

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039572**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.02.11

(21) Номер заявки
201791406

(22) Дата подачи заявки
2016.01.22

(51) Int. Cl. **B01D 69/10** (2006.01)
B01D 71/48 (2006.01)
F24F 3/147 (2006.01)
F28D 21/00 (2006.01)
B01D 63/14 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНТАЛЬПИЙНОГО ОБМЕННИКА И ЭНТАЛЬПИЙНЫЙ ОБМЕННИК**

(31) **15000189.9; 15001039.5**

(32) **2015.01.23; 2015.04.11**

(33) **EP**

(43) **2017.12.29**

(86) **PCT/IB2016/000041**

(87) **WO 2016/116806 2016.07.28**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ЗЕНДЕР ГРУП ИНТЕРНЭШНЛ АГ
(CH)**

(72) Изобретатель:
**Хирш Кристиан, Брандт Штефан, Бир
Кристиан, Майершофер Мартин (DE)**

(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(56) WO-A1-2015011543
WO-A1-2015011544
US-A1-2006090650
US-A1-2010032145
WO-A1-2014014099
WO-A1-2013091099
WO-A2-2004110132

(57) В изобретении предложены элементы (E, E') энтальпийного обменника и энтальпийные обменники, содержащие такие элементы. Кроме того, в изобретении предложен способ получения указанных элементов энтальпийного обменника и энтальпийных обменников, включающий стадии а) обеспечения воздухопроницаемого листового компонента (1); b) ламинирования по меньшей мере одной стороны (1a, 1b) листового компонента (1) тонкой полимерной пленкой (3, 4) со свойствами водопаропроницаемости; и c) формования ламинированного листового компонента (1) с приданием требуемой формы, имеющей трехмерный гофрированный рельеф (5, 5, ...).

039572
B1

039572
B1

Изобретение относится к элементам энтальпийного обменника и энтальпийным обменникам, содержащим такие элементы. Кроме того, в настоящем изобретении предложен способ получения указанных элементов энтальпийного обменника и энтальпийных обменников.

Хорошо известно применение разного рода теплообменников для различных целей. Как правило, теплообменники используют для извлечения тепловой энергии из одной жидкости или текучей среды в другую. Такого рода тепловую энергию называют осязаемой энергией. Тепловую энергию или осязаемую энергию одной текучей среды, обычно воздуха, извлекают в другую текучую среду, которая протекает рядом с первой текучей средой, например, в виде параллельного, встречного или поперечного потока, при этом вторая текучая среда имеет более низкую температуру. За счет инверсии потоков текучей среды обмен между двумя потоками будет создавать более холодную текучую среду. Теплообменники, применяемые для рекуперации осязаемой энергии, обычно изготавливают из металлических или полимерных элементов. Существуют разные типы, поскольку могут встречаться конфигурации с поперечным потоком, параллельным потоком или встречным потоком. Указанные элементы ограничивают между собой проточные каналы таким образом, что между ними могут протекать текучие среды. Такие устройства используют, например, при вентиляции жилых и коммерческих помещений (HRV).

Другой тип энергообменников относится к так называемой скрытой энергии, которая включает влагу, содержащуюся в воздухе. Известно, что для обмена скрытой энергией используют покрытые осушителем металлические или полимерные вещества или мембраны, изготовленные из целлюлозы или полимера, пропитанного осушителем. Между пластинами, изготовленными из целлюлозы или полимера, устанавливаются или создаются воздушные каналы, обеспечивающие прохождение текучих сред вдоль поверхности пластин, что обеспечивает, тем самым, перенос влаги из одной текучей среды в другую. Поскольку мембраны обычно не обладают конструкционной прочностью, известно, что их можно объединить с каркасами или решетками, которые, тем самым, ограничивают расстояния между мембранами.

В случае комбинирования описанных выше процессов, т.е. теплообмена и влагообмена, энергообменники называют энтальпийными обменниками. Такие энтальпийные обменники обеспечивают обмен осязаемой и скрытой энергии, что приводит к рекуперации полной энергии.

Мембранные материалы, доступные в настоящее время, поставляют в виде рулона. Мембранный материал является самой важной частью энтальпийного обменника. Мембрана должна быть закреплена и загерметизирована в виде решетки или каркаса и расположена таким образом, чтобы обеспечить прохождение текучей среды между каждым слоем мембраны. Таким образом, очевидно, что энтальпийные обменники известного уровня техники представляют собой компромиссное решение. Они, как правило, будут терять с точки зрения обмена осязаемой энергии, чтобы улучшить обмен скрытой энергии благодаря избирательной области и характеристик используемых в настоящее время мембран.

Такой энтальпийный обменник, сооруженный из соответствующих элементов, описан, например, в WO 02/072242 A1. На решетках установлены соответствующие мембраны, изготовленные из волокон. Решетки, содержащие мембрану или разделители между соседними мембранами, т.е. разделители и мембраны в чередующейся последовательности, соединены скобами или сложены стопкой, вследствие чего обеспечивается изменение направления пластины для создания разных направлений воздушного потока.

С учетом указанного уровня техники задачей настоящего изобретения является обеспечение элементов энтальпийного обменника и энтальпийных обменников, а также способа их получения, обеспечивающего создание энтальпийных обменников, при этом эффективность как обмена осязаемой энергией, так и обмена скрытой энергией в каждом элементе энтальпийного обменника увеличивается, а стоимость производства элементов энтальпийного обменника и энтальпийных обменников, состоящих из таких элементов, уменьшается.

Еще одной задачей настоящего изобретения является обеспечение элементов энтальпийного обменника и энтальпийных обменников с высокой удельной поверхностью обмена в случае водяного пара, а также способа их получения.

Для достижения такой цели в настоящем изобретении предложен способ получения элементов энтальпийного обменника, включающий стадии:

- a) обеспечения воздухопроницаемого листового компонента;
- b) ламинирования по меньшей мере одной стороны указанного листового компонента тонкой полимерной пленкой со свойствами водопаропроницаемости; и
- c) формования ламинированного листового компонента с приданием требуемой формы, имеющей трехмерный гофрированный рельеф.

В результате получают элемент энтальпийного обменника, обеспечивающий как перенос тепла, так и молекул воды в форме пара через указанный элемент с одной его стороны на другую сторону почти по всей площади поверхности элемента, который теперь имеет более высокую удельную поверхность обмена, чем такие же элементы на предшествующем уровне техники. Напротив, молекулы, более крупные или менее полярные, чем молекулы воды, такие как диоксид углерода и молекулы, связанные с запахом, лишены возможности проходить через указанный элемент. Кроме того, листовый компонент и способный селективно пропускать водяной пар барьерный материал, ламинированный на по меньшей мере одну сторону листового компонента, подвергают формованию с приданием требуемой гофрированной

формы, используя только одну стадию формования ("одностадийное формование"). Таким образом, с одной стороны эффективность переноса полной (т.е. ощутимой плюс скрытой) энергии в элементе энтальпийного обменника согласно настоящему изобретению увеличена, тогда как с другой стороны стоимость производства такого элемента понижена.

