

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **201991259** (13) **A1**

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

(43) Дата публикации заявки
2019.12.30

(22) Дата подачи заявки
2017.11.22

(51) Int. Cl. **B32B 5/02** (2006.01)
B32B 5/16 (2006.01)
B32B 5/24 (2006.01)
B32B 5/30 (2006.01)
B32B 7/04 (2006.01)
B32B 7/08 (2006.01)
B32B 13/14 (2006.01)
B32B 25/04 (2006.01)
B32B 27/12 (2006.01)
B32B 27/14 (2006.01)
B32B 27/30 (2006.01)
B32B 27/32 (2006.01)
B32B 27/40 (2006.01)
B32B 3/08 (2006.01)
B32B 3/28 (2006.01)

(54) **ГИБКИЙ КОМПОЗИТ**

(31) **1619738.6**

(32) **2016.11.22**

(33) **GB**

(86) **PCT/GB2017/053515**

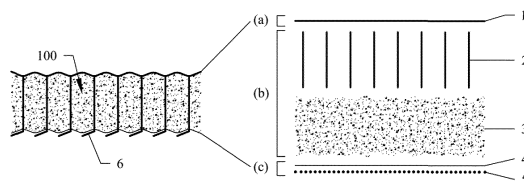
(87) **WO 2018/096333 2018.05.31**

(71) Заявитель:
**КОНКРИТ КЭНВЭС ТЕКНОЛОДЖИ
ЛТД. (GB)**

(72) Изобретатель:
**Брюин Питер Эрик, Кокс Дэниэл,
Саваж Марк (GB), Кольман Рэндольф
С. (US), Роуз Грэм (GB)**

(74) Представитель:
Фелицына С.Б. (RU)

(57) Настоящее изобретение относится к гибкому композиту, который способен схватываться с образованием твердого или полутвердого тела, при этом композит содержит первый слой; второй слой, противолежащий первому слою и отделенный от первого слоя пространством; материал наполнителя, расположенный в пространстве между первым и вторым слоями, который способен схватываться с образованием твердого или полутвердого тела после добавления жидкости, газа или излучения; множество элементов, простирающихся, по существу, в пространство от первого слоя и/или второго слоя, которые могут проходить через противолежащий слой или соединяться с другими элементами, присутствующими в пространстве от противолежащего слоя, с образованием, тем самым, сшивающих элементов для соединения слоев друг с другом; и где несхватившийся материал наполнителя обеспечен в пространстве под воздействием такого давления, что к одному или нескольким сшивающим элементам приложено натяжение и что первый и/или второй слой выпячиваются наружу по отношению к продольной длине упомянутых одного или нескольких сшивающих элементов, находящихся под натяжением.



A1

201991259

201991259

A1

ГИБКИЙ КОМПОЗИТ

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к гибкому композиту, который может схватываться с превращением в твердое или полутвердое тело после добавления жидкости или в результате воздействия газа или излучения.

Уровень техники

В публикации WO 2005/124063 описывается укрытие, которое содержит подстилку и покров; пространство между подстилкой и покровом может быть раздуто в результате закачивания насосом воздуха в данное пространство для подъема покрова и формирования укрытия. Покров изготовлен из ткани, которая была импрегнирована цементом; ткань может относиться к типу войлока, известного под наименованием «ватин», который представляет собой рыхлый нетканый материал. Непосредственно перед раздуванием внутреннего пространства покров смачивают водой таким образом, чтобы после раздувания цемент в покрове схватывался бы и формировал жесткую оболочку, которая выполняет функцию самонесущей крыши для укрытия, которое является в особенности хорошо подходящим для использования при получении временного размещения в зонах чрезвычайного положения.

В публикации WO 2007/144559 раскрывается ткань, содержащая пару противоположащих лицевых поверхностей и нити (также называемые сшивающими волокнами), простирающиеся между лицевыми поверхностями, которые удерживают лицевые поверхности в разнесенной друг от друга компоновке, и твердый порошкообразный материал, расположенный в пространстве между лицевыми поверхностями. Порошкообразный материал способен схватываться с образованием массы твердого или полутвердого тела после добавления жидкости и может включать цемент, который будет схватываться с образованием твердых цемента или бетона после добавления жидкости на водной основе. Количество схватываемого материала в пространстве в ткани является таким, чтобы, в частности, при схватывании материала он занимал бы по существу все пространство между первой и второй лицевыми поверхностями. Ткань (в отсутствие порошкообразного материала) может представлять собой объемное полотно, которое является известным и доступным на коммерческих условиях. Толщину объемного полотна определяют во время изготовления в результате выбора надлежащей длины для сшивающих волокон.

В публикации US-4495235 раскрывается плоское тело, содержащее сердцевинный наполнитель, изготовленный из гипса или цемента, и заполнители, расположенные между

слоем покрова и слоем подложки. Слои и сердцевины совместно простеганы иглами через несхватившийся наполнитель, формируя, тем самым, сшивающие волокна в сердцевине. Сшивающие волокна удерживают слои друг с другом в деформируемом состоянии. После введения в плоское тело материала наполнителя наполнитель уплотняют при использовании валиков после иглопробивания, спрессовывания сшивающих волокон и увеличения плотности упаковывания наполнителя.

В публикации WO2010/086618 раскрывается холст, который был импрегнирован материалом, который будет схватываться при смешивании с жидкостью. Холст из публикации WO2010/086618 предотвращает просыпание материала наполнителя с кромок холста в результате обеспечения наличия кромочного участка, который простирается в боковом направлении от одной из лицевых поверхностей холста, и при использовании эластичных нитей, которые притягивает простирающийся участок к другой лицевой поверхности, по меньшей мере частично смыкая, тем самым, пространство на кромке холста и предотвращая просыпание материала наполнителя из холста.

Холст из публикации WO 2010/086618 также обеспечивает усовершенствование в сопоставлении с более ранними холстами в том смысле, что он предлагает разрешение проблемы, заключающейся в трудности контролирования количества жидкости, которое добавляют во время осуществления процедуры схватывания. Холст из публикации WO2010/086618 облегчил контролирование количества жидкости, которое добавляют во время осуществления процедуры схватывания, в результате введения в холст предварительно определенного количества наполнителя таким образом, чтобы сделать возможным схватывание реагента в наполнителе только при использовании предварительно определенного количества жидкости, введенной в холст.

Гибкие холсты, обсуждавшиеся выше, обнаруживают для себя множество областей применения и преимуществ. Например, гибкий композит может быть расположен для формирования определенной конструкции, а после этого отвержден для обеспечения защитного жесткого броневых барьера. Подобным образом, может быть развернут текстиль для формирования, например, временного дорожного полотна, временной стены, барьера для защиты от эрозии, конструкция для вмещения отходов, временной или проницаемой опалубки, конструкционного вкладыша для трубопровода, траншеи и водовыпусков, укрепления откосов и стабилизационного слоя и в многочисленных других областях применения. В зависимости, например, от размера области применения и локального окружения может быть использовано совместно множество листов такого текстиля.

Одна проблема, связанная с существующими наполненными гибкими холстами,

заключается в невозможности введения в холст порошкообразного наполнителя под воздействием любого значительного давления, и, таким образом, плотность упаковывания порошка является ограниченной.

Существует несколько методик, которые могут быть использованы для изготовления гибких холстов. Скрепление первого слоя со вторым слоем может быть эффективно осуществлено при использовании иглопробивных или вязально-прошивных методик, которые включают перенесение волокна или нитки через один из слоев в материал наполнителя и полностью или частично до противоположного слоя, скрепляя, тем самым, упомянутые слои друг с другом. Иглопробивные и вязально-прошивные методики хорошо известны во всех отраслях промышленности, таких как текстильная промышленность, и могут быть использованы для эффективного производства больших объемов гибких холстов. Существует несколько недостатков использования иглопробивных и вязально-прошивных методик для изготовления гибких наполненных холстов. Холсты, которые изготовлены в результате иглопробивания или прошивного вязания через материал наполнителя, не могут достичь высокой плотности в материале наполнителя, поскольку иглы, переносящие волокно или нитку, имеют объем, который при прохождении иглы через материал наполнителя смещает порошок и, таким образом, в результате приводит к получению плотности материала наполнителя, являющейся меньшей, чем его максимальная плотность упаковывания, после осуществления иглопробивного или вязально-прошивного технологического процесса. В целях преодоления данного ограничения у наполненных и иглопробивных или вязально-прошивных холстов зачастую дополнительно увеличивают плотность после введения материала наполнителя и иглопробивания или прошивания в результате сжатия наполненного холста между валиками в целях повторного уплотнения материала наполнителя. Сжатию наполненного холста для повторного уплотнения свойственен недостаток, заключающийся в том, что это в результате приводит к смятию сшивающих волокон, и, таким образом, к ним не может быть приложена нагрузка в режиме натяжения, и внешние поверхности становятся уплощенными и, таким образом, не могут выдерживать воздействие внутреннего давления, то есть, смятые сшивающие волокна подвержены возвращению к своему состоянию, предшествующему сжатию, при приложении внутреннего давления к холсту, представляющему собой результат манипулирования с несхватившимся холстом, что, таким образом, вызывает падение плотности материала наполнителя ниже его оптимальной плотности упаковывания. По вышеупомянутым причинам смятие сшивающих волокон в результате сжатия наполненного холста означает то, что при манипулировании с несхватившимся гибким

холстом увеличенная плотность наполнителя, созданная при использовании валиков, утратится. Поэтому наполненные гибкие холсты, изготовленные данным образом, характеризуются неудовлетворительным сохранением высокой и постоянной плотности несхватившегося порошкообразного наполнителя при манипулировании в ходе обращения с ними, их транспортирования и использования, поскольку сшивающие волокна могут легко выпрямиться, что делает возможным перемещение порошкообразного наполнителя внутри материала.

