

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202392938 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2023.12.14

(51) Int. Cl. *B01D 63/02* (2006.01)  
*A61M 1/16* (2006.01)  
*B01D 69/08* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
2022.04.21

(54) УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ПУЧКА ПОЛОВОЛОКОННЫХ  
МЕМБРАН

(31) 10 2021 110 264.2

(32) 2021.04.22

(33) DE

(86) PCT/EP2022/060603

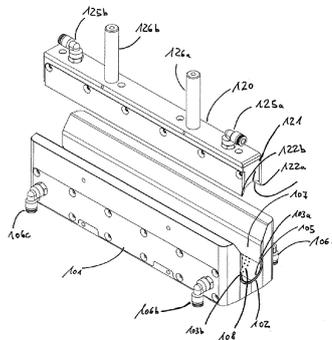
(87) WO 2022/223721 2022.10.27

(71) Заявитель:  
ФРЕЗЕНИУС МЕДИКАЛ КЭР  
ДОЙЧЛАНД ГМБХ (DE)

(72) Изобретатель:  
Гастауэр Пауль, Кугельманн Франц,  
Пауль Михаэль, Руффинг Андреас,  
Файт Тобиас (DE)

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

(57) Изобретение относится к устройству и способу формирования пучка половолоконных мембран из множества половолоконных мембран, при этом множество половолоконных мембран размещают в соответствующем изобретению устройстве в нижнем трубчатом полукорпусе и преобразуют в пучок половолоконных мембран при помощи комплементарного верхнего трубчатого полукорпуса.



A1

202392938

202392938

A1

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-579129EA/022

### УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ПУЧКА ПОЛОВОЛОКОННЫХ МЕМБРАН

#### ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

[0001] Настоящее изобретение относится к устройству и установке для формирования пучка полволоконных мембран и к способу формирования пучка полволоконных мембран с использованием указанной установки.

#### УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[0002] Полволоконные мембранные фильтры предназначены для очистки жидкостей. В частности, полволоконные мембранные фильтры применяют в медицине для очистки и обеззараживания воды, а также в терапии пациентов с заболеваниями почек в ходе экстракорпоральной обработки крови, например, в диализаторах или устройствах для гемофильтрации. Вообще, полволоконные мембранные фильтры образованы цилиндрическим корпусом, в котором находится множество полволоконных мембран, концы которых в определенной зоне внутри корпуса залиты заливочной массой и, тем самым, герметично соединены с корпусом. Как известно, часто конструкция полволоконных мембранных фильтров предусматривает функционирование в противотоке двух жидкостей, благодаря чему достигается эффективный массообмен через стенку полволоконных мембран и заданная степень очистки одной из жидкостей. С этой целью полволоконные мембраны располагают в корпусе так, чтобы просвет полволоконных мембран образовывал первое пространство потока, по которому протекает первая жидкость, тогда как пространство между полволоконными мембранами и корпусом полволоконного мембранного фильтра является вторым пространством потока, по которому может протекать вторая жидкость. В конечных областях полволоконного мембранного фильтра находятся впускная и выпускная камеры, снабженные соединительными устройствами для подвода и отвода первой и второй жидкостей в соответствующее пространство потока и из него.

[0003] Для изготовления полволоконного мембранного фильтра указанного типа сначала изготавливают полволоконные мембраны способом формования. Для этого обычно готовят формовочную массу, состоящую из раствора полимера, то есть, растворителя и растворенного в нем полимера, например, полисульфона и поливинилпирролидона. Формовочную массу экструдировать через кольцевую щелевую фильеру с получением формованной нити, которую пропускают через осадительную ванну с образованием полволоконной мембраны. Затем полученную полволоконную мембрану дополнительно пропускают через зоны промывки и сушки и комплектуют на катушке множество полволоконных мембран. Для изготовления полволоконного мембранного фильтра множество смотанных полволоконных мембран связывают и нарезают на мерные длины. Обычно для связывания применяют оберточную пленку, помещаемую вокруг множества полволоконных мембран. При заворачивании в пленку

половолоконные мембраны сжимаются, в результате чего образуется удобный для последующей обработки пучок волоконных мембран. Что касается оберточной пленки, речь идет о полимерных пленках, например, пленках из полиэтилена или PTFE (политетрафторэтилен), или пленках с покрытием с низким коэффициентом трения, в частности, пленках, покрытых PTFE или полиолефином. При этом оберточные пленки помещают и фиксируют вокруг волоконных мембран способом фальцовки и/или способом сварки. В результате автоматически получают пучок волоконных мембран цилиндрической формы.

[0004] На следующем этапе завернутый в пленку пучок волоконных мембран вставляют в цилиндрический корпус волоконного мембранного фильтра. Затем оберточную пленку вынимают из корпуса, одновременно удерживая волоконные мембраны в корпусе волоконного мембранного фильтра при помощи надлежащего инструмента. Обычно наружный диаметр пучка волоконных мембран, завернутых в оберточную пленку, меньше внутреннего диаметра цилиндрического корпуса. При этом особенно важно то, что пучок волоконных мембран сжат оберточной пленкой. Благодаря этому он становится жестким и может быть вставлен в цилиндрический корпус. После извлечения оберточной пленки из цилиндрического корпуса пучок волоконных мембран расправляется до внутреннего диаметра цилиндрического корпуса.

[0005] После этого проводят следующие этапы производственного процесса, на которых концы волоконных мембран закрывают путем сплавления или нанесения временного заливочного компаунда. Затем заливают конечные участки волоконных мембран и, тем самым, закрепляют их в корпусе. После отверждения заливочного компаунда просвет волоконных мембран снова открывают, выполняя торцевой срез заливочной массы. На следующем этапе на цилиндрический корпус устанавливают концевые крышки с соединительными элементами для жидкости с образованием первого и второго пространства потока, а также впускной и выпускной камер. Полученный таким образом волоконный мембранный фильтр стерилизуют, после чего возможны дополнительные этапы, например, испытание на герметичность.

[0006] В документе DE 20 2017 104 293 U1 описана установка для производства волоконного мембранного фильтра, включающая, помимо прочего, устройство для введения пучка волоконных мембран в корпус волоконного диализатора, а также устройство для заделывания концов волоконных мембран, при этом устройство для введения пучка волоконных мембран в корпус включает захват и нажимное приспособление, а устройство для заделывания концов волоконных мембран включает источник электромагнитного излучения.

[0007] В документе EP 3 600 630 B1 описано производство пучков волоконных мембран при помощи оберточных пленок, свариваемых электромагнитным излучением.

[0008] В документе WO 2018/178124 A1 описано барабанное колесо, предназначенное для производства пучков волоконных мембран. Барабанное колесо

снабжено множеством устройств, в каждом из которых имеется нижняя часть с полукорпусическим лотком для оберточной пленки и множество половолоконных мембран, а также подвижно закрепленные на нижней части при помощи шарниров клапаны, имеющие форму цилиндрического сегмента, обращенного к полукорпусическому лотку. Закрывая клапаны, половолоконные мембраны оборачивают оберточной пленкой, и отрезают между соответствующими устройствами, получая пучки половолоконных мембран мерной длины.