Альтернативно, в указанном способе можно менять последовательность стадий b) и c), т.е. осуществлять формование (еще не ламинированного) листового компонента с приданием требуемой формы, имеющей трехмерный гофрированный рельеф, и затем ламинирование по меньшей мере одной стороны формованного листового компонента тонкой полимерной пленкой со свойствами водопаропроницаемости ("двухстадийное формование").

Свойства водопаропроницаемости означают скорость проникновения водяных паров, составляющую по меньшей мере $500 \text{ г/м}^2/24 \text{ ч}$, предпочтительно по меньшей мере $1000 \text{ г/м}^2/24 \text{ ч}$, даже более предпочтительно по меньшей мере $1500 \text{ г/м}^2/24 \text{ ч}$ и наиболее предпочтительно по меньшей мере $2000 \text{ г/м}^2/24 \text{ ч}$, как измерено с применением метода вертикально стоящей чашки согласно модифицированному ASTM E 96-66 В; модификации: $T_{\text{вод}} = 30^\circ\text{C}$, $T_{\text{воздух}} = 21^\circ\text{C}$, отн. влажность = 60%, воздушный поток = 2 м/с.

Стадия c) формования ламинированного листового компонента с приданием требуемой формы, имеющей трехмерный гофрированный рельеф, может включать первую стадию c1) и вторую стадию c2).

Стадия c1) включает получение первого гофрированного рельефа или армирующего гофрированного рельефа с гофрами, проходящими в первом направлении и имеющими сравнительно тонкую структуру. Первый гофрированный рельеф может иметь синусоидальный, прямоугольный или треугольный периодический профиль. Такой первый периодический профиль первого гофрированного рельефа предпочтительно имеет период от 0,5 до 2 мм и амплитуду от 0,5 до 1 мм. Первый гофрированный рельеф может содержать примыкающие друг к другу гребни. Между соседними гребнями может быть определенное расстояние, т.е. пространство ламинированного или еще не ламинированного листового компонента между соседними гребнями представляет собой по существу плоский участок, при этом соседние гребни могут выступать в том же или в противоположном направлениях относительно листового компонента. Высота или глубина, а также ширина указанных отдельно расположенных гребней, может составлять от 0,2 до 1 мм. Расстояние между гребнями может быть больше ширины гребня в от 1 до 10 раз. Такая необязательная первая стадия c1) способствует обеспечению общей жесткости элемента энтальпийного обменника.

Стадия c2) включает получение второго гофрированного рельефа или основного гофрированного рельефа с гофрами, проходящими во втором направлении и имеющими сравнительно крупную структуру, ограничивающую геометрические размеры поперечного сечения канала пластины теплообменника. Опять-таки, второй гофрированный рельеф может иметь синусоидальный, прямоугольный или треугольный периодический профиль, но с большими размерами, чем первый гофрированный рельеф. Такой второй периодический профиль второго гофрированного рельефа предпочтительно имеет период от 2 до 10 мм и амплитуду от 2 до 10 мм. В результате, необязательная первая стадия c1) и необходимая вторая стадия c2) обеспечивают получение элемента энтальпийного обменника с двойным гофрированием и повышенной жесткостью.

Первое направление, т.е. направление гребней первого гофрированного рельефа, образует угол относительно второго направления, т.е. направления гребней второго гофрированного рельефа, при этом указанный угол предпочтительно составляет от 45° до 90° , более предпочтительно от 85° до 90° и наиболее предпочтительно примерно 90° .

Листовой материал листового компонента может содержать полимер, предпочтительно термопластичный полимер. Поэтому листовой компонент поддается, например, термической обработке на стадии c) формования. В качестве термопластичного полимера предпочтительно выбирают полистирол (PS), поливинилхлорид (PVC), вискозу или полиэфир, такой как полиэтилентерефталат (PET), или сополиэфир. Полимер листового материала предпочтительно не содержит никакого пластификатора. Полимер листового материала может содержать биоцид (бактерицид и/или фунгицид).

Согласно предпочтительному варианту реализации листовой компонент представляет собой полотно, предпочтительно нетканое полотно. Полотно может содержать только термопластичные волокна, или комбинацию термопластичных волокон и термоотверждаемых волокон, или комбинацию термопластичных волокон и смолы, или комбинацию термопластичных волокон и неорганических волокон. Наиболее предпочтительно, если полотно содержит многокомпонентные или двухкомпонентные волокна вместе со стандартными термоотверждаемыми и/или термопластичными волокнами. Указанное полотно предпочтительно содержит более 50 мас.% многокомпонентных или двухкомпонентных волокон и может содержать только многокомпонентные или двухкомпонентные волокна. Кроме того, полотно может содержать металлические волокна и/или фитильные волокна, обеспечивающие высокую теплопроводность вместе с механической прочностью и высоким капиллярным действием ("влагопроводимостью"), соответственно. Неорганические волокна могут представлять собой стеклянные волокна, карбидкремниевые волокна или любые минеральные волокна.

Альтернативно, листовой компонент представляет собой тканое полотно, предпочтительно имеющее анизотропную структуру и возникающие вследствие этого анизотропные свойства. Например, тка-

ное полотно может содержать более толстые полимерные волокна в первом направлении волокон и более тонкие полимерные волокна во втором направлении волокон. Второе направление волокон может составлять от 90 до 100°, предпочтительно примерно 90°, относительно первого направления волокон. Из-за более толстых полимерных волокон в первом направлении волокон анизотропное тканое полотно может выдерживать большее растяжение вдоль первого направления волокон без механического разрушения (или даже повреждения), чем вдоль второго направления волокон с более тонкими полимерными волокнами.

Альтернативно, листовая компонент может содержать нетканое полотно, которое может иметь анизотропную структуру и возникающие вследствие этого анизотропные свойства, и тканое полотно, предпочтительно имеющее анизотропную структуру и возникающие вследствие этого анизотропные свойства.

Листовой компонент может содержать дополнительные армирующие волокна для обеспечения дополнительной прочности. Такие армирующие волокна могут представлять собой по меньшей мере волокна, выбранные из металлических волокон, углеродных волокон или термопластичных полимерных волокон. Армирующие волокна могут проходить внутри листового компонента в первом общем направлении. Армирующие волокна предпочтительно являются непрямыми. В частности, они могут иметь волнообразный рельеф, например, треугольный или синусоидальный плоский рельеф, предпочтительно с периодом от 1 до 3 мм и амплитудой от 1 до 3 мм. Альтернативно, они могут иметь закручивающуюся форму, например, спиральную форму, предпочтительно с диаметром спирали менее 1 мм.

Армирующие волокна могут представлять собой непрерывные волокна или штапельные волокна с минимальной длиной 5 мм. Металлические волокна можно выбрать из алюминиевых, медных, серебряных или стальных волокон с диаметром от 10 до 200 мкм, предпочтительно от 20 до 100 мкм.