Альтернативный способ производства наполненных гибких холстов заключается во введении порошка через поры во внешней лицевой поверхности предварительно сформированной трехмерной конструкции при использовании вибрации или обработки щеткой, а после этого запечатывании пор. Один недостаток данного типа наполненных гибких холстов заключается в том, что они требуют наличия у предварительно сформированной трехмерной конструкции достаточной жесткости в направлении z (направлении толщины) таким образом, чтобы не допустить схлопывания во время технологического процесса введения наполнителя. Такие жесткие трехмерные конструкции являются дорогостоящими и могут или потребовать использования более толстых волокон и/или потребовать использования большего количества сшивающих волокон между внешними двумя слоями в целях придания сшивающим волокнам способности выдерживать воздействие достаточных нагрузок в режиме сжатия для сохранения внутреннего объема материала во время введения материала наполнителя и при использовании. Поскольку их внешние поверхности также являются плоскими, жесткие сшивающие волокна должны располагаться близко друг от друга для сохранения данной формы при манипулировании с несхватившимся материалом во время использования. Следовательно, для обеспечения возможности введения порошка при достаточной плотности требуется очень большое количество жестких сшивающих волокон при расчете на единичный объем, что делает холсты, изготовленные данным образом, дорогостоящими и трудными в изготовлении. Кроме того, может оказаться затруднительным запечатывание лицевой поверхности, через которую вводили порошкообразный наполнитель, поскольку порошкообразный наполнитель может действовать как противoadгезионное средство, делающее затруднительным скрепление или формирование запечатывающей поверхности для закрытия открытых пор.

В публикации US-5401552 раскрывается материал геокомпозитного вкладыша, имеющий первый и второй волокнистые слои и неволокнистый слой бентонитовой глины между упомянутыми первым и вторым слоями. Вкладыш из публикации US-5401552 получают в результате расположения бентонитовой глины между первым и вторыми

слоями и в результате иглопробивания второго слоя таким образом, чтобы волокна из второго слоя протягивались бы от второго слоя в бентонитовую глину и через первый слой. Волокна из второго слоя протягиваются из первого слоя и термосплавляются с внешней стороной первого слоя таким образом, чтобы удерживать первый слой, слой бентонитовой глины и второй слой вместе. В публикациях DE-4122993 и US-5346566 раскрываются подобные материалы и способы изготовления, но в данном случае волокна, протягивающиеся из первого слоя, фиксируются на внешней стороне первого слоя при использовании клея.

Одна проблема, связанная с существующими технологическими процессами изготовления геокомпозитных материалов, содержащих набухаемые глины, такие как бентонитовая, заключается в технологическом процессе иглопробивания происходит изнашивание игл, проходящих через глину, что в результате приводит к частой замене изношенных или изогнутых игл и ограничивает плотность сухой глины до набухания.

Настоящее изобретение имеет своей целью предложить альтернативу гибкому холсту. Настоящее изобретение также имеет своей целью предложить решение проблем, идентифицированных выше.

Термины «гибкий композит» или «композит» будут использоваться в настоящем описании изобретения для обозначения объемного материала, имеющего внутреннее пространство, содержащее схватываемый материал наполнителя. Термин «объемный материал» относится к материалу, имеющему первый слой и второй слой, отделенные друг от друга внутренним пространством, а также имеющему сшивающие элементы, простирающиеся между первым и вторым слоями, которые поддерживают первый и второй слои в разнесенной друг от друга компоновке. Схватываемый материал наполнителя также будет обозначаться термином «наполнитель»; наполнитель может включать как материал, который вступает в реакцию с жидкостью или излучением, что стимулирует схватывание наполнителя, который будет обозначаться термином «реагент», так и материалы, которые не вступают в реакцию с жидкостью или излучением, например, вспомогательные вещества и инертные материалы, такие как наполняющие материалы. Термин «первый слой» будет обозначать часть композита между внешней лицевой поверхностью верхней стороны и внутренним пространством. Данный первый слой может быть проницаемым для жидкости и/или излучения и обычно будет представлять собой наиболее верхнюю часть продукта при его монтаже. Термин «элемент» будет использоваться для обозначения дискретного материального компонента, который может быть объединен с другими элементами для формирования слоев продукта. Первый слой может состоять из более чем одного индивидуальных элементов, скрепленных друг с

другом. Термин «второй слой» будет обозначать часть композита между внутренним пространством и внешней лицевой поверхностью нижней стороны. Данный второй слой обычно будет представлять собой сторону, которая не будет подвергаться атмосферному воздействию после его монтирования. Второй слой также может состоять из множества индивидуальных элементов, скрепленных друг с другом. Термин «серединная плоскость» обозначает плоскость, которая будет располагаться на равных расстояниях от поверхностей первого и второго слоев в случае их идеализированного представления в виде плоскостей.

Раскрытие изобретения

В соответствии с этим, настоящее изобретение предлагает гибкий композит, который способен схватываться с образованием твердого или полутвердого тела, при этом композит содержит: первый слой; второй слой, противолежащий первому слою и отделенный от первого слоя пространством; материал наполнителя, расположенный в пространстве между первым и вторым слоями, который способен схватываться с образованием твердого или полутвердого тела после добавления жидкости, газа или излучения; множество элементов, простирающихся по существу в пространство от первого слоя и/или второго слоя и соединяющихся с ними, которые могут проходить через первый слой и/или второй слой и могут соединяться друг с другом, с образованием, тем самым, сшивающих элементов для соединения слоев друг с другом; и где в пространстве обеспечен несхватившийся материал наполнителя при таком давлении, что к одному или нескольким сшивающим элементам приложено натяжение, и что первый и/или второй слой выпячиваются наружу между соседними сшивающими элементами, которые находятся под натяжением.

Давление, создаваемое порошкообразным наполнителем в комбинации с натяжением в одном или нескольких сшивающих элементах, стимулирует выпячивание первого и/или второго слоев наружу (по отношению к серединной плоскости между первым и вторым слоями) в промежутке между упомянутыми одним или несколькими сшивающими элементами, находящимися под натяжением, и формирует одну или несколько точек локальной минимальной толщины в композите между первым и/или вторым слоями в том местоположении, где один или несколько сшивающих элементов соединяются с первым и/или вторым слоями.

Первый и/или второй слои могут содержать множество пор, которые являются достаточно маленькими для того, чтобы удерживать материал наполнителя, но делают возможным прохождение жидкости или газа.

Схватываемый материал наполнителя, расположенный в пространстве, был

загружен в пространство под воздействием положительного перепада давления таким образом, чтобы уплотнить материал наполнителя и максимизировать внутренний объем конструкции, занятый наполнителем для заданного перепада давления при загрузке, и механических свойств первого и второго слоев. К соединенным сшивающим элементам приложена нагрузка натяжения в результате воздействия давления, создаваемого материалом наполнителя, на первый и второй слои, которые предпочтительно могут формировать последовательность (множество) из трехмерных искривленных натяжных микроконструкций (выпячиваний) в масштабе длины в диапазоне от 0,1 до 50 мм (например, 2-30 мм) при наличии минимумов в точках, в которых соединенные сшивающие элементы соединяются с первым и вторым слоями. Это можно наблюдать при нахождении материала в несхватившемся состоянии и при его выкладывании без приложения внешних нагрузок на плоской поверхности. В плоском состоянии к дискретным сшивающим элементам приложена нагрузка натяжения, и присутствие уплотненного материала наполнителя вызывает выпячивание первого и второго слоев наружу между сшивающими элементами при приложении к данным поверхностям нагрузки натяжения между точками прикрепления сшивающих элементов.

Положительный перепад давления, под воздействием которого наполнитель загружен в пространство, может быть гидростатическим в псевдооживленном порошке (псевдооживленном в результате аэрирования и/или вибрации), а также индуцированным механически или при использовании газообразного или жидкостного носителя, подаваемого под воздействием давления, который после этого может высвободиться через первый и/или второй слой. Объем пространства между двумя слоями композита ограничен сшивающими элементами, устанавливающими пределы того, насколько далеко слои могут разойтись друг от друга. Наполнение под воздействием давления в результате приводит к уплотнению порошкообразного наполнителя между слоями, данное уплотнение по существу сохраняется, поскольку сшивающие элементы и первый и второй слои находятся под натяжением, что обеспечивает сохранение внутреннего объема. По существу сохранение уровня уплотнения имеет большое значение для сведения к минимуму перемещения (и получающейся в результате потери плотности) материала наполнителя во время транспортирования и монтирования несхватившегося материала и для обеспечения правильного соотношения между жидкостью и схватываемым порошком во время схватывания материала наполнителя.

Первый слой гибкого композита может включать нетканый материал. Нетканый материал может содержать волокна, которые скреплены при использовании: иглопробивания, клеев, нагревания и давления, гидросцепления, прошивного вязания или

ультразвуковой сварки. Предпочтительно нетканый материал содержит волокна, которые скреплены при использовании иглопробивания.

Снабжение первого слоя нетканым материалом делает возможным удерживание гибким композитом материала наполнителя в пространстве при одновременном допущении прохождения жидкостей, таких как вода, в композит, что, тем самым, делает возможными просачивание или всасывание жидкости в результате ее капиллярного впитывания сшивающими элементами или наполнителем в пространство, содержащее материал наполнителя, и стимулирование его схватывания. Они также удерживают материал наполнителя в композите при одновременном обеспечении возможности выпускать из композита газообразный или жидкостный носитель, подаваемый под давлением, используемый для введения материала наполнителя во время изготовления.

Волокнами нетканого материала могут быть один или несколько представителей, выбранных из волокон сложного полиэфира, полиэтилентерефталатных волокон, волокон поливинилового спирта, нейлоновых волокон, силнейлоновых волокон, виниловых волокон, базальтовых волокон, углеродных волокон, волокон щелочестойкого фибергласа, стеклянных волокон, стеклянных волокон с нанесенными покрытиями, поливинилхлоридных волокон, арамидных волокон, джутовых волокон, хлопковых волокон, вискозных волокон и их смесей. В дополнение к этому, волокна могут содержать термоактивируемое связующее или другие формы связующих, которые в основе своего действия имеют химическое активирование, активирование излучением или окислительное активирование.

Волокна нетканого материала могут характеризоваться средней линейной плотностью в диапазоне 0,1-100 децтекс (согласно измерению в г/м), предпочтительно 0,2-100 децтекс, более предпочтительно 0,5-100 децтекс, еще более предпочтительно 1-100 децтекс, предпочтительно 2-50 децтекс или 3-30 децтекс или могут представлять собой смесь из волокон различных масс. Волокна нетканого материала могут характеризоваться штапельной длиной в диапазоне 10-200 мм, предпочтительно 30-150 мм или 40-100 мм, например, волокна нетканого материала могут характеризоваться штапельной длиной 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190 или 200 мм.

Первый слой может быть проницаемым для газов и/или жидкостей, но может быть по существу непроницаемым для материала наполнителя. Данным образом газы и/или жидкости могут проникать и проходить через первый слой и в пространство при одновременном обеспечении невыпадения материала наполнителя из пространства и непокидания пространства материалом наполнителя. Обеспечение наличия такого

проницаемого первого слоя также делает возможным высвобождение избыточных газов и/или жидкостей из пространства. Предпочтительно первый слой может быть достаточно проницаемым для газа, что делает возможным высвобождение сжатого газа, который переносит схватываемый порошок в пространство, но предотвращает высвобождение схватываемого порошка, делая, тем самым, возможным захватывание схватываемого порошка в материале при плотности, которая является большей, чем соответствующая характеристика во время транспортирования в пространство. Предпочтительно первый слой характеризуется высокой проницаемостью для газа, поскольку объем транспортирующего газа может быть намного большим, чем объем схватываемого порошка сразу после расширения газа до атмосферного давления. Могут быть использованы более высокие давления транспортирующего газа для увеличения скорости транспортирования материала и, таким образом, заполнения им, для увеличения плотности схватываемого порошкообразного наполнителя, захваченного между слоями, и для увеличения натяжения и растяжения, воздействующих на сшивающие элементы. Сшивающие элементы, характеризующиеся увеличенным пределом прочности при растяжении (прочность при растяжении) в результате наличия либо более прочных волокон, либо улучшенного прикрепления к другим слоям, либо большего количества элементов при расчете на один квадратный сантиметр, делают возможным наполнение материалом под воздействием более высоких давлений. Обеспечение сшивающих элементов с более высоким пределом прочности при растяжении выгодным образом делает возможным проведение заполнения материалом наполнителя внутри пространства до более высокой плотности, что, тем самым, улучшает свойства схватившегося композитного материала. Более высокий предел прочности при растяжении, таким образом, обеспечивает уменьшенную пористость схватившегося композита, а также предотвращает перемещение несхватившегося порошкообразного наполнителя во время транспортирования и при использовании материала до схватывания.

Материалы первого слоя могут иметь по существу ту же самую окраску, что и материал наполнителя тогда, когда он схватился. Обеспечение первого слоя, который имеет окраску, подобную окраске схватившегося материала наполнителя, находящегося непосредственно ниже него, способствует предотвращению образования пятен от какого-либо материала наполнителя, который просачивается в первый слой, и каких-либо образования пятен или видимого загрязнения, представляющих собой результат истирания или повреждения первого слоя во время использования. В альтернативном варианте, первый слой и/или материал наполнителя могут быть окрашены для сливания окраски с фоном окружения или для выделения ее на фоне окружения или могут иметь

свою естественную окраску во избежание выцветания с течением времени и для сведения к минимуму издержек.

Гибкий композит может содержать изнашиваемый элемент или одно или несколько покрытий на наиболее внешней стороне первого слоя, обращенной в сторону от материала наполнителя, для улучшения своих характеристик изнашивания в абразивной окружающей среде.

Изнашиваемый элемент (или покрытие) может быть дополнительным элементом, включенным в материал самого первого слоя, или может быть нанесен в качестве покрытия на первый слой. Если первый слой содержит нетканый материал, нанесение изнашиваемого элемента или покрытия может выполнять функцию скрепления волокон нетканого материала друг с другом. Изнашиваемый элемент или покрытие не должны предотвращать наличие у первого слоя проницаемости для агента, обеспечивающего схватывание наполнителя, и как таковые могут быть, например, перфорированными или иметь решеткообразную форму. Обеспечение такого изнашиваемого покрытия улучшает износостойкость и долговечность композита в абразивных окружающих средах (например, в случае использования композита в качестве временной поверхности дорожного полотна, в качестве армирующей обкладки для стенки шахтного ствола или в качестве облицовки траншей), а также предотвращает отделение волокон (например, небiorазлагаемых искусственных волокон) от композита и их инфильтрацию в окружающую среду.

Изнашиваемый элемент или покрытие (покрытия) выбраны из перечня материалов, включающих сложный полиэфир, полиэтилентерефталат, поливиниловый спирт, нейлон, силнейлон, винил, базальт, углеродные волокна, стеклянные волокна, стеклянные волокна с нанесенными покрытиями, каучук, латекс, полиэтилен высокой плотности (HDPE), поливинилхлорид, арамид, джут, хлопок, вискозу, полипропилен, стирольные блочные полимеры или акриловые материалы, сложный полиэфир, полисульфиды или полиуретан, лигнин или их смеси. Предпочтительно изнашиваемый элемент или покрытие (покрытия) включают один или несколько слоев полипропилена.

Первый слой и/или второй слой гибкого композита могут дополнительно содержать армирующий элемент, включающий тканый материал, нетканый материал, непрерывную мембрану или вязаный материал, выполненные с возможностью улучшения предела прочности при растяжении и/или увеличения жесткости первого и/или второго слоев. Предпочтительно армирующий элемент представляет собой непрерывную геомембрану, например, линейный полиэтилен низкой плотности (LLDPE) при 1 мм, который характеризуется хорошими прочностью и жесткостью. Армирующий элемент

также может включать пластичный слой, например, пластичные металлические сито, решетку или сетку, имеющие двойное назначение, заключающееся в достижении армирования и обеспечении наличия достаточной жесткости, что он может быть изогнут с образованием несхватившегося гибкого композита, имеющего трехмерный профиль, где пластичный слой является достаточно жестким для выдерживания воздействия собственной массы композита при данном профиле до схватывания материала. Это является выгодным, поскольку это исключает потребность в опалубке, потому что материал легко может быть сформирован в качестве самонесущего трехмерного профиля, когда он будет характеризоваться ограниченной прочностью, но после этого легко может схватываться в результате добавления жидкого агента, обеспечивающего схватывание, к гибкому композиту, что стимулирует его схватывание в трехмерной форме. Традиционные схватываемые холсты должны быть уложены поверх существующих профиля, опалубки или надувного сооружения в целях получения трехмерного профиля до отверждения.

Армирующий элемент может выполнять функцию других элементов и может содержать поливинилхлорид (PVC), полипропилен, полиэтилен высокой плотности (HDPE), полиэтилен средней плотности (MDPE), полиэтилен низкой плотности (LDPE), LLDPE, гибкий полипропилен, хлорсульфированный полиэтилен, полиуретан, каучук этилена-пропилена-диенового мономера (EPDM), бутилкаучук, продукт neoprene®, полимочевиновые покрытия, силикон, латекс, натуральные или синтетические каучуки, сложный полиэфир, сформованные из расплава полиэтиленовые волокна, нейлон, силнейлон, винил, базальтовые волокна, борные волокна, углеродные волокна, волокна поливинилового спирта, волокна оксида алюминия, стеклянные волокна, арамидные волокна, джут, хлопок, вискозу или их смеси, металлы, такие как нержавеющая сталь, сталь, алюминиевые сплавы и тому подобное. Подходящие формы армирующего элемента включают экструдированные сетки, такие как двухосно растянутые решетки из полимера HDPE, сита, вязанные или тканые материалы, георешетку, мембранные листовидные материалы, которые сами могут быть армированными, нетканые материалы и тому подобное. Предпочтительно армирующий слой содержит полипропилен. Наиболее предпочтительно армирующий слой представляет собой полипропиленовую тканую ленту.

Предпочтительно внутренняя часть армирующего элемента (прилегающая к материалу наполнителя) содержит текстурированную поверхность для приставания материала наполнителя тогда, когда он схватился. Данная текстурированная поверхность может представлять собой неотъемлемую часть армирующего элемента или

дополнительный элемент, закрепленный на поверхности, находящейся в контакте с схватываемым материалом наполнителя. Например, армирующий элемент может содержать открытую конструкцию, такую как вязаная сетка или полотно открытого переплетения, и может быть выполнен таким образом, чтобы материал наполнителя мог проникать в открытую конструкцию и сразу после схватывания скрепляться с первым и/или вторым слоями за пределами упомянутого армирующего слоя.

Предельное сопротивление растяжению для первого и/или второго слоев может быть представлено при использовании следующей далее формулы:

$$\sigma_f t_f \leq 4 T_r \quad \text{формула (I)}$$

где σ_f представляет собой предельное напряжение при растяжении (в Н/м²) для материала наполнителя тогда, когда он схватился; t_f представляет собой среднюю толщину схватившегося материала наполнителя (м) (согласно измерению вдоль линии трещины при воздействии на материал разрушающей нагрузки в испытании при трехточечном изгибании, таком как испытание, описанное в публикации BS EN 1849:2001), а T_r представляет собой предельное сопротивление растяжению (Н при расчете на один метр ширины) для первого или второго слоя в зависимости от того, к которому из них будет приложена нагрузка натяжения при имеющемся направлении изгиба. Предельное сопротивление растяжению для слоя будет представлять собой комбинацию из всех элементов, составляющих слой, и может по существу доминирующим образом определяться армирующим элементом (при его включении).

Формула I может быть выведена следующим далее образом. Позиция 1000 на фигуре 15 демонстрирует силы, воздействующие на схватившийся образец гибкого композита (при расчете на единичную глубину в плоскости фигуры 11), подвергающийся испытанию при трехточечном изгибании, основанном на публикации BS EN 196-1:2005. Первый слой продемонстрирован позицией 19, схватившийся материал наполнителя – позицией 20, а второй слой – позицией 21. Как это предполагается, режим разрушения образца заключается в разрушении схватившегося материала наполнителя, находящегося под воздействием натяжения, и образовании несколько раз трещин в дискретных точках, все более удаляющихся от первой центральной трещины, при этом конечное разрушение имеет место при разрушении второго слоя, находящегося под воздействием натяжения. В этом заключается противоположность другим режимам разрушения, таким как отслаивание армирующего элемента или разрушение массы схватившегося наполнителя под воздействием сжатия. Первый слой и второй слой могут быть взаимозаменяемы один на другой при приложении нагрузки к гибкому композиту, например, с противоположной

стороны таким образом, чтобы первый слой стал бы слоем, находящимся под натяжением, и при все еще справедливости формулы (I).

Позиция 1000 на фигуре 15 демонстрирует образец после появления первой трещины в массе схватившегося наполнителя, но до разрушения второго слоя. F (в Н) представляет собой приложенную по центру нагрузку; L (в м) представляет собой интервал между опорами образца; x_f (в м) представляет собой смещение приложенной по центру нагрузки. Как это предполагается, x_f является по меньшей мере в пять раз меньшим, чем L таким образом, чтобы для последующих уравнений было бы справедливым правило малых углов, и чтобы образец был по существу плоским до проведения испытаний.

Позиция 1100 на фигуре 15 демонстрирует изображение при разнесении компонентов для сил, действующих на образец в точке раскрытия первой трещины в массе схватившегося наполнителя при проведении гипотетического рассечения в центре образца. T_1 (в Н) представляет собой результирующую силу сжатия, действующую на схватившийся наполнитель на верхней наиболее внешней кромке схватившегося наполнителя, а T_2 (в Н) представляет собой результирующую силу растяжения, действующую на схватившийся наполнитель на нижней наиболее внешней кромке схватившегося наполнителя. Как это демонстрирует простое разложение сил:

$$T_1 + T_2 = 0 \quad \text{формула (II)}$$

Напряжение сдвига, действующее на площадь поверхности контакта между массой схватившегося наполнителя и вторым слоем, представляет собой s (в Н/м). Как это предполагается:

$$s \frac{L}{2} > T_r \quad \text{формула (III)}$$

где T_r (в Н) представляет собой предельное сопротивление растяжению для второго слоя согласно измерению при использовании документа EN ISO 10319:2015. Данное соотношение должно быть справедливым тогда, когда должно будет быть справедливым предположение о том, что второй слой разрушается под воздействием натяжения до того, как он отслоится под воздействием сдвига.

Если σ_f (в Н/м) представляет собой максимальное напряжение растяжения в массе схватившегося наполнителя до разрушения под воздействием натяжения согласно измерению при использовании документа BS EN 12390-6:2009, то, как это может быть продемонстрировано, справедливым будет следующее далее уравнение, полученное в результате разложения напряжений в сплошной балке прямоугольного сечения, находящейся под воздействием изгиба.

$$T_2 = \frac{\sigma_f t_f}{4}$$

Формула (IV)

где t_f (в м) представляет собой среднюю толщину схватившегося материала наполнителя (согласно измерению вдоль линии трещины при приложении разрушающей нагрузки в испытании при трехточечном изгибании, таком как испытание, описанное в документе BS EN 1849:2001).

В целях недопущения разрушения первого и/или второго слоев, находящихся под воздействием натяжения, при появлении первой трещины в массе схватившегося наполнителя должно быть справедливым следующее далее соотношение:

$$T_2 \leq T_r$$

формула (V)

Подстановка формулы V в формулу VI и преобразование дают в результате:

$$\sigma_f t_f \leq 4T_r$$

формула (I)

Для того, чтобы была бы справедливой формула (I), слой, находящийся под воздействием натяжения, сам не должен быть способен выдерживать значительное поперечное изгибание таким образом, чтобы к армирующему элементу была бы по существу приложена нагрузка в режиме натяжения, а не чтобы сам слой выполнял бы функцию балки, находящейся под воздействием изгиба.

Предпочтительно слой, находящийся под воздействием натяжения, согласуется с предельным сопротивлением растяжению T_r , определенным в формуле (I), и характеризуется жесткостью в диапазоне 1-50 кН/м в пределах диапазона деформации 5-15%.

После схватывания материал наполнителя передает нагрузку при изгибании первому слою и/или второму слою в результате объединения двух режимов: (1) «штифтовое» соединение элементами, которые захвачены схватившимся материалом наполнителя, сквозь поверхность раздела между первым и/или вторым слоями и схватившимся материалом наполнителя; и (2) прикрепление схватившегося материала наполнителя к внутренним лицевым поверхностям первого и/или второго слоев, непосредственно примыкающим к схватившемуся материалу наполнителя. При условии соответствия первого и/или второго слоев соотношению формулы (I) будет иметь место поступательное разрушение композита в испытании при трехточечном изгибании, описанном в документе BS EN 196-1:2005, при большом количестве маленьких трещин, раскрывающихся в схватившемся материале наполнителя до разрушения армирующего слоя (слоев). Это происходит потому, что, как только сформируется первоначальная трещина в схватившемся материале наполнителя, поверхность раздела между

схватившимся наполнителем и первым и/или вторым слоями будет делать возможной передачу нагрузки на первый и/или второй слой в режиме натяжения. По мере увеличения деформации в слое, находящемся под воздействием натяжения, она будет достигать уровня, при котором в схватившемся материале наполнителя будут формироваться новые трещины. Данный процесс может быть повторен несколько раз вплоть до достижения предельного сопротивления слоя в режиме натяжения. Это делает возможным на удивление большое смещение вдоль оси в стандартном испытании при трехточечном изгибании до катастрофического разрушения гибкого композита.

Создание последовательности из маленьких трещин вдоль длины композита также может означать то, что доступным воздействием становится любой несхватившийся материал наполнителя в теле композита, и он может быть использован для придания композиту эффекта самозалечивания в результате обеспечения возможности проникновения в трещины текучих агентов, обеспечивающих схватывание, таких как вода или воздух или излучение, и их вступления в реакцию с несхватившимся материалом наполнителя, который был захвачен в матрице схватившегося материала наполнителя. Это может выгодным образом восстановить некоторую часть или всю первоначальную прочность и жесткость схватившегося материала.

Первый и/или второй слои могут характеризоваться прочностью при растяжении в диапазоне 0,5-200 кН при расчете на один метр ширины, предпочтительно от 1 до 150 кН/м или от 1 до 100 кН/м, исходя из результатов измерений, полученных при использовании стандарта EN ISO 10319:2015.

По меньшей мере часть армирующего элемента может содержать текстурированную сцепляющуюся поверхность (сцепляющийся элемент) на своей внутренней лицевой поверхности для приставания порошка тогда, когда он схватился.

Первый и/или второй слои могут, кроме того, содержать слой шероховатой сцепляющейся ткани на по меньшей мере части своей наиболее внутренней поверхности, прилегающей, тем самым, к порошкообразному материалу в пространстве. Шероховатая сцепляющаяся ткань может представлять собой любой подходящий материал, который делает возможным скрепление сцепляющегося элемента со схватываемым порошком тогда, когда порошок перейдет в свое схватившееся состояние. Сцепляющийся элемент может представлять собой сетку, вязаный или тканый материал, георешетку, нетканый материал, вязально-прошивной материал, гидросплетенный нетканый материал, гидросцеplенный нетканый материал или их смеси. Предпочтительно шероховатая сцепляющаяся ткань представляет собой иглопробивной нетканый материал, характеризующийся массой в диапазоне от 20 до 300 г/м², более предпочтительно 80-250

г/м², еще более предпочтительно 20-150 г/м².

Шероховатая сцепляющаяся ткань может содержать волокна сложного полиэфира, полипропиленовые волокна, полиэтилентерефталатные волокна, волокна поливинилового спирта, нейлон, силнейлон, винил, базальтовые волокна, углеродные волокна, стеклянные волокна, стеклянные волокна с нанесенными покрытиями, поливинилхлоридные волокна, арамидные волокна, джут, хлопок, вискозные волокна. Предпочтительно шероховатая сцепляющаяся ткань содержит полипропиленовые волокна.

Предпочтительно прочность связи, сформированной между сцепляющимся элементом и схватываемым порошком и между сцепляющимся элементом и армирующим элементом тогда, когда материал наполнителя схватился, является подобной или большей F_r , что представляет собой предельное сопротивление растяжению для армирующего элемента (согласно измерению в Ньютонах при расчете на один метр ширины композита (Н/м)). Суждение в отношении прочности связи, сформированной между сцепляющимся элементом и схватываемым порошком и между сцепляющимся элементом и армирующим элементом тогда, когда материал наполнителя схватился, может быть сделано на основании предела прочности при сдвиге для связи и/или предела прочности при отслаивании, то есть, степени, в которой связь противостоит отслаиванию. Предпочтительно предел прочности при сдвиге и/или предел прочности при отслаивании для связи между сцепляющимся элементом и схватываемым порошком и между сцепляющимся элементом и армирующим элементом тогда, когда материал наполнителя схватился, могут быть подобными или большими F_r . Предпочтительно предел прочности при сдвиге находится в диапазоне 5-20 кН/м² для связей между сцепляющимся элементом и схватываемым порошком и в диапазоне 5-20 кН/м² для связи между сцепляющимся элементом и армирующим элементом тогда, когда материал наполнителя схватился, для проведения испытания при использовании документа BS EN ISO 13426-1:2005. Предпочтительно сопротивление отслаиванию (предел прочности при отслаивании) находится в диапазоне 0,5-10 кН/м для связей между сцепляющимся элементом и схватываемым порошком и в диапазоне 0,5-10 кН/м для связи между сцепляющимся элементом и армирующим элементом тогда, когда материал наполнителя схватился, для проведения испытаний при использовании документа BS EN ISO 13426-2:2005. Предпочтительно сопротивление отслаиванию для связи между сцепляющимся элементом и схватываемым порошком (тогда, когда он схватился) является тем же самым или большим в сопоставлении с сопротивлением отслаиванию для связи между сцепляющимся элементом и армирующим элементом, которые могут представлять собой один и тот же материал.

Обеспечение текстурированной сцепляющейся поверхности позволяет иметь увеличенную площадь поверхности для приставания материала наполнителя и делает возможным схватывание материала наполнителя вокруг индивидуальных элементов, которые по меньшей мере частично внедрены в схватившийся материал наполнителя (в пространстве) и прикреплены к одному или обоим из первого и второго слоев, что, тем самым, делает возможным формирование прочной связи между слоями и схватившимся материалом наполнителя. В дополнение к этому и в более общем случае, увеличение площади поверхности для сцепляющейся поверхности, подвергающейся воздействию схватившегося материала наполнителя, улучшает прочность связи между схватившимся материалом наполнителя и сцепляющимся элементом. Первому слою, содержащему элемент из нетканого материала, свойственны те же самые преимущества применительно к увеличенной прочности скрепления. Поэтому обеспечение нетканого материала на внутренней лицевой поверхности первого и/или второго слоев выгодным образом делает поверхности раздела материал наполнителя – второй слой и материал наполнителя – первый слой более стойкими к расслаиванию при приложении к схватившемуся композиту внешней нагрузки.

В целях получения желательных характеристик при изгибании, обсуждавшихся в настоящем документе, связь между внутренним нетканым элементом первого и/или второго слоя (с которым может сцепляться схватившийся материал наполнителя) и любым присутствующим армирующим элементом должна быть достаточно прочной таким образом, чтобы предел прочности при сдвиге для данной связи имел бы подобную величину, что и предельное сопротивление растяжению для армирующего элемента. Цель этого заключается в предотвращении отслаивания сцепляющегося слоя и вместе с ним схватившегося порошка от армирующего элемента во время изгибания при приложении нагрузки.

Второй слой может быть по существу непроницаемым для текучих сред вследствие включения в него элемента, непроницаемого для текучих сред. Предпочтительно гидравлическая проводимость будет составлять по меньшей мере 1×10^{-8} мсек⁻¹ или менее. В альтернативном варианте, гидравлическая проводимость второго слоя, содержащего элемент, непроницаемый для текучих сред, может находиться в диапазоне $10^{-3} - 10^{-15}$ мсек⁻¹, $10^{-6} - 10^{-14}$ мсек⁻¹ или $10^{-7} - 10^{-12}$ мсек⁻¹.

Элемент, непроницаемый для текучих сред, может содержать: низкоплавкий полимер, поливинилхлорид (PVC), полипропилен, продукт термоплавкого экструдирования, полимеры HDPE, MDPE, LDPE, LLDPE, гибкий полипропилен, хлорсульфированный полиэтилен, полиуретан, каучук EPDM, бутилкаучук, продукт

neoprene®), полимочевиновые покрытия, силикон, латекс, природные или синтетические каучуки или их смеси. Предпочтительно второй слой включает слой низкоплавкого полимера, выполненный с возможностью быть по существу непроницаемым для текучих сред. Предпочтительно второй слой включает геомембрану на основе полимера LLDPE, которая также может выполнять и функцию армирующего элемента в зависимости от ее толщины. Обеспечение геомембраны на основе полимера LLDPE, имеющей толщину в диапазоне 0,05-5 мм, является подходящим для обеспечения возможности выполнения вторым слоем также и функции армирующего слоя.

Элемент, непроницаемый для текучих сред, может быть объединен с армирующим слоем, обсуждавшимся в настоящем документе, и поэтому одновременно может выполнять и его функцию или может представлять собой отдельный элемент. Элемент, непроницаемый для текучих сред, может быть заключен в сэндвичевую конструкцию между армирующим элементом и защитным или не обладающим скольжением элементом или может быть скреплен с нижней стороной второго слоя таким образом, чтобы он стал бы наиболее внешним элементом. В альтернативном или дополнительном варианте, элемент, непроницаемый для текучих сред, также может придавать гибкому композиту сопротивление скольжению. Элемент, непроницаемый для текучих сред, также может предотвращать высвобождение материала наполнителя из гибкого композита. Предотвращение прохождения жидкостей, таких как вода, через гибкий композит является выгодным для областей применения, в которых поверхность, на которую укладывают композит, является очень сухой и впитывает воду из материала во время схватывания, что приводит к получению неполностью схватившегося конечного продукта, или где продукт должен быть использован в области применения, требующей наличия его непроницаемости, таких как облицовка прудов или резервуаров для хранения, предпочтительно слой, непроницаемый для текучих сред, прикрепляют к армирующему слою после формирования сшивающих элементов.

Второй слой может содержать нетканый материал на своей наиболее внутренней поверхности или по меньшей мере ее части (поверхности, прилегающей к материалу наполнителя), и/или второй слой может содержать нетканый материал на своей наиболее внешней поверхности (обращенной в сторону от материала наполнителя). Нетканый материал может содержать волокна, которые скреплены при использовании: иглопробивания, клеев, нагревания и давления, гидросцепления, прошивного вязания или ультразвуковой сварки. В альтернативном варианте, второй слой может содержать экструдированные сетки, вязанные или тканые материалы, гео-решетку, мембранные материалы, нетканые материалы, литые полимеры или их смеси на своей наиболее

внутренней поверхности, прилегающей, таким образом, к материалу наполнителя.

Нетканый материал или другие типы материалов на наиболее внутренней поверхности второго слоя (прилегающей к материалу наполнителя) содержат полипропилен, волокна сложного полиэфира, полиэтилентерефталатные волокна, волокна поливинилового спирта, нейлон, силнайлон, винил, базальтовые волокна, углеродные волокна, стеклянные волокна, стеклянные волокна с нанесенными покрытиями, поливинилхлоридные волокна, арамидные волокна, джут, хлопок, вискозу или их смеси. Предпочтительно нетканый материал содержит полипропилен.

Обеспечение слоя нетканого материала на наиболее внешней поверхности выгодным образом защищает композит от проникновения, раздираания или повреждения общего характера во время транспортирования, монтирования и использования.

Второй слой может содержать элемент, не обладающий скольжением, на по меньшей мере части своей наиболее внешней поверхности, которая обращена в сторону от материала наполнителя, для улучшения силы сцепления между гибким композитом и поверхностью, на которую его укладывают. Элемент, не обладающий скольжением, может представлять собой материал, характеризующийся высокой шероховатостью поверхности, которая может сцепляться с поверхностью, на которую ее укладывают, или материал, характеризующийся высоким коэффициентом трения.

Элемент, не обладающий скольжением, может содержать полипропилен, сложный полиэфир, полиуретан, каучук, PVC, нетканые материалы, тканые или вязанные материалы, экструдированные полимеры или их смеси на лицевой поверхности нижней стороны. Предпочтительно элемент, не обладающий скольжением, представляет собой нетканый материал, содержащий полипропилен. В данном предпочтительном варианте осуществления элемент, не обладающий скольжением, также может выполнять функцию защитного элемента. В альтернативном варианте, нижняя внешняя лицевая поверхность может содержать пленку схватившегося клея (в соответствии с раскрытием в настоящем документе), которая одновременно скрепляет друг с другом элементы продукта и выполняет функцию элемента, не обладающего скольжением, вследствие коэффициента трения клея.

Первый и второй слои соединены сшивающими элементами, которые удерживают слои на установленном расстоянии друг от друга, когда пространство между ними занято материалом наполнителя.

Сшивающие элементы могут быть разнесены друг от друга при регулярной или нерегулярной компоновке вдоль продольной оси гибкого композита. Сшивающие элементы могут быть разнесены друг от друга при регулярной или нерегулярной

компоновке вдоль поперечной оси гибкого композита.

Сшивающие элементы могут быть скомпонованы в рамках одного из следующих далее рисунков: правильные или неправильные треугольники, квадрат, прямоугольник, шестиугольник, любая другая многоугольная форма, распределение по существу случайным образом или любая их комбинация.

Каждый из сшивающих элементов может содержать множество субэлементов, которые простираются сквозь пространство и через один или оба из слоев в дискретном столбце.

Сшивающие элементы могут быть разнесены друг от друга на расстояние в диапазоне 0,1-100 мм (от 10000 до 0,01 при расчете на один см^2), 0,1-50 мм (от 10000 до 0,04 при расчете на один см^2), 1-50 мм (от 100 до 0,04 при расчете на один см^2), предпочтительно 1,5-30 мм (от 44 до 0,1 при расчете на один см^2), более предпочтительно 1-20 мм (от 100 до 0,25 при расчете на один см^2), еще более предпочтительно 1,5-20 мм (от 44 до 0,25 при расчете на один см^2) или наиболее предпочтительно 2-18 мм (от 25 до 0,3 при расчете на один см^2).

Сшивающие элементы могут простираться сквозь пространство от первого слоя и/или второго слоя и простираться через противолежащий слой, соединяя, тем самым, слои друг с другом. Говоря другими словами, сшивающие элементы могут простираться сквозь пространство от первого слоя и через второй слой, соединяя, тем самым, слои друг с другом. В альтернативном варианте, сшивающие элементы могут простираться сквозь пространство от первого слоя и второго слоя таким образом, чтобы упомянутые сшивающие элементы, простирающиеся от первого слоя, простирались бы через второй слой, а упомянутые сшивающие элементы, простирающиеся от второго слоя, простирались бы через первый слой, соединяя, таким образом, слои друг с другом.

Сшивающие элементы могут простираться от первого слоя до второго слоя под углом к поверхности данных слоев. Результирующий угол волокон, находящихся под натяжением, будет составлять 90 градусов по отношению к срединной плоскости между первым и вторым слоями после наполнения композита под воздействием давления. Он может быть образован всеми волокнами, находящимися под натяжением и расположенными под 90 градусов, или частью волокон, находящихся под натяжением и расположенных под несколькими различными углами в диапазоне от 0 до 90 градусов, до тех пор, пока они будут давать результирующий угол 90 в масштабе длин, составляющем приблизительно 100 мм, например, два противостоящих сшивающих элемента – один под 45 градусов, а один под 135 градусов по отношению к срединной плоскости – будут давать результирующий угол 90 градусов.

Сшивающие элементы могут быть расположены в пространстве (таким образом, чтобы сформировать сшивающие элементы) при использовании одного или нескольких вариантов: иглопробивание, прошивное вязание, гидросцеplение и зацеplение предварительно сформированными крючками.

При иглопробивании используют возвратно-поступательно перемещающиеся по оси крючковые иглы, заделанные в бесчелночном рапирном ткацком станке, для проталкивания сшивающих элементов от одного слоя нетканого материала сквозь зазор в направлении и внутрь противолежащего слоя. В альтернативном варианте, иглопробивная методика может быть применена при использовании сторонних сшивающих элементов (например, нити, которая не представляет собой часть первого и/или второго слоя). Два слоя протягивают через ткацкий станок при формировании последовательными ударами игл различных потенциальных рисунков из сшивающих элементов.

При прошивном вязании используют другой тип иглы для введения сторонних сшивающих элементов (например, нити из бобины) в первый слой и сквозь пространство во второй слой, формируя сшивающие элементы. В альтернативном варианте, прошивное вязание может вводить сшивающие элементы без использования сторонних сшивающих элементов в результате формирования вязальных петель из волокон, имеющих своим происхождением первый и/или второй слой, и выполнения стежков при использовании упомянутых петель. Доступным является множество вариаций при различных рисунках стежков, например, прошивное вязание может быть использовано для получения рисунка трикотажной строчки стежков (рисунка зигзагообразной строчки стежков). Выполнение трикотажной строчки стежков способствует улучшению гибкости гибкого композита в машинном направлении (MD) (то есть в направлении производства гибкого композита) в сопоставлении с выполнением прямой строчки стежков.

При гидросцеplении используют маленькие струи текучей среды, выпускаемые на нетканый волокнистый материал для проталкивания сшивающих элементов изнутри материала (или уложенных поверх материала) из/прочь от поверхности и механического перепутывания их с другими волокнами, присутствующими внутри пространства. Таким образом, данная методика могла бы быть реализована при наличии двух поверхностей, зафиксированных на расстоянии друг от друга, при использовании сшивающих элементов с поверхности одного или обоих из слоев, механически перепутываемых в полости между слоями, которую после этого заполняют материалом наполнителя.

Предварительно сформированные крючки и петли могли бы быть использованы тогда, когда (до заполнения материалом наполнителя) крючки и/или петли выступают как из первого, так и из второго слоев, что, тем самым, делает возможным создание

сшивающих элементов (мостиков), где соединенные крючки и петли в пространстве сообщаются друг с другом.

В случае использования иглопробивной методики для создания сшивающих волокон сразу после протягивания сшивающих элементов через упомянутый первый слой концы, выступающие с лицевой поверхности внешней стороны второго слоя, должны быть зафиксированы по месту. Это может быть осуществлено при использовании нескольких способов: концы волокон или «пучки ворса» могут быть приклеены к внешней лицевой поверхности второго слоя при использовании клея или сплавлены с полимерным слоем; пучки ворса могут быть термосплавлены или -расплавлены с введением их во внешнюю лицевую поверхность второго слоя; пучки ворса могут быть перепутаны механически; волокна могут быть расплавлены таким образом, чтобы они бы съезжились и сплавились бы друг с другом и не могли бы легко вытягиваться через второй слой. В альтернативном варианте, пучки ворса могут быть достаточно хорошо «зажаты» материалом второго слоя таким образом, чтобы не потребовалось бы какого-либо дополнительного прикрепления для фиксирования их по месту и предотвращения вытягивания сшивающих волокон через второй слой. В случае приклеивания пучков ворса к внешней лицевой поверхности второго слоя выгодным может оказаться изменение направления пучков ворса и уплощение их по внешней лицевой поверхности второго слоя при по существу параллельности упомянутым первому слою и/или второму слою или при согласовании с выпячиваниями, сформированными на первом и втором слоях. Предпочтительно средний угол сшивающих элементов в пространстве между первым и вторым слоями является по существу перпендикулярным по отношению к упомянутым первому и второму слоям.

В случае использования иглопробивной методики для создания сшивающих элементов сшивающие элементы, которые простираются через первый и/или второй слой, могут быть адаптированы для фиксирования на наиболее внешней стороне слоя, через который они простираются. Предпочтительно сшивающие элементы для предотвращения их вытягивания внутрь через соответствующий слой зафиксированы на наиболее внешней стороне первого слоя и/или второго слоя при использовании нагревания и/или клея, наиболее предпочтительно используют низкоплавкий клей. Для обеспечения возможности этого выступающие концы сшивающих элементов могут быть уплощены по отношению к внешней лицевой поверхности слоя, скрепление сшивающих элементов, которые были уплощены данным образом, как это было установлено, существенно увеличивает сопротивление вытягиванию сшивающих элементов. Сопротивлению вытягивания для данной связи может способствовать зажимание сшивающих элементов отверстиями,

сформированными в первом и/или втором слоях, из которых их вставляли. В одном варианте осуществления, в котором обеспечен непроницаемый элемент, такой как геомембрана, непроницаемая для текучих сред, сшивающие элементы, простирающиеся через первый и/или второй слой, могут не простираются через упомянутый непроницаемый элемент, поскольку осуществление этого уменьшило бы непроницаемость для текучих сред у непроницаемого элемента.

Предпочтительно предел прочности при отслаивании для несхватившегося гибкого композита между первым и вторым слоями (то есть, сила, требуемая для разделения скрепления между первым и вторым слоями несхватившегося гибкого композита в результате отслаивания) находится в диапазоне 0,1 кН/м – 20 кН/м, а предпочтительно 0,3 кН/м – 3 кН/м, согласно измерению при использовании документа BS EN 13426-2:2005. По существу весь предел прочности при отслаивании для несхватившегося гибкого композита между первым и вторым слоями обеспечивается сшивающими элементами и находится в зависимости от предела прочности при растяжении для самих сшивающих элементов, а также предела прочности при растяжении, определяемого тем, как сшивающие элементы прикреплены к первому и/или второму слоям. Как это было установлено, пределы прочности при отслаивании в пределах очерченного выше диапазона требуются для того, чтобы обеспечить и сохранить хорошую плотность упаковывания материалов наполнителя внутри пространства во время как изготовления, так и манипулирования до схватывания схватываемого материала наполнителя.

В случае использования вязально-прошивной методики для создания сшивающих элементов элементы могут быть зафиксированы по месту во избежание распускания (расхождения) стежка в машинном направлении при разрезании гибкого композита в поперечном направлении. Распускание стежков может быть уменьшено в результате термоламинирования полимера на одну лицевую поверхность гибкого композита, что вызывает расплавление полимера вокруг элементов, что после охлаждения способствует предотвращению вытягивания и распускания сшивающих элементов.

Сшивающие элементы могут представлять собой волокна. Предпочтительно волокна имеют своим происхождением первый слой и/или второй слой. Данным образом первый и/или второй слой выполняют функцию доноров волокон.

В случае выполнения первым и/или вторым слоями функции доноров волокон сшивающие элементы будут представлять собой волокна, имеющие своим происхождением один из первого и/или второго слоев, и поэтому представляют собой тот же самый материал, что и первый и/или второй слой. Предпочтительно волокна, имеющие своим происхождением первый слой и/или второй слой (и, таким образом, первый и/или

второй слой), могут содержать полипропиленовые волокна, волокна сложного полиэфира, полиэтилентерефталатные волокна, волокна поливинилового спирта, эластомерные волокна, нейлон, силнейлон, винил, базальтовые волокна, углеродные волокна, щелочестойкий фиберглас, стеклянные волокна, стеклянные волокна с нанесенными покрытиями, поливинилхлоридные волокна, арамидные волокна, джут, хлопок, вискозу, бикомпонентные волокна, состоящие из комбинации из вышеупомянутых волокон и термоактивируемого связующего, или их смеси. Предпочтительно волокна, имеющие своим происхождением первый слой и/или второй слой, включают полипропиленовые волокна.

В случае, когда первый и/или второй слой не выполняют функцию доноров волокон (например, в случае использования прошивного вязания или простегивания иглами с использованием сторонней нити для расположения сшивающих элементов в пространстве) первый и/или второй слой не ограничиваются нетканым материалом и могут представлять собой тканый, вязанный, термически объединенный, экструдированный, полученный методом «спанбонд» или другой материал.

Элементы, простирающиеся по существу сквозь пространство от первого слоя и/или второго слоя, могут проходить через противоположный слой и простираются обратно в пространство. Элементы, простирающиеся по существу обратно в пространство, могут быть выполнены с возможностью соединения с другими элементами, расположенными в пространстве. Предпочтительно элементы, простирающиеся по существу обратно в пространство, соединяются с другими элементами в результате перепутывания. В альтернативном варианте, элементы, простирающиеся по существу обратно в пространство, выполнены с возможностью соединения со слоем, который волокна имели своим происхождением.

В альтернативном варианте, сшивающие элементы могут быть сторонними сшивающими элементами, введенными при использовании вязально-прошивной методики. Сшивающие элементы, введенные в результате прошивного вязания, могут включать полипропиленовые волокна, волокна сложного полиэфира, полиэтилентерефталатные волокна, волокна поливинилового спирта, эластомерные волокна, нейлон, силнейлон, винил, базальтовые волокна, углеродные волокна, щелочестойкий фиберглас, стеклянные волокна, стеклянные волокна с нанесенными покрытиями, поливинилхлоридные волокна, арамидные волокна, джут, хлопок, вискозу, бикомпонентные волокна, состоящие из комбинации из вышеупомянутых волокон и термоактивируемого связующего, или их смеси. Предпочтительно сшивающие элементы представляют собой сторонние полипропиленовые нити.

Пространство между первым и вторым слоями занято материалом наполнителя. Термин «материал наполнителя» в соответствии с настоящим раскрытием изобретения используется для отнесения его к схватываемому материалу наполнителя, содержащемуся между первым и вторым слоями. Необязательно гибкий композит может содержать второй, третий, четвертый и т.д. материалы наполнителей. В то время, как один слой материала наполнителя должен быть схватываемым, слои второго или дальнейших наполнителей не должны быть схватываемыми. Термин «первый материал наполнителя», использующийся ниже в настоящем документе, будет относиться к схватываемому материалу наполнителя, в то время как термин «второй материал наполнителя» будет относиться к слоям дополнительных наполнителей, которые могут быть, а могут и не быть схватываемыми.

Второй материал наполнителя может быть расположен в пространстве между первым и вторым слоями, и он способен схватываться с образованием твердого или полутвердого тела после добавления жидкости, газа или излучения, причем упомянутый второй материал наполнителя отделен от первого материала наполнителя при использовании разделительного слоя, расположенного в пространстве между первым и вторым слоями.

Первый материал наполнителя (выше в настоящем документе описываемый в качестве материала наполнителя) и/или второй материал наполнителя могут быть выбраны из одного или нескольких представителей, выбираемых из порошкообразной, пастообразной или вспениваемой композиции. Необязательно первый материал наполнителя и/или второй материал наполнителя включают одного или нескольких представителей, выбранных из схватываемого материала наполнителя, такого как нижеследующее, но не ограничивающегося только этим: портланд-цемент, высокоглиноземистый цемент, смесь цемент-заполнитель, смесь известь-заполнитель, сульфаты кальция, фториды кальция, силикаты кальция, алебастр, алюминат кальция, магнезиальные цементы или их смеси. Предпочтительно схватываемый материал наполнителя включает портланд-цемент или высокоглиноземистый цемент. Цемент может быть объединен с добавками, обычно встречающимися в композициях цементов или бетонов.

Высокоглиноземистому цементу свойственно преимущество, заключающееся в том, что он обеспечивает более короткое время схватывания и более быстрое раннее нарастание прочности, чем другие цементы при достижении более высоких пределов прочности при растяжении и сжатии и намного более высоких износостойкости и твердости. В дополнение к этому, высокоглиноземистые цементы характеризуются

хорошей кислотостойкостью и могут подавлять рост колоний бактерий, продуцирующих серную кислоту.

Жидкость, используемая для схватывания цемента, предпочтительно представляет собой воду, которая может быть морской водой или водой, которая была модифицирована в результате добавления других химических реагентов, которые могут включать любую из вышеупомянутых добавок, которые являются растворимыми в воде.

Материал наполнителя может представлять собой один компонент многокомпонентной отверждаемой смолы, которая отверждается при смешивании друг с другом двух и более жидких компонентов, например, в случае системы эпоксидной смолы.

Данный материал наполнителя и любой дальнейший материал наполнителя может содержать наполняющий материал. Наполняющий материал может включать песок или мелкие заполнители, зольную пыль, стеклянные шарики, наполнители низкой плотности или вторичного использования, рубленые природные или синтетические волокна, известковую муку, известняк, слюдяные изоляторы, поверхностно-модифицированный диоксид кремния, модификаторы ударопрочности, экспандируемые микросферы, теплопроводящие частицы, метакаолин, электропроводящие частицы, диоксид кремния, глину, тальк, красители, сверхпоглощающие полимеры, антиоксиданты, противомикробные вещества, поверхностно-активные вещества, фторсодержащие полимеры, пигменты, биоциды, такие как противогрибковые или противомикробные вещества, и противорадиационные наполнители или любые их смеси.

Один или несколько из описанных выше наполняющих материалов могут быть использованы для уменьшения массы и/или стоимости получающегося в результате композита, модифицирования теплофизических свойств или придания определенного диапазона физических свойств, произведенных от воздействия на физические свойства наполняющим материалом, включая электрические, оптические, барьерные для жидкости и тому подобные свойства.

Данный материал наполнителя и/или второй материал наполнителя может содержать модификаторы реакции. Модификаторы реакции в данном материале наполнителя и/или втором материале наполнителя могут включать литиевые соединения, натриевые соединения, органические соединения (лимонную кислоту, винную кислоту), источники сульфатов, пластификаторы, ускорители, замедлители, суперпластификаторы, добавки для уменьшения усадки, водоотталкивающие добавки, pH-модификаторы, стеклянные шарики, пуццолановые материалы, пенообразователи, диспергируемые порошкообразные полимеры или их смеси.

Предпочтительно материал наполнителя тогда, когда он схватился, характеризуется пределом прочности при растяжении в диапазоне 0,1-20 МПа или 0,1-10 МПа или 0,5-5 МПа согласно проведению испытания при использовании документа BS EN 12390-6:2009. Предпочтительно материал наполнителя тогда, когда он схватился, характеризуется пределом прочности при сжатии в диапазоне 1-500 МПа или 2,5-100 МПа или 5-50 МПа согласно проведению испытания при использовании документа BS EN 12390-3:2009.

Второй материал наполнителя может обеспечивать непроницаемость для текучих сред (в дополнение к непроницаемости, обеспечиваемой материалом наполнителя), например, при использовании набухаемых материалов. Материалы наполнителей, набухаемые в воде или масле, могут быть использованы для селективного предотвращения прохождения определенных жидкостей или загрязнителей через поверхность. Второй материал наполнителя может включать набухаемые в воде материалы, такие как бентонитовая глина, сверхпоглощающие полимеры, модифицированные акриловые смолы, эластомеры, набухающие в масле, или их смеси.

Предпочтительно первый материал наполнителя содержит цемент, а второй материал наполнителя содержит набухаемое в текучей среде вещество, такое как бентонит, или набухаемые полимеры, такие как сверхпоглощающие полимеры, или другие несхватываемые вторые материалы наполнителей, такие как: доменный шлак, порошкообразный технический углерод, порошкообразный активированный уголь, тепло- или электроизоляторы или их смеси.

Второй материал наполнителя может включать огнестойкие материалы, такие как вспучивающиеся материалы, гипс, алебастр или их смеси. Предпочтительно второй материал наполнителя включает вспучивающийся наполнитель.

В случае обеспечения второго материала наполнителем разделительный слой, отделяющий первый материал наполнителя от второго материала наполнителя, может быть одним или несколькими представителями, выбираемыми из бумаги, тканого, нетканого, гидросплетенного нетканого, экструдированного, вязаного, мембранного листовидного или относящегося к типу с волокном вторичного использования материалов. Предпочтительно разделительный слой представляет собой нетканый материал, например, гидросплетенный нетканый материал или иглопробивной нетканый материал. Разделительный элемент может быть изготовлен из материала, включающего волокна древесной массы, волокна сложного полиэфира, полипропилен, полиэтилентерефталатные волокна, волокна поливинилового спирта, нейлон, силнайлон, винил, базальтовые волокна, углеродные волокна, стеклянные волокна, стеклянные

волокна с нанесенными покрытиями, поливинилхлоридные волокна, арамидные волокна, джут, хлопок, вискозу и их смеси. Предпочтительно разделительный слой может включать полипропиленовый нетканый материал, а более предпочтительно полипропиленовый гидросплетенный нетканый материал.

Слои могут быть скреплены друг с другом при использовании клея. Клей может содержать сополиамиды, сложные полиэфиры, сложные сополиэфиры, полиуретан, сополивинилхлориды, сополимер этилена-винилацетата, полиолефины, полиамиды, полипиррол, поликарбонаты, силиконовые каучуки, стирольные блочные сополимеры, термопластичные полимеры, склеивающие при надавливании клеи, такие как стирольные блочные полимеры или акриловые материалы, многокомпонентные клеи, такие как сложный полиэфир, полисульфиды или полиуретан, природные клеи, такие как клейстеры на основе лигнина, однокомпонентные клеи, такие как УФ-отверждаемые клеи, и тому подобное.

В зависимости от конечного варианта использования гибкого композита материалы первого слоя и/или второго слоя могут быть выбраны так, чтобы быть растворимыми в воде, перегниваемыми, УФ-разлагаемыми, гидрофильными и/или гидрофобными. Для достижения одной или нескольких таких характеристик растворимости в воде, перегниваемости, УФ-разлагаемости, гидрофильности и/или гидрофобности могут быть использованы натуральные волокна, такие как джут, хлопок, кокосовое волокно, целлюлозное волокно, вискозное волокно или их смