

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 201992492 (13) A2

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2020.03.31

(22) Дата подачи заявки  
2016.11.02

(51) Int. Cl. *B01D 33/333* (2006.01)  
*B01D 33/056* (2006.01)  
*B01D 33/15* (2006.01)  
*B01D 29/09* (2006.01)  
*B01D 29/50* (2006.01)  
*B01D 29/96* (2006.01)

(54) ФИЛЬТРУЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТ ДЛЯ ВАКУУМНОЙ КАМЕРЫ ЛЕНТОЧНОГО  
ВАКУУМНОГО ФИЛЬТРА

(31) PCT/FI2015/050756

(32) 2015.11.03

(33) FI

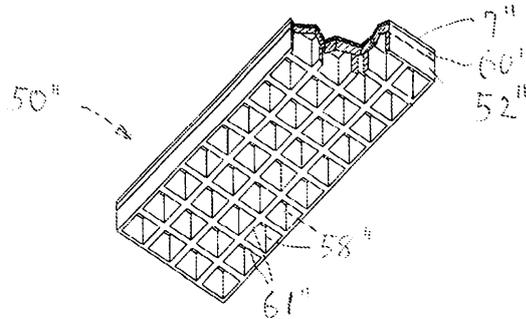
(62) 201890962; 2016.11.02

(71) Заявитель:  
ОУТОТЕК (ФИНЛЭНД) ОЙ (FI)

(72) Изобретатель:  
Ванттинен Кари, Илли Мика, Экберг  
Бьярне (FI)

(74) Представитель:  
Поликарпов А.В., Соколова М.В.,  
Черкас Д.А., Путинцев А.И., Игнатьев  
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В. (RU)

(57) Данное изобретение относится к фильтрующему элементу для вакуумной камеры ленточного вакуумного фильтра, который содержит капиллярный фильтр, имеющий первую проницаемую фильтрующую поверхность для приема сырья, вторую поверхность, противоположную первой поверхности фильтра, и опорную конструкцию, обеспечивающую поддержку второй поверхности капиллярного фильтра, при этом опорная конструкция без возможности отсоединения прикреплена ко второй поверхности капиллярного фильтра.



A2

201992492

201992492

A2

МПК<sup>8</sup>: B01D 33/333, 33/056, 33/15,  
29/09, 29/50, 29/96

## **ФИЛЬТРУЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТ ДЛЯ ВАКУУМНОЙ КАМЕРЫ ЛЕНТОЧНОГО ВАКУУМНОГО ФИЛЬТРА**

### **ПРЕДПОСЫЛКИ К СОЗДАНИЮ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Фильтрация представляет собой широко распространенный процесс, в котором твердожидкая смесь, такая как суспензия или пульпа, прижимается к фильтрующему средству, при этом твердые вещества остаются на фильтрующем средстве, а жидкая фаза проходит через него. Если говорить конкретнее, настоящее изобретение относится к вакуумной камере и ленточному вакуумному фильтру. Ленточные вакуумные фильтры представляют собой фильтры конвейерного типа, широко применяемые при обезвоживании суспензий. Изобретение также относится к техническому обслуживанию ленточного вакуумного фильтра и к способу разделения суспензий на жидкую и твердую фазу в ленточном фильтре. Более того, изобретение относится к фильтрующему элементу. Под вакуумом в данном документе понимают давление, которое ниже давления окружающей среды, которое обычно, но необязательно, является атмосферным давлением, равным 1 Бар.

### **КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Целью настоящего изобретения является создание ленточного вакуумного фильтра нового типа и нового способа разделения на жидкую и твердую фазу, при этом ленточный фильтр имеет простую конструкцию, обеспечивающую указанное разделение при невысоком потреблении энергии, и отличается большим интервалом между циклами технического обслуживания. Кроме того, цель настоящего изобретения заключается в создании фильтрующего элемента и вакуумной камеры для образования ленточного вакуумного фильтра согласно изобретению, а также способа технического обслуживания ленточного вакуумного фильтра согласно изобретению, причем вакуумная камера может поддерживать разрежение в своем внутреннем пространстве без подключения к источнику вакуума. Выражение «источник вакуума» в данном документе означает источник, способный обеспечивать в вакуумных камерах давление, ниже давления окружающей среды, как правило, ниже атмосферного давления, равного 1 Бар.

Для достижения указанных целей ленточный фильтр, вакуумная камера и фильтрующий элемент имеют конструкцию, которая описана в соответствующих независимых пунктах прилагаемой формулы изобретения, а способ технического обслуживания и осуществления разделения на жидкую и твердую фазы отличаются

признаками, изложенными в соответствующих независимых пунктах формулы изобретения. Предпочтительные варианты выполнения вакуумного ленточного фильтра, вакуумной камеры, фильтрующего элемента и способа разделения суспензии на жидкую и твердую фазы описаны в соответствующих зависимых пунктах прилагаемой формулы изобретения.

Капиллярный фильтр относится к фильтру, конструкция и/или материал которого позволяет некоторому количеству жидкости, такой как вода, за счет капиллярного эффекта оставаться в фильтре, несмотря на перепад давления, образованный газом, окружающим фильтр. Жидкость может удерживаться в микропорах, имеющихся в фильтре. Капиллярный фильтр обеспечивает свободное протекание через указанный фильтр отфильтрованной жидкости, но когда вся свободная жидкость, такая как свободная жидкость, поступающая в фильтр, прошла через него, то оставшаяся жидкость, удерживаемая фильтром за счет капиллярного эффекта, препятствует потоку газа, например, воздуха, через влажный фильтр.

Основное преимущество ленточного вакуумного фильтра, вакуумной камеры и фильтрующего элемента, выполненных согласно изобретению, заключается в том, что они могут обеспечивать разделение на жидкую и твердую фазу при низких энергозатратах, и интервал между циклами технического обслуживания ленточного фильтра увеличен, поскольку срок службы фильтров, входящих в его состав, является большим. Вакуумная камера ленточного вакуумного фильтра имеет простую конструкцию, что обеспечивает легкую сборку данной камеры, а также ленточного фильтра. Ленточный фильтр может работать с вакуум-насосом, имеющим очень небольшой размер, а это означает существенную экономию электроэнергии. Несмотря на это внутри вакуумной камеры может быть образовано высокое разрежение, то есть низкое абсолютное давление. Ленточный фильтр отличается простым техническим обслуживанием и ремонтом. Вакуумные камеры могут заменяться по отдельности, без необходимости замены всех вакуумных камер, если нужно отремонтировать одну или несколько из указанных камер. Фильтрация внутри вакуумных камер может продолжаться без обеспечения непрерывной подачи вакуума. Более того, ленточный вакуумный фильтр, выполненный согласно изобретению, подходит для длинных периодов сушки фильтрата, поскольку длина ленты может выбрана произвольным образом. В ленточном вакуумном фильтре, выполненном согласно изобретению, общее фильтрующее средство разделено между большим количеством вакуумных камер, и каждая часть работает как отдельный элемент водоотделения. В ленточном вакуумном фильтре, выполненном согласно изобретению,

перепад давления, отвечающий за удаление воды, эффективно работает по всей длине ленты, от станции подачи вакуума до станции выгрузки. Это является максимально эффективным способом обеспечения минимального количества влаги в осадке, оставшемся на фильтре. В ленточном вакуумном фильтре, выполненном согласно изобретению, отсутствует утечка воздуха между фильтрующим средством и вакуумной камерой, и перепад давления в осадке на фильтре остается неизменным. Поскольку для компенсации утечки не нужен источник вакуума, то удаление воды из осадка на фильтре является эффективным, а энергопотребление низким.

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Более подробное описание изобретения выполнено со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

Фиг.1 изображает ленточный вакуумный фильтр, выполненный согласно изобретению, в виде сбоку,

Фиг.2 изображает часть станции противоточной промывки ленточного вакуумного фильтра, представленного на Фиг.1,

Фиг.3 изображает вакуумную камеру ленточного вакуумного фильтра, представленного на Фиг.1,

Фиг.4а, Фиг.4 и Фиг.5 более детально изображают вакуумную камеру и первый вариант выполнения фильтрующего элемента вакуумной камеры, представленной на Фиг.3,

Фиг.6 изображает опорный элемент, обеспечивающий опору для фильтрующего элемента, представленного на Фиг.4 и Фиг.5, в вакуумной камере, показанной на Фиг.3,

Фиг.7а, Фиг.7 и Фиг.8 более детально изображают вакуумную камеру и второй вариант выполнения фильтрующего элемента вакуумной камеры, представленной на Фиг.3, соответственно, в виде сбоку и в разрезе по линии VIII-VIII на Фиг.7,

Фиг.9 и Фиг.10 изображают третий вариант выполнения фильтрующего элемента вакуумной камеры, в двух разных видах в аксонометрии,

Фиг.11 и Фиг.12 изображают четвертый вариант выполнения фильтрующего элемента вакуумной камеры, в двух разных видах в аксонометрии,

Фиг.13 изображает обратный клапан вакуумной камеры, представленной на Фиг.3,

Фиг.14 изображает обратный клапан, расположенный в выпускном устройстве вакуумной камеры, представленной на Фиг.3,

Фиг.15 изображает станцию всасывания, расположенную на впуске ленточного вакуумного фильтра, представленного на Фиг.1, и

Фиг.16 изображает стационарную распределительную часть устройства всасывания.

### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

На Фиг.1 изображен один вариант выполнения изобретения ленточного вакуумного фильтра согласно изобретению, в виде сбоку. Ленточный вакуумный фильтр, представленный на чертежах, предназначен для непрерывного разделения суспензии или подобного сырья на жидкую и твердую фазы. Ленточный вакуумный фильтр содержит бесконечную ленту 1, содержащую множество отдельных вакуумных камер 2, расположенных одна за другой в продольном направлении ленты. Каждая вакуумная камера 2 содержит фильтрующее средство в виде капиллярного фильтра, при этом фильтрующее средство предпочтительно образовано капиллярным фильтром (смотри фильтр 7 на Фиг.3). В капиллярном фильтре вода (жидкость) удерживается в микропорах фильтрующей среды посредством капиллярных сил, и после удаления свободной воды, содержащейся в гуще (например, осадке на фильтре) выход воздуха отсутствует. Капиллярный эффект фильтра не участвует в самом осушении, например, путем высасывания воды из суспензии. Капиллярный фильтр предпочтительно является плоским и неупругим. Термин «неупругий» в данном документе означает жесткий фильтрующий элемент, который не сжимается внутри камеры 2 в условиях преобладающего разрежения, при этом допуская незначительную деформацию. Номером 29 позиции обозначена станция загрузки, обеспечивающая подачу суспензии на ленту 1 ленточного фильтра. Номером 30 позиции обозначен наклонный желоб станции 29, обеспечивающий подачу суспензии на верхнюю поверхность камер 2, точнее на фильтры указанных камер. Например, суспензия может представлять собой крупнозернистый железный концентрат или органическую взвесь, состоящую из мелких частиц, такую как органическая биомасса.

Камеры 2 следуют одна за другой вдоль всей длины ленты 1, но для наглядности на чертеже показаны не все вакуумные камеры. Количество вакуумных камер составляет десятки, а чаще всего сотни камер. На станции 29 загрузки соседние камеры 2 расположены без зазора. Например, отсутствие зазора обеспечивают расположением уплотнения (не показано на чертежах) между камерами 2. Такое уплотнение расположено вдоль одной длинной стороны камеры 2. Более того, чтобы не усложнять изображение, боковые ограждения, препятствующие вываливанию суспензии сбоку ленты 1, не показаны на Фиг.1. При этом указанные боковые ограждения, установленные на торцевых стенках камеры 2, видны на Фиг.3, см. ограждения 42, 43. Камеры 2 расположены на приводной цепи 28 ленты 1 и опираются на указанную цепь, так что они перемещаются

вместе с данной цепью при синхронизированной скорости. Приводная цепь 28 заменяет дорогие и массивные резиновые ленты, известные из существующего уровня техники, имеющего отношение к ленточным вакуумным фильтрам, благодаря чему снижены затраты на изготовление ленточного вакуумного фильтра согласно изобретению. Кроме того, замена резиновой ленты на приводную цепь обеспечивает уменьшение веса движущейся массы ленточного вакуумного фильтра и, следовательно, на перемещения ленты и работу указанного фильтра нужно затрачивать меньше энергии.

Номером 5 позиции обозначена станция всасывания, предназначенная для подачи вакуума к камерам 2. Станция 5 всасывания содержит вращающееся распределительное клапанное устройство 24, которое для упрощения далее по тексту также называется вращающимся всасывающим устройством. На Фиг.15 вращающееся всасывающее устройство 24 показано более детально. Вращающееся устройство 24 содержит вращающийся (выполненный с возможностью поворота) элемент 25, имеющий несколько всасывающих концов 26, расположенных на периферии 25а указанного элемента. Вращающийся элемент 25 предпочтительно выполнен круговым и имеет круговую периферию 25а, но может быть в целом круговым, то есть, не обязательно имеет вид полного круга с постоянным радиусом. Однако круговой вращающийся элемент 25 обеспечивает легко реализуемую траекторию движения ленты 1 и простую конструкцию опор указанной ленты. Всасывающие концы 26 вращающегося элемента 25 расположены по всей периферии (360°) данного элемента, но для упрощения на чертеже показано только несколько данных концов. Всасывающие концы 26 расположены на расстоянии Z друг от друга, соответствующем расстоянию S между выпусками 8 соседних камер 2, см. Фиг.1. Всасывающие концы 26 предназначены для соединения с выпусками 8 камер 2 для подачи вакуума в указанные камеры. Вращающееся всасывающее устройство 24 обеспечивает проточное сообщение между источником 45 вакуума и выпуском 8, только когда всасывающие концы 26 соединены с выпуском 8 камер 2. Источник 45 вакуума содержит насос (конкретно не показан), обеспечивающий создание разрежения. Производительность насоса может быть необычайно низкой; производительности, составляющей от 1 кВт до 5 кВт, достаточно для фильтрующего средства, общая площадь фильтрации которого составляет примерно от 20 м<sup>2</sup> до 100 м<sup>2</sup>. К источнику вакуума (смотри номер 45 позиции на Фиг.1) посредством своей соединительной части 32а (смотри Фиг.12) присоединена выполненная без возможности вращения, стационарная распределительная часть 32, которая посредством всасывающего окна 34 открывается во внутренний обод 44b вращающегося элемента 25. Внутренний обод 44b предпочтительно

является круговым. Как изображено на Фиг.15 и Фиг.16, всасывающее окно 34 распределительной части 32 имеет всасывающее отверстие 34а, обращенное только к части из множества отверстий 44а, выполненных во внутреннем ободе 44b вращающегося элемента 25. Указанный внутренний обод 44b образует распределительную поверхность 44 с указанными отверстиями 44а. Смежные отверстия 44а расположены на постоянном расстоянии U друг от друга. Вращающийся элемент 25 выполнен с каналами 35, так что каждый всасывающий конец 26 имеет свой собственный канал 35, ведущий во всасывающий порт 34. Каждый канал 35 имеет первый конец 35а, сообщающийся с всасывающим концом 26, и противоположный второй конец 35b, сообщающийся с отверстием 44а внутреннего обода 44b вращающегося элемента 25. Отверстие 44а распределительной поверхности 44 входит в соединение по текучей среде с всасывающим отверстием 34а всасывающего окна 34 только на протяжении времени, когда вращающийся элемент 25 и распределительная поверхность 44 указанного элемента поворачиваются. Для обеспечения эффективного сообщения и эффективного всасывания форма и радиус кривизны всасывающего отверстия 34а соответствует форме и радиусу кривизны внутреннего обода 44b вращающегося элемента 25.

Всасывающее отверстие 34а может быть ограничено уплотнениями 34b, так что указанное отверстие плотно и герметично подходит к распределительной поверхности 44 вращающегося элемента 25. Как изображено на Фиг.15, только средний из трех всасывающих концов 26, изображенных на Фиг.14, соединен с выпуском 8 вакуумной камеры, и только данный всасывающий конец 26 подает вакуум посредством i) всасывающего окна 34, ii) канала 35 и iii) всасывающего конца 26 к выпуску 8 (а именно, среднему выпуску 8 из трех представленных на Фиг.10 выпусков). Каналы 35 предпочтительно образованы радиальными каналами, выполненными во вращающемся элементе 25.

Номером 33 позиции обозначен вал, расположенный по центру относительно вращающегося элемента 25. Вал 33 опирается на подшипники (не показаны на чертежах). При вращении вала 33 элемент 25 также совершает вращение, и каждый из всасывающих концов 26 в свою очередь вступает в соединение с выпусками 8 вакуумных камер. В альтернативном варианте вал может быть выполнен без возможности вращения, при этом элемент 25 расположен с возможностью вращения относительно вала. По сравнению с невращающимся валом предпочтительным является вал, выполненный с возможностью вращения, поскольку подшипники, установленные на концах вала, можно легко заменять

(при необходимости); вал, неподвижно прикрепляемый к вращающемуся элементу 25, также легко обрабатывать на токарном станке.

На Фиг.1 номером 4 позиции обозначено приводное средство, предназначенное для приведения в действие ленты 1 путем приведения в действие приводной цепи 28 указанного средства. Приводное средство 4 содержит поворотный шкив 4а, установленный на подшипниках на раме 27 ленточного вакуумного фильтра. Рама 27 отмечена на чертеже пунктирной линией. Приводное средство 4 также содержит устройство передвижения (не показано на чертеже) для приведения в действие поворотного шкива 4а приводного средства 4. Устройство передвижения предпочтительно работает от электричества (электродвигателя), поскольку электродвигатель может обеспечить точную регулировку скорости ленты 1, что в свою очередь повышает регулируемость процесса. В альтернативном варианте лента 1 может приводиться в движение гидравлическим, пневматическим, ветровым, водяным или биологическим устройством приведения в действие. Гидравлический двигатель обеспечивает более точное регулирование скорости ленты. Приводное средство 4 обеспечивает круговое движение ленты 1 при скорости, составляющей, как правило, от 0,1 м/с до 0,5 м/с.

Номером 10 позиции на Фиг.1 обозначена станция выгрузки, предназначенная для удаления остатков в виде осадка на фильтре из фильтрующего средства или фильтра 7 камер 2 (фильтр обозначен номером 7 позиции на Фиг.3). По мере удаления воды из суспензии при перемещении камер 2 от станции 29 загрузки до станции 10 выгрузки осадок постепенно наслаивается на верхней поверхности фильтра 7 с верхней стороны вакуумной камеры. Вакуум, поддерживаемый внутри камеры 2, будет воздействовать на осадок, остающийся на фильтре, и обеспечивать обезвоживание на протяжении всего пути от станции 5 всасывания до станции 10 выгрузки.

Номером 49 позиции обозначено устройство промывания осадка, оставшегося на фильтре. Устройство промывания предназначено для подачи чистой воды или другой промывающей жидкости на осадок. Более подробное объяснение конструкции устройства промывания осадка в данном документе не приводится, поскольку указанное устройство известно специалистам в данной области техники. Промывочная текучая среда проникает в осадок и доходит до капиллярного фильтра, где поглощается указанным фильтром. При прохождении промывочной текучей среды через осадок определенные вещества, такие как щелочи и соли, смешиваются с указанной средой, при этом происходит очистка осадка от нежелательных примесей. Иногда фильтрат, абсорбированный капиллярным фильтром, представляет собой заданный конечный продукт, а осадок, осевший на

фильтре, является отходами. В данном случае полезные вещества собираются из осадка, оставшегося на фильтре, путем промывки данного осадка.

Расстояние между станцией 29 загрузки и станцией 10 выгрузки обычно составляет от 5 м до 50 м, предпочтительно от 10 м до 30 м. Станция 10 выгрузки содержит один или несколько скребков 11, предназначенных для удаления остатка с грязной стороны (верхней стороны) фильтра 7. Номером 31 позиции обозначен выгрузной контейнер, предназначенный для сбора остатка (осадков, осевших на фильтре). Контейнер 1 расположен под скребком (скребками) 11. Вместо скребков 11, обеспечивающих удаление остатка с фильтров, могут быть использованы инструменты другого типа, например, сжатый воздух. В случае тяжелого осадка, осевшего на фильтре и имеющего низкую адгезию с фильтрующим средством, выброс осадка может быть осуществлен за счет силы тяжести, действующей во время поворота вокруг вакуумной камеры на станции выгрузки.

Номером 14 позиции обозначена станция противоточной промывки, предназначенная для очистки камер 2 и особенно фильтров 7 указанных камер после удаления осадка, оставшегося на фильтре. Противоточная промывка фильтров необходима для сохранения проницаемости фильтрующей среды и обеспечения фильтрующей способности. Станция 14 противоточной промывки взаимосвязана с моечным чаном 22, в который поступают камеры 2.

На Фиг.3 камера 2 показана более детально. Камера 2 содержит дно 36, две противоположные длинные стороны 37, 39, две противоположные короткие стороны 39, 40 или торцевые стенки и верх 41. Торцевые стенки 39, 40 наклонены таким образом, что камера 2 сужается по направлению к дну 36. Данная зауженная конструкция является преимущественной с точки зрения поворота камеры 2 в местах изгиба бесконечной ленты 1, то есть, при прохождении через поворотный шкив 4а приводного средства 4, а также на станции 5 всасывания и станции 14 противоточной промывки. Сужающаяся конструкция обеспечивает простое решение для расположения соседних камер 2 и особенно фильтров 7 данных камер вблизи друг друга на прямолинейном участке ленты 1 между станцией 5 всасывания и приводным средством 4, которое расположено на станции 10 выгрузки. Однако зауженная конструкция не является обязательной. Камера 2 имеет внутреннее пространство 3, предназначенное для приема фильтрата, образующегося из суспензии. Остаток (осадок, осевший на фильтре) будет собираться на верхней поверхности камер 2, на капиллярном фильтре 7 камер. Среда капиллярного фильтра будет препятствовать поступлению воздуха из внутреннего пространства 3 камер 2. Жесткие свойства фильтрующей среды будут обеспечивать поддержку осадка, осевшего на фильтре, и

позволяют сформировать на фильтрующей среде очень равномерный по толщине сгусток. Капиллярный фильтр 7 предпочтительно является микропористым керамическим фильтром, предпочтительно имеющим вид жесткой пластины. Керамический фильтр является жестким и обладает хорошей устойчивостью к коррозии; кроме того, он является долговечным и прочным. В качестве альтернативы, фильтр может представлять собой микропористый фильтр из металлического или пластмассового материала (либо другого материала, обеспечивающего капиллярный эффект и устойчивость к коррозии, что является необходимым условием для ленточного фильтра). Однако фильтр не обязательно должен быть жестким; в качестве альтернативы, фильтр может представлять собой гибкое полотно, ткань или пленку, поддерживаемую снизу. Если фильтр является гибким (упругое полотно), он должен поддерживаться сверху при выполнении противоточной промывки фильтра. Упругий материал, имеющий опору, может быть выполнен в фильтрующем картридже, который может быть прикреплен к рамке, образуя вакуумную камеру. Область эффективной фильтрации капиллярного фильтра 7 предпочтительно составляет от  $1 \text{ м}^2$  до  $5 \text{ м}^2$ , например,  $1 \text{ м}^2$ , а объем камеры 2 предпочтительно составляет от 10 л до 500 л, предпочтительно от 50 л до 200 л. Размеры и объем камеры 2 могут быть изменены в зависимости от области применения. Размер пор фильтра 7 составляет от 0,03 мкм до 5 мкм, предпочтительно от 0,04 мкм до 3 мкм, и еще более предпочтительно, от 0,05 мкм до 2 мкм, рассчитанный на основании точки начала кипения материала для чистой воды. Точка начала кипения относится к эффективной точке начала кипения. Эффективная точка начала кипения относится к перепаду давления между верхней поверхностью капиллярного фильтра 7 (см. верх 41 камеры 2) и внутренней поверхностью капиллярного фильтра (то есть, чистой стороной капиллярного фильтра, обращенной к внутреннему пространству 3 камеры 2), при котором в течение 1 минуты через  $1 \text{ м}^2$  фильтрующих поверхностей протекает 1 л воздуха. Другими словами, если точка (эффективная) начала кипения капиллярного фильтра 7 составляет 0,9, то когда в данном фильтре между наружной поверхностью фильтра и внутренней поверхностью капиллярного фильтра обеспечен перепад давления, составляющий 0,9 Бар, через квадратный метр поверхности фильтра в течение одной минуты протекает 1 литр воздуха. Если точка начала кипения составляет 0,9 Бар, а общая площадь поверхности фильтра составляет  $2 \text{ м}^2$ , в течение одной минуты через фильтрующие поверхности протекает 2 л воды. Точка начала кипения капиллярного фильтра 7 является высокой; предпочтительно от 0,5 Бар до 1,5 Бар, и более предпочтительно от 0,8 Бар до 1 Бар. Если фильтрацию выполняют при перепаде давления, который ниже точки начала кипения, воздух не

проникает через осадок, осевший на фильтре, и отсутствуют потери давления, обусловленные потоком воздуха. Если точка начала кипения является низкой, например, гораздо ниже 0,5 Бар, вакуумная камера функционирует неудовлетворительно, если только материал, подлежащий фильтрации, не обладает высокой степенью сжимаемости, например, органическая масса (к примеру, целлюлоза). Если точка начала кипения составляет выше 1 Бар, например 1,5 Бар или даже 3 Бар, фильтрация имеет место, но размер пор является маленьким, а сопротивление потока является большим, если толщина материала фильтра не отрегулирована с целью пропорционального уменьшения.

Капиллярный фильтр 7 является частью сменного фильтрующего элемента 50, который более подробно описан со ссылкой на Фиг.4а и Фиг.4 - Фиг.6. На Фиг.4а и Фиг.4 изображена камера 2 с фильтрующим элементом 50. Сменный фильтрующий элемент 50 является резервной частью ленточного вакуумного фильтра. Сменный элемент 50, изображенный на Фиг.4а, Фиг.4 и Фиг.5, содержит предпочтительно плоский капиллярный фильтр 7, имеющий первую проницаемую фильтрующую поверхность 51, предназначенную для приема сырья, вторую поверхность 53, противоположную первой указанной поверхности, и опорную конструкцию 52, обеспечивающую поддержку второй поверхности капиллярного фильтра. Капиллярный фильтр 7 предпочтительно является прямоугольным. Ширина капиллярного фильтра 7 составляет от 0,1 м до 0,3 м; длина капиллярного фильтра составляет от 1,5 м до 3 м, при этом длина указанного фильтра в 5 - 10 раз больше его ширины. Размер длины проходит поперек направления движения ленты 1. Толщина капиллярного фильтра 7 предпочтительно составляет от 0,1 мм до 10 мм. Если опорная конструкция выполнена из пластмассы, толщина капиллярного фильтра 7 предпочтительно составляет от 0,2 мм до 10 мм. Опорная конструкция 52 обеспечивает равномерную поддержку капиллярного фильтра 7. Без использования опорной конструкции 52 повышена вероятность разрушения капиллярного фильтра 7, особенно если указанный фильтр выполнен из керамического материала. Посредством промежуточного слоя 60 опорная конструкция 52 предпочтительно без возможности отсоединения прикреплена ко второй поверхности 53 капиллярного фильтра 7 и обеспечивает опору данного фильтра таким образом, что фильтр не разрушается в процессе использования, то есть, когда на первую фильтрующую поверхность 51 и вторую поверхность 53 действует перепад давления, оказывая огромные усилия на капиллярный фильтр 7. Использование промежуточного слоя 60 является очень предпочтительным, поскольку обеспечивает легкость прикрепления опорной конструкции 52 к капиллярному фильтру 7. Первая поверхность промежуточного слоя 60 обращена ко

второй поверхности 53 капиллярного фильтра 7, а вторая поверхность промежуточного слоя, противолежащая его первой поверхности, обращена к опорной конструкции 52. Промежуточный слой 60 предпочтительно является керамическим.