[0009] Одним из недостатков описанных в известном уровне техники способов формирования пучка половолоконных мембран является применение оберточной пленки. В процессе автоматизированного производства это предполагает наличие дорогостоящего машинного оборудования или же необходимость выполнения некоторых технологических этапов вручную. Кроме этого, при крупномасштабном производстве применение специальных оберточных пленок с покрытием сопряжено со значительными расходами. При этом требуются специальные технологические этапы, такие как заворачивание половолоконных мембран в пленку или сваривание пленки, усложняющие процесс формирования пучка и производства половолоконных мембранных фильтров.

[0010] Задачей, лежащей в основе изобретения, является усовершенствование производства половолоконных мембранных фильтров с точки зрения технологии процесса и сокращения издержек путем оптимизации формирования пучка половолоконных мембран.

#### СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0011] В первом аспекте поставленная задача решена посредством устройства с отличительными признаками по 1 пункту формулы изобретения. Отличительные признаки 2-11 пунктов описывают предпочтительные варианты его осуществления.

[0012] Во втором аспекте поставленная задача решена посредством установки с отличительными признаками по 12 пункту формулы изобретения. Отличительные признаки 13 и 14 пунктов описывают предпочтительные варианты его осуществления.

[0013] В третьем аспекте поставленная задача решена посредством способа с отличительными признаками по 15 пункту формулы изобретения с использованием устройства с отличительными признаками первого аспекта. Отличительные признаки 16-19 пунктов описывают предпочтительные варианты его осуществления.

[0014] В четвертом аспекте поставленная задача решена посредством применения устройства с отличительными признаками по 1-11 пунктам формулы изобретения или установки с отличительными признаками по 12-14 пунктам формулы изобретения для производства половолоконного мембранного фильтра.

#### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0015] В первом аспекте изобретение относится к устройству для формирования пучка половолоконных мембран, в котором имеется нижняя часть, включающая нижний трубчатый полукорпус с двумя боковыми кромками и внутренней стороной, имеющей вогнутую изогнутую поверхность, предназначенной для размещения множества

половолоконных мембран, и верхняя часть, включающая комплементарный нижнему трубчатому полукорпусу верхний трубчатый полукорпус с двумя боковыми кромками и внутренней стороной, имеющей вогнутую изогнутую поверхность, при этом нижняя часть и/или верхняя часть установлены в устройстве с возможностью перемещения друг относительно друга, и при этом конструкция устройства такова, что в первом положении нижняя часть и верхняя часть отстоят друг от друга так, что в находящийся в первом положении нижний трубчатый полукорпус может быть помещено множество трубчатых половолоконных мембран, и во втором положении нижняя часть и верхняя часть так расположены друг относительно друга, что нижний трубчатый полукорпус и верхний трубчатый полукорпус охватывают полость, и находящееся в полости множество половолоконных мембран может быть преобразовано в пучок.

[0016] Преимуществом этого устройства является то, что во втором положении нижней и верхней частей в образуемой нижним и верхним трубчатыми полукорпусами полости из множества половолоконных мембран может быть сформирован пучок, который может быть направлен на последующие стадии процесса как единый пучок половолоконных мембран. В частности, можно отказаться от применения оберточной пленки, поскольку сжатие, необходимое для формирования пучка половолоконных мембран, уже обеспечено нижним и верхним трубчатыми полукорпусами. Благодаря этому технология производства половолоконных мембранных фильтров упрощается за счет исключения оборудования, предназначенного для обертывания пучка половолоконных мембран пленкой и для ее сваривания.

[0017] Понятия «верхняя часть и нижняя часть» в отношении функционирования соответствующего изобретению устройства описывают два взаимодействующих конструктивных элемента. В одном из предпочтительных вариантов осуществления изобретения нижняя часть и верхняя часть могут быть расположены так, что нижняя часть находится ближе к центру тяжести Земли. Однако в качестве альтернативы, нижняя часть и верхняя часть устройства могут быть иначе расположены друг относительно друга, например, нижняя и верхняя части могут одинаково отстоять от центра тяжести Земли, или нижняя часть может находиться дальше от центра тяжести Земли, чем верхняя часть.

[0018] Термин «трубчатый полукорпус» в настоящем контексте означает полукорпус, описывающий цилиндрический сегмент, образующийся в результате продольного сечения трубы. В поперечном сечении, перпендикулярном оси, трубчатые полукорпусы могут иметь контур, приближающийся к круговому сегменту. «Полу-» в контексте термина «трубчатый полукорпус» не обязательно означает, что трубчатые полукорпусы имеют форму, точно соответствующую половине трубы. В частности, нижний трубчатый полукорпус также может являться цилиндрическим сегментом, охватывающим более половины трубы, или верхний трубчатый полукорпус может являться цилиндрическим сегментом, охватывающим более половины трубы. Трубчатые полукорпусы имеют вогнутые поверхности. В настоящем контексте понятие «вогнутый» означает поверхность, в которой прямая между любыми произвольными точками на этой

поверхности полностью лежит вне трубчатого полукорпуса. В частности, нижний и верхний трубчатые полукорпусы выполнены комплементарными друг другу. В настоящем контексте понятие «комплементарный» означает, что во втором положении нижней и верхней частей нижний трубчатый полукорпус и верхний трубчатый полукорпус образуют трубчатую полость, предназначенную для формирования пучка половолоконных мембран и приведения его в сжатое состояние. При этом понятие «сжатый» означает, что вследствие приложения силы множество половолоконных мембран сжимается в пространственном отношении, образуя пучок, и что полученный пучок развивает восстанавливающее усилие.

[0019] В первом положении верхняя часть и нижняя часть отстоят друг от друга, что означает, что внутренние стороны трубчатых полукорпусов удобны для доступа, например, в нижний трубчатый полукорпус может быть помещено множество половолоконных мембран. Описываемое устройство может являться, например, частью мотовила, на которое наматывают половолоконные мембраны, при этом в процессе намотки множество половолоконных мембран укладывается в нижний трубчатый полукорпус. В качестве альтернативы, множество половолоконных мембран может быть помещено в описываемое устройство в форме одной или нескольких прядей половолоконных мембран. В настоящем контексте термин «прядь» означает множество половолоконных мембран, ориентированных друг относительно друга в одном и том же предпочтительном направлении. В этой связи термин «множество половолоконных мембран» означает множество половолоконных мембран, состоящее, например, из одной или нескольких объединенных прядей. В частности, термин «множество» также относится к числу половолоконных мембран, соединяемых в пучок.

[0020] Во втором положении нижняя и верхняя части так расположены друг относительно друга, что нижний трубчатый полукорпус и верхний трубчатый полукорпус охватывают образующуюся между ними полость. В частности, во втором положении нижняя и верхняя часть могут находиться в зацеплении друг с другом. В этой связи термин «зацепление» означает, что нижняя и верхняя части соединены друг с другом так, что нижний трубчатый полукорпус и верхний трубчатый полукорпус охватывают образующуюся между ними полость. В одном из вариантов осуществления изобретения зацепление может быть обеспечено за счет того, что в нижней части имеется приемное пространство, в которое верхняя часть входит с геометрическим замыканием. В результате относительного перемещения верхней и нижней частей в устройстве верхняя часть входит в приемное пространство в нижней части, и нижний и верхний трубчатые полукорпусы образуют между собой замкнутую полость. В одном из альтернативных вариантов осуществления изобретения зацепление может быть обеспечено за счет того, что в верхней части имеется приемное пространство, в которое нижняя часть входит с геометрическим замыканием. В результате относительного перемещения верхней и нижней частей в устройстве нижняя часть входит в приемное пространство в верхней части, и нижний и верхний трубчатые полукорпусы образуют между собой замкнутую

полость.

[0021] В одном из вариантов осуществления устройство отличается тем, что вогнутая поверхность нижнего трубчатого полукорпуса описывает сегмент, по существу, цилиндрической формы, вогнутая поверхность верхнего трубчатого полукорпуса описывает сегмент, по существу, цилиндрической формы, и во втором положении нижней и верхней частей вогнутые поверхности нижнего и верхнего трубчатых полукорпусов охватывают, по существу, цилиндрическую полость.

[0022] Благодаря наличию цилиндрической полости, образуемой нижним трубчатым полукорпусом и верхним трубчатым полукорпусом, заключенный в этой полости пучок половолоконных мембран приобретает цилиндрическую форму и может быть с успехом использован для создания половолоконных мембранных фильтров с цилиндрическим корпусом.

[0023] В другом варианте осуществления устройство отличается тем, что размер нижнего трубчатого полукорпуса увеличен относительно верхнего трубчатого полукорпуса в области боковых кромок нижнего трубчатого полукорпуса, или тем, что размер верхнего трубчатого полукорпуса увеличен относительно нижнего трубчатого полукорпуса в области боковых кромок верхнего трубчатого полукорпуса, при этом конструкция устройства такова, что во втором положении нижней и верхней частей верхний трубчатый полукорпус зацепляется с нижним трубчатым полукорпусом, или во втором положении нижней и верхней частей нижний трубчатый полукорпус зацепляется с верхним трубчатым полукорпусом.

[0024] В этом варианте осуществления во втором положении верхней и нижней частей один из трубчатых полукорпусов зацепляется с другим трубчатым полукорпусом в области, где его размер увеличен. Благодаря этому возможно дополнительное уплотнение множества половолоконных мембран в замкнутой полости между верхним и нижним трубчатыми полукорпусами. В этой связи понятие «уплотнение» означает, что пучок половолоконных мембран может быть подвернут в полости дополнительному сжатию.

[0025] В другом варианте осуществления устройство отличается тем, что боковые кромки верхнего трубчатого полукорпуса и/или нижнего трубчатого полукорпуса скошены. Благодаря скошенным кромкам половолоконные мембраны, находящиеся вблизи поверхности у боковых кромок соответствующего трубчатого полукорпуса, сдвигаются в область внутри заданного диаметра сжатия. Таким образом достигается большее уплотнение пучка половолоконных мембран между верхним и нижним трубчатыми полукорпусами. Например, скошенные боковые кромки верхнего трубчатого полукорпуса способствуют тому, что половолоконные мембраны, прилегающие к поверхности нижнего трубчатого полукорпуса вблизи его боковых кромок, сдвигаются в нижнем трубчатом полукорпусе в область внутри заданного диаметра сжатия.

[0026] В другом варианте осуществления устройство отличается тем, что в вогнутых поверхностях нижнего и/или верхнего трубчатого полукорпуса просверлено множество отверстий, и что конструкция устройства предусматривает возможность

подачи или отведения воздуха через отверстия вовнутрь или изнутри нижнего и/или верхнего трубчатого полукорпуса.

[0027] Отверстия могут быть соединены с вентиляционным каналом, находящимся в нижней части и/или верхней части устройства. В одном из вариантов осуществления нижняя часть снабжена, по меньшей мере, двумя впусками газа, соединенными с вентиляционным каналом. Через впуски газа, вентиляционный канал и множество отверстий в соответствующие трубчатые полукорпусы может быть подан поток воздуха для содействия формированию и дополнительной обработке пучка волоконных мембран. В частности, благодаря подаче воздуха между пучком волоконных мембран и поверхностью нижнего и/или верхнего трубчатого полукорпуса образуется воздушная подушка, способствующая уменьшению трения между волоконными мембранами и поверхностью трубчатых полукорпусов. Поток воздуха облегчает извлечение пучка волоконных мембран из образованной верхним и нижним трубчатыми полукорпусами полости, поэтому риск повреждения волоконных мембран уменьшается.

[0028] В другом варианте осуществления устройство отличается тем, что, по меньшей мере, часть отверстий, предпочтительно, все отверстия в нижнем и/или верхнем трубчатых полукорпусах выровнены в предпочтительном направлении, в частности, примыкают под совпадающим углом от  $10^\circ$  до  $80^\circ$  или от  $20^\circ$  до  $70^\circ$  или от  $30^\circ$  до  $60^\circ$  к центральной оси цилиндрической полости.

[0029] Благодаря упорядоченному распределению отверстий на внутренней стороне нижнего и/или верхнего трубчатых полукорпусов возникает поток воздуха в определенном направлении. В частности, направление потока воздуха на внутренних сторонах нижнего и/или верхнего трубчатых полукорпусов выбрано так, чтобы облегчать извлечение пучка волоконных мембран из полости, образованной нижним и верхним трубчатыми полукорпусами, в направлении потока воздуха.

[0030] В другом варианте осуществления устройство отличается тем, что вогнутые поверхности нижнего и/или верхнего трубчатых полукорпусов снабжены покрытием. Покрытие предназначено для уменьшения трения между поверхностью и прилегающими к ней волоконными мембранами. В качестве покрытия можно назвать, в частности, полимерные покрытия, например, покрытия из PTFE (политетрафторэтилен) или других фторированных полимеров с малым коэффициентом трения. В качестве альтернативы, может быть применено покрытие из полиолефинов. В другом альтернативном варианте осуществления изобретения поверхности могут быть снабжены керамическим покрытием с малым коэффициентом трения или покрытием из алмазоподобного углерода (diamond-like carbon, DLC).

[0031] В другом варианте осуществления изобретения устройство отличается тем, что включает, по меньшей мере, одно подвижное режущее приспособление, предназначенное для разрезания пучка волоконных мембран во втором положении верхней и нижней частей на отрезки заданной длины. Предпочтительно, в устройстве

могут быть подвижно установлены, по меньшей мере, два режущих приспособления. При этом конструкция устройства предусматривает возможность отрезания полволоконных мембран, выступающих во втором положении верхней и нижней частей из полости между нижним и верхним трубчатыми полукорпусами. Благодаря этому пучок полволоконных мембран нарезается на мерные длины, предусмотренные ввиду последующей установки пучка полволоконных мембран в корпус полволоконного мембранного фильтра. Режущее приспособление может включать механический режущий инструмент, например, лезвие.