Первое общее направление волнообразного рельефа и/или закручивающейся формы армирующих волокон предпочтительно образует угол относительно направления второго гофрированного рельефа, ограничивающего геометрические размеры поперечного сечения канала пластины теплообменника. Указанные направления предпочтительно образуют относительно друг друга угол, составляющий от 45 до 90°, более предпочтительно от 85 до 90° и наиболее предпочтительно примерно 90°.

Во время стадии с) или, в частности, во время стадий с1) и с2), но главным образом во время стадии с2), не прямые армирующие волокна выпрямляются. В частности, волнообразный рельеф и/или закручивающаяся форма растягиваются и таким образом разглаживаются в профиле, т.е. амплитуда волнообразного рельефа уменьшается и ее период увеличивается и/или диаметр закручивающейся/спиральной формы уменьшается и ее период (или шаг) увеличивается. После того, как не прямые углеродные и/или металлические волокна полностью выпрямляются, листовая компонент будет лишен возможности дальнейшего растяжения вдоль первого общего направления.

Кроме того, при нагревании листового компонента выше температуры размягчения термопластичных полимерных волокон до или во время стадии с) или, в частности, до или во время стадий с1) и/или с2) термопластичные волокна будут деформироваться под действием местного растяжения и/или изгиба. После стадии с) формования или стадий с1) и с2) формования постоянная деформация термопластичных полимерных волокон будет способствовать стабильности геометрических размеров, т.е. сохранению формы, элемента энтальпийного обменника.

Предпочтительно, если в листовую компонент включены углеродные волокна, они проходят вдоль второго направления второго (основного) гофрированного рельефа. Таким образом, во время стадии с) формования или во время подстадии с2) формования углеродные волокна не будут подвергаться никакому изгибанию. Однако указанные волокна способствуют обеспечению общей прочности листового компонента до и после стадии с) или с2) формования.

Предпочтительно, если в листовую компонент включены металлические волокна, они могут проходить вдоль любых направлений внутри листового компонента. Таким образом, во время стадии с) формования или во время подстадии с2) формования металлические волокна будут подвергаться изгибанию в условиях холодной деформации металла, даже если листовую компонент нагревают выше температуры размягчения термопластичных полимерных волокон. После стадии с) формования или стадий с1) и с2) формования постоянная деформация металлических волокон будет способствовать стабильности геометрических размеров, т.е. сохранению формы, элемента энтальпийного обменника.

Волокна полотна предпочтительно имеют диаметры от 1 до 40 мкм, более предпочтительно от 3 мкм до 40 мкм и наиболее предпочтительно от 5 до 20 мкм. В результате, при ламинировании полотна тонкой полимерной пленкой со свойствами водопаропроницаемости на стадии b) ламинирования, волокна полотна, находящиеся в непосредственном контакте с тонкой полимерной пленкой, будут покрывать только небольшую часть поверхности тонкой полимерной пленки, сводя, таким образом, к минимуму любую блокировку тонкой полимерной пленки. Кроме того, даже если они не деформируются постоянно, как описано выше в случае термопластичных полимерных волокон или металлических волокон, любые волокна полотна, подвергающиеся упругому изгибанию во время стадии с), будут иметь высокую степень гибкости, облегчающую выполнение стадии с) формования.

Волокна или нити полотна внутри листового компонента и, в частности, волокна и нити на нелами-

нированной поверхности листового компонента, могут предпочтительно иметь линейные массовые плотности (массы нити) от 1 до 10 децетекс (1 текс = 1 г/1000 м; 1 децетекс = 1 г/10000 м). Такие тонкие волокна обладают сильным капиллярным эффектом, что позволяет им быстрее переносить влагу. Кроме того, при применении на поверхности листа или на обеих поверхностях листа они обеспечивают более гладкую и менее абразивную поверхность. Во-первых, это помогает снизить риск повреждения очень тонкого примыкающего функционального слоя мембраны, ламинированного на соответствующую поверхность. Во-вторых, это помогает предотвратить образование на неламинированной поверхности листа какого-либо приповерхностного слоя воздуха.

Волокна полотна могут иметь по существу круглые, треугольные или овальные поперечные сечения. Кроме того, волокна полотна могут иметь X-образные или звездообразные поперечные сечения. Полотно может содержать волокна с разными поперечными сечениями, предпочтительно выбранными из упомянутых типов поперечных сечений.

Кроме того, для улучшения структурной устойчивости после стадии формования полотно может содержать состав для пропитки поверхности, предпочтительно термопластичный или термоотверждаемый полимер. В дополнение или в качестве альтернативы, полотно может содержать состав для пропитки поверхности, который после стадии с) формования можно подвергнуть поперечному сшиванию, предпочтительно смолу, которую можно отверждать путем УФ-облучения после стадии с) формования.

Полотно или элемент энтальпийного обменника может содержать на одной из своих сторон гидрофобно обработанный слой и тонкую полимерную пленку на другой стороне, т.е. имеет место одинарная водоотталкивающая пропитка.

Это можно осуществить на стадии b) путем ламинирования только одной стороны полотна тонкой полимерной пленкой со свойствами водопаропроницаемости и обеспечения гидрофобизации другой стороны полотна до, во время или после указанной стадии b) ламинирования. Такую гидрофобизацию можно выполнить даже после стадии с) формования.

Гидрофобизацию полотна предпочтительно выполняют перед стадией b) ламинирования, т.е. до, во время или после выполнения стадии a). Это предотвращает случайное придание гидрофобности обращенной к полотну поверхности тонкой полимерной пленки со свойствами водопаропроницаемости.

Полотно или элемент энтальпийного обменника может содержать гидрофобно обработанный слой на обеих своих сторонах и внутри тонкую полимерную пленку, проходящую между указанными сторонами и "параллельно" первому гидрофобно обработанному слою и второму гидрофобно обработанному слою полотна или элемента энтальпийного обменника, т.е. имеет место двойная водоотталкивающая пропитка.

Это можно обеспечить посредством следующих стадий.

Во-первых, проведения гидрофобизации одной стороны первого полотна или всего первого полотна до, во время или после любой стадии b) ламинирования.

Во-вторых, проведения гидрофобизации одной стороны второго полотна или всего второго полотна до, во время или после любой стадии b) ламинирования.

В-третьих, ламинирования одной стороны первого полотна с помощью первой стороны тонкой полимерной пленки со свойствами водопаропроницаемости.

В-четвертых, ламинирования одной стороны второго полотна с помощью второй стороны тонкой полимерной пленки со свойствами водопаропроницаемости с получением трехслойной структуры, содержащей тонкую полимерную пленку, расположенную между первым полотном и вторым полотном.

Наконец, согласно стадии с) такой ламинированный листовый компонент, имеющий трехслойную структуру типа первое полотно/тонкая пленка/второе полотно, формируют с приданием требуемой формы, имеющей трехмерный гофрированный рельеф.