Опорная конструкция 52 для капиллярного фильтра 7 предпочтительно имеет вид плоского опорного элемента, также называемого далее первым опорным элементом 52а. Опорная конструкция 52 образует полость 56, в которой расположены несколько опорных частей 54, обеспечивающих поддержку второй поверхности капиллярного фильтра. Опорные части 54 предпочтительно могут быть выполнены в форме стоек. Количество опорных частей 54 составляет от 50 до 4000 на квадратный метр. Если опорные части 54 имеют круглое поперечное сечение (в плоскости, параллельной плоскости плоской опорной конструкции 52), количество опорных частей предпочтительно составляет от 1000 до 4000 на квадратный метр, более предпочтительно, от 1500 до 2500 на квадратный метр. Если опорные части 54 имеют удлиненное поперечное сечение, количество опорных частей предпочтительно составляет от 50 до 400 на квадратный метр, более предпочтительно, от 100 до 200 на квадратный метр. Опорные части 54 отстоят друг от друга с обеспечением равномерной опоры для керамического капиллярного фильтра 7. Опорные части 54 предпочтительно равномерно распределены под второй поверхностью 53 капиллярного керамического фильтра 7. Опорная конструкция 52 может препятствовать передаче усилий между опорными частями 54. Опорная конструкция 52 предпочтительно содержит соединители 55, предназначенные для соединения каждой опорной части 54 по меньшей мере с одной другой опорной частью, см. Фиг.5. При использовании гибких соединителей 55, отсутствует передача усилий между опорными частями 54, и могут быть исключены возможные проблемы, связанные с термическим расширением между разными компонентами фильтрующего элемента 50. Опорная конструкция 52 предпочтительно имеет вид решетчатой конструкции, которую можно видеть на Фиг.5. Толщина опорной конструкции 52 зависит от многих параметров, например, площади поверхности капиллярного фильтра 7. Соответствующей толщиной считается толщина от 50 мм до 200 мм.

Опорные части 54, обращенные ко второй поверхности 53 капиллярного фильтра 7, образуют опорные поверхности напротив второй поверхности промежуточного слоя 60 и непосредственно напротив капиллярного фильтра 7, при этом опорные поверхности занимают от 5% до 60%, предпочтительно от 10% до 40%, а еще более предпочтительно от 15% до 25% от общей площади второй поверхности капиллярного фильтра.

Промежуточный слой 60 предпочтительно представляет собой керамический слой. Вторая поверхность промежуточного слоя 60 содержит шероховатую контактную поверхность, обеспечивающую прикрепление опорной конструкции 52 к промежуточному слою 60 без возможности отсоединения. Зернистость шероховатой контактной поверхности составляет от 40 до 300, предпочтительно от 40 до 180, еще более предпочтительно, от 60 до 120. Данный диапазон зернистости особенно хорошо подходит для прикрепления опорных частей 54, выполненных, например, из термопластичного материала, без возможности отсоединения ко второй поверхности промежуточного слоя 60, к примеру, путем приклеивания, либо сплавления концов опорных частей 54 со второй поверхностью. Когда концы опорных частей 54 вплавлены во вторую поверхность промежуточного слоя 60, образуется прослойка, содержащая материал или опорную структуру, которая обеспечивает прикрепление опорной конструкции к шероховатой контактной поверхности промежуточного слоя 60. В данной структуре опорная конструкция 32 образована в виде узла с капиллярным фильтром 7 и можно сказать, что опорная конструкция является единым целым с промежуточным слоем 60 и капиллярным фильтром 7. Однако можно предусмотреть вариант, в котором шероховатая контактная поверхность образована непосредственно, то есть, без промежуточного слоя 60, со второй поверхностью 53 капиллярного фильтра 7. Вся вторая поверхность промежуточного слоя 60 не обязательно должна быть шероховатой; достаточно, чтобы вторая поверхность являлась или была сделана шероховатой в местах прикрепления опорных частей 54. Указанные места образуют шероховатую контактную поверхность. Если промежуточный слой 60 выполнен из керамического материала, его толщина предпочтительно составляет от 5 мм до 40 мм, более предпочтительно, от 5 мм до 20 мм.

Прочность соединения между опорными частями 54 и второй поверхностью 53 должна быть достаточной для того, чтобы фильтрующий элемент 50 мог выдерживать давление, действующее на указанный элемент, особенно в процессе противоточной промывки (при очистке вакуумных камер), а также в процессе фильтрации. Соединение должно быть достаточно прочным, чтобы в процессе противоточной промывки противостоять перепаду давления, составляющему по меньшей мере 0,4 Бар, предпочтительно, по меньшей мере 0,7 Бар. Если в процессе противоточной промывки давление снаружи камеры 2 составляет 1 Бар, а давление внутри указанной камеры составляет 1,4 Бар, перепад давлений составит 0,4 Бар; а если давление снаружи камеры 2 составляет 1 Бар, а давление внутри указанной камеры составляет 1,7 Бар, перепад давления будет составлять 0,7 Бар. Опорная конструкция 52 должна быть достаточно

прочной, чтобы в процессе фильтрации выдерживать перепад давления через фильтрующий элемент 7, составляющий по меньшей мере 0,4 Бар, предпочтительно, по меньшей мере 0,5 Бар, и более предпочтительно, по меньшей мере 0,6 Бар. Если в процессе противоточной промывки давление снаружи камеры 2 составляет 1 Бар, а давление внутри указанной камеры составляет 0,4 Бар, перепад давления составит 0,6 Бар, а если давление снаружи камеры 2 составляет 1 Бар, а давление внутри вакуумной камеры составляет 0,8 Бар, перепад давления будет составлять 0,2 Бар.

Номером 52b позиции на Фиг.4а, Фиг.4 и Фиг.6 обозначен второй опорный элемент, неподвижно прикрепленный к части 58 корпуса камеры 2. Опорный элемент 52b предпочтительно является плоским элементом, который предпочтительно прикреплен наверху части 58 корпуса камеры 2. Опорный элемент 52b может составлять единое целое с частью 58 корпуса. Опорный элемент 52b не является частью фильтрующего элемента 50 (то есть, не является частью дополнительной детали). Периферия опорного элемента 52b может быть расположена с опорой на кронштейны, выполненные внутри части 58 корпуса. Например, опорный элемент 52b может быть прикреплен к части 58 корпуса вакуумной камеры посредством зажимов (не показаны на чертеже) или других средств крепления. В качестве альтернативы или дополнения опорный элемент 52b предпочтительно может быть прикреплен к низу части 58 корпуса, например, посредством болтов или других отсоединяемых средств крепления. Прикрепление опорного элемента 52b к части 58 в данном документе подробно не описано, поскольку специалисты в данной области техники смогут легко подобрать разные подходящие конструкции, обеспечивающие указанное прикрепление. Опорный элемент 52b имеет отверстия 57, которые обеспечивают проход фильтрата во внутреннее пространство камеры 2.

На Фиг.7а, Фиг.7 и Фиг.8 изображен второй вариант выполнения фильтрующего элемента. На Фиг.7а, Фиг.7 и Фиг.8 подобные номера позиций обозначают компоненты, соответствующие Фиг.4 - Фиг.6. Фильтрующий элемент 50', представленный на Фиг.7а, Фиг.7 и Фиг.8, отличается от варианта выполнения, представленного на Фиг.4 - Фиг.6, тем, что опорный элемент 52a' прикреплен не только к промежуточному слою 60, но и к опорному элементу 52b' который, таким образом, является частью опорной конструкции 52' и частью фильтрующего элемента 50'. Отпадает необходимость в соединителях, подобных соединителям 55, изображенным на Фиг.5, поскольку соединение опорных частей 54' обеспечивает опорный элемент 52b'. Таким образом, опорный элемент 52b' также является средством соединения. Прикрепление опорного элемента 52a' к опорному элементу 52b' может быть выполнено разными способами (без возможности

отсоединения, например, посредством приклеивания, либо съемным образом, например, посредством защелок), как очевидно специалистам в данной области техники. Опорный элемент 52b', изображенный на Фиг.8, имеет отверстия 57', подобно опорному элементу 52b, изображенному на Фиг.6. Опорный элемент 52b' придает дополнительную жесткость опорной конструкции 52' и фильтру 7', что является преимущественным, особенно в процессе противоточной промывки фильтра. Дополнительная жесткость является важным и преимущественным фактором, поскольку уменьшает вероятность разрушения капиллярного фильтра 7' в процессе противоточной промывки. Фильтрующий элемент 50', изображенный на Фиг.7а, Фиг.7 и Фиг.8, тоже является преимущественным в том отношении, что представляет компактную конструкцию, которая может быть сделана на производстве и легко установлена на рабочем месте. Периферия фильтрующего элемента 50' расположена с опорой на кронштейны 59', выполненные внутри части 58 корпуса вакуумной камеры.

На Фиг.9 и Фиг.10 изображен третий вариант выполнения фильтрующего элемента 50". На чертежах угловая зона фильтрующего элемента 50" показана открытой только с целью иллюстрации конструкции фильтрующего элемента. В варианте выполнения, изображенном на Фиг.9 и Фиг.10, капиллярный фильтр 7" поддерживается опорной конструкцией 52", имеющей вид сотовой структуры. Сотовая конструкция имеет отстоящие друг от друга отверстия 58", ограниченные стенками 61". Сотовая конструкция предпочтительно может быть выполнена из пластмассы, предпочтительно, термопластика. Если сотовая конструкция выполнена из пластмассы, то между фильтрующим элементом 7" и указанной конструкцией предпочтительно имеется промежуточный керамический слой 60", как изображено на Фиг.9 и Фиг.10. Промежуточный керамический слой 60" имеет показатель зернистости от 40 до 300, предпочтительно от 40 до 180, более предпочтительно от 60 до 120, причем показатель зернистости характеризует шероховатую контактную поверхность, обеспечивающую прикрепление сотовой конструкции к капиллярному фильтру 7". Тем не менее, в альтернативном варианте сотовая конструкция может быть выполнена, например, из керамического материала. Если опорная конструкция 52" выполнена из керамического материала, и капиллярный фильтр 7" выполнен из керамического материала, промежуточный слой 60" необязателен. Толщина сотовой конструкции составляет от 5 мм до 200 мм, предпочтительно, от 10 мм до 150 мм.

На Фиг.11 и Фиг.12 представлен четвертый вариант выполнения фильтрующего элемента. Фильтрующий элемент 50"', изображенный на Фиг.11 и Фиг.12, отличается от

фильтрующего элемента 50'', представленного на Фиг.9 и Фиг.10, по существу тем, что опорная конструкция 52'' является спрессованным куском пористого материала, то есть, не имеет отверстий (макроскопических), смотри отверстия 58'' на Фиг.10. Угол фильтрующего элемента 50''' показан открытым для наглядности. Размер пор спрессованного куска больше размера пор керамического фильтра 7'''. Указанный кусок предпочтительно представляет собой керамический брикет, предпочтительно выполненный из высокопористого материала. В качестве альтернативы может быть использован спрессованный кусок из пластмассы или пористого металла. Капиллярный фильтр 7''' был сформован в брикет предпочтительно путем напыления. Изготовление фильтрующего элемента 50''' предпочтительно включает прессование сырья в брикет, обжиг брикета в печи, напыление на брикет керамического мембранного слоя и, наконец, обжиг брикета вместе с указанным слоем в печи. Зернистость брикета составляет от 40 до 300, предпочтительно от 40 до 180, более предпочтительно от 60 до 120. Если брикет изготовлен из материала, средний показатель зернистости которого составляет, например, 100, это значит, что сто частиц, расположенных в ряд, заполняют расстояние длиной в один дюйм. В альтернативном варианте брикет может быть приклеен к капиллярному фильтру 7'''. В случае приклейки, чтобы добиться высокого сцепления, фильтрующая поверхность, обращенная к брикету, должна быть шероховатой, предпочтительно иметь показатель зернистости от 40 до 180, более предпочтительно, от 60 до 120. Толщина брикета предпочтительно составляет от 10 мм до 100 мм. Толщина капиллярного фильтра 7''' предпочтительно составляет от 0,1 мм до 10 мм, предпочтительно, от 0,1 мм до 7 мм.

Благодаря конструкции камеры 2, вакуумные камеры и их фильтры 7 можно заменять легко и в индивидуальном порядке, в отличие от обычного ленточного вакуумного фильтра, в котором в качестве фильтрующей среды применяют фильтровальную ткань. Таким образом, отсутствует необходимость замены всего изношенного фильтрующего полотна (например, изношенного вследствие растягивания), длина которого обычно составляет десятки метров, являющейся обременительной и отнимающей много времени.

Выпуск 8 камеры 2 выполнен с обратным клапаном 9, обеспечивающим вытягивание текучей среды через данный выпуск из внутреннего пространства 3 камеры наружу указанной камеры. Обратный клапан 9 более детально проиллюстрирован на Фиг.14. Обратный клапан 9 содержит пружину 46, которая поджимает запирающий элемент 9а обратного клапана 9 к седлу. Пружина 46 представляет собой спиральную пружину, но можно использовать и другие типы пружин. Когда пружина 46 находится в

максимально растянутом положении, обратный клапан 9 закрыт, и текучая среда (жидкость, газ или другое вещество) не может поступать из внутреннего пространства 3 камеры 2 наружу через выпуск 8. Если давление со стороны внутреннего пространства 3 камеры 2 превышает давление, создаваемое пружиной 46 на запирающий элемент 9а, обратный клапан 9 открыт. Вместо спиральной пружины можно применять резиновую пружину, либо тарельчатые пружины. Также можно предусмотреть использование газовой пружины. Вместо подпружиненного обратного клапана, имеющего отдельные пружины, которые активируют перемещение запирающего элемента, можно применять клапана другого типа. Обратный клапан может работать на основании конструкции, например, мембранной, створчатой, дисковой, S-образной, в которой указанный клапан работает по типу пружины. Если говорить более конкретно, обратный клапан 9 содержит механический привод, обеспечивающий закрывание запирающего элемента. Например, обратный клапан 9 может представлять собой электромагнитный клапан (который может возбуждаться снаружи), клапан, регулируемый механическим, пневматическим и/или гидравлическим образом. Несмотря на рекомендации, пружина 46 или другой механический активатор не является обязательным элементом, поскольку запирающий элемент 9а может удерживаться в положении блокировки за счет разрежения во внутреннем пространстве 3 камеры 2. Базовая конструкция обратного клапана может быть основана на мембранном, створчатом, дисковом, S-образном, шаровом, золотниковом, гибком, игольчатом или другом клапане, по сути известного типа.

Номером 13 позиции обозначен выпуск камеры 2. На Фиг.13 изображен подпружиненный обратный клапан 15, расположенный во выпуске 13. Пружина 16 обратного клапана 15 поджимает запирающий элемент 15а обратного клапана 15 к седлу. Пружина 16 является спиральной пружиной, но можно применять и другие типы пружин, как описано выше для пружины 46. Когда пружина 16 находится в растянутом положении, обратный клапан 15 закрыт, и текучая среда (жидкость, газ или другое вещество) не может поступать во внутреннее пространство 3 камеры 2. Прилагая к запирающему элементу 15а внешнюю силу, противоположную усилию пружины 16, указанный элемент может смещаться по направлению к данной пружине (то есть, кверху на Фиг.13), при этом пружина изгибается, и обратный клапан 15 открывается. Для того чтобы открыть обратный клапан 15, давление, действующее снаружи камеры 2 на запирающий элемент 15а, должно быть больше усилия пружины и давления, действующего изнутри указанной камеры на запирающий элемент. Как и для обратного клапана 9, вместо подпружиненного обратного клапана 15, имеющего отдельные пружины, которые обеспечивают движение

запирающего элемента, можно применять клапаны другого типа. Если говорить более конкретно, обратный клапан 15 содержит механический привод, обеспечивающий закрытие запирающего элемента.

Далее, более подробно и со ссылкой на чертежи описана работа и конструкция ленточного вакуумного фильтра.

Перед поступлением камер 2 на станцию 5 всасывания указанные камеры были очищены на станции 14 противоточной промывки, расположенной перед станцией 5, смотри Фиг.1. После прихода на станцию 5 всасывания внутреннее пространство (смотри номер 3 позиции на Фиг.3) камер 2 находится при том же давлении, что и окружающая среда, а именно, 1 атм (1Бар). Однако давление во внутреннем пространстве может отличаться от давления окружающей среды.

Когда камера 2 поступает на станцию 5 всасывания, выпуск 8 указанной камеры автоматически соединяется с всасывающим концом 26 вращающегося элемента 25. Автоматическое соединение образуется, когда выпуск 8 камеры 2 входит во всасывающий конец 26 элемента 25. Специалисты в данной области техники легко поймут конструкцию данного соединения, поэтому более подробное описание указанной конструкции не приводится. Всасывающий конец 26 оказывается соединенным с источником 45 вакуума посредством канала 35 и распределительной части 32. На Фиг.1 вакуумная камера 2а иллюстрирует вакуумную камеру, поступающую на станцию 5 всасывания. Когда к выпуску 8 камеры 2 приложен вакуум, выпуск 13 камеры 2а открываться не будет, а удерживается закрытым благодаря пружине 16 подпружиненного обратного клапана 15, смотри Фиг.3 и Фиг.13. Усилие пружины 16 должно быть больше силы всасывания, чтобы удерживать выпуск 13 закрытым в процессе всасывания, а также создавать и поддерживать разрежение внутри камеры 2а. По мере перемещения камеры 2а синхронно с вращающимся элементом 25 станции 5 всасывания, во внутреннем пространстве 3 указанной камеры создается разрежение. Внутри камеры 2 создается абсолютное давление, составляющее от 0,05 Бар до 0,5 Бар, предпочтительно от 0,05 Бар до 0,15 Бар. До того, как камера 2 покинет станцию 5 всасывания, либо сразу после того, как указанная станция покинет данную станцию, оба обратных клапана 9, 15 закрываются, смотри Фиг.3, Фиг.13 и Фиг.14. Когда обратные клапана 9, 15 закрыты, текучая среда (жидкость, газ или другое вещество) не может поступать во внутреннее пространство 3 камеры 2 через указанные клапаны. Обратный клапан 9 закрыт, если давление на выпуске данного клапана выше давления во внутреннем пространстве 3 камеры 2, при этом пружина 46 создает дополнительное усилие для смещения запирающего элемента 9а к закрытому

положению (изображенному на Фиг.14). Пружина 16 удерживает обратный клапан 15 закрытым, если внутри камеры 2 существует разрежение. Обратные клапаны 9, 15 могут поддерживать разрежение внутри камеры 2 при ее перемещении от станции 5 всасывания к станции 10 выгрузки.

Вследствие высокой точки начала кипения фильтра 7 воздух не может проходить через влажную поверхность данного фильтра, и разрежение внутри камеры 2 может сохраняться, даже если указанная камера не соединена со станцией 5 всасывания. Разрежение внутри камеры 2 исчезает не сразу после того, как вакуумная камера покинет указанную станцию, а каждая вакуумная камера может поддерживать разрежение («вакуум») в течение более длительного времени, не будучи соединенной с любым источником вакуума. Благодаря данному свойству камеру 2 можно назвать аккумулятором вакуума. За счет разрежения внутри камеры 2 фильтрация суспензии будет проходить постоянно при перемещении вакуумной камеры между станцией 29 загрузки и станцией 10 выгрузки, то есть, без какого-либо сообщения между внутренним пространством 3 камеры 2 и станцией 5 всасывания. Когда камера 2 перемещается по направлению к станции 10 выгрузки, фильтрат, а именно, вода или другая жидкость накапливается внутри указанной камеры. В процессе фильтрации вода из суспензии переходит в камеру 2 посредством капиллярного эффекта фильтра 7. В это же время остаток собирается и накапливается на верхней стороне камеры 2 с верхней стороны фильтра 7. Из вышесказанного понятно, что в остатке создается и поддерживается перепад давления. Когда фильтрат (вода) поступает во внутреннее пространство камеры 2, объем газа, находящегося во внутреннем пространстве 3 камеры, будет постепенно уменьшаться и, следовательно, абсолютное давление внутри указанной камеры будет расти. Например, если изначальное абсолютное давление внутри камеры 2 составляет 0,05 Бар на станции 5 всасывания, и в процессе фильтрации объем газа уменьшается, например, на 20%, то абсолютное давление в камере 2 будет увеличено до 0,25 Бар.

Внутреннее пространство 3 камеры 2 должно иметь определенный газовый объем; если внутреннее пространство 3 заполнено водой, не будет создан эффект всасывания, необходимый для удаления лишней воды из вакуумной камеры. Между станцией 5 всасывания и станцией 10 выгрузки расположена станция 47а обезвоживания. Конструкция станции 47а обезвоживания подобна конструкции станции 5 всасывания. Для упрощения, на Фиг.1 станция 47а показана в виде прямоугольника. На станции 47а обезвоживания фильтрат может быть удален из внутреннего пространства 3 камеры 2 в результате открытия обратного клапана 15 и/или обратного клапана 9. Выпуск 8 и

установленный в нем обратный клапан 9 являются главными компонентами для удаления фильтрата. Удаление фильтрата является необходимым условием, если желательно сохранить достаточный уровень вакуума в камере 2 или создать еще более высокое давление на следующей дополнительной станции всасывания, смотри дополнительную станцию 5b всасывания. Дополнительная станция 5b всасывания относится к тому же типу, что и станция 5 всасывания, то есть, имеет стационарную распределительную часть (не показана на чертежах), каналы, всасывающие концы и т.д., подобно станции 5 всасывания. Так как дополнительная станция 5b всасывания обычно может быть применена для удаления фильтрата из камер 2, данную станцию можно назвать станцией обезвоживания. Местоположение дополнительной станции 5b всасывания может быть выбрано сравнительно произвольно между станцией 10 выгрузки и станцией 29 загрузки. Дополнительная станция 5b всасывания не является обязательной, но обеспечивает ускоренное разделение суспензии на жидкую и твердую фазы. Фильтрат, удаленный из камер 2, можно использовать в качестве очищающей среды на станции 14 противоточной промывки или для орошения верхней поверхности фильтров 7 для очистки камер 2. Номером 47b позиции отмечена дополнительная станция обезвоживания, расположенная между дополнительной станцией 5b всасывания и станцией 10 выгрузки. Конструкция дополнительной станции 47b обезвоживания подобна конструкции станции 47a обезвоживания. Количество станций обезвоживания может быть разным; как правило, ленточный вакуумный фильтр имеет от 0 до трех станций обезвоживания, предпочтительно от одной до трех указанных станций.

За станцией 5 всасывания верхний участок ленты 1 предпочтительно наклонен книзу на  $1^\circ - 10^\circ$  относительно горизонтали. Лента наклонена вплоть до местоположения станции 10 выпуска. Благодаря наклону суспензия не смещается, по меньшей мере очень сильно, на камерах 2 в направлении, противоположном направлению движения ленты 1. В результате исключено попадание суспензии обратно на станцию 5 всасывания и сваливание суспензии за станцией всасывания.

Содержание влаги в остатке может составлять, например, от 40% до 50% вблизи станции 5 загрузки, а когда остаток подходит к станции 10 выгрузки, содержание влаги в нем составляет от 5% до 25%, в зависимости от природы и размера частиц, при этом остаток имеет вид осадка, осевшего на фильтре. Например, низкое содержание влаги особенно важно при фильтрации органических материалов, имеющих высокое удельное сопротивление фильтрации, таких как биомасса, органические отходы или водоросли, применяемые при выработке энергии. Когда камера 2 поступает на станцию 10 выгрузки,

толщина осадка на фильтре может составлять десятки миллиметров. Вес осадка, оставшегося на фильтре, зависит от площади фильтрации, типа суспензии и т.д.; например, при поступлении на станцию 10 выгрузки вес осадка может составлять 5 кг. На станции 10 выгрузки остатки удаляют скребками 11 и выбрасывают в выгрузной контейнер 31, расположенный снизу.

В процессе перемещения от станции 10 выгрузки до станции 14 противоточной промывки верхняя поверхность фильтра 7 камеры 2 предпочтительно орошается промывочной текучей средой, обычно водой. Номером 12 позиции отмечены средства распыления, обеспечивающие выполнение указанной очистки. Средства 12 распыления содержат сопла, предназначенные для распыления воды по верхней поверхности фильтра 7. К примеру, давление распыления может составлять от 5 Бар до 10 Бар. Вода может частично забираться из одной или нескольких следующих станций: станции 47а обезвоживания, дополнительной станции 5b всасывания, дополнительной станции 47b обезвоживания и станции 14 противоточной промывки.

Очистку камер 2 производят на станции 14 противоточной промывки. Конструкция станции 14 противоточной промывки подобна конструкции станции всасывания, то есть, указанная конструкция содержит выполненную без возможности вращения, стационарную распределительную часть 48, соответствующую стационарной распределительной части 32 станции 5 всасывания, и вращающийся элемент 6, соответствующий вращающемуся элементу 25 станции 5 всасывания; конструкция содержит вращающееся клапанное распределительное устройство 17, конструкция которого предпочтительно подобна конструкции вращающегося всасывающего устройства 24 станции 5 всасывания. Соответственно, вращающийся элемент 6 вращающегося распределительного клапанного устройства 17 имеет вращающуюся периферию 21, выполненную с распределительными концами 19, расположенными вдоль всей указанной периферии вращающегося элемента 6, но чтобы не усложнять изображение, на Фиг.1 показаны только два распределительных конца. Распределительные концы 19 расположены на расстоянии  $X$  друг от друга, которое соответствует расстоянию  $Y$  между впусками 13 соседних камер 2. Распределительные концы 19 предназначены для соединения с впусками 13 камер 2 для подачи промывочной текучей среды во внутреннее пространство 3 указанных камер. Вращающееся распределительное клапанное устройство 17 выполнено с системой клапанов (более подробно описана ниже), которая предназначена для открытия проточного сообщения между источником промывочной текучей среды (возможно содержащим промывочную

текущую среду из станции обезвоживания) и распределительными концами 19 только когда указанные концы соединены с впусками 13 камер. Вращающийся элемент 6 устройства 17 также содержит внутренний обод 18, соответствующий внутреннему ободу 44b вращающегося элемента 25 устройства 5 всасывания, и каналы (не показаны на чертеже), соответствующие каналам 35 вращающегося всасывающего устройства 24 станции 5 всасывания. Отверстие (не показано) стационарной распределительной части 48 имеет такую форму и кривизну, которые соответствуют форме и кривизне внутреннего обода 18, обеспечивая эффективное сообщение по текучей среде между стационарной распределительной частью 48 и каналами (не показаны), образованными во вращающемся элементе 6. Внутренний обод 18 предпочтительно является круговым (подобно внутреннему ободу 44b вращающегося элемента 25).

Когда камера 2 прибывает на станцию 14 противоточной очистки, выпуск 13 камеры входит в контактное взаимодействие с распределительными концами 19 данной станции. Распределительные концы 19 надавливают на запирающий элемент 15a обратного клапана 15, так что указанный клапан открывается и обеспечивает поступление промывочной воды во внутреннее пространство 3 камеры 2. Возможно, что распределительные концы 19 не обеспечивают надавливание на запирающий элемент 15a, а прижимаются только к впуску 13, что может иметь место, если давление промывочной текучей среды является достаточно высоким относительно усилия пружины обратного клапана, для того чтобы открыть обратный клапан 15. Для обеспечения эффективной противоточной промывки фильтра 7 путем оказания давления на чистую поверхность, то есть, внутреннюю поверхность данного фильтра, выпуск 8 должен быть по меньшей мере частично закрыт, так чтобы вода вытекала из выпуска 8 без напора. Для данного закрытия отчасти предназначена пружина 46, расположенная в выпуске 8. Однако пружина 46 предусмотрена только для минимального закрывающего воздействия, поскольку для обратного клапана 9 желательно обеспечить невысокое давление открытия, когда добиваются почти абсолютного вакуума в вакуумной камере. Тем не менее, выпуск 8 камеры 2 может быть эффективно закрыт посредством запирающего элемента 20, расположенного на вращающейся периферии 21 вращающегося распределительного клапанного устройства 17. Данная периферия предпочтительно является такой же периферией, на которой расположены распределительные концы 19. Запирающие элементы 20 расположены вдоль всей периферии 21 вращающегося распределительного клапанного устройства 17, но чтобы не усложнять изображение, на Фиг.1 показаны только два запирающих элемента. Запирающие элементы 20 расположены на расстоянии L друг

от друга, соответствующем расстоянию  $T$  между выпусками 8 соседних камер 2. Запирающие элементы 20 предназначены для зацепляющего взаимодействия с выпусками 8 и принудительного закрытия указанных выпусков с целью предотвращения вытекания промывочной текучей среды из внутреннего пространства 3 вакуумной камеры наружу из выпусков 8 камер 2. В альтернативном варианте, запирающие элементы 20 предусматривают закрытие выпусков 8 путем закрывания обратных клапанов 9. Обратные клапаны 9 могут быть принудительно закрыты, когда запирающие элементы 20 входят во взаимодействие с обратными клапанами 9. Если в выпусках 8 запирающие элементы 20 не расположены, промывочная текучая среда может беспрепятственно вытекать из указанных выпусков через обратные клапаны 9. В таком случае противоточная промывка фильтра 7 является неэффективной, так как к чистой поверхности фильтра 7 не может быть приложено высокое давление. Давление противоточной промывки должно быть выше перепада давления, возникающего при фильтрации. Очистка камер 2 может быть выполнена надлежащим образом при избыточном давлении, составляющем от 1 Бар до 2 Бар.

На Фиг.2 проиллюстрировано вышеописанное открытие выпусков 13 с помощью распределительных концов 19 распределительного клапанного устройства 17, а также проиллюстрировано перекрытие выпусков 8 запирающими элементами 20 на станции 14 противоточной промывки.

Камеры 2 проходят моечный чан 22, расположенный в соединении со станцией 14 противоточной промывки. Для эффективной очистки фильтров 7 камер 2, в моечном чане 22 расположены ультразвуковые датчики 23, воздействующие звуковыми волнами на фильтры 7 камер 2. Когда камеры 2 покидают станцию 14 противоточной промывки, указанные камеры являются чистыми, и давление внутри камеры 2 соответствует наружному давлению. Возможно, что фильтры 7 камер 2 промывают (очищают) при помощи кислот. Данная очистка может быть применима, поскольку фильтры 7 изготовлены из кислотоустойчивого материала, например, керамического материала, такого как  $Al_2O_3$ , SiC, силикат алюминия и титан. Материалом фильтра также может являться металл или пластмасса, имеющие заданную механическую прочность и устойчивые к коррозии.

Далее камеры 2 прибывают на станцию 5 всасывания для соединения с вращающимся распределительным клапаном устройством 24 указанной станции. На станции 5 всасывания в камерах 2 создается разрежение, как описано выше.

Поддерживая непрерывную циркуляцию ленты 1 между станцией 5 всасывания, станцией 29 загрузки, станцией 10 выгрузки и станцией 14 противоточной промывки, обеспечивают непрерывное разделение на жидкую и твердую фазы между станцией 29 загрузки и станцией 10 выгрузки.

Если при разделении на жидкую и твердую фазы, выполняемом ленточным вакуумным фильтром, образуются токсичные газы, ленточный вакуумный фильтр закрывают колпаком (не показан на чертежах).

Далее приведен перечень компонентов ленточного вакуумного фильтра и номера позиций, применяемые для обозначения компонентов.

- 1 лента
- 2 вакуумная камера
- 2а вакуумная камера
- 3 внутреннее пространство вакуумной камеры
- 4 приводное средство
- 4а поворотный шкив
- 5 станция всасывания
- 5b дополнительная станция всасывания (станция обезвоживания)
- 6 вращающийся элемент вращающегося распределительного клапанного устройства 17
- 7 капиллярный фильтр
- 8 выпуск
- 9 подпружиненный обратный клапан
- 9а запирающий элемент обратного клапана 9
- 10 станция выгрузки
- 11 скребки
- 12 средства распыления
- 13 впуск вакуумной камеры
- 14 станция противоточной промывки
- 15 подпружиненный обратный клапан
- 15а запирающий элемент обратного клапана 15
- 16 пружина
- 17 вращающееся распределительное клапанное устройство
- 18 внутренний обод вращающегося элемента 6
- 19 распределительные концы

- 20 запирающий элемент
- 21 вращающаяся периферия вращающегося распределительного клапанного устройства 17
- 22 моечный чан
- 23 ультразвуковые датчики
- 24 вращающееся всасывающее устройство (вращающееся распределительное клапанное устройство)
- 25 вращающийся элемент вращающегося всасывающего устройства 24
- 25а периферия вращающегося элемента 25
- 26 всасывающие концы вращающегося элемента 25
- 27 рама
- 28 приводная цепь
- 29 станция загрузки
- 30 желоб
- 31 выгрузной контейнер
- 32 стационарная распределительная часть
- 32а соединительная деталь распределительной части 32
- 33 вал
- 34 всасывающее окно
- 34а всасывающее отверстие стационарной распределительной части
- 34b уплотнения
- 35 канал
- 35а первый конец канала 35
- 35b второй конец канала 35
- 36 дно вакуумной камеры 2
- 37 длинная сторона вакуумной камеры 2
- 38 длинная сторона вакуумной камеры 2
- 39 торцевая стенка вакуумной камеры 2
- 40 торцевая стенка вакуумной камеры 2
- 41 верх вакуумной камеры 2
- 42 экран
- 43 экран
- 44 распределительная поверхность вращающегося элемента 25
- 44а отверстие в распределительной поверхности 44

- 44b внутренний обод вращающегося элемента 25
- 45 источник вакуума
- 46 пружина
- 47a станция обезвоживания
- 47b дополнительная станция обезвоживания
- 48 стационарная распределительная часть
- 49 устройство промывки осадка на фильтре
- 50, 50' фильтрующий элемент
- 51, 51' первая проницаемая фильтрующая поверхность
- 52, 52' опорная конструкция
- 52a, 52b, 52a', 52b' опорный элемент
- 53, 53' вторая поверхность фильтра 7, 7'
- 54, 54' опорные части
- 55 соединители
- 56, 56' полость
- 57, 57' отверстия
- 58 часть корпуса вакуумной камеры 2
- 59' кронштейны
- 60, 60', 60'' промежуточный керамический слой
- 61'' стенки
- L расстояние между смежными запирающими элементами 20
- S расстояние между выпусками 8 соседних вакуумных камер 2
- T расстояние между выпусками 8 соседних вакуумных камер 2
- U расстояние между смежными отверстиями 44a на распределительной поверхности 44
- X расстояние между смежными распределительными концами 19
- Y расстояние между впусками 13 соседних вакуумных камер 2
- Z расстояние между смежными всасывающими концами 26

Хотя прогнозируемый срок службы капиллярных фильтров 7 ленты является большим, данные фильтры нуждаются в замене при износе или разрушении через определенное время. Главное преимущество ленточного фильтра, выполненного согласно настоящему изобретению, заключается в том, что не нужно заменять одновременно все капиллярные фильтры; предполагается, что достаточно заменить только один или

несколько изношенных или разрушенных капиллярных фильтров. Изношенный или разрушенный капиллярный фильтр можно легко и быстро заменить путем отсоединения соответствующей камеры 2, имеющей изношенный или разрушенный капиллярный фильтр, от ленты 1 и поставить на его место на данную ленту 1 новую вакуумную камеру с новым капиллярным фильтром. В альтернативном варианте предполагается, что изношенный или разрушенный капиллярный фильтр отсоединяют от камеры 2, при этом оставляя вакуумную камеру прикрепленной к ленте 1, и новый капиллярный фильтр прикрепляют к вакуумной камере, расположенной на ленте.

Поскольку в процессе эксплуатации обратные клапаны 9 камер 2 изнашиваются или могут разрушиться, данные клапаны нужно вовремя заменять. Не все обратные клапаны вакуумных камер нужно заменять одновременно, а только тот обратный клапан, который подлежит замене. Изношенный или поврежденный обратный клапан 9 может быть заменен путем отсоединения от ленты 1 соответствующей камеры 2, имеющей изношенный или поврежденный обратный клапан, и установки на его место на ленте 1 новой вакуумной камеры с новым обратным клапаном. В альтернативном варианте изношенный или поврежденный обратный клапан 9 отсоединяют от камеры 2, оставляя при этом камеру 2 прикрепленной к ленте 1, и новый обратный клапан устанавливают в вакуумной камере, расположенной на ленте.

Согласно изобретению, способ выполнения разделения суспензии на жидкую и твердую фазы в ленточном вакуумном фильтре включает следующие основные этапы:

- создание разрежения в вакуумных камерах 2 на станции 5 всасывания во время перемещения ленты 1,
- закрытие обратных клапанов 9 вакуумных камер 2, когда указанные камеры покидают станцию 5 всасывания, тем самым, поддерживая разрежение во внутреннем пространстве 3 вакуумных камер за станцией всасывания,
- подача суспензии или подобного вещества из станции 29 загрузки на вакуумные камеры 2 за станцией всасывания, поддерживая при этом разрежение внутри вакуумных камер,
- обеспечение поступления фильтрата во внутреннее пространство 3 вакуумных камер 2, обеспечивая при этом перемещение ленты, и накопление остатка на капиллярных фильтрах 7,
- направление вакуумных камер 2 к станции 10 выгрузки и удаление остатка из капиллярных фильтров 7 в указанной станции, и

- направление вакуумных камер 2 к станции 5 всасывания для восстановления разрежения во внутреннем пространстве 3 вакуумных камер.

Вышеописанные этапы повторяют. Лента 1 с расположенными на ней камерами 2 предпочтительно перемещается в одном и том же направлении при круговом движении вакуумных камер, тем самым, образуя бесконечную ленту и замкнутый контур, причем процесс разделения на фракции предпочтительно является непрерывным. В ходе данного процесса станция 5 всасывания расположена за станцией 10 выгрузки (если смотреть в направлении перемещения ленты 1). В альтернативном варианте лента 1 (и расположенные на ней камеры 2) может двигаться с перерывами, взад и вперед. Однако периодическое движение ленты 1 считается не очень эффективным по сравнению с непрерывным процессом, при котором лента движется непрерывно в одном и том же направлении; кроме того, периодический процесс требует модификации схемы расположения компонентов ленточного вакуумного фильтра, представленного на чертежах.

Разумеется, фильтрат нужно время от времени удалять из внутреннего пространства 3 камер 2.

Способ выполнения разделения суспензии на жидкую и твердую фазы в ленточном вакуумном фильтре предпочтительно включает дополнительные этапы противоточной промывки камер и предпочтительно также включает распыление очищающей текучей среды, обычно воды, на верхнюю поверхность капиллярных фильтров 7. Данную противоточную промывку и распыление выполняют между станцией 10 выгрузки и станцией 5 всасывания, предпочтительно при перемещении ленты 1.

Изобретение было описано исключительно на примере предпочтительных вариантов выполнения и, следовательно, нужно отметить, что детали изобретения могут быть реализованы разными другими способами, не выходящими за пределы объема независимых пунктов прилагаемой формулы изобретения. Таким образом, возможно, что, например, в каждой вакуумной камере впуск выполнен не отдельно от выпуска. Станция всасывания не обязательно относится к тому типу станций, которые содержат вращающийся элемент, выполненный с всасывающими концами, хотя данное условие является очень предпочтительным. Распределительная поверхность 44 станции 5 всасывания не обязательно должна быть образована на внутреннем ободе 44b вращающегося элемента 25 вращающегося всасывающего устройства 24, а может быть выполнена, например, на торцевой поверхности, перпендикулярной центральной оси вращающегося элемента 25. Количество каналов 35, образованных во вращающемся

элементе 25, может быть изменено. Распылительные средства 12, расположенные между станцией 10 выгрузки и станцией 14 противоточной промывки, применяют в качестве опции. Ленточный вакуумный фильтр не обязательно имеет станцию 14 противоточной промывки, хотя ее наличие очень рекомендовано. При наличии станции 14 противоточной промывки компоненты указанной станции можно изменять; например, для очистки фильтров и вакуумных камер необязательно применять датчики; фильтры можно очищать с помощью кислоты. Количество вакуумных камер и длина ленты могут в значительной степени изменяться в зависимости от области применения. Бесконечная лента 1 представляет наиболее практичное решение, так как все типовые процессы, включенные в цикл фильтрации, могут быть организованы неизменным образом. Как упомянуто ранее, лента 1 не обязательно должна представлять собой бесконечную ленту, хотя бесконечная лента является особенно подходящей; таким образом, лента может представлять ленту, предназначенную для прерывистого перемещения взад и вперед, причем вакуумные камеры перемещаются периодическим образом между станцией 5 всасывания и станцией 10 выгрузки. Однако возвратно-поступательный процесс представляет более сложное решение и, как правило, тоже возможно не является непрерывным, что может снизить эффективность процесса разделения на жидкую и твердую фазы. Количество станций 14 противоточной промывки может быть изменено. В ленточный вакуумный фильтр может быть включено одно или несколько устройств 49 для промывки осадка, осевшего на фильтре, расположенных перед станцией 10 выгрузки. Если ленточный вакуумный фильтр содержит устройство для промывки осадка и дополнительную станцию 5b всасывания, данная дополнительная станция должна быть расположена за указанным устройством, так чтобы обеспечить время для впитывания воды, распыляемой на осадок, оставшийся на фильтре, в данный осадок и через него во внутреннее пространство 3 камеры 2; а вода впоследствии может быть удалена из указанного пространства через выпуск 8 камеры 2.

Согласно аспекту 1, предложена вакуумная камера (2) для ленточного вакуумного фильтра, содержащая внутреннее пространство (3) для приема фильтрата, причем вакуумная камера (2) содержит капиллярный фильтр (7) и имеет выпуск (8), выполненный с обратным клапаном (9), обеспечивающим протекание текучей среды из внутреннего пространства (3) вакуумной камеры (2) наружу указанной камеры для создания разрежения в указанной камере (2), при этом вакуумная камера выполнена с возможностью поддержания указанного разрежения в своем внутреннем пространстве (3), не будучи соединенной с источником вакуума, причем обратный клапан (9)

предотвращает протекание текучей среды во внутреннее пространство (3) вакуумной камеры.

Согласно аспекту 2, в вакуумной камере (2), выполненной в соответствии с аспектом 1, обратный клапан (9) выпуска (8) содержит механический привод для закрытия запирающего элемента (9а) обратного клапана.

Согласно аспекту 3, в вакуумной камере (2), выполненной в соответствии с аспектом 1 или 2, фильтр (7) представляет собой жесткий капиллярный фильтр.

Согласно аспекту 4, в вакуумной камере (2), выполненной в соответствии с любым из аспектов 1 - 3, размер пор капиллярного фильтра составляет от 0,03 мкм до 5 мкм.

Согласно аспекту 5, в вакуумной камере (2), выполненной в соответствии с любым из аспектов 1 - 4, капиллярный фильтр (7) представляет собой керамический фильтр.

Согласно аспекту 6, вакуумная камера (2), выполненная в соответствии с любым из аспектов 1 - 5, имеет впуск (13) для подачи промывочной текучей среды во внутреннее пространство (3) вакуумной камеры и на чистую сторону вакуумного фильтра (7).

Согласно аспекту 7, в вакуумной камере (2), выполненной в соответствии с аспектом 6, впуск (13) содержит обратный клапан (15), имеющий механический привод для закрытия запирающего элемента (15а) обратного клапана, при этом механический привод удерживает запирающий элемент (15а) обратного клапана (15) и данный обратный клапан в закрытом положении, когда давление, действующее снаружи вакуумной камеры (2) на запирающий элемент (15а) и противодействующее усилию механического привода, меньше суммы усилия механического привода и давления, действующего со стороны внутреннего пространства (3) вакуумной камеры (2) на запирающий элемент (15а), причем обратный клапан (15) открыт, когда давление, действующее снаружи вакуумной камеры (2) на запирающий элемент (15а) и противодействующее усилию механического привода, больше суммы усилия механического привода и давления, действующего со стороны внутреннего пространства (3) вакуумной камеры (2) на запирающий элемент (15а).

Согласно аспекту 8, предложен ленточный вакуумный фильтр, содержащий ленту (1) с расположенными друг за другом вакуумными камерами (2) и фильтрующие средства для вакуумных камер, при этом каждая вакуумная камера ограничивает внутреннее пространство (3) для приема фильтрата, причем ленточный вакуумный фильтр дополнительно содержит приводное средство (4) для перемещения ленты (1) и станцию (5) всасывания, содержащую всасывающие средства, выполненные с возможностью соединения с выпусками (8) вакуумных камер (2) для создания в вакуумных камерах давления, пониженного относительно давления окружающей среды, на станции (5)

всасывания, причем каждая вакуумная камера содержит капиллярный фильтр (7), и выпуск (8) каждой вакуумной камеры выполнен с обратным клапаном (9), обеспечивающим протекание текучей среды из внутреннего пространства (3) вакуумной камеры (2) наружу указанной камеры для создания и поддержания разрежения в данной камере, когда станция (5) всасывания соединена с выпуском (8) вакуумной камеры, при этом обратный клапан (9) предотвращает протекание текучей среды через данный клапан во внутреннее пространство (3) вакуумной камеры, когда вакуумная камера покидает станцию (5) всасывания, тем самым, поддерживая данную камеру при пониженном давлении относительно давления окружающей среды, когда вакуумная камера оказывается вне воздействия станции всасывания.

Согласно аспекту 9, в ленточном вакуумном фильтре, выполненном в соответствии с аспектом 8, станция (5) всасывания содержит выполненную без возможности вращения стационарную распределительную часть (32), а всасывающее средство содержит вращающееся распределительное клапанное устройство (24), при этом указанная распределительная часть (32) имеет всасывающее окно (34), имеющее всасывающее отверстие (34a), а указанное распределительное клапанное устройство (24) содержит вращающийся элемент (25), имеющий множество всасывающих концов (26), выполненных с возможностью присоединения к выпускам (8) вакуумных камер (2), причем указанные концы расположены на периферии (25a) на вращающемся элементе (25), при этом на распределительной поверхности (44) вращающегося элемента (25) выполнено множество смежных отверстий (44a), расположенных на расстоянии (U) друг от друга, при этом вращающийся элемент (25) дополнительно имеет каналы (35), каждый из которых имеет первый конец (35a), проточно сообщающийся с всасывающим концом (26) из указанного множества всасывающих концов вращающегося элемента, и второй конец (35b), проточно сообщающийся с отверстием (44a) из указанного множества отверстий вращающегося элемента (25), причем всасывающее отверстие (34a) стационарной распределительной части (32) обращено только к одному или нескольким из отверстий (44a) распределительной поверхности (44), так что указанное одно или несколько отверстий распределительной поверхности (44) время от времени вступает в проточное сообщение с всасывающим отверстием (34a), когда вращающийся элемент (25) и его распределительная поверхность (44) поворачиваются относительно стационарной распределительной части (32).

Согласно аспекту 10, в ленточном вакуумном фильтре, выполненном в соответствии с аспектом 9, распределительная поверхность (44) образована внутренним ободом (44b) вращающегося элемента (25).

Согласно аспекту 11, ленточный вакуумный фильтр, выполненный в соответствии с аспектом 9 или 10, содержит станцию (10) выгрузки, расположенную за станцией (5) всасывания, при этом станция выгрузки содержит скребки (11) для удаления остатка с капиллярных фильтров (7).

Согласно аспекту 12, ленточный вакуумный фильтр, выполненный в соответствии с аспектом 11, имеет устройство (49) для промывания оставшегося на фильтре осадка, образованного в вакуумных камерах (2).

Согласно аспекту 13, в ленточном вакуумном фильтре, выполненном в соответствии с аспектом 11 или 12, за станцией (10) выгрузки он содержит средства распыления для очистки наружной поверхности капиллярных фильтров (7).

Согласно аспекту 14, ленточный вакуумный фильтр, выполненный в соответствии с любым из аспектов 11-13, содержит станцию (14) противоточной промывки, предназначенную для подачи промывочной текучей среды во внутреннее пространство (3) вакуумных камер (2), при этом каждая вакуумная камера (2) имеет впуск (13) для приема промывочной текучей среды из станции (14) противоточной промывки и подачи указанной среды во внутреннее пространство (3) вакуумной камеры и на чистую сторону капиллярного фильтра (7).

Согласно аспекту 15, в ленточном вакуумном фильтре, выполненном в соответствии с аспектом 14, станция (14) противоточной промывки содержит вращающееся распределительное клапанное устройство (17), имеющее вращающийся элемент (6), на вращающейся периферии (21) которого выполнены распределительные концы (19) для подачи промывочной текучей среды во внутреннее пространство (3) вакуумных камер (2) и на чистую сторону капиллярного фильтра (7) вакуумных камер, при этом распределительные концы (19) расположены на расстоянии (X) друг от друга, соответствующем расстоянию (Y) между впусками (13) соседних вакуумных камер, и предназначены для соединения с впусками (13) вакуумных камер для подачи промывочной текучей среды во внутреннее пространство (3) вакуумных камер (2).

Согласно аспекту 16, в ленточном вакуумном фильтре, выполненном в соответствии с аспектом 15, станция (14) противоточной промывки содержит выполненную без возможности вращения стационарную распределительную часть (48), при этом вращающийся элемент (6) вращающегося распределительного клапанного

устройства (17) имеет каналы для создания проточного соединения между указанной стационарной распределительной частью (48) и распределительными концами (19) указанного клапанного устройства (17).

Согласно аспекту 17, в ленточном вакуумном фильтре, выполненном в соответствии с аспектом 15 или 16, вращающееся распределительное клапанное устройство (17) содержит запирающие элементы (20), расположенные на вращающейся периферии (21) указанного клапанного устройства на расстоянии (L) друг от друга, соответствующем расстоянию (T) между выпусками (8) соседних вакуумных камер (2), при этом запирающие элементы (20) предназначены для закрытия обратных клапанов (9) для предотвращения выхода текучей среды из выпусков (8) вакуумных камер, когда указанные запирающие элементы находятся во взаимодействии с обратными клапанами (9).

Согласно аспекту 18, в ленточном вакуумном фильтре, выполненном в соответствии с любым из аспектов 15 -17, вакуумные камеры (2) выполнены с возможностью прохождения через моечный чан (22), снабженный ультразвуковыми датчиками (23) для подачи звуковых волн к фильтрам (7) вакуумных камер (2).

Согласно аспекту 19, ленточный вакуумный фильтр, выполненный в соответствии с любым из аспектов 14-18, содержит станцию (47а) обезвоживания, предназначенную для удаления фильтрата из вакуумных камер (2), и каналы для выведения фильтрата из указанной станции обезвоживания к станции (14) противоточной промывки, либо к средствам (12) распыления, расположенным между станцией (10) выгрузки и станцией (14) противоточной промывки, для распыления фильтрата по верхней стороне вакуумных камер (2) ленты (1).

Согласно аспекту 20, в ленточном вакуумном фильтре, выполненном в соответствии с любым из аспектов 8 -17, лента (1) ленточного вакуумного фильтра представляет собой бесконечную ленту.

Согласно аспекту 21, в ленточном вакуумном фильтре, выполненном в соответствии с аспектом 11, 12 или 13, лента (1) расположена с возможностью перемещения вдоль бесконечной траектории в одном направлении от станции (5) всасывания до станции (10) выгрузки и обратно к станции (5) всасывания.

Согласно аспекту 22, в ленточном вакуумном фильтре, выполненном в соответствии с аспектом 20 или 21, лента (1) содержит верхний участок, наклонный книзу за станцией (5) всасывания в направлении перемещения ленты.

Согласно аспекту 23, ленточный вакуумный фильтр, выполненный в соответствии с любым из аспектов 8 - 22, содержит приводное средство (4) для перемещения приводной ленты (1), при этом указанное средство содержит электродвигатель.

Согласно аспекту 24, ленточный вакуумный фильтр, выполненный в соответствии с любым из аспектов 8 - 22, содержит приводное средство (4) для перемещения приводной ленты (1), при этом указанное средство содержит гидравлический двигатель.

Согласно аспекту 25, ленточный вакуумный фильтр, выполненный в соответствии с любым из аспектов 8 - 24, содержит поворотный шкив (4а) для перемещения ленты (1).

Согласно аспекту 26, в ленточном вакуумном фильтре, выполненном в соответствии с любым из аспектов 9 - 20, вакуумные камеры (2) расположены с возможностью перемещения возвратно-поступательным образом между станцией (5) всасывания и станцией (10) выгрузки.

Согласно аспекту 27, в ленточном вакуумном фильтре, выполненном в соответствии с аспектом 15, лента (1) представляет собой бесконечную ленту, при этом вакуумные камеры (2) расположены с возможностью перемещения от станции (5) всасывания к станции (10) выгрузки, от станции (10) выгрузки к станции (14) противоточной промывки и от станции (14) противоточной промывки к станции (5) всасывания.

Согласно аспекту 28, предложен способ технического обслуживания ленточного вакуумного фильтра, содержащего ленту (1) с расположенными друг за другом вакуумными камерами (2) и фильтрующие средства для вакуумных камер, при этом каждая вакуумная камера ограничивает внутреннее пространство (3) для приема фильтрата, причем ленточный вакуумный фильтр дополнительно содержит приводное средство (4) для перемещения ленты (1) и станцию (5) всасывания, содержащую всасывающие средства, выполненные с возможностью соединения с выпусками (8) вакуумных камер (2) для создания в вакуумных камерах давления, пониженного относительно окружающей среды давления, на станции (5) всасывания, причем каждая вакуумная камера содержит капиллярный фильтр (7), и выпуск (8) каждой вакуумной камеры выполнен с обратным клапаном (9), обеспечивающим протекание текучей среды из внутреннего пространства (3) вакуумной камеры наружу указанной камеры для создания и поддержания разрежения в данной камере, когда станция (5) всасывания соединена с указанным выпуском (8), при этом обратный клапан (9) предотвращает протекание текучей среды через данный клапан во внутреннее пространство (3) вакуумной камеры, когда вакуумная камера покидает станцию (5) всасывания, тем самым,

поддерживая данную камеру при пониженном давлении относительно давления окружающей среды, когда вакуумная камера оказывается вне воздействия станции всасывания, при этом этап технического обслуживания включает:

- отсоединение подлежащего замене изношенного или поврежденного капиллярного фильтра (7) от ленты (1) и его замену новым капиллярным фильтром.

Согласно аспекту 29, способ в соответствии с аспектом 28 отличается тем, что отсоединяют изношенный или поврежденный капиллярный фильтр (7) от вакуумной камеры (2) и прикрепляют новый капиллярный фильтр к вакуумной камере (2).

Согласно аспекту 30, способ в соответствии с аспектом 29 отличается тем, что вакуумную камеру (2) оставляют прикрепленной к ленте (1) при замене капиллярного фильтра вакуумной камеры.

Согласно аспекту 31, способ в соответствии с аспектом 28 отличается тем, что отсоединяют от ленты (1) соответствующую вакуумную камеру (2), имеющую изношенный или поврежденный капиллярный фильтр (7), и заменяют эту камеру (2) другой, новой вакуумной камерой, имеющей новый фильтр, причем при замене устанавливают вакуумную камеру с новым капиллярным фильтром на ленту (1).

Согласно аспекту 32, предложен способ технического обслуживания ленточного вакуумного фильтра, содержащего ленту (1) с расположенными друг за другом вакуумными камерами (2) и фильтрующие средства для вакуумных камер, при этом каждая вакуумная камера ограничивает внутреннее пространство (3) для приема фильтрата, причем ленточный вакуумный фильтр дополнительно содержит приводное средство (4) для перемещения ленты (1) и станцию (5) всасывания, содержащую всасывающие средства, выполненные с возможностью соединения с выпусками (8) вакуумных камер (2) для создания в вакуумных камерах давления, пониженного относительно окружающей среды давления, на станции (5) всасывания, причем каждая вакуумная камера содержит капиллярный фильтр (7), и выпуск (8) каждой вакуумной камеры выполнен с обратным клапаном (9), обеспечивающим протекание текучей среды из внутреннего пространства (3) вакуумной камеры наружу указанной камеры для создания и поддержания разрежения в данной камере, когда станция (5) всасывания соединена с указанным выпуском (8), при этом обратный клапан (9) предотвращает протекание текучей среды через данный клапан во внутреннее пространство (3) вакуумной камеры, когда вакуумная камера покидает станцию (5) всасывания, тем самым, поддерживая данную камеру при пониженном давлении относительно давления

окружающей среды, когда вакуумная камера оказывается вне воздействия станции всасывания, при этом этап технического обслуживания включает:

- отсоединение подлежащего замене изношенного или поврежденного обратного клапана (9) от ленты (1) и его замену новым обратным клапаном.

Согласно аспекту 33, способ в соответствии с аспектом 32 отличается тем, что отсоединяют изношенный или поврежденный обратный клапан (9) от вакуумной камеры (2) и устанавливают новый обратный клапан в вакуумной камере (2).

Согласно аспекту 34, способ в соответствии с аспектом 33 отличается тем, что вакуумную камеру (2) оставляют прикрепленной к ленте (1) при замене обратного клапана (9) вакуумной камеры.

Согласно аспекту 35, способ в соответствии с аспектом 32 отличается тем, что отсоединяют от ленты (1) соответствующую вакуумную камеру (2), имеющую изношенный или поврежденный обратный клапан (9), и заменяют эту камеру (2) другой, новой вакуумной камерой, имеющей новый обратный клапан, причем при замене устанавливают вакуумную камеру с новым обратным клапаном на ленту (1).

Согласно аспекту 36, предложен способ выполнения разделения суспензии или подобного вещества на жидкую и твердую фазы в ленточном вакуумном фильтре, содержащем ленту (1) с расположенными друг за другом вакуумными камерами (2) и фильтрующие средства для вакуумных камер, при этом каждая вакуумная камера ограничивает внутреннее пространство (3) для приема фильтрата, причем ленточный вакуумный фильтр дополнительно содержит приводное средство (4) для перемещения ленты (1) и станцию (5) всасывания, содержащую всасывающие средства, выполненные с возможностью соединения с выпусками (8) вакуумных камер (2) для создания в вакуумных камерах давления, пониженного относительно окружающей среды давления, на станции (5) всасывания, причем каждая вакуумная камера содержит капиллярный фильтр (7), и выпуск (8) каждой вакуумной камеры выполнен с обратным клапаном (9), обеспечивающим протекание текучей среды из внутреннего пространства (3) вакуумной камеры наружу указанной камеры для создания и поддержания разрежения в данной камере, когда станция (5) всасывания соединена с указанным выпуском (8), при этом обратный клапан (9) предотвращает протекание текучей среды через данный клапан во внутреннее пространство (3) вакуумной камеры, когда вакуумная камера покидает станцию (5) всасывания, тем самым, поддерживая данную камеру при пониженном давлении относительно давления окружающей среды, когда вакуумная камера оказывается вне воздействия станции всасывания, причем в фильтре за станцией (5)

всасывания расположена станция (10) выгрузки, предназначенная для удаления остатка из капиллярных фильтров (7), при этом способ включает следующие этапы:

- создание разрежения в вакуумных камерах (2) на станции (5) всасывания во время перемещения ленты (1),
- закрытие обратных клапанов (9) вакуумных камер (2), когда указанные камеры покидают станцию (5) всасывания, тем самым поддерживая разрежение во внутреннем пространстве (3) вакуумных камер (2) за станцией всасывания,
- подачу суспензии или подобного вещества из станции (29) загрузки на вакуумные камеры (2) за станцией (5) всасывания, поддерживая при этом разрежение внутри вакуумных камер (2),
- обеспечение поступления фильтрата во внутреннее пространство (3) вакуумных камер (2) при поддержании перемещения ленты и обеспечение накопления остатка на капиллярных фильтрах (7),
- направление вакуумных камер (2) к станции (10) выгрузки и удаление остатка из капиллярных фильтров (7) на указанной станции, и
- направление вакуумных камер (2) к станции (5) всасывания для восстановления разрежения во внутреннем пространстве (3) вакуумных камер.

Согласно аспекту 37, способ в соответствии с аспектом 36 отличается тем, что лента (1) образует бесконечный контур, по которому ленту перемещают в круговом движении в одном и том же направлении перемещения.

Согласно аспекту 38, способ в соответствии с аспектом 36 отличается тем, что ленту (1) перемещают взад и вперед между станцией (5) всасывания и станцией (10) выгрузки.

Согласно аспекту 39, в способе в соответствии с аспектом 36, 37 или 38 накапливают остаток на капиллярных фильтрах (7) в виде осадка, осевшего на фильтре, и промывают указанный осадок.

Согласно аспекту 40, предложен фильтрующий элемент (50, 50', 50'', 50''') для вакуумной камеры ленточного вакуумного фильтра, отличающийся тем, что содержит капиллярный фильтр (7, 7', 7'', 7'''), имеющий первую проницаемую фильтрующую поверхность (51, 51', 51'', 51''') для приема сырья, вторую поверхность (53, 53', 53''), противоположающую первой поверхности фильтра, и опорную конструкцию (52, 52', 52''), обеспечивающую поддержку второй поверхности капиллярного фильтра, при этом опорная конструкция без возможности отсоединения прикреплена ко второй поверхности капиллярного фильтра.

Согласно аспекту 41, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с аспектом 40, опорная конструкция (52, 52') образует полость (56, 56'), в которой расположены опорные части (54, 54'), обеспечивающие поддержку второй поверхности (53, 53) капиллярного фильтра (7, 7').

Согласно аспекту 42, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с аспектом 41, опорная конструкция (52, 52') содержит опорные части (54, 54'), отстоящие друг от друга.

Согласно аспекту 43, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с аспектом 41 или 42, количество опорных частей (54, 54') составляет от 50 до 4000 на квадратный метр.

Согласно аспекту 44, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с аспектом 41, 42 или 43, опорная конструкция (52) содержит соединители (55), предназначенные для соединения каждой опорной части (54) по меньшей мере с одной другой опорной частью.

Согласно аспекту 45, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с любым из аспектов 41 - 43, опорная конструкция (52') содержит первый опорный элемент (52a') и второй опорный элемент (52b'), обеспечивающие поддержку опорных частей (54'), при этом опорные части (54') расположены между вторым опорным элементом (52b') и второй поверхностью (53') капиллярного фильтра (7').

Согласно аспекту 46, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с аспектом 45, второй опорный элемент (52b') является плоским элементом.

Согласно аспекту 47, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с аспектом 45 или 46, второй опорный элемент (52b') имеет отверстия (57') для переноса фильтрата из фильтрующего элемента (50').

Согласно аспекту 48, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с аспектом 40, опорная конструкция (52'') представляет собой сотовую конструкцию.

Согласно аспекту 49, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с любым из аспектов 40 - 48, опорная конструкция (52, 52', 52''), обращенная ко второй поверхности (53, 53', 53'') капиллярного фильтра (7, 7', 7''), образует опорные поверхности для второй поверхности капиллярного фильтра, занимающие от 5% до 60% от общей площади второй поверхности капиллярного фильтра.

Согласно аспекту 50, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с любым из аспектов 40 - 49, по меньшей мере часть второй поверхности (53, 53') капиллярного фильтра (7, 7', 7''), к которой без возможности отсоединения прикреплена

опорная конструкция (52, 52', 52''), содержит шероховатую контактную поверхность, показатель зернистости которой составляет от 40 до 180, причем опорная конструкция прикреплена к указанной контактной поверхности.

Согласно аспекту 51, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с аспектом 50, между опорной конструкцией (52, 52', 52'') и шероховатой контактной поверхностью расположен один или несколько клеевых слоев, которые обеспечивают постоянное прикрепление опорной конструкции к указанной контактной поверхности и второй поверхности (53, 53', 53'') капиллярного фильтра (7, 7', 7'').

Согласно аспекту 52, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с аспектом 50, между опорной конструкцией (52, 52', 52'') и контактной поверхностью расположен один или несколько плавящихся слоев, которые содержат материал опорной конструкции и обеспечивают постоянное прикрепление опорной конструкции к шероховатой контактной поверхности и второй поверхности (53, 53', 53'') капиллярного фильтра (7, 7', 7''), так что опорная конструкция образована вместе с капиллярным фильтром в виде узла.

Согласно аспекту 53, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с любым из аспектов 40 - 48, между второй поверхностью (53, 53') капиллярного фильтра (7, 7', 7'') и опорной конструкцией (52, 52', 52'') расположен промежуточный керамический слой (60, 60', 60''), который имеет первую поверхность, обращенную ко второй поверхности капиллярного фильтра, и вторую поверхность, противоположную первой поверхности указанного керамического слоя, причем вторая поверхность промежуточного керамического слоя (60, 60', 60'') обращена к опорной конструкции (52, 52', 52'') и содержит шероховатую контактную поверхность, при этом первая поверхность указанного керамического слоя без возможности отсоединения прикреплена ко второй поверхности (53, 53') капиллярного фильтра (7, 7', 7''), а опорная конструкция (52, 52', 52'') без возможности отсоединения прикреплена к шероховатой контактной поверхности.

Согласно аспекту 54, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с аспектом 53, шероховатая контактная поверхность второй поверхности промежуточного керамического слоя (60, 60', 60'') имеет показатель зернистости от 40 до 300.

Согласно аспекту 55, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с аспектом 54, опорная конструкция (52, 52', 52''), обращенная ко второй поверхности промежуточного керамического слоя (60, 60', 60''), образует опорные поверхности для второй поверхности промежуточного керамического слоя, занимающие от 5% до 60% от общей площади второй поверхности капиллярного фильтра (7, 7', 7'').

Согласно аспекту 56, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с аспектом 54 или 55, между опорной конструкцией (52, 52', 52'') и шероховатой контактной поверхностью расположен один или несколько клеевых слоев, которые обеспечивают постоянное приклепление опорной конструкции ко второй поверхности промежуточного керамического слоя (60, 60', 60'').

Согласно аспекту 57, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с любым из аспектов 54 - 55, между опорной конструкцией (52, 52', 52'') и контактной поверхностью расположен один или несколько плавящих слоев, которые содержат материал опорной конструкции и обеспечивают постоянное приклепление опорной конструкции ко второй поверхности промежуточного керамического слоя (60, 60', 60'').

Согласно аспекту 58, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с любым из аспектов 53 - 57, толщина опорной конструкции (52, 52', 52'') составляет от 5 мм до 200 мм.

Согласно аспекту 59, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с любым из аспектов 53 - 58, толщина промежуточного керамического слоя (60, 60', 60'') составляет от 5 мм до 40 мм.

Согласно аспекту 60, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с аспектом 40, капиллярный фильтр (7''') является керамическим, а опорная конструкция (52''') представляет собой пористый керамический брикет, при этом размер пор капиллярного фильтра меньше размера пор брикета.

Согласно аспекту 61, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с аспектом 60, показатель зернистости керамического брикета составляет от 40 до 300.

Согласно аспекту 62, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с аспектом 60 или 61, толщина брикета составляет от 10 мм до 100 мм.

Согласно аспекту 63, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с любым из аспектов 40 - 62, толщина капиллярного фильтра составляет от 0,1 мм до 10 мм.

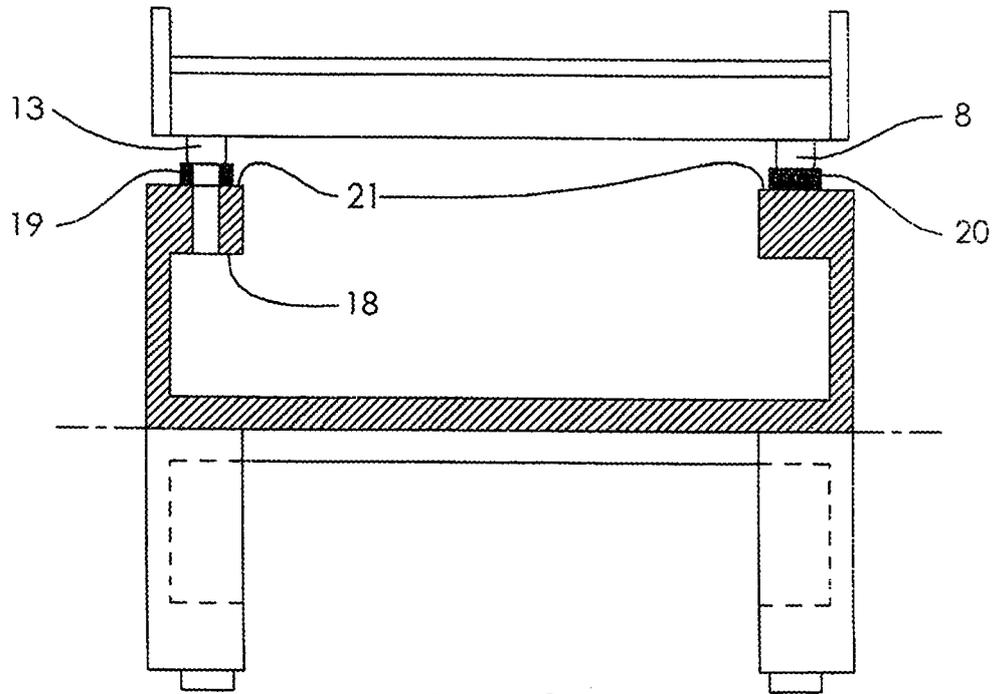
Согласно аспекту 64, в фильтрующем элементе, выполненном в соответствии с любым из аспектов 40 - 63, ширина капиллярного фильтра (7, 7', 7'', 7''') составляет от 0,1 м до 0,3 м, длина капиллярного фильтра составляет от 1,5 м до 3 м, при этом длина капиллярного фильтра в 5 -10 раз больше его ширины.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Фильтрующий элемент (50, 50', 50'', 50''') для вакуумной камеры ленточного вакуумного фильтра, отличающийся тем, что содержит капиллярный фильтр (7, 7', 7'', 7'''), имеющий первую проницаемую фильтрующую поверхность (51, 51', 51'', 51''') для приема сырья, вторую поверхность (53, 53', 53''), противоположащую первой поверхности фильтра, и опорную конструкцию (52, 52', 52''), обеспечивающую поддержку второй поверхности капиллярного фильтра, при этом опорная конструкция без возможности отсоединения прикреплена ко второй поверхности капиллярного фильтра.