[0032] В качестве альтернативы, режущее приспособление может включать термический режущий инструмент, в частности, режущий инструмент, в котором отрезание концов полволоконных мембран происходит посредством их плавления с использованием горячей проволоки, горячего лезвия или лазерного луча. Предпочтительно, плавление концов полволоконных мембран осуществляют так, что просвет полволоконных мембран закрывается. Преимуществом этого является то, что из процесса производства полволоконного мембранного фильтра может быть исключена стадия нанесения временного заливочного компаунда. Одновременно за счет сплавления концов полволоконных мембран обеспечивается механическая стабилизация пучка полволоконных мембран в конечных областях. Благодаря этому на последующих стадиях производства полволоконного мембранного фильтра можно более безопасно манипулировать пучком полволоконных мембран.

[0033] В другом варианте осуществления изобретения устройство отличается тем, что включает приемный узел для трубы корпуса, установленный в устройстве подвижно относительно нижней и/или верхней частей, при этом конструкцией устройства предусматривается, что во втором положении верхней и нижней частей при определенном положении приемного узла труба корпуса может быть помещена у торца нижнего и верхнего трубчатых полукорпусов. При этом решающим является относительное перемещение приемного узла и верхней и/или нижней частей, т.е., может предусматриваться, что приемный узел выполнен неподвижным, и относительное перемещение обеспечивается за счет верхней и/или нижней частей. Таким образом, пучок полволоконных мембран непосредственно из полости, образованной нижним и верхним трубчатыми полукорпусами, может быть введен в расположенную последовательно трубу корпуса. При этом последовательно расположенная труба корпуса, предпочтительно, представляет собой цилиндрический корпус полволоконного мембранного фильтра. В другом варианте осуществления устройство отличается тем, что включает средство, предназначенное для введения пучка полволоконных мембран из полости в расположенную встык трубу корпуса. Предпочтительно, введение пучка полволоконных мембран из полости в расположенную смежно трубу корпуса осуществляют при помощи подвижного выталкивателя, перемещающего пучок полволоконных мембран из полости, образованной нижним и верхним трубчатыми полукорпусами, в последовательно расположенную трубу корпуса.

[0034] Предпочтительно, диаметр полости, образуемой нижним и верхним трубчатыми полукорпусами во втором положении, по меньшей мере, на 2%, предпочтительно, по меньшей мере, на 5%, более предпочтительно, по меньшей мере, на 7% меньше диаметра трубы корпуса. Благодаря разности диаметров облегчается выталкивание пучка половолоконных мембран в трубу корпуса. В одном из конкретных вариантов осуществления изобретения труба корпуса имеет суженную среднюю часть. Это означает, что внутренний диаметр средней части трубы корпуса меньше внутреннего диаметра концов трубы корпуса. Предпочтительно, в этом варианте осуществления трубы корпуса ее внутренний диаметр уменьшается от концов к середине. Такую трубу корпуса или корпус половолоконного мембранного фильтра обозначают термином «суженный» или «конусообразный». В этом случае предусматривается что конец трубы корпуса, который во втором положении верхней и нижней частей примыкает к торцу нижнего и верхнего трубчатых полукорпусов, имеет диаметр, который, по меньшей мере, на 2%, предпочтительно, по меньшей мере, на 5%, более предпочтительно, по меньшей мере, на 7% больше диаметра полости, образуемой нижним и верхним трубчатыми полукорпусами во втором положении.

[0035] Во втором аспекте изобретение относится к установке, включающей устройство первого аспекта изобретения и пучок половолоконных мембран, который находится в устройстве в полости, образованной нижним и верхним трубчатыми полукорпусами. При этом ни в пучке половолоконных мембран, ни в устройстве оберточная пленка не применяется. В одном из вариантов осуществления установка также включает трубу корпуса, которая во втором положении верхней и нижней частей расположена встык у торцов нижнего и верхнего трубчатых полукорпусов, при этом диаметр пучка половолоконных мембран, находящегося в полости, по меньшей мере, на 2%, предпочтительно, по меньшей мере, на 5%, более предпочтительно, по меньшей мере, на 7% меньше диаметра трубы корпуса. В другом варианте осуществления установка также включает трубу корпуса с суженной средней частью, при этом диаметр пучка половолоконных мембран, находящегося в полости, по меньшей мере, на 2%, предпочтительно, по меньшей мере, на 5%, более предпочтительно, по меньшей мере, на 7% меньше диаметра конца трубы корпуса, который во втором положении верхней и нижней частей примыкает к торцам нижнего и верхнего трубчатых полукорпусов.

[0036] В третьем аспекте изобретение относится к способу формирования пучка половолоконных мембран, включающему стадии, на которых: обеспечивают наличие устройства, соответствующего, по меньшей мере, одному из вариантов осуществления первого аспекта изобретения; помещают множество половолоконных мембран в нижний трубчатый полукорпус в первом положении верхней и нижней частей устройства; перемещают верхнюю и нижнюю часть друг относительно друга, переводя их во второе положение, в результате чего из множества половолоконных мембран в полости, образуемой нижним и верхним трубчатыми полукорпусами, формируется пучок половолоконных мембран. При этом пучок половолоконных мембран, предпочтительно,

также сжимается. Согласно способу настоящего изобретения, формирование пучка полуволоконных мембран осуществляется без использования оберточной пленки. При этом, находящийся в полости пучок полуволоконных мембран, предпочтительно, уже сжат настолько, что пригоден для применения в процессе производства полуволоконного мембранного фильтра. В одном из примеров осуществления изобретения пучок полуволоконных мембран сжат до степени уплотнения более 60%, в частности, более 64%, например, более 66%. В настоящем контексте под «степенью уплотнения» понимается выраженная в процентах часть полости, образованной нижним и верхним трубчатыми полукорпусами, которую занимают полуволоконные мембраны. Степень уплотнения вычисляют как процентное отношение суммы площадей поперечного сечения полуволоконных мембран к площади поперечного сечения полости, образованной нижним и верхним трубчатыми полукорпусами.

[0037] В другом варианте осуществления способ отличается тем, что во втором положении верхней и нижней частей пучок полуволоконных мембран нарезают при помощи режущего приспособления на отрезки определенной длины. В другом варианте осуществления способ отличается тем, что режущее приспособление представляет собой термический режущий инструмент, обеспечивающий во время отрезания плавление концов полуволоконных мембран и закрытие их просвета. Длина пучка полуволоконных мембран отвечает условиям последующего производства полуволоконного мембранного фильтра.

[0038] В другом варианте осуществления способ отличается тем, что цилиндрическую трубу корпуса располагают смежно с образуемой нижним и верхним трубчатыми полукорпусами полостью и выталкивают пучок полуволоконных мембран в прилегающую трубу корпуса. Выталкивание пучка полуволоконных мембран из полости осуществляют при помощи выталкивателя, который вдвигают в полость и, тем самым, перемещают пучок полуволоконных мембран в направлении прилегающей трубы корпуса. Под трубой корпуса понимается, в частности, цилиндрическая труба, в частности, цилиндрический корпус полуволоконного мембранного фильтра. При этом, предпочтительно, предусматривается, что пучок полуволоконных мембран в образуемой нижним и верхним трубчатыми полукорпусами полости сжат, по меньшей мере, на 2%, предпочтительно, по меньшей мере, на 5%, более предпочтительно, по меньшей мере, на 7% сильнее, чем пучок полуволоконных мембран, перемещенный в трубу корпуса. Благодаря более сильному сжатию упрощается введение пучка полуволоконных мембран в трубу корпуса. Труба корпуса имеет суженную среднюю часть, поэтому предусматривается, что пучок полуволоконных мембран в образуемой нижним и верхним трубчатыми полукорпусами полости сжат, по меньшей мере, на 2%, предпочтительно, по меньшей мере, на 5%, более предпочтительно, по меньшей мере, на 7% сильнее, чем пучок полуволоконных мембран на конце трубы корпуса, который во втором положении верхней и нижней частиц устройства расположен смежно с нижним и верхним трубчатыми полукорпусами.

