченным перемещением фильтровальной рамы 2 по вертикали, обеспечивает возможность вхождения в контакт с фильтровальной рамой первой и второй уплотнительных кромок 7, 8, когда фильтровальная рама 2 находится в крайнем верхнем положении, и возможность вхождения в контакт с фильтровальной пластиной 3 только первой уплотнительной кромки 7, когда

фильтровальная рама 2 находится в крайнем нижнем положении.

В частности, в варианте выполнения, показанном на чертежах, первая уплотнительная кромка 7 расположена в поперечном направлении снаружи от второй уплотнительной кромки 8, и, соответственно, вторая уплотнительная кромка 8 расположена в поперечном направлении внутри первой уплотнительной кромки.

Кроме того, наружная уплотнительная кромка 7 имеет такие форму и очертание, которые обеспечивают ей возможность деформации наружу от стороны диафрагмы 4, обращенной к фильтровальной пластине, когда на нее оказывается давление в поперечном направлении снаружи, и деформации вовнутрь по направлению к стороне диафрагмы 4, обращенной к фильтровальной пластине, когда на нее оказывается давление в поперечном направлении изнутри. Соответственно, внутренняя уплотнительная кромка 8 выполнена с возможностью деформации наружу от стороны диафрагмы 4, обращенной к фильтровальной пластине, когда на нее оказывается давление в поперечном направлении изнутри, и деформации вовнутрь по направлению к стороне диафрагмы 4, обращенной к фильтровальной пластине, когда на нее оказывается давление в поперечном направлении снаружи.

Кроме того, форма и очертание наружной уплотнительной кромки 7 и внутренней уплотнительной кромки 8 выполнены такими, что наружная уплотнительная кромка 7 имеет первую асимметричную поперечную жесткость, а внутренняя уплотнительная кромка 8 имеет вторую асимметричную поперечную жесткость. Внутренняя уплотнительная кромка 8 способна лучше сопротивляться деформации при воздействии на нее давления в поперечном направлении изнутри, чем при воздействии на нее давления в поперечном направлении снаружи. Соответственно, наружная уплотнительная кромка 7 способна лучше сопротивляться деформации при воздействии на нее давления в поперечном направлении снаружи, чем при воздействии на нее давления в поперечном направлении изнутри.

В частности, в конфигурации, показанной на Фиг.2, профиль наружной уплотнительной кромки 7 в поперечном сечении имеет вершину 7a между наружной в поперечном направлении впадиной 7b и промежуточной в поперечном направлении впадиной 4c, а профиль внутренней уплотнительной кромки 8 в поперечном сечении имеет вершину 8a между внутренней в поперечном направлении впадиной 8b и промежуточной в поперечном направлении впадиной 4c. Другими словами, наружная уплотнительная кромка 7 и внутренняя уплотнительная кромка 8 возвышаются над окружающей областью диафрагмы, и между ними сформирована промежуточная впадина 4c.

Кроме того, часть профиля внутренней уплотнительной кромки 8 в поперечном сечении, расположенная в поперечном направлении снаружи от вертикальной линии 8', проходящей через центральную точку в поперечном сечении вершины 8а внутренней уплотнительной кромки в направлении, перпендикулярном общей плоскости диафрагмы 4 (т.е. в вертикальном направлении) занимает больше места, чем часть профиля внутренней уплотнительной кромки 8 в поперечном сечении, расположенная в поперечном направлении внутри указанной линии 8'. Соответственно, часть профиля наружной уплотнительной кромки 7 в поперечном сечении, расположенная в поперечном направлении внутри вертикальной линии 7', проходящей через центральную точку в поперечном сечении вершины 7а наружной уплотнительной кромки в направлении, перпендикулярном общей плоскости диафрагмы 4, занимает больше места, чем часть наружной уплотнительной кромки 7, расположенная в поперечном направлении снаружи от линии 7'. То есть, большая часть наружной уплотнительной кромки 7 находится на ее внутренней в поперечном направлении стороне, что обеспечивает наружной уплотнительной кромке 7 возможность лучше сопротивляться деформации при воздействии на нее давления в поперечном направлении снаружи, а большая часть внутренней уплотнительной кромки 8 находится на ее наружной в поперечном направлении стороне, что обеспечивает внутренней уплотнительной кромке 8 возможность лучше сопротивляться деформации при воздействии на нее давления в поперечном направлении изнутри.

Кроме того, конфигурация, изображенная на Фиг.2, показывает, что профиль наружной уплотнительной кромки 7 в поперечном сечении имеет больший наклон между наружной в поперечном направлении впадиной 7b и вершиной 7а наружной уплотнительной кромки, чем между промежуточной в поперечном направлении впадиной 4с и вершиной 7а наружной уплотнительной кромки. Соответственно, профиль поперечного сечения внутренней уплотнительной кромки 8 имеет больший наклон между внутренней в поперечном направлении впадиной 8b и вершиной 8а внутренней уплотнительной кромки, чем между промежуточной в поперечном направлении впадиной 4с и вершиной 8а внутренней уплотнительной кромки. Такая форма и очертание уплотнительных кромок 7, 8 дополнительно улучшают предполагаемые характеристики при различных сценариях давления, как обсуждалось выше.

На Фиг.2 также показан угол наклона, с которым наружная в поперечном направлении стенка наружной уплотнительной кромки 7 прилегает к ее вершине 7а, который больше, чем угол наклона, с которым внутренняя в поперечном направлении

стенка наружной уплотнительной кромки 7 прилегает к ее вершине 7а. Точно так же угол наклона, с которым внутренняя в поперечном направлении стенка внутренней уплотнительной кромки 8 прилегает к ее вершине 8а, больше, чем угол наклона, с которым наружная в поперечном направлении стенка внутренней уплотнительной кромки 8 прилегает к ее вершине 8а. Опять же, такая форма и очертание уплотнительных кромок 7, 8 дополнительно улучшают предполагаемые характеристики при различных сценариях давления, как обсуждалось выше.

На Фиг.3 показан узел фильтровальной пластины, аналогичный изображенному на Фиг.1, на виде в частичном разрезе со стороны в поперечном направлении узла фильтровальной пластины в точке, соответствующей штифту 9а, имеющему стопор 10. В частности, на Фиг.3 изображена фильтровальная рама 2, находящаяся в крайнем нижнем положении ее ограниченного вертикального перемещения. Это крайнее нижнее положение соответствует ситуации, когда фильтровальные камеры соответствующего фильтр-пресса открыты посредством отведенных друг от друга соседних фильтровальных пластин. Кроме того, штифт 9а выходит из фильтровальной пластины 3 через отверстие 2с, выполненное в фильтровальной раме. Штифт 9а на своем дистальном конце имеет стопор 10, при этом стопор 10 имеет фланец с диаметром, превышающим диаметр отверстия 2с на раме 2. Кроме того, стопор 10 расположен на таком расстоянии от фильтровальной пластины 3, что обеспечивается требуемое ограниченное вертикальное перемещение фильтровальной рамы 2, предотвращая его выпадение из фильтровальной пластины 3.

На Фиг.4 более подробно показаны штифт 9а и стопор 10, изображенные на Фиг.3. В частности, штифт 9а проходит через соответствующее отверстие 2с в фильтровальной раме 2. Со стопором 10 соединена гильза 11, выполненная как единое целое с ним и проходящая между стопором 10 и фильтровальной пластиной 3. Гильза 11 находится внутри отверстия 2с, тем самым обеспечивается поверхность скольжения, по которой фильтровальная рама 2 может перемещаться в своем ограниченном вертикальном перемещении. Кроме того, на Фиг.4 показан зазор, образованный между фильтровальной рамой 2 и фильтровальной пластиной 3.

Фиг.5 и Фиг.6, в свою очередь, иллюстрируют узел фильтровальной рамы на виде, аналогичном тому, который показан на Фиг.3 и Фиг.4, в ситуации, когда фильтровальная рама 2 находится в крайнем верхнем положении. Это крайнее верхнее положение соответствует ситуации, когда фильтровальные камеры соответствующего фильтр-пресса закрыты путем прижатия соседних фильтровальных пластин друг к другу. Более того, поскольку фильтровальная рама 2 находится в крайнем верхнем положении, между

стопорной поверхностью стопора 10 и поверхностью рамы 2, окружающей отверстие 2с, образуется зазор, соответствующий ограниченному вертикальному перемещению рамы 2.

На Фиг.7 и Фиг.8 показаны устройства, аналогичные изображенным на Фиг.4 и Фиг.6, за исключением того, что стопор 10 и гильза 11 выполнены как отдельные компоненты. В частности, на Фиг.7 и 8 показан вариант выполнения, в котором стопор 10 выполнен в виде гайки, навинченной на штифт 9а, тогда как гильза 11 выполнена в виде втулки, вставленной поверх шпильки 9а между стопором 1 и фильтровальной пластиной 3.

В вариантах выполнения, показанных на Фиг.3-Фиг.8, штифт 9а выполнен в виде болта, проходящего через фильтровальную пластину 3. Однако возможны и другие варианты выполнения. Например, штифт 9а, в качестве альтернативы, может быть выполнен в виде резьбовой шпильки, проходящей через фильтровальную пластину 3, или в виде резьбовой шпильки, прикрепленной к фильтровальной пластине 3.

На Фиг.9, в свою очередь, изображен узел 1 фильтровальной пластины, выполненный в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения, когда фильтровальная рама 2 расположена в крайнем нижнем положении, если смотреть на виде в частичном разрезе со стороны в поперечном направлении узла 1, в точке, соответствующей штифту 9b без стопора. В частности, такие штифты 9b без стопора могут использоваться в дополнение к штифтам 9а со стопором, для дальнейшего направления рамы 2 в ее ограниченном вертикальном перемещении. Это обеспечивает правильное поперечное совмещение.

При использовании наложенные друг на друга узлы фильтровальной пластины прижимаются друг к другу, так что фильтровальная среда (не показана) находится между двумя такими соседними узлами. Таким образом, фильтровальная камера 5 формируется в открытом пространстве 2а, ограниченном в поперечном направлении внутри рамы 2 и по вертикали между диафрагмой 4 и фильтровальной средой (не показана), находящейся между указанными соседними наложенными друг на друга узлами фильтровальной пластины (соседний узел фильтровальной пластины не показан). То есть во время работы пульпа под давлением подается в фильтровальную камеру 5, и ее жидкое содержимое (т.е. фильтрат) проникает через фильтровальную среду (не показана) в ванну для фильтрата, расположенную на фильтровальной пластине узла фильтровальной пластины под фильтровальной камерой. Твердое содержимое остается в фильтровальной камере 5, тем самым образуя отложение твердых частиц, известное как фильтровальная лепешка. Затем остаточное жидкое содержимое может быть дополнительно извлечено из фильтрационной лепешки путем введения среды под давлением в диафрагменную камеру 6. Это приводит к

деформации диафрагмы 4 в сторону камеры 5, тем самым выдавливая оставшееся жидкое содержимое из фильтрационной лепешки. Фильтровальную лепешку затем удаляют из камеры 5 путем отведения фильтровальных пластин друг от друга (т.е. открытия камеры 5) и продвижения фильтровальной среды таким образом, что фильтровальная лепешка выгружается. Разгрузку осадка на фильтре можно облегчить, создав разрежение в камере 6, тем самым воздействуя на диафрагму 4 всасывающей силой и поднимая ее вверх от пути разгрузки осадка на фильтре.