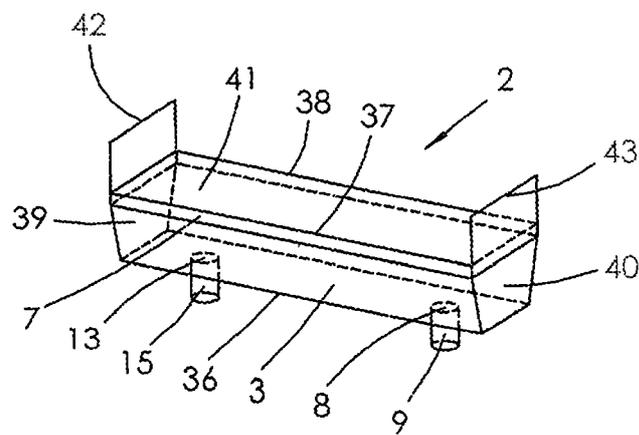


Фильтрующий элемент  
для вакуумной камеры  
ленточного вакуумного  
фильтра

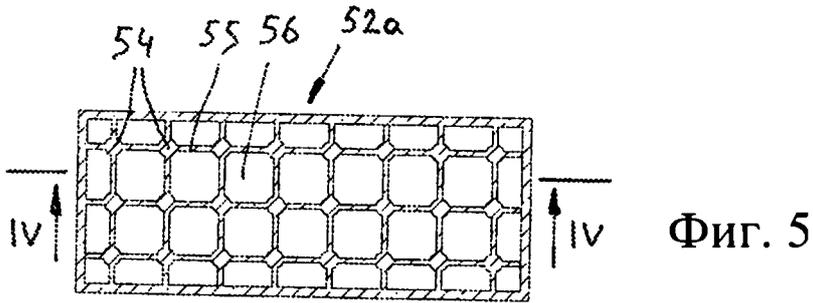


Фиг. 2

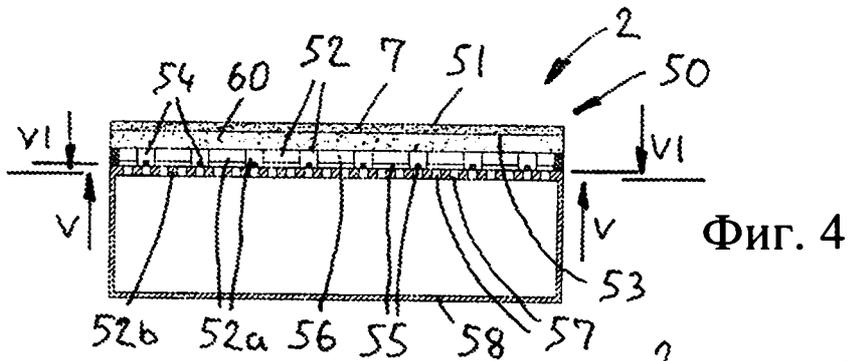
Фиг. 3



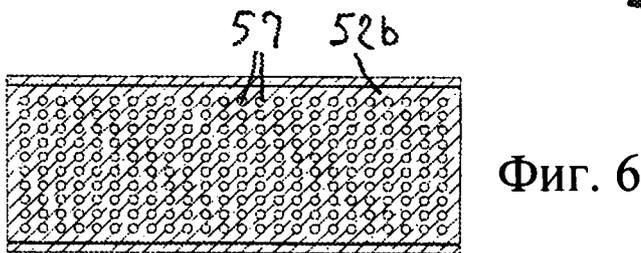
Фильтрующий элемент  
для вакуумной камеры  
ленточного вакуумного  
фильтра



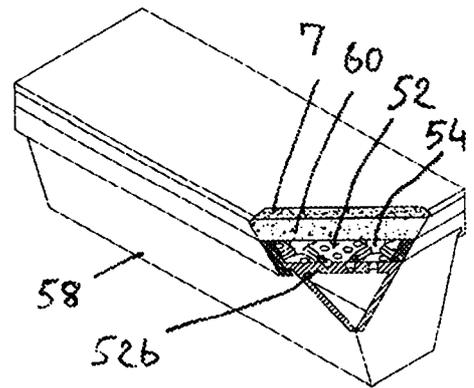
Фиг. 5



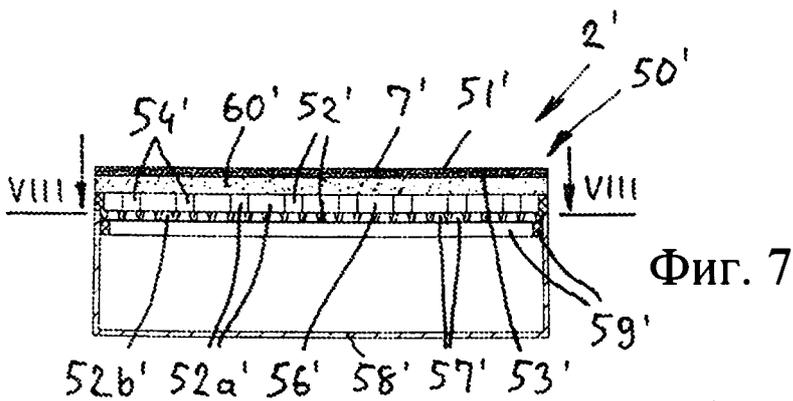
Фиг. 4



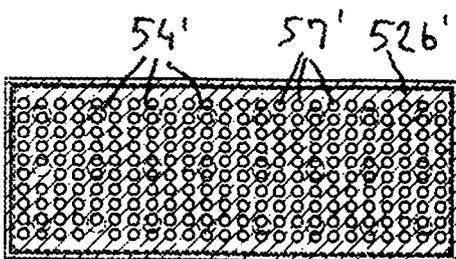
Фиг. 6



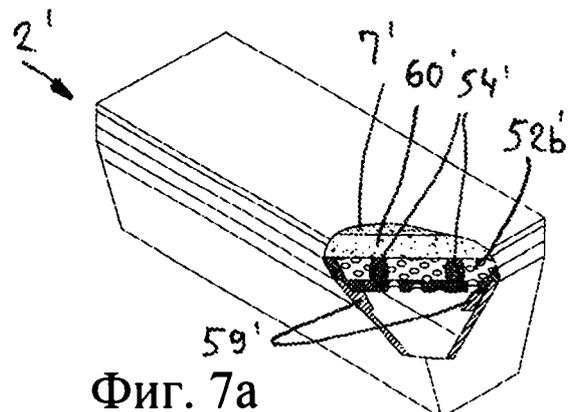
Фиг. 4a



Фиг. 7



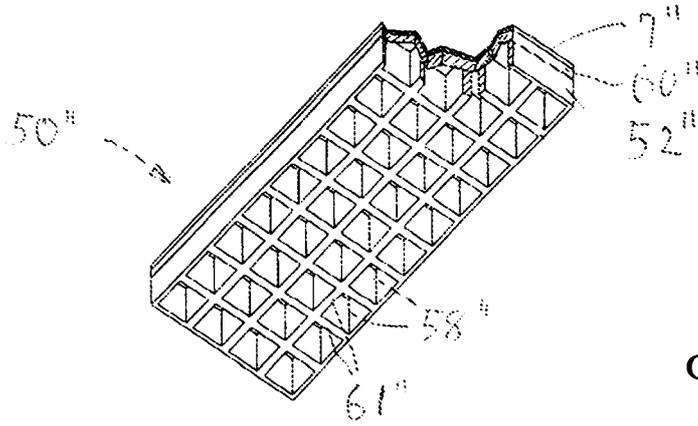
Фиг. 8



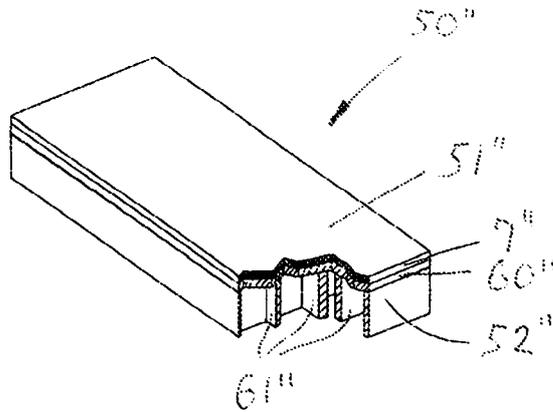
Фиг. 7a

Фильтрующий элемент  
для вакуумной камеры  
ленточного вакуумного  
фильтра

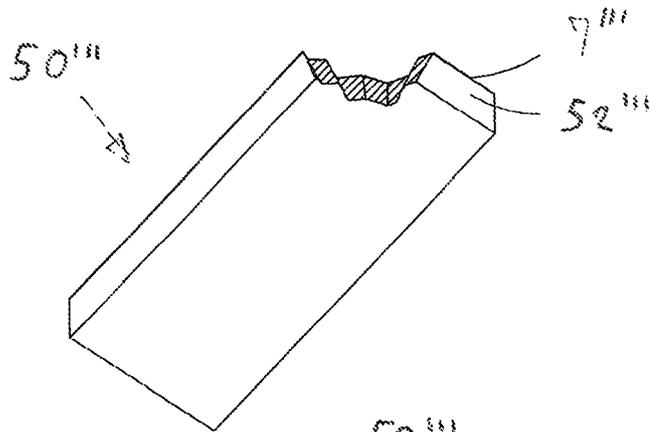
4/6



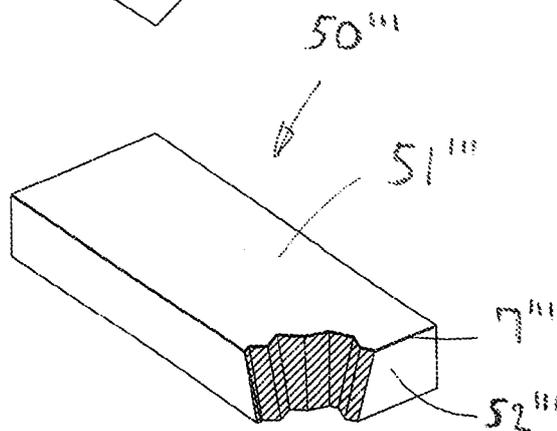
Фиг. 10



Фиг. 9

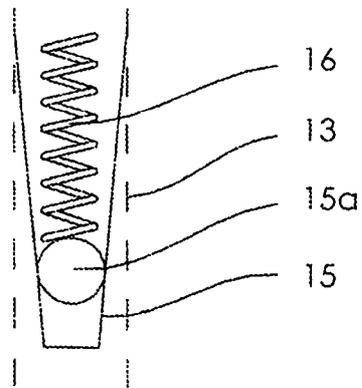


Фиг. 12

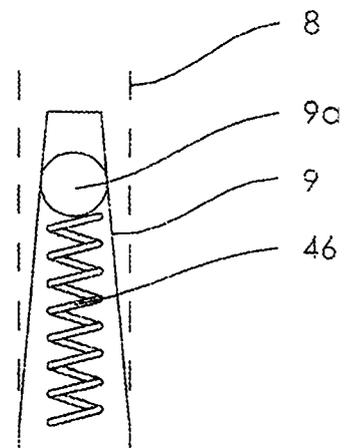


Фиг. 11

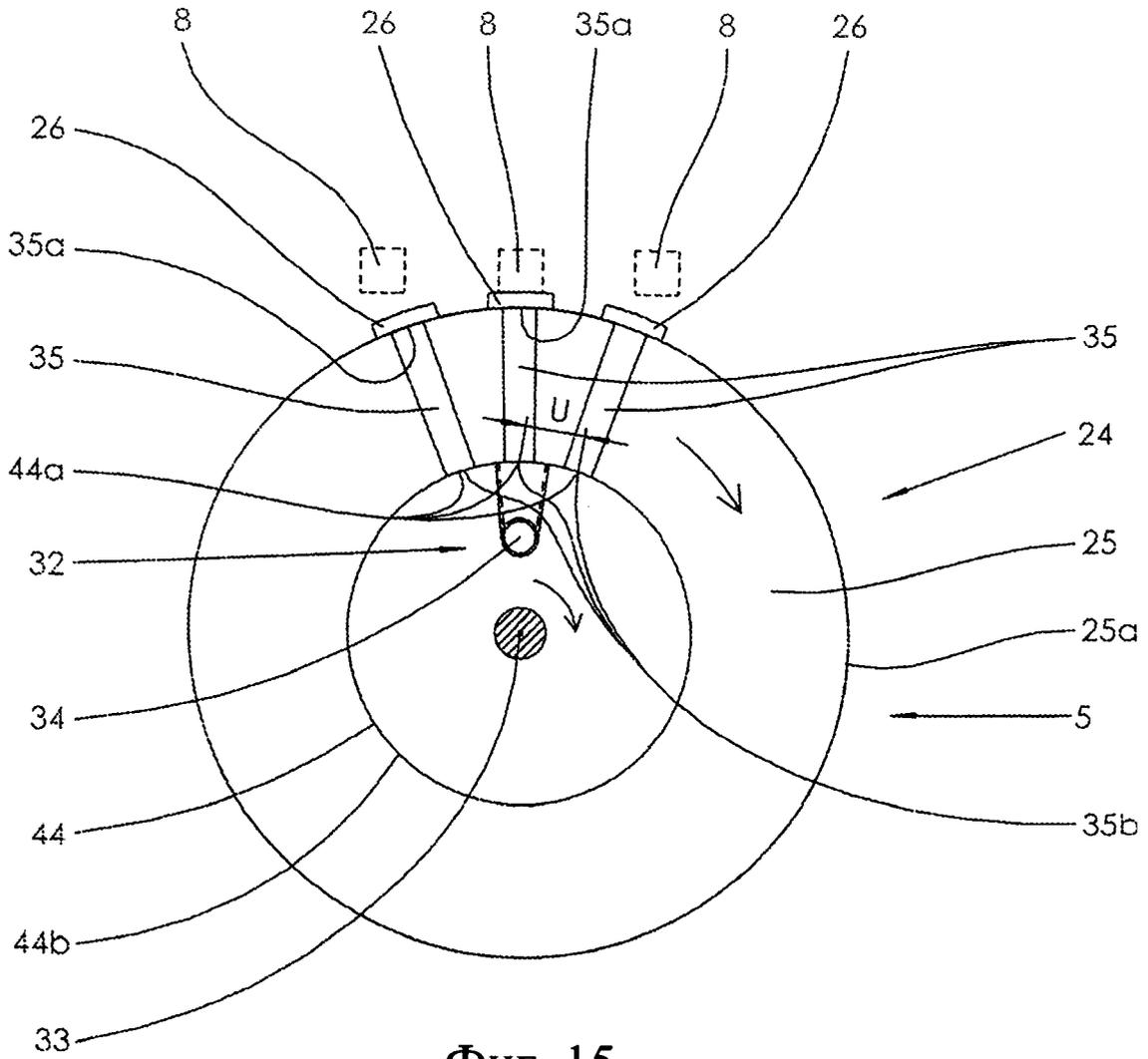
Фильтрующий элемент  
для вакуумной камеры  
ленточного вакуумного  
фильтра



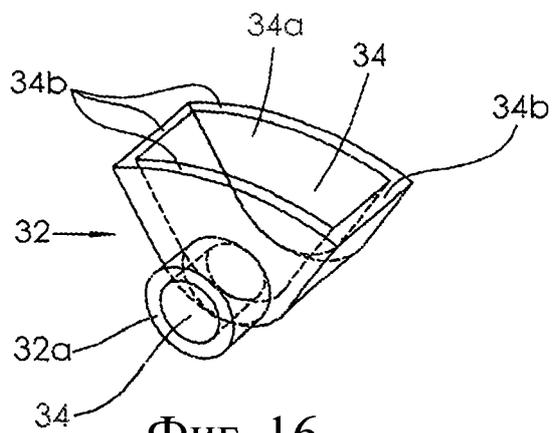
Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16