[0039] В другом варианте осуществления способ отличается тем, что внутреннюю сторону нижнего и/или верхнего трубчатых полукорпусов обдувают воздухом через множество отверстий. Благодаря обдуву внутренней стороны воздухом между поверхностью нижнего и/или верхнего трубчатых полукорпусов и прилегающими к поверхности трубчатых полукорпусов половолоконными мембранами образуется воздушная подушка. Предпочтительно, по меньшей мере, часть отверстий или все отверстия в устройстве упорядочены так, что воздух проходит по внутренней стороне трубчатых полукорпусов в заданном направлении. В частности, благодаря этому облегчается процесс проталкивания пучка половолоконных мембран из устройства. При этом выталкивание пучка половолоконных мембран осуществляют в заданном направлении обдува воздухом.

[0040] В четвертом аспекте изобретение относится к применению устройства или установки, соответствующих, по меньшей мере, одному варианту осуществления первого или второго аспектов изобретения, для производства половолоконного мембранного фильтра.

#### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ СО ССЫЛКОЙ НА ЧЕРТЕЖИ

[0041] На фиг. 1а представлен схематичный вид в поперечном разрезе нижней части 101 и верхней части 120. Разрез проходит перпендикулярно продольному направлению нижней и верхней частей. На фиг. 1а не показаны другие детали устройства, в состав которого входят нижняя и верхняя части. На фиг. 1а нижняя и верхняя части показаны в первом положении, когда нижняя и верхняя части отстоят друг от друга. На представленном изображении верхняя часть находится над нижней частью. Однако возможны другие варианты расположения нижней и верхней частей в первом положении. В качестве альтернативы, верхняя часть в первом положении может находиться рядом с нижней частью. На представленном на фиг. 1а изображении нижний трубчатый полукорпус 102 показан в поперечном сечении. В поперечном сечении нижний трубчатый полукорпус имеет форму кругового сегмента между боковыми кромками 103а и 103b, которые на фиг. 1а показаны схематично в поперечном сечении. Нижний трубчатый полукорпус имеет внутреннюю сторону 104, предназначенную для приема множества половолоконных мембран, которые на фиг. 1а не показаны. Также можно видеть, что нижняя часть 101 снабжена впусками 106а и 106b газа, через которые, посредством вентиляционного канала (на фиг. 1а не показан) во внутреннее пространство нижней части 101 может быть подан и отведен из него поток газа, в частности поток воздуха. Вогнутая поверхность нижнего трубчатого полукорпуса обозначена на фиг. 1а 105. На виде в поперечном разрезе, представленном на фиг. 1а, она выглядит как круговой сегмент. На этом изображении также показано приемное пространство 107 нижней части 101, предназначенное для верхней части 120.

[0042] Верхняя часть 120 включает верхний трубчатый полукорпус 121, комплементарный нижнему трубчатому полукорпусу 101. На представленном изображении верхний трубчатый полукорпус имеет форму кругового сегмента. Вогнутая

поверхность верхнего трубчатого полукорпуса на фиг. 1а обозначена 124. Боковые кромки 122а и 122b показаны на фиг. 1а схематично в поперечном сечении. Фаски боковых кромок обозначены 127а и 127b. Также показан фиксирующий элемент 126а, при помощи которого верхняя часть удерживается в устройстве, а также впуск 125а газа, через который, посредством вентиляционного канала и отверстий (на фиг. 1а не показаны), в верхнюю часть может быть подан и отведен из нее газ, в частности воздух, для обдува внутренней стороны 123 верхнего трубчатого полукорпуса.

[0043] На фиг. 1b представлен схематичный вид в перспективе нижней части 101 и верхней части 120 в первом положении. В дополнение к изображению фиг. 1а также показан второй фиксирующий элемент 126b, при помощи которого верхняя часть 120 удерживается в устройстве, второй впуска 125b газа верхней части и третий впуск 106а газа нижней части, а также отверстия 108 в поверхности 105 нижнего трубчатого полукорпуса 102.

[0044] На фиг. 2а представлено схематичное изображение нижней части 101 и верхней части 120 устройства, которые во втором положении сцеплены друг с другом. В отличие от изображения фиг. 1а, поперечное сечение образующейся полости 130 является, по существу, круглым, то есть, полость является, по существу, цилиндрической. В отличие от фиг. 1а, верхняя часть 120 находится в приемном пространстве 107 нижней части. Также показано, что у боковых кромок 103а и 103b размер нижнего трубчатого полукорпуса 102 больше размера верхнего трубчатого полукорпуса 120 у боковых кромок 122а и 122b. Когда верхнюю часть опускают, боковые кромки 122а и 122b верхнего трубчатого полукорпуса фасками 127а и 127b могут входить внутрь 104 нижнего трубчатого полукорпуса 101. Согласно фиг. 2а, в результате боковые кромки 122а и 122b прилегают к поверхности 105 нижнего трубчатого полукорпуса 102. Таким образом, поволоконные мембраны (на фиг. 2а не показаны), находящиеся у поверхности 105 нижнего трубчатого полукорпуса 102, сдвигаются фасками 124а и 124b. При опускании верхней части множество поволоконных мембран, находящееся в полости 130, сжимается. В качестве альтернативы, между боковыми кромками 122а и 122b и поверхностью 105 нижнего трубчатого полукорпуса 102 может иметь место зазор, величина которого меньше диаметра поволоконной мембраны.

[0045] На фиг. 2b представлен соответствующий фиг. 2а вид нижней части и верхней части во втором положении.

[0046] На фиг. 3 в поперечном сечении представлено устройство 100 с нижней частью 101 и верхней частью 120 во втором положении, когда нижняя часть 101 и верхняя часть сцеплены друг с другом. На виде в поперечном сечении схематично показаны отверстия 108 в поверхности 105 нижнего трубчатого полукорпуса 102. На фиг. 3 также показано подъемное устройство 140, при помощи которого верхняя часть 120 посредством фиксирующих элементов 126а и 126b может быть переведена из первого положения во второе положение. Также схематично показан выталкиватель 150, который согласно представленному на фиг. 3 варианту осуществления является подвижным. На фиг. 3 также

показан приемный узел 160 для цилиндрической трубы 170 корпуса. Приемный узел является подвижным и предназначен для размещения трубы корпуса, в частности, цилиндрической трубы корпуса смежно с нижним и верхним трубчатыми полукорпусами во втором положении.

#### ПРИМЕР

[0047] Далее со ссылкой на фиг. 1а - 3 описаны варианты осуществления соответствующего изобретению способа формирования пучка полволоконных мембран. Сначала множество полволоконных мембран помещают в нижний трубчатый полукорпус 102 в первом положении нижней 101 и верхней 120 частей. При этом радиус нижнего и верхнего трубчатых полукорпусов (102, 121) выбран так, что может быть сформирован пучок из заданного количества полволоконных мембран. Речь идет о полволоконных мембранах, обычно применяемых для гемодиализа. Их наружный диаметр составляет 261 мкм. Используемые полволоконные мембраны являются текстурированными, то есть, полволоконные мембраны имеют известную в уровне техники форму волны с амплитудой 0,41 мм и длиной волны 7,5 мм. Для производства полволоконного мембранного фильтра в нижний трубчатый полукорпус нижней части соответствующего изобретению устройства помещают 8448 таких полволоконных мембран. При этом диаметр вогнутой поверхности трубчатого полукорпуса составляет 29 мм.

На следующей стадии верхнюю часть 120 устройства 100 смещают в направлении приемного пространства 107 нижней части до тех пор, пока верхний трубчатый полукорпус 121 и нижний трубчатый полукорпус 102 не образуют полость 130, которая в описываемом примере имеет, по существу, цилиндрическую форму. В результате введения верхней части в приемное пространство 107 нижней части 101 множество полволоконных мембран преобразуется в полости 130 в цилиндрический пучок диаметром около 29 мм. В этом сжатом состоянии пучок полволоконных мембран характеризуется степенью уплотнения 68,4%. При этом под степенью уплотнения понимается процентное отношение суммы площадей поперечного сечения 8448 полволоконных мембран к площади поперечного сечения, по существу, цилиндрической полости 130. Затем пучок полволоконных мембран нарезают при помощи режущего приспособления на отрезки, длина которых задана ввиду последующего производства полволоконных мембранных фильтров.

На следующей стадии внутренние стороны 104 и 123 нижнего и верхнего трубчатых полукорпусов 102, 121 обдувают воздухом через впуски 125а/в и 106а-с газа. При помощи приемного узла 160 цилиндрическую трубу корпуса помещают смежно с отверстием 180а образуемой нижним и верхним трубчатыми полукорпусами полости 130. Выталкиватель 150, подвижный в продольном направлении относительно трубчатых полукорпусов, располагают у противоположного отверстия 180в. Приводя в движение выталкиватель 150, выталкивают пучок полволоконных мембран из полости 130 в примыкающую цилиндрическую трубу 160 корпуса. В одном из предпочтительных

вариантов осуществления изобретения цилиндрическая труба корпуса представляет собой корпус половолоконного мембранного фильтра. В качестве альтернативы, пучок половолоконных мембран может быть вставлен в другую трубу корпуса, при этом пучки половолоконных мембран извлекают из устройства поштучно.

Таким образом, цилиндрическая труба корпуса может представлять собой корпус половолоконного мембранного фильтра внутренним радиусом 31 мм. Степень уплотнения пучка половолоконных мембран в цилиндрической трубе составляет 59,9%.

В качестве альтернативы, может быть использована тонкостенная металлическая труба, и пучок половолоконных мембран из полости 130 может быть вставлен в тонкостенную металлическую трубу. В этом случае тонкостенная металлическая труба имеет внутренний радиус 15 мм и наружный радиус 15,4 мм. Таким образом, пучок половолоконных мембран может быть сначала вставлен в тонкостенную металлическую трубу. Для последующего производства половолоконного мембранного фильтра тонкостенную металлическую трубу вставляют в корпус половолоконного мембранного фильтра внутренним радиусом 15,5 мм. Затем металлическую трубу вынимают из корпуса половолоконного мембранного фильтра, при этом пучок половолоконных мембран удерживают в корпусе половолоконного мембранного фильтра.

Затем корпус с размещенным в нем пучком половолоконных мембран направляют на последующие технологические стадии процесса производства половолоконного мембранного фильтра.

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Устройство (100) для формирования пучка волоконных мембран, в котором имеется

нижняя часть (101), включающая нижний трубчатый полукорпус (102) с двумя боковыми кромками (103a, 103b) и внутренней стороной (104), имеющей вогнутую изогнутую поверхность (105), предназначенной для размещения множества волоконных мембран,

верхняя часть (120), включающая комплементарный нижнему трубчатому полукорпусу (102) верхний трубчатый полукорпус (121) с двумя боковыми кромками (122a, 122b) и внутренней стороной (123), имеющей вогнутую изогнутую поверхность (124),

при этом нижняя часть (101) и/или верхняя часть (120) установлены в устройстве (100) с возможностью перемещения друг относительно друга, и при этом устройство (100) выполнено так, что

нижняя часть (101) и верхняя часть (120) расположены в первом положении так, что нижний трубчатый полукорпус (102) выполнен с возможностью приема множества трубчатых волоконных мембран в первом положении, и

нижняя часть (101) и верхняя часть (120) расположены во втором положении так, что нижний трубчатый полукорпус (102) и верхний трубчатый полукорпус (121) охватывают полость (130) так, что находящееся в полости (130) множество волоконных мембран может быть преобразовано в пучок.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что вогнуто изогнутая поверхность (105) нижнего трубчатого полукорпуса (102) описывает сегмент, по существу, цилиндрической формы, и при этом

вогнуто изогнутая поверхность (124) верхнего трубчатого полукорпуса (121) описывает сегмент, по существу, цилиндрической формы, и

во втором положении нижней (101) и верхней (120) частей вогнуто изогнутые поверхности (105, 124) нижнего и верхнего трубчатых полукорпусов охватывают, по существу, цилиндрическую полость (130).

3. Устройство по п. 1 или 2, отличающееся тем, что размер нижний трубчатый полукорпус (102) имеет больший размер относительно верхнего трубчатого полукорпуса (121) в области боковых кромок (103a, 103b) нижнего трубчатого полукорпуса (102), или тем, что

верхний трубчатый полукорпус (121) имеет больший размер относительно нижнего трубчатого полукорпуса (102) в области боковых кромок (122a, 122b) верхнего трубчатого полукорпуса (121), при этом устройство выполнено так, что

во втором положении нижней (101) и верхней (120) частей верхний трубчатый полукорпус (121) находится в зацеплении с нижним трубчатым полукорпусом (102), или

во втором положении нижней (101) и верхней (120) частей нижний трубчатый полукорпус (102) находится в зацеплении с верхним трубчатым полукорпусом (121).

4. Устройство, по меньшей мере, по одному из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что боковые кромки (122a, 122b, 103a, 103b) верхнего трубчатого полукорпуса (102) и/или нижнего трубчатого полукорпуса (102) скошены.

5. Устройство, по меньшей мере, по одному из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что вогнуто изогнутые поверхности (105, 124) нижнего и/или верхнего трубчатых полукорпусов (102, 121) содержат множество отверстий (108), и при этом устройство выполнено с возможностью прохождения воздуха через отверстия на внутреннюю сторону (104) нижнего и/или верхнего трубчатых полукорпусов (102, 121).

6. Устройство по п. 5, в котором, по меньшей мере, часть отверстий, предпочтительно, все отверстия (108) в нижнем и/или верхнем трубчатых полукорпусах (102, 121) выровнены в предпочтительном направлении, в частности, примыкают под совпадающим углом от  $10^\circ$  до  $80^\circ$  или от  $20^\circ$  до  $70^\circ$  или от  $30^\circ$  до  $60^\circ$  к центральной оси цилиндрической полости.

7. Устройство (100), по меньшей мере, по одному из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что вогнуто изогнутые поверхности (105, 124) нижнего и/или верхнего трубчатых полукорпусов (102, 121) снабжены покрытием.

8. Устройство (100), по меньшей мере, по одному из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что включает, по меньшей мере, одно подвижное режущее приспособление, для разрезания пучка волоконных мембран во втором положении верхней (101) и нижней (120) частей на отрезки заданной длины.

9. Устройство (100), по меньшей мере, по одному из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что включает приемную область (160) для трубы (170) корпуса, расположенную с возможностью перемещения в устройстве (100) относительно нижней (101) и/или верхней (120) частей, при этом устройство (100) дополнительно выполнено так, что во втором положении верхней части и нижней части труба (170) корпуса выполнена с возможностью размещения смежно нижнему (102) и верхнему (121) трубчатым полукорпусам на лицевой стороне относительно положения приемной области (160).

10. Устройство (100) по п. 9, отличающееся тем что включает средство (150), предназначенное для введения пучка волоконных мембран из полости, образуемой верхним (121) и нижним (102) трубчатыми полукорпусами в расположенную встык трубу (170) корпуса.

11. Установка, содержащая устройство (100), по меньшей мере, по одному из предшествующих пунктов и пучок волоконных мембран, расположенный в полости (130), образованной в устройстве нижним и верхним трубчатыми полукорпусами (102, 121), отличающаяся тем, что ни пучок волоконных мембран, ни устройство не содержит оберточную пленку.

12. Установка по п. 11, дополнительно содержащая трубу (170) корпуса, отличающаяся тем, что диаметр пучка волоконных мембран, расположенного в полости (130), по меньшей мере, на 2%, предпочтительно, по меньшей мере, на 5%, более

предпочтительно, по меньшей мере, на 7% меньше диаметра трубы (170) корпуса.

13. Установка по п. 12, при этом труба корпуса расположена смежно нижнему (102) и верхнему (121) трубчатым полукорпусам на концевой стороне и имеет суженную среднюю часть, отличающаяся тем, что диаметр пучка волоконных мембран, расположенного в полости (130), по меньшей мере, на 2%, предпочтительно, по меньшей мере, на 5%, более предпочтительно, по меньшей мере, на 7% меньше диаметра конца трубы (170) корпуса, расположенного смежно нижнему (120) и верхнему (121) трубчатым полукорпусам на концевой стороне.

14. Способ формирования пучка волоконных мембран, предусматривающий стадии, на которых:

обеспечивают устройство по любому из пп. 1-10;

помещают множество волоконных мембран в нижний трубчатый полукорпус (102) в первом положении верхней (120) и нижней (101) частей устройства;

перемещают верхнюю (120) и нижнюю (101) часть друг относительно друга, во второе положение, так что множество волоконных мембран спутывается в пучок волоконных мембран в полости (130), образуемой нижним и верхним трубчатыми полукорпусами (102, 121).

15. Способ по п. 14, отличающийся тем, что пучок волоконных мембран разрезают на отрезки заданной длины во втором положении верхней и нижней частей (101, 120) при помощи режущего приспособления,

в частности, отличающийся тем, что режущее приспособление представляет собой термический режущий инструмент, расплавляющий концы волоконных мембран в процессе разрезания на отрезки, и закрывающий просветы волоконных мембран закрывается.

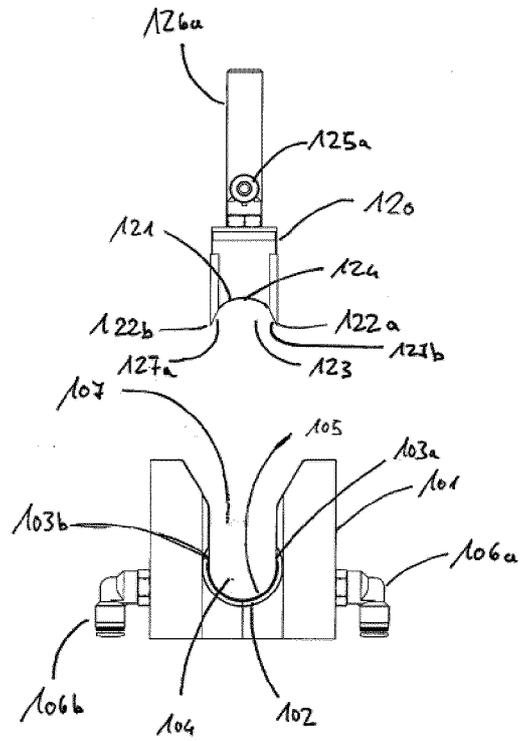
16. Способ по п. 14 или 15, отличающийся тем, что трубу (170) располагают смежно полости (130), образуемой нижним и верхним трубчатыми полукорпусами (102, 121) и пучок волоконных мембран проталкивают в смежную трубу (170).

17. Способ, по меньшей мере, по одному из пп. 14-16, отличающийся тем, что внутреннюю сторону (104, 123) нижнего и/или верхнего трубчатых полукорпусов (102, 121) обдувают воздухом через множество отверстий.

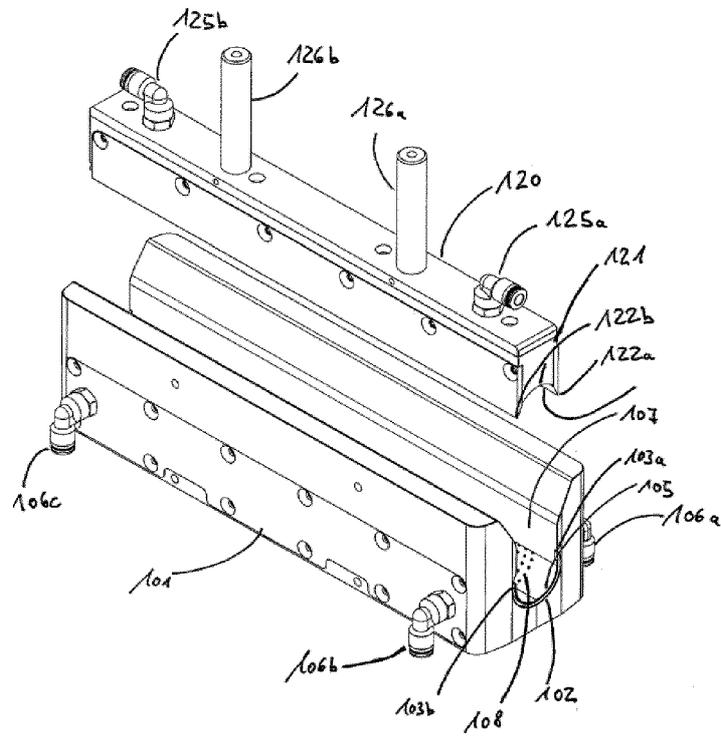
18. Способ, по меньшей мере, по одному из пп. 14-17, отличающийся тем, что множество волоконных мембран не оборачивают оберточной пленкой.