Фильтровальная рама 2 соединена с фильтровальной пластиной 3 с ограниченным перемещением по вертикали. То есть, когда фильтровальная камера закрыта и соседние узлы фильтровальной пластины прижаты друг к другу, рама 2 занимает крайнее верхнее положение ограниченного хода, при котором уплотнительный выступ 4а диафрагмы плотно прижимается к пластине 3. (т.е. как первая уплотнительная кромка 7, так и вторая уплотнительная кромка 8 входят во взаимодействие с фильтровальной пластиной). Это гарантирует, что в камере 6 может быть введено достаточное давление для выдавливания остаточного жидкого содержимого из фильтрационной лепешки. С другой стороны, когда соседние узлы фильтровальной пластины отведены друг от друга (т.е. когда фильтровальная камера 5 открыта), рама 2 под действием силы тяжести занимает крайнее нижнее положение ограниченного хода, в котором рама отстоит на расстоянии от фильтровальной пластины 3, а уплотнительный выступ 4а лишь слегка входит в контакт с фильтровальной пластиной (т. е. только первая уплотнительная кромка 7 контактирует с фильтровальной пластиной 3. Это гарантирует, что при открытии фильтровальной камеры случайное избыточное давление камеры 6 будет просачиваться в окружающую среду, в то время как пониженное давление позволит поднять диафрагму 4 и облегчить выгрузку осадка.

Хотя настоящее изобретение описано выше со ссылкой на чертежи, иллюстрирующие один вариант выполнения, в котором узел фильтровальной пластины выполнен для фильтр-пресса с горизонтальными фильтровальными камерами, настоящее изобретение также охватывает варианты выполнения, предназначенные для конфигураций фильтр-пресса других типов, таких как фильтр-прессы, имеющие вертикальные фильтровальные камеры.

#### ПЕРЕЧЕНЬ НОМЕРОВ ПОЗИЦИЙ

- 1 узел фильтровальной пластины
- 2 фильтровальная рама



- 2a открытое пространство
- 2b удерживающий
- 2c отверстие
- 3 фильтровальная пластина
- 4 диафрагма
- 4a уплотнительный выступ
- 4b удерживающий выступ
- 4c промежуточная впадина в поперечном направлении
- 5 фильтровальная камера
- 6 диафрагменная камера
- 7 первая уплотнительная кромка
- 7a вершина наружной уплотнительной кромки
- 7b наружная впадина в поперечном направлении
- 8 вторая уплотнительная кромка
- 8a вершина внутренней уплотнительной кромки
- 8b внутренняя впадина в поперечном направлении
- 9a штифт с резьбой
- 9b штифт
- 10 стопор
- 11 гильза

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Узел (1) фильтровальной пластины для фильтр-пресса, содержащий:
  - фильтровальную раму (2), образующую замкнутый периметр, ограничивающий открытое пространство (2a),
  - фильтровальную пластину (3), поддерживаемую на фильтровальной раме таким образом, что фильтровальная пластина проходит над открытым пространством,
  - удерживающую канавку (2b), расположенную на стороне фильтровальной рамы (2), обращенной к фильтровальной пластине (3), и
  - диафрагму (4), проходящую над открытым пространством (2a) и прикрепленную к узлу фильтровальной пластины между фильтровальной рамой (2) и фильтровальной пластиной (3), при этом диафрагма дополнительно содержит:
    - на стороне, обращенной к фильтровальной раме, уплотнительный выступ (4a) для герметизации диафрагмы (4) относительно фильтровальной пластины (3), и
    - на стороне, обращенной к фильтровальной пластине, удерживающий выступ (4b), входящий в удерживающую канавку (2b) так, что диафрагма (4) удерживается на месте между фильтровальной рамой (2) и фильтровальной пластиной (3),
  - при этом при использовании фильтровальная рама образует стенку фильтровальной камеры (5) в поперечном направлении,
  - отличающийся тем, что** уплотнительный выступ (4a) содержит первую уплотнительную кромку (7) и вторую уплотнительную кромку (8),
  - причем первая уплотнительная кромка (7) приподнята в вертикальном направлении над второй уплотнительной кромкой (8),
  - при этом фильтровальная пластина (3) расположена на фильтровальной раме (2) с обеспечением возможности ограниченного перемещения рамы (2) по вертикали относительно фильтровальной пластины (3), так что фильтровальная рама (2) имеет:
    - крайнее нижнее положение, в котором только первая уплотнительная кромка (7) находится в контакте с фильтровальной пластиной (3), и
    - крайнее верхнее положение, в котором и первая уплотнительная кромка (7), и вторая уплотнительная кромка (8) находятся в контакте с фильтровальной пластиной (3).
2. Узел (1) по п.1, отличающийся тем, что между фильтровальной пластиной (3) и диафрагмой (4) с внутренней стороны уплотнительного выступа (4a) образована диафрагменная камера (6),
  - при этом указанный узел выполнен таким образом, что, когда фильтровальная рама

(2) находится в крайнем нижнем положении, первая уплотнительная кромка (7):

обеспечивает герметизацию при первом перепаде давления, который соответствует ситуации, когда давление в диафрагменной камере (6) ниже давления окружающей среды, чтобы удерживать диафрагму (4) вверху, и

обеспечивает утечку при втором перепаде давления, который соответствует ситуации, когда в диафрагменной камере (6) создается избыточное давление по отношению к давлению окружающей среды, что приводит к вспучиванию диафрагмы (4),

при этом абсолютное значение первого перепада давления меньше, чем абсолютное значение второго перепада давления.