Стадии три и четыре предпочтительно выполняют одновременно, т.е. путем совместного ламинирования или одностадийного ламинирования первого полотна и второго полотна одной тонкой полимерной пленкой со свойствами водопаропроницаемости с получением трехслойной структуры с тонкой полимерной пленкой, расположенной между двумя листами полотна.

Гидрофобизацию первого полотна и/или второго полотна предпочтительно выполняют перед любой стадией b) ламинирования, т.е. до, во время или после стадии a) обеспечения полотна. Опять-таки, это предотвращает случайное придание гидрофобности поверхности какой-либо тонкой полимерной пленки со свойствами водопаропроницаемости, обращенной к полотну, т.е. первому полотну или второму полотну.

Вместо этого гидрофобизацию первого полотна и/или второго полотна можно осуществить после стадии с) формования.

Листовой компонент может состоять из одного слоя полотна, содержащего любую из комбинаций волокон, описанных в предыдущем абзаце. Альтернативно, листовый компонент может состоять из нескольких, предпочтительно двух или трех, сложенных стопкой слоев полотна, прикрепленных друг к другу, при этом каждый слой содержит разное волокно, выбранное из комбинаций волокон, описанных в предыдущем абзаце.

Несколько сложенных слоев полотна могут иметь разные массы нити. Такие слои могут состоять из

первого слоя, содержащего сравнительно тонкие нити, например, от 1 до 10 децитекс, и второго слоя, содержащего сравнительно крупные нити, например, от 10 до 40 децитекс.

Второй слой с более крупными или более тяжелыми нитями предпочтительно прикрепляют к тонкой полимерной пленке (мембране), что обеспечивает небольшую площадь непосредственного контакта между поверхностью листового компонента и прикрепленной к нему тонкой полимерной пленкой, и, таким образом увеличивает площадь активной мембранной поверхности тонкой полимерной пленки. По меньшей мере часть более тяжелых нитей предпочтительно представляет собой двухкомпонентные волокна, которые позволяют прикрепить тонкую полимерную пленку к поверхности листового компонента с помощью меньшего количества клея или вообще не используя клей.

Альтернативно, в зависимости от типа нитей, может быть предпочтительным, если первый слой с более тонкими нитями приводят в контакт или прикрепляют к тонкой полимерной пленке (мембране), что обеспечивает гладкую поверхность на границе раздела листовой компонент/тонкая полимерная пленка, которая не повреждает полимерную пленку во время стадии с) формования при формировании гофрированного рельефа или во время подстадии с2) формования при формировании второго гофрированного рельефа или во время конечного применения.

Независимо от своего положения внутри листового компонента второй слой с более тяжелыми или более толстыми нитями будет обеспечивать открытый и высоко воздухо- и паропроницаемый слой листового компонента.

Кроме того, листовой компонент может содержать тонкие нити или волокна с сильными капиллярными свойствами, усиливающими перенос влаги через листовой компонент. При измерении согласно DIN 53924 тонкие нити или волокна предпочтительно демонстрируют повышение высоты, составляющее по меньшей мере от 30 до 60 мм через 30 с и более предпочтительно повышение высоты, составляющее по меньшей мере от 40 до 60 мм через 30 с.

Если формование на стадии с) или на стадии с2) осуществляют посредством вакуумного формования силами верхнего гофрировочного инструмента, листовой компонент может иметь асимметричную структуру по всей своей толщине. В частности, он может содержать слой со сравнительно тонкими нитями на стороне, подвергаемой вакууму, что обеспечивает хорошее воспроизведение геометрических размеров пресс-формы, и сравнительно крупные нити, обращенные к верхнему гофрировочному инструменту, что обеспечивает листовому компоненту требуемую конструкционную прочность.

Листовой компонент может содержать слой нетканого полотна и слой тканого полотна, прикрепленные друг к другу. Тканое полотно предпочтительно имеет анизотропную структуру и возникающие вследствие этого анизотропные механические свойства, как описано выше.

Часть волокон внутри листового компонента, предпочтительно от 5 до 60 мас.%, могут представлять собой полые волокна. Часть волокон внутри листового компонента, предпочтительно от 20 до 70 мас.%, могут представлять собой двухкомпонентные волокна. Поперечные сечения таких двухкомпонентных волокон могут иметь круглое и/или некруглое поперечное сечение.

Часть волокон внутри листового компонента, предпочтительно от 5 до 60 мас.%, может представлять собой гидрофильные волокна, проявляющие сильные капиллярные свойства, повышающие перенос влаги. Поверхность таких капиллярных волокон предпочтительно является гидрофильной, а их центральная часть является гидрофобной.

Часть волокон внутри листового компонента, предпочтительно от 5 до 30 мас.%, могут представлять собой водопоглощающие волокна, предпочтительно гидрополимеры, создающие водный буфер в случае избытка влаги.

Листовой компонент может иметь текстурированную поверхность и/или встроенную сетчатую структуру. В результате такой тип листового компонента будет покрывать минимальную площадь поверхности прилегающей тонкой полимерной пленки, прикрепленной к листовому компоненту. Такая встроенная сетчатая структура может представлять собой описанный выше первый или армирующий гофрированный рельеф, полученный на первой стадии с1) формования.

В дополнение или в качестве альтернативы описанным выше мерам по повышению конструкционной прочности листового компонента перед последующим ламинированием для обработки еще не ламинированного листового компонента можно применять

1) гидросцепление и/или гидросплетение; и/или

2) текстурирование поверхности; и/или

3) объединение сетчатой структуры с рельефом, адаптированным к геометрическим размерам второго или основного гофрированного рельефа.

В дополнение или в качестве альтернативы описанным выше мерам по повышению конструкционной прочности и способности к формоизменению листового компонента указанный листовой компонент можно изготовить с анизотропным распределением волокон, что обеспечивает более высокую общую прочность листового компонента и/или более высокую прочность листового компонента в предпочтительном направлении. В частности, как упомянуто выше, распределение анизотропных волокон можно обеспечить с помощью по меньшей мере волокон, выбранного из углеродных волокон, металлических волокон или термопластичных полимерных волокон, включенных в по меньшей мере один из несколь-

ких слоев листового компонента.

Металлические волокна и/или термопластичные полимерные волокна предпочтительно расположены в близкой к ортогональной ориентации относительно второго направления второго (основного) гофрированного рельефа или указанные волокна могут проходить вдоль любых направлений внутри листового компонента. Углеродные волокна предпочтительно ориентированы параллельно второму направлению второго (основного) гофрированного рельефа.

Стадия b) ламинирования может включать связывание, предпочтительно термическое связывание, сваривание и/или склеивание тонкой полимерной пленки с листовым компонентом. Для образования связи между полимерной пленкой и листовым компонентом предпочтительно используют термопластичный клей (термоплавкий клей), термоотверждающийся клей или УФ-отверждаемый клей.