19. Применение устройства, по меньшей мере, по одному из пп. 1-10 или установки по п. 11 в процессе производства волоконного мембранного фильтра.

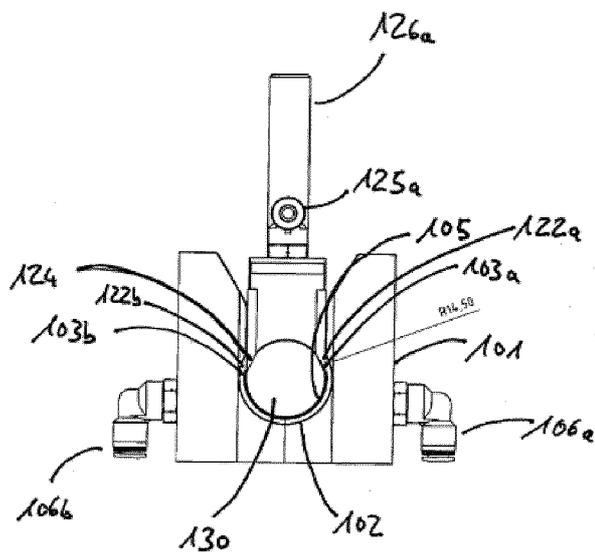
По доверенности



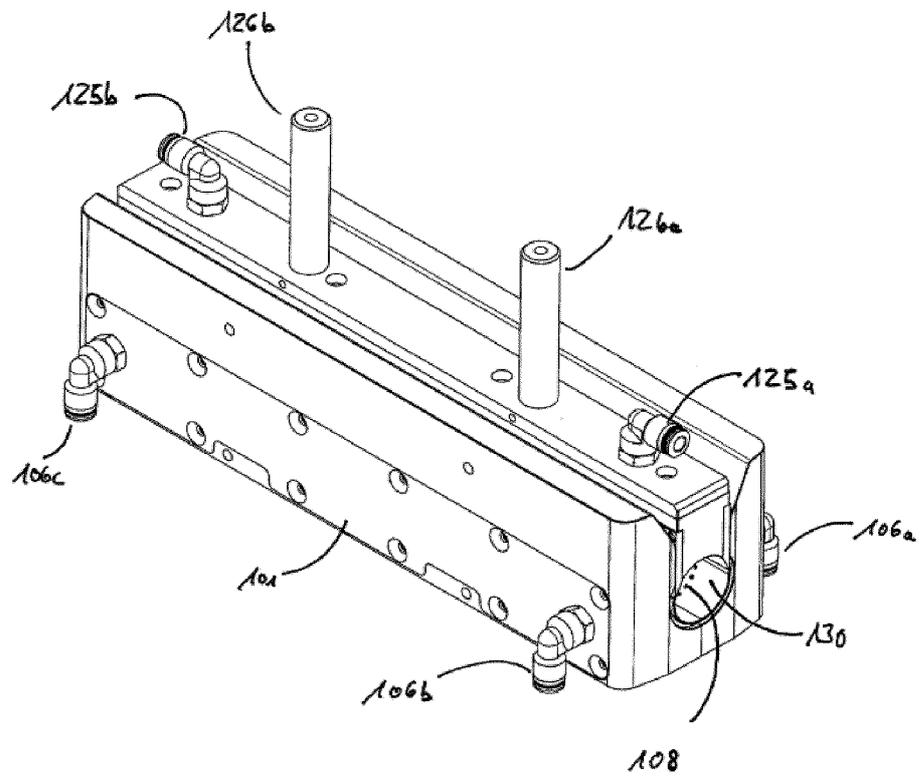
ФИГ. 1А



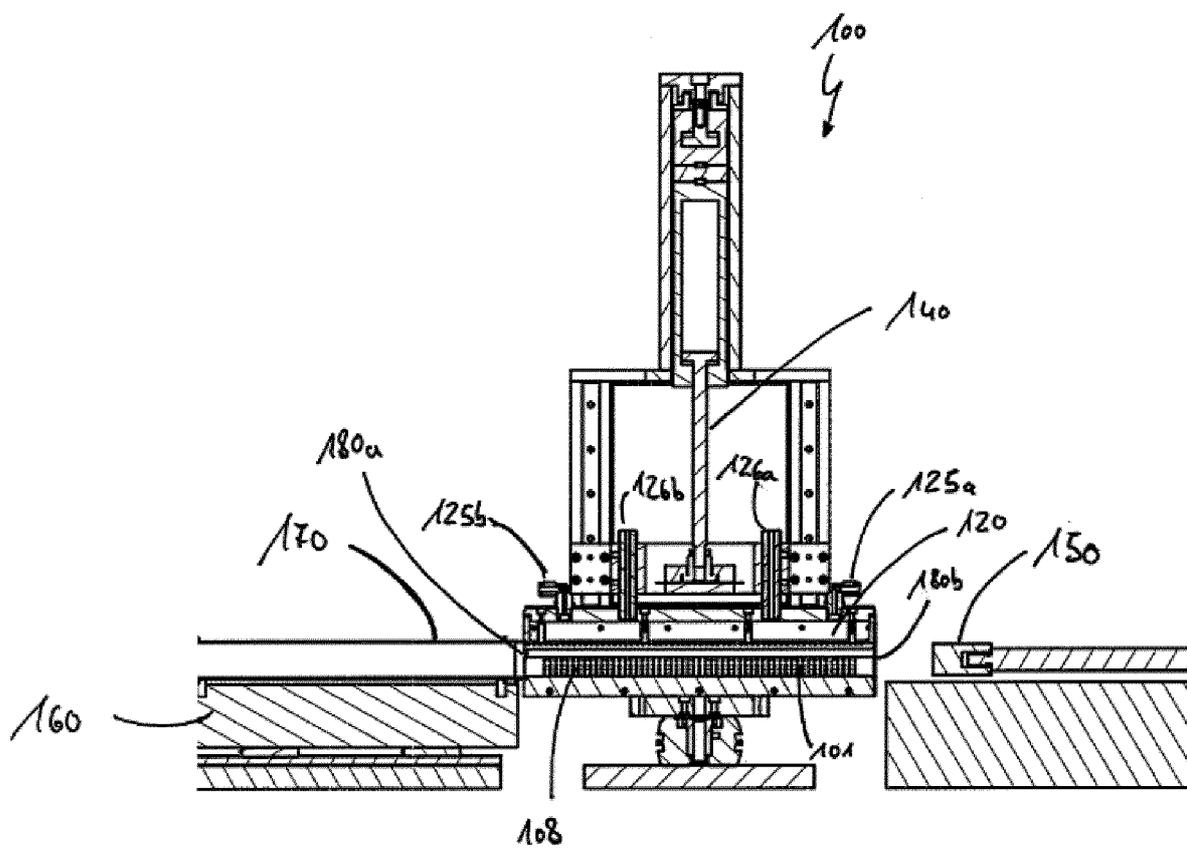
ФИГ. 1В



ФИГ. 2А



ФИГ. 2В



ФИГ. 3