3. Узел (1) по п.1 или 2, отличающийся тем, что первая уплотнительная кромка (7) расположена в поперечном направлении снаружи от второй уплотнительной кромки (8) и, соответственно, вторая уплотнительная кромка (8) расположена в поперечном направлении внутри относительно первой уплотнительной кромки (7).

4. Узел по п.3, отличающийся тем, что наружная уплотнительная кромка (7) выполнена с возможностью деформации в наружном направлении от стороны диафрагмы (4), обращенной к фильтровальной пластине, когда на нее оказывается давление в поперечном направлении снаружи, и с возможностью деформации вовнутрь по направлению к стороне диафрагмы (4), обращенной к фильтровальной пластине, когда на нее оказывается давление в поперечном направлении изнутри, а

внутренняя уплотнительная кромка (8) выполнена с возможностью деформации наружу от обращенной к фильтровальной пластине стороны диафрагмы (4), когда на нее оказывается давление в поперечном направлении изнутри, и с возможностью деформации вовнутрь по направлению к стороне диафрагмы (4), обращенной к фильтровальной пластине, когда на нее оказывается давление в поперечном направлении снаружи.

5. Узел (1) по п.3 или 4, отличающийся тем, что наружная уплотнительная кромка (7) имеет первую асимметричную поперечную жесткость, а внутренняя уплотнительная кромка (8) имеет вторую асимметричную поперечную жесткость,

при этом внутренняя уплотнительная кромка (8) имеет повышенную поперечную жесткость при воздействии на нее давления, оказываемого в поперечном направлении изнутри, по сравнению с поперечной жесткостью внутренней уплотнительной кромки (8) при воздействии на нее давления, оказываемого в поперечном направлении снаружи, а

наружная уплотнительная кромка (7) имеет повышенную поперечную жесткость при воздействии на нее давления, оказываемого в поперечном направлении снаружи, по сравнению с поперечной жесткостью наружной уплотнительной кромки (7) при

воздействии на нее давления, оказываемого в поперечном направлении изнутри.

6. Узел (1) по любому из пп.3-5, отличающийся тем, что профиль наружной уплотнительной кромки (7) в поперечном сечении образует вершину (7a) наружной уплотнительной кромки между наружной в поперечном направлении впадиной (7b) и промежуточной в поперечном направлении впадиной (4c), а профиль внутренней уплотнительной кромки (8) в поперечном сечении образует гребень (8a) внутренней уплотнительной кромки между внутренней в поперечном направлении впадиной (8b) и промежуточной в поперечном направлении впадиной (4c).

7. Узел (1) по п.6, отличающийся тем, что часть профиля внутренней уплотнительной кромки (8) в поперечном сечении, расположенная в поперечном направлении снаружи от вертикальной линии (8'), проходящей через центральную в поперечном направлении точку вершины (8a) внутренней уплотнительной кромки в направлении, перпендикулярном общей плоскости диафрагмы (4), занимает больше места, чем часть профиля внутренней уплотнительной кромки (8) в поперечном сечении, расположенная в поперечном направлении внутри указанной линии (8'), а

часть профиля наружной уплотнительной кромки (7) в поперечном сечении, расположенная в поперечном направлении внутри относительно вертикальной линии (7'), проходящей через центральную в поперечном направлении точку вершины (7a) наружной уплотнительной кромки в направлении, перпендикулярном общей плоскости диафрагмы (4), занимает больше места, чем часть наружной уплотнительной кромки (7), расположенная в поперечном направлении снаружи указанной линии (7').

8. Узел (1) по п.6 или 7, отличающийся тем, что профиль наружной уплотнительной кромки (7) в поперечном сечении имеет больший наклон между наружной в поперечном направлении впадиной (7b) и вершиной (7a) наружной уплотнительной кромки, чем между промежуточной в поперечном направлении впадиной (4c) и вершиной (7a) наружной уплотнительной кромки, а профиль внутренней уплотнительной кромки (8) в поперечном сечении имеет больший наклон между внутренней в поперечном направлении впадиной (8b) и вершиной (8a) внутренней уплотнительной кромки, чем между промежуточной в поперечном направлении впадиной (4c) и вершиной (8a) внутренней уплотнительной кромки.

9. Узел (1) по любому из пп.6-8, отличающийся тем, что угол наклона, с которым наружная в поперечном направлении стенка наружной уплотнительной кромки (7) прилегает к ее вершине (7a), больше, чем угол наклона, с которым внутренняя в поперечном направлении стенка наружной уплотнительной кромки (7) прилегает к ее

вершине (7а), а угол наклона, с которым внутренняя в поперечном направлении стенка внутренней уплотнительной кромки (8) прилегает к ее вершине (8а), больше, чем угол наклона, с которым наружная в поперечном направлении стенка внутренней уплотнительной кромки (8) прилегает к ее вершине (8а).

10. Узел (1) по любому из пп.6-9, отличающийся тем, что наружная уплотнительная кромка (7) имеет первую высоту, проходящую от промежуточной в поперечном направлении впадины (4с) наружу от стороны диафрагмы (4), обращенной к фильтровальной пластине, в направлении, перпендикулярном общей плоскости диафрагмы (4), а внутренняя уплотнительная кромка (8) имеет вторую высоту, проходящую от промежуточной в поперечном направлении впадины (4с) наружу от стороны диафрагмы (4), обращенной к фильтровальной пластине, в направлении, перпендикулярном общей плоскости диафрагмы (4), при этом первая высота по меньшей мере на 10 % больше второй высоты.