Согласно предпочтительному варианту реализации тонкая полимерная пленка представляет собой монолитную мембрану, т.е. беспористую мембрану, проявляющую в случае отдельных молекул воды механизм переноса растворение-диффузия. Максимальное растяжение такой монолитной мембраны предпочтительно составляет от 100 до 300%, более предпочтительно от 150 до 200%.

Согласно дополнительному предпочтительному варианту реализации тонкая полимерная пленка представляет собой многослойную пленку, содержащую последовательность полимерных слоев, выполненных из разных типов полимеров. Таким образом, с помощью нескольких заданных типов полимеров можно спроектировать и изготовить тонкие полимерные пленки с разными свойствами водопаропроницаемости.

Тип полимера для изготовления каждого полимерного слоя предпочтительно выбирают из группы, состоящей из полиэфир-эфирного сополимера, полиэфирамида и полиэфироуретана.

Общая толщина тонкой полимерной многослойной пленки предпочтительно составляет от 5 до 200 мкм, более предпочтительно от 10 до 150 мкм.

Толщина каждого отдельного полимерного слоя внутри тонкой полимерной многослойной пленки может составлять от 1 до 20 мкм, предпочтительно от 4 до 20 мкм и наиболее предпочтительно от 4 до 15 мкм.

В целом, полимерная пленка(и) или полимерный слой(и) должны быть как можно более тонкими для обеспечения высоких скоростей переноса. При компоновке элемента энтальпийного обменника согласно настоящему изобретению ограничивающий слой для переноса водяного пара представляет собой трехмерный листовой компонент, расположенный рядом с одним полимерным ламинатом или между двух полимерных ламинатов. Для обеспечения механической прочности и надежности ламината(ов) с одной стороны и высоких скоростей переноса с другой стороны, выбирают компоновку с толщиной полимерной пленки (ламината) от 1 до 20 мкм, предпочтительно от 4 до 20 мкм и наиболее предпочтительно от 4 до 15 мкм. Таким образом, трехмерный листовой компонент является как можно более тонким и как можно более проницаемым. Листовой компонент предпочтительно представляет собой полотно с толщиной от 200 до 600 мкм, предпочтительно от 300 до 500 мкм. Листовой компонент предпочтительно представляет собой полотно с объемной долей волокна от 10 до 65% относительно объема полотна, предпочтительно от 20 до 50% относительно объема полотна.

Термопластичный полимер(ы) тонкой полимерной пленки предпочтительно не содержит никакого пластификатора. Вместо этого тонкая полимерная пленка может содержать биоцид (бактерицид и/или фунгицид). Такой биоцид будет препятствовать росту бактерий и грибов на полимере и, соответственно, обеспечивать более длинные периоды работы без очистки.

Как упомянуто выше применительно к термопластичному полимеру, стадия c) формования может представлять собой стадию гофрирования или стадию термоформования, предпочтительно стадию вакуумного формования. На стадии термоформования обеспечивают по меньшей мере первую секцию пресс-формы (например, нижний инструмент), содержащую первые гофрированные структуры, совместно ограничивающие предварительно заданный гофрированный рельеф элемента энтальпийного обменника, подлежащего изготовлению. Наряду по меньшей мере с первой секцией пресс-формы на стадии термоформования обеспечивают вторую секцию пресс-формы (например, верхний инструмент), содержащую вторые гофрированные структуры дополнительно к первым гофрированным структурам и/или формирующему вакууму, совместно ограничивающие предварительно заданный гофрированный рельеф элемента энтальпийного обменника, подлежащего изготовлению.

Перед фактической операцией формования ламинированного листового компонента при определенной предварительно заданной температуре формования первой секции пресс-формы или при определенных предварительно заданных температурах формования первой и второй секций пресс-формы, ламинированный листовой компонент предпочтительно заранее нагревают до температуры предварительного нагревания, которая на несколько градусов ниже температуры формования. При гофрировании температура предварительного нагревания может быть ниже.

Температуру формования предпочтительно обеспечивают с помощью нагреваемых изнутри первой и/или второй секций пресс-формы.

Температуру предварительного нагревания предпочтительно обеспечивают путем воздействия на еще не сформированный ламинированный лист электромагнитным излучением (например, при инфра-

красных или сверхвысоких частотах) и/или механическими волнами (например, при ультразвуковых частотах).

В настоящем изобретении также предложен элемент энтальпийного обменника, предпочтительно полученный с применением способа, описанного в предыдущих абзацах, в том числе листовой компонент и предварительно заданный гофрированный рельеф, при этом первую тонкую полимерную пленку ламинируют на первую сторону листового компонента и/или вторую тонкую полимерную пленку ламинируют на вторую сторону листового компонента, причем обе тонкие полимерные пленки имеют свойства водопаропроницаемости.

Первая тонкая полимерная пленка и вторая тонкая полимерная пленка могут быть идентичны друг другу. При ламинировании обеих сторон листового компонента получают элемент энтальпийного обменника с отличными гигиеническими свойствами. При ламинировании только одной стороны листового компонента термопластичный полимер листового материала предпочтительно подвергается гидрофобизации и/или содержит биоцид (бактерицид и/или фунгицид), при этом опять-таки, получают элемент энтальпийного обменника с отличными гигиеническими свойствами.

Первая тонкая полимерная пленка и вторая тонкая полимерная пленка могут отличаться друг от друга. Это обеспечивает дополнительную свободу для регулировки и оптимизации характеристик переноса тепла и влаги элемента энтальпийного обменника.

Наконец, в настоящем изобретении предложен энтальпийный обменник, содержащий по меньшей мере три листообразных или пластинчатых элемента энтальпийного обменника, описанных в любом из предыдущих абзацев, которые сложены стопкой и прикреплены друг к другу с помощью их соответствующих гофрированных рельефов в параллельной ориентации для образования параллельных проточных проходов, обеспечивающих протекание через них текучих сред. Отдельные элементы энтальпийного обменника можно прикрепить друг к другу и герметизировать путем сваривания, предпочтительно используя лазерное сваривание, и/или склеивания, предпочтительно с применением эпоксида.

Неограничивающий вариант реализации настоящего изобретения более подробно описан ниже со ссылкой на чертежи, на которых

фиг. 1 представляет собой схематическое изображение способа получения элементов энтальпийного обменника согласно настоящему изобретению;

фиг. 2 представляет собой схематическое изображение энтальпийного обменника согласно настоящему изобретению или его части, содержащей множество элементов энтальпийного обменника согласно настоящему изобретению;

фиг. 3 представляет собой полученную методом SEM (сканирующей электронной микроскопии) микрофотографию поперечного сечения части промежуточного продукта, полученного при реализации способа получения элемента энтальпийного обменника согласно настоящему изобретению;

фиг. 4 представляет собой SEM микрофотографию поперечного сечения части элемента энтальпийного обменника, полученного способом согласно настоящему изобретению;

фиг. 5 представляет собой SEM микрофотографию, аналогичную микрофотографии, приведенной на фиг. 3, на которой в большем масштабе показано поперечное сечение меньшей части промежуточного продукта, полученного при реализации способа получения элемента энтальпийного обменника согласно настоящему изобретению; и

фиг. 6 представляет собой SEM микрофотографию, аналогичную микрофотографии, приведенной на фиг. 4, на которой в меньшем масштабе показано поперечное сечение большей части элемента энтальпийного обменника, полученного способом согласно настоящему изобретению.

На фиг. 1 показано схематическое изображение способа получения элементов энтальпийного обменника согласно настоящему изобретению. Показаны поперечные сечения промежуточных продуктов, т.е. результаты каждой из стадий S1, S2 и S3.

На первой стадии S1 обеспечивают воздухопроницаемый листовой компонент 1, содержащий пустоты или отверстия 2.

На второй стадии S2 обе стороны 1a, 1b листового компонента 1 ламинируют тонкой полимерной пленкой 3, 4 со свойствами водопаропроницаемости.

На третьей стадии S3 ламинированный листовой компонент 1 подвергают формованию с приданием требуемой формы, имеющей трехмерный гофрированный рельеф 5.

Листовой компонент 2 представляет собой нетканое полотно, содержащее только термопластичные волокна или комбинацию термоотверждаемых волокон и термопластичных волокон. Полотно может содержать двухкомпонентные волокна вместе со стандартными термоотверждаемыми и/или термопластичными волокнами.

Тонкая полимерная пленка 3, 4 представляет собой многослойную пленку, которая может содержать последовательность (не показано) полимерных слоев, выполненных из разных типов полимеров.

Стадия S3 формования представляет собой стадию термоформования, предпочтительно стадию вакуумного формования.

На стадии S3 термоформования используют по меньшей мере первую секцию пресс-формы (например, нижний инструмент, не показано), содержащую первые гофрированные структуры, совместно

ограничивающие предварительно заданный гофрированный рельеф 5 элемента E, E' энтальпийного обменника, подлежащего изготовлению. Наряду по меньшей мере с первой секцией пресс-формы на стадии S3 термоформования используют вторую секцию пресс-формы (например, верхний инструмент, не показано), содержащую вторые гофрированные структуры дополнительно к первым гофрированным структурам и/или формирующему вакууму, совместно ограничивающие предварительно заданный гофрированный рельеф элемента E, E' энтальпийного обменника подлежащего изготовлению.

Полученный элемент E энтальпийного обменника, содержащий первую тонкую полимерную пленку 3 на первой стороне 1a листового компонента 1 и вторую тонкую полимерную пленку 4 на второй стороне 1b листового компонента 1, содержит гофрированную структуру 5 с чередующимися сдавленными частями 5a и сдавленными/вытянутыми частями 5b. Сдавленная часть 5a проходит в первом направлении (горизонтальном направлении на фиг. 1) и сдавленные/вытянутые части 5b проходят во втором направлении, отличном от первого направления. Угол α между первым направлением и вторым направлением в гофрированном рельефе 5 элемента E энтальпийного обменника предпочтительно составляет от 90 до 120°, предпочтительно от 95 до 105°, соответствующий пример показан на фиг. 1. Альтернативно, в отличие от примера, показанного на фиг. 1, угол α между первым направлением и вторым направлением в гофрированном рельефе 5 элемента E энтальпийного обменника составляет от 80 до 90°, предпочтительно от 85 до 90°.

На фиг. 2 показано схематическое изображение энтальпийного обменника E1-E2-E3 первого типа или энтальпийного обменника E1'-E2'-E3' второго типа согласно настоящему изобретению. Первый тип E1-E2-E3 содержит множество элементов E1, E2, E3 энтальпийного обменника, в которых первая тонкая полимерная пленка 3 и вторая тонкая полимерная пленка 4 (фиг. 1) представляют собой пленки одинакового типа. Второй тип E1'-E2'-E3' содержит множество элементов E1', E2', E3' энтальпийного обменника, в которых первая тонкая полимерная пленка 3 и вторая тонкая полимерная пленка 4 (фиг. 1) представляют собой пленки разных типов, включая случай, когда одна из двух пленок 3, 4 имеет нулевую толщину, т.е. элемент энтальпийного обменника содержит только одну тонкую полимерную пленку 3 или 4 на одной стороне 1a или 1b листового компонента 1.

На фиг. 2 не показаны наружные стенки кожуха/упаковки энтальпийного обменника E1-E2-E3 или E1'-E2'-E3'. Воздухозаборные/воздуховыпускные части (не показано) энтальпийного обменника E1-E2-E3 или E1'-E2'-E3' обеспечены рельефами для воздухораспределения таким образом, что воздушные потоки в соседних вентиляционных каналах в энтальпийном обменнике E1-E2-E3 или E1'-E2'-E3' проходят в противоположных направлениях, как показано с помощью символа O, указывающего на воздушный поток, движущийся в направлении к наблюдателю, и символа X, указывающего на воздушный поток, движущийся в направлении от наблюдателя.

На фиг. 3 показана полученная методом SEM (сканирующей электронной микроскопии) микрофотография поперечного сечения воздухопроницаемого листового компонента 1, верхняя сторона 1a которого ламинирована первой тонкой полимерной пленкой 3 и нижняя сторона 1b которого ламинирована второй тонкой полимерной пленкой 4 в результате выполнения стадии b) способа согласно настоящему изобретению.

Стадия b) ламинирования может включать связывание, предпочтительно термическое связывание, и/или склеивание тонких полимерных пленок 3, 4 с листовым компонентом 1. Для образования связи между полимерной пленкой 3 и 4 и листовым компонентом 1 можно использовать термопластичный клей (термоплавкий клей).

Листовой компонент 1 представляет собой нетканое полотно, содержащее множество волокон 6. Волокна 6 могут представлять собой только термопластичные волокна или комбинацию с одной стороны термоотверждаемых волокон и/или минеральных волокон и с другой стороны термопластичных волокон. Наиболее предпочтительно, если полотно включает многокомпонентные или двухкомпонентные волокна вместе со стандартными термоотверждаемыми и/или термопластичными волокнами. Как лучше всего можно увидеть из сравнения фиг. 3 с фиг. 4, волокна 6 листового компонента 1 в виде нетканого полотна, показанного на фиг. 3, менее плотно упакованы, чем волокна 6 листового компонента 1 в виде нетканого полотна элемента энтальпийного обменника, показанного на фиг. 4.

На фиг. 4 показана SEM микрофотография поперечного сечения части элемента E энтальпийного обменника, полученного путем формования ламинированного листового компонента 1, показанного на фиг. 3, с приданием требуемой формы, имеющей трехмерный гофрированный рельеф, в результате выполнения стадии c) способа согласно настоящему изобретению.

Стадия c) формования может представлять собой стадию гофрирования или стадию термоформования, предпочтительно стадию вакуумного формования. На стадии термоформования обеспечивают и используют по меньшей мере первую секцию пресс-формы (например, нижний инструмент, не показано), содержащую первые гофрированные структуры, ограничивающие или совместно ограничивающие предварительно заданный гофрированный рельеф элемента E, E' энтальпийного обменника, подлежащего изготовлению. Наряду с по меньшей мере первой секцией пресс-формы на стадии термоформования можно обеспечить вторую секцию пресс-формы (например, верхний инструмент, не показано), содержа-

щую вторые гофрированные структуры дополнительно к первым гофрированным структурам и/или формирующему вакууму, совместно ограничивающие предварительно заданный гофрированный рельеф элемента E, E' энтальпийного обменника подлежащего изготовлению.

Первая секция пресс-формы (например, нижний инструмент) может содержать сопла или сквозные отверстия, пневматически подсоединенные к источнику вакуума, обеспечивающему вакуум для стадии вакуумного формования.

Наряду с первой секцией пресс-формы и/или второй секцией пресс-формы, применяемой на стадии с) формования, для поддержания действия вакуума на стадии вакуумного формования можно предпочтительно использовать сопла, соединенные с источником сжатого воздуха. Такие сопла можно обеспечить вблизи, предпочтительно рядом, первой секции пресс-формы и/или второй секции пресс-формы. Источник сжатого воздуха предпочтительно содержит устройство для нагревания воздуха для нагревания сжатого воздуха.

Комбинированное применение первого инструмента и вакуумного источника на стадии с) термоформования можно дополнить вторым инструментом и/или источником сжатого воздуха, предпочтительно, с устройством для нагревания воздуха. В результате, применяя по меньшей мере некоторые из указанных дополнительных компонентов, листовой компонент 1, ламинированный первой тонкой полимерной пленкой 3 и необязательно второй тонкой полимерной пленкой 4, можно с большей силой прижать к первым гофрированным структурам первой секции пресс-формы, получая, таким образом, элемент E энтальпийного обменника с лучшим слепком первых гофрированных структур первой секции пресс-формы, ограничивающих или совместно ограничивающих предварительно заданный гофрированный рельеф элемента E энтальпийного обменника, подлежащего изготовлению.

Волокна 6 листового компонента 1 элемента E энтальпийного обменника гораздо более плотно упакованы, чем волокна листового компонента 1, показанного на фиг. 3. Во время стадии с) гофрирования или термоформования листовой компонент 1 в форме полотна, содержащий первую тонкую полимерную пленку 3 и вторую тонкую полимерную пленку 4, сжимают и нагревают. Во время стадии с) гофрирования или термоформования по меньшей мере термопластичные волокна или многокомпонентные или двухкомпонентные волокна из множества волокон 6 размягчаются или частично расплавляются. В результате, после охлаждения и затвердевания термопластичных волокон или многокомпонентных или двухкомпонентных волокон из множества волокон 6, листовой компонент 1 в форме полотна, содержащий первую тонкую полимерную пленку 3 и вторую тонкую полимерную пленку 4, превращается в элемент E энтальпийного обменника согласно настоящему изобретению с более компактной структурой волокон в листовом компоненте 1 в форме полотна и с трехмерным гофрированным рельефом.

На фиг. 5 показана SEM микрофотография, аналогичная микрофотографии, приведенной на фиг. 3, на которой в большем масштабе показано поперечное сечение меньшей части воздухопроницаемого листового компонента 1 в форме полотна, верхняя сторона 1a которого ламинирована первой тонкой полимерной пленкой 3 и нижняя сторона 1b которого ламинирована второй тонкой полимерной пленкой 4 в результате выполнения стадии b) способа согласно настоящему изобретению.

На фиг. 6 показана SEM микрофотография, аналогичная микрофотографии, приведенной на фиг. 4, на которой в меньшем масштабе показано поперечное сечение большей части элемента E энтальпийного обменника, полученного способом согласно настоящему изобретению.

Позиционные обозначения:

1 - листовой компонент в форме полотна;

1a - первая поверхность;

1b - вторая поверхность;

2 - пустоты или отверстия;

3 - первая тонкая полимерная пленка;

4 - вторая тонкая полимерная пленка;

5 - гофр;

5a - сдавленная часть;

5b - сдавленная и/или вытянутая часть;

S1 - стадия обеспечения;

S2 - стадия ламинирования;

S3 - стадия формования (совместного формования);

O - направление воздушного потока по направлению к наблюдателю;

X - направление воздушного потока по направлению от наблюдателя;

6 - волокно;

α - угол (в гофрированном рельефе).

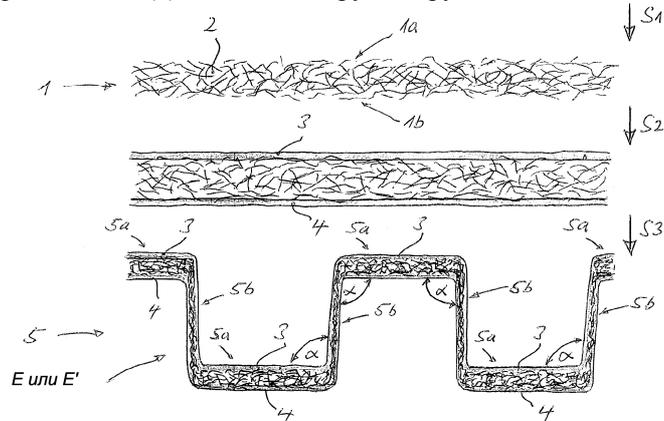
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения энтальпийного обменника, включающий стадии:
 - a) обеспечения воздухопроницаемого листового компонента (1);
 - b) ламинирования по меньшей мере одной стороны (1a, 1b) листового компонента (1) тонкой полимерной пленкой (3, 4) со свойствами водопаропроницаемости, где тонкая полимерная пленка представляет собой монолитную мембрану;
 - c) формование ламинированного листового компонента (1) с приданием требуемой формы, имеющей трехмерный гофрированный рельеф (5, 5, ...);
 - d) повторение предыдущих стадий для получения по меньшей мере трех ламинированных листовых компонентов, имеющих трехмерный гофрированный рельеф,где по меньшей мере три ламинированных листовых компонента, имеющих трехмерный гофрированный рельеф, сложены стопкой и прикреплены друг к другу, при этом каждый из их соответствующих гофрированных рельефов в параллельной ориентации образует параллельные проточные проходы для текущих сред,
где стадия c) формования представляет собой стадию термоформования, где на стадии c) термоформования обеспечивают и используют по меньшей мере первую секцию пресс-формы, содержащую первые гофрированные структуры, ограничивающие или совместно ограничивающие заданный гофрированный рельеф ламинированного листового компонента энтальпийного обменника, подлежащего изготовлению.
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что листовым материалом листового компонента (1) содержит полимер.
3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что листовым компонентом (1) представляет собой полотно, предпочтительно нетканое полотно.
4. Способ по п.3, отличающийся тем, что определенная доля, предпочтительно по меньшей мере 50% по массе, волокон (6) полотна представляет собой многокомпонентные, предпочтительно двухкомпонентные волокна.
5. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что стадия b) ламинирования включает, по меньшей мере, стадию, выбранную из связывания, предпочтительно термического связывания, сваривания и склеивания тонкой полимерной пленки (3, 4) с листовым компонентом (1).
6. Способ по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что по меньшей мере одна тонкая полимерная пленка (3, 4) по меньшей мере на одной стороне (1a, 1b) листового компонента (1) представляет собой воздухонепроницаемую полимерную пленку.
7. Способ по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что тонкая полимерная пленка (3, 4) представляет собой многослойную пленку, содержащую последовательность полимерных слоев, выполненных из разных типов полимеров.
8. Способ по п.7, отличающийся тем, что тип полимера каждого полимерного слоя выбран из группы, состоящей из полиэфир-эфирного сополимера, полиэфирамида и полиэфироуретана.
9. Способ по п.7 или 8, отличающийся тем, что общая толщина тонкой полимерной многослойной пленки составляет от 5 до 200 мкм, более предпочтительно от 10 до 150 мкм.
10. Способ по любому из пп.7-9, отличающийся тем, что толщина каждого отдельного полимерного слоя внутри тонкой полимерной многослойной пленки составляет от 1 до 20 мкм, предпочтительно от 4 до 20 мкм и более предпочтительно от 4 до 15 мкм.
11. Способ по любому из пп.1-10, отличающийся тем, что стадия термоформования представляет собой стадию вакуумного формования.
12. Способ по любому из пп.1-11, отличающийся тем, что на стадии c) термоформования обеспечивают и используют вторую секцию пресс-формы, содержащую помимо первых гофрированных структур вторые гофрированные структуры, совместно ограничивающие предварительно заданный гофрированный рельеф ламинированного листового компонента энтальпийного обменника, подлежащего изготовлению.
13. Способ по любому из пп.10-12, отличающийся тем, что на стадии c) термоформования обеспечивают и используют сопла, соединенные с источником сжатого воздуха.
14. Способ по п.13, отличающийся тем, что указанные сопла размещают вблизи первой секции пресс-формы и/или второй секции пресс-формы.
15. Энтальпийный обменник, полученный способом по п.1, содержащий по меньшей мере три листообразных или пластинчатых элемента (E1, E2, E3; E1', E2', E3') энтальпийного обменника и заданный термоформованный трехмерный гофрированный рельеф (5, 5, ...), при этом первая тонкая полимерная пленка (3) ламинирована на первую сторону (1a) листового компонента (1) и/или вторая тонкая полимерная пленка (4) ламинирована на вторую сторону (1b) листового компонента (1), при этом обе тонкие полимерные пленки (3, 4) имеют свойства водопаропроницаемости и представляют собой монолитные мембраны, где по меньшей мере три ламинированных листовых компонента, имеющих трехмерный гофрированный рельеф, сложены стопкой и прикреплены друг к другу, при этом каждый из их соответ-

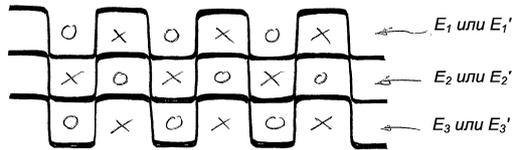
вующих гофрированных рельефов в параллельной ориентации образует параллельные проточные проходы для текучих сред.

16. Энтальпийный обменник по п.15, отличающийся тем, что первая тонкая полимерная пленка (3) и вторая тонкая полимерная пленка (4) идентичны друг другу.

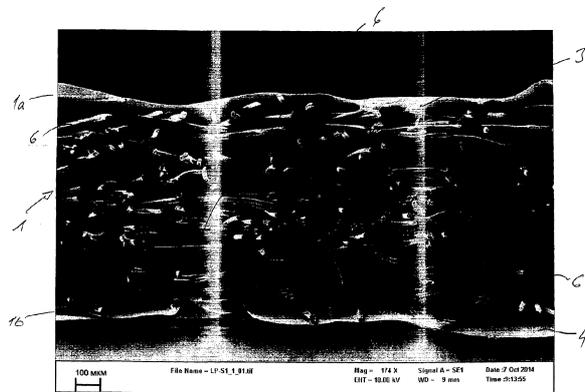
17. Энтальпийный обменник по п.15, отличающийся тем, что первая тонкая полимерная пленка (3) и вторая тонкая полимерная пленка (4) отличаются друг от друга.



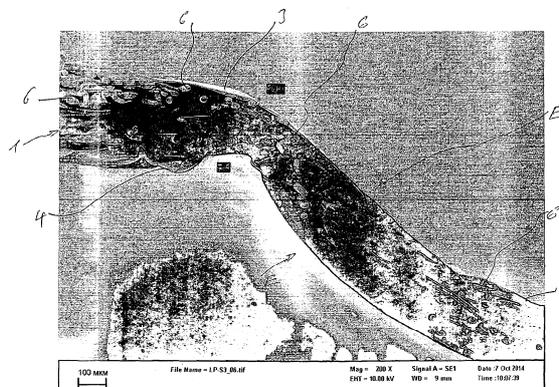
Фиг. 1



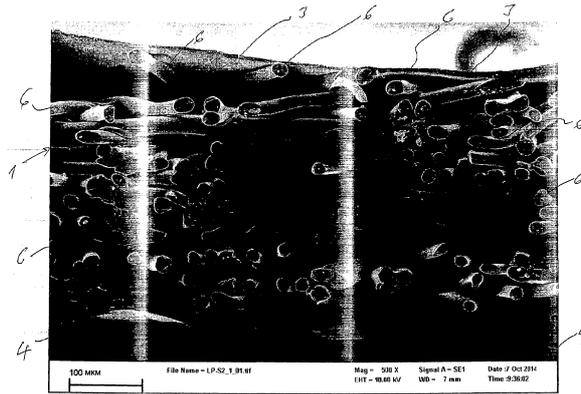
Фиг. 2



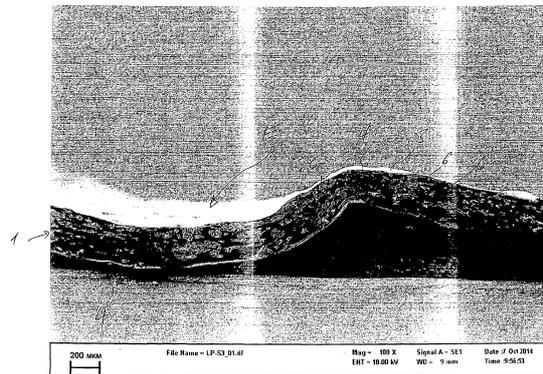
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6