11. Узел (1) по любому из пп.6-10, отличающийся тем, что наружная уплотнительная кромка (7) имеет первую высоту, проходящую от промежуточной в поперечном направлении впадины (4с) наружу от стороны диафрагмы, обращенной к фильтровальной пластине, в направлении, перпендикулярном общей плоскости диафрагмы (4), а внутренняя уплотнительная кромка (8) имеет вторую высоту, проходящую от промежуточной в поперечном направлении впадины наружу от стороне диафрагмы (4), обращенной к фильтровальной пластине, в направлении, перпендикулярном общей плоскости диафрагмы (4), при этом вторая высота составляет по меньшей мере 30 % от первой высоты.

12. Узел (1) по любому из пп.1-11, отличающийся тем, что содержит штифты (9а, 9б), выступающие из фильтровальной пластины (3) через отверстия (2с), выполненные в фильтровальной раме (2), при этом штифты (9а, 9б) параллельны направлению указанного ограниченного перемещения фильтровальной рамы, и по меньшей мере один штифт (9а) на своем дистальном конце имеет стопор (10) для ограничения крайнего нижнего положения фильтровальной рамы (2).

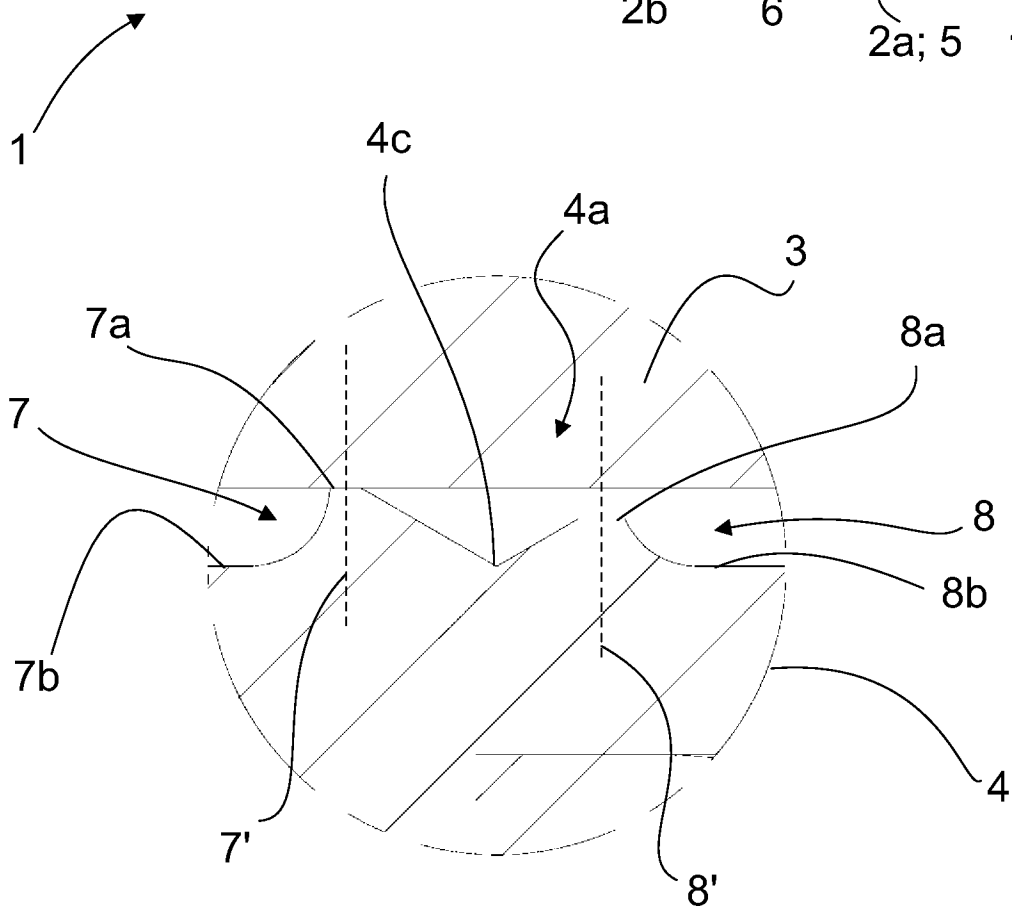
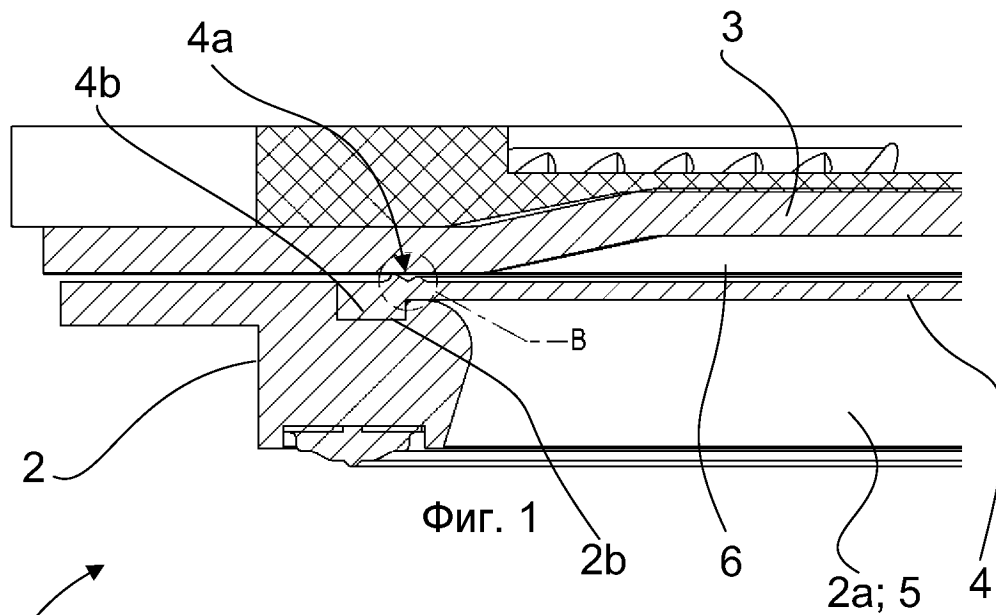
13. Узел (1) по п.12, отличающийся тем, что штифт (9а), имеющий стопор (10), выполнен с наружной резьбой на своем дистальном конце, при этом стопор (10) по резьбе соединен с резьбовым штифтом (9а).

14. Узел по п.12 или 13, отличающийся тем, что штифт (9а) со стопором (10) также имеет гильзу (11), расположенную между стопором (10) и фильтровальной пластиной (3), при этом гильза (11) выступает через отверстие (2с), соответствующее соответствующему

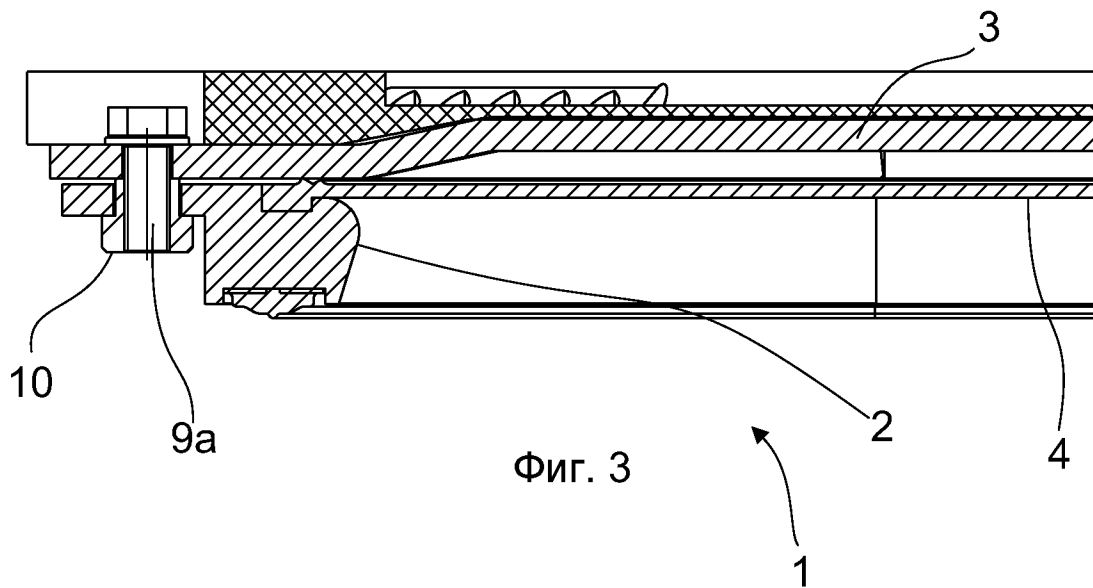
штифту (9а), причем указанное ограниченное перемещение фильтровальной рамы (2) проходит вдоль гильзы (11).

15. Фильтр-пресс, отличающийся тем, что содержит множество узлов фильтровальной пластины по любому из пп.1-13.

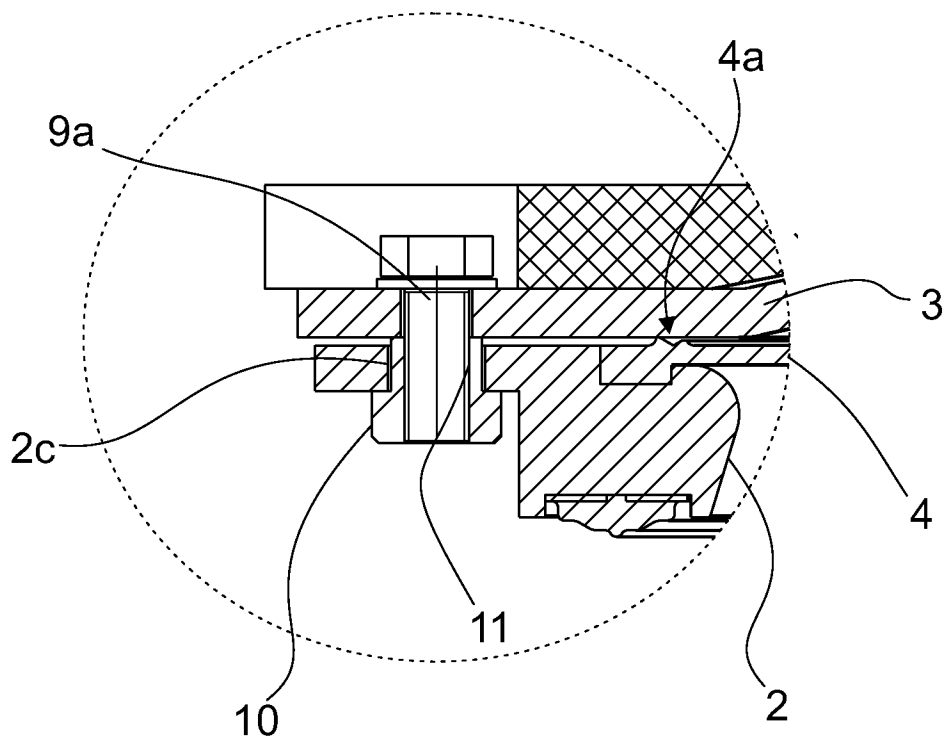
1/4



2/4



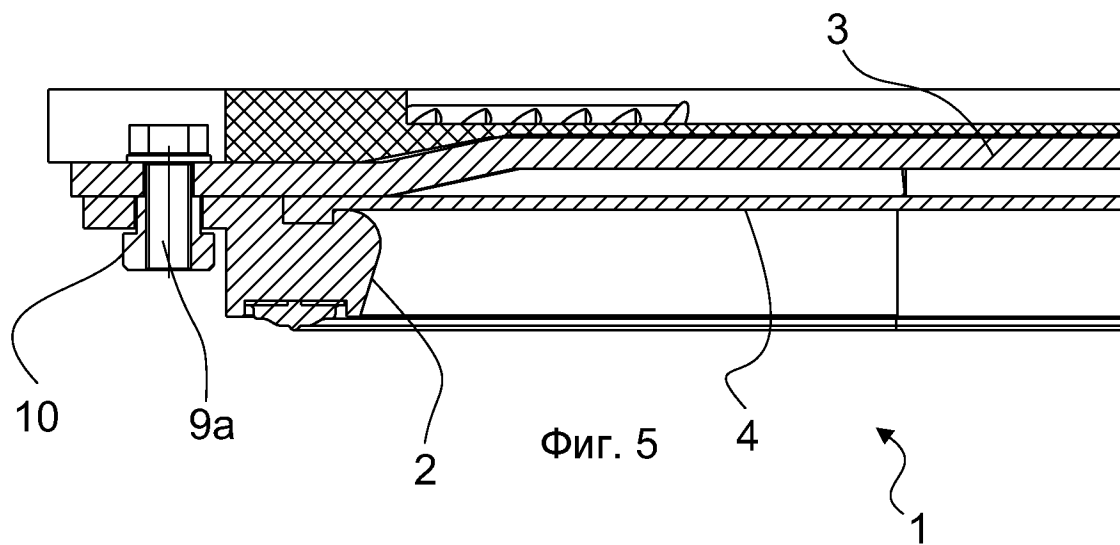
Фиг. 3



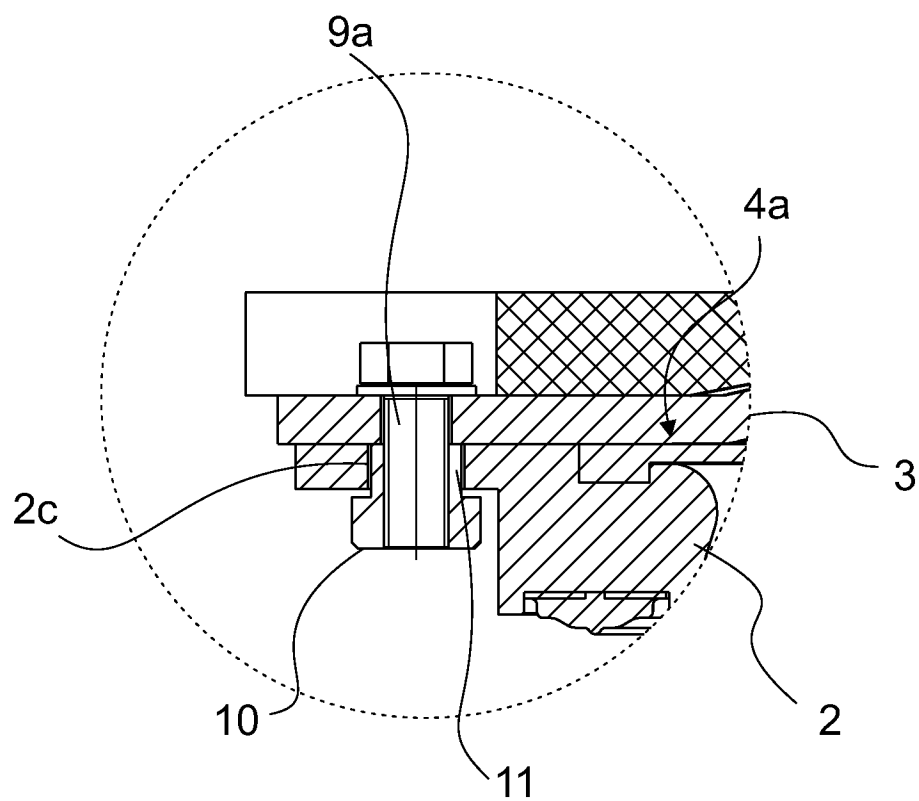
Фиг. 4



3/4

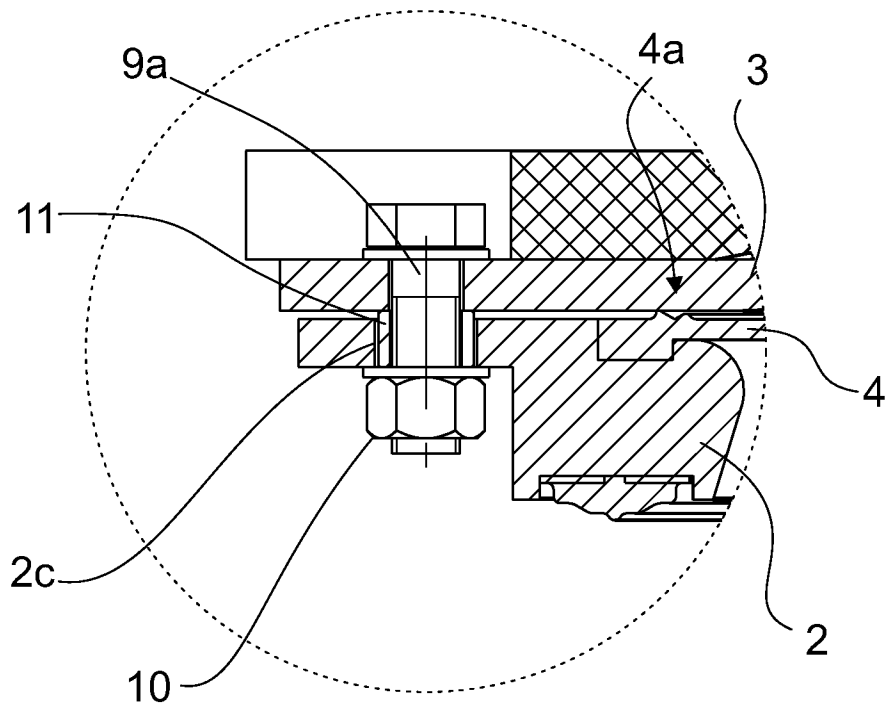


Фиг. 5

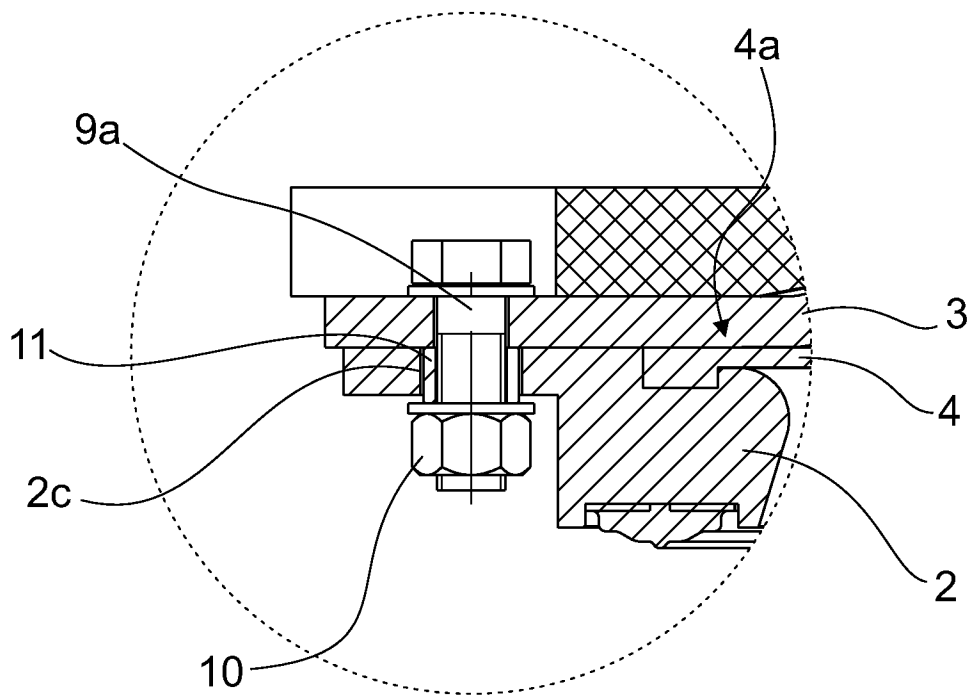


Фиг. 6

4/5

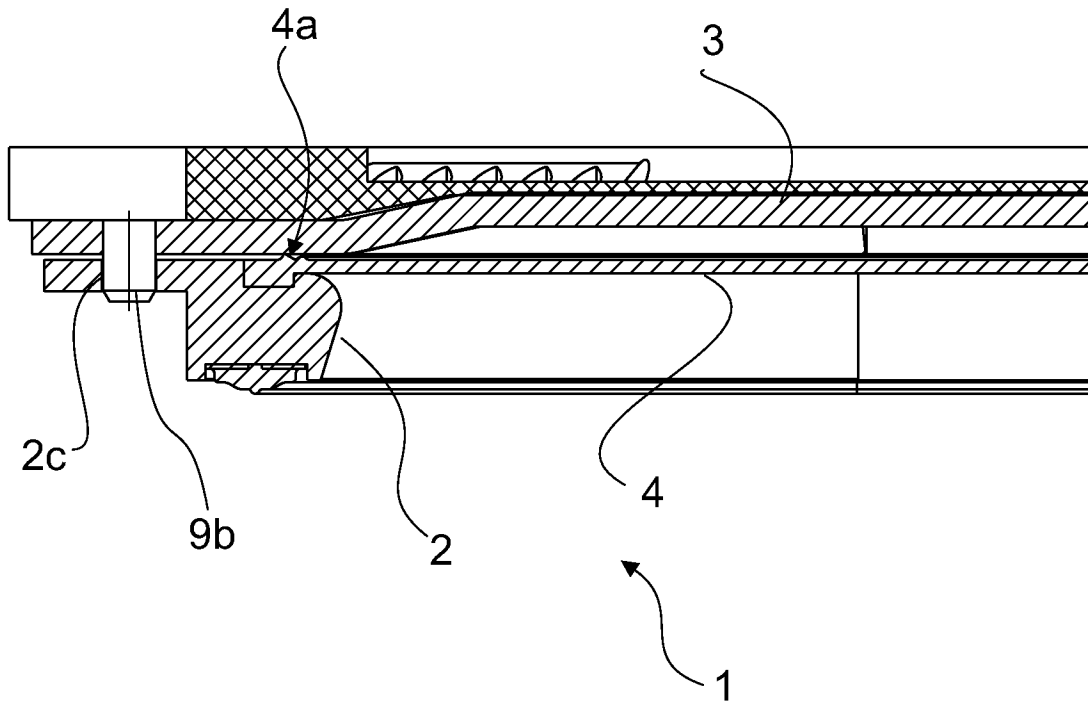


Фиг. 7



Фиг. 8

5/5



Фиг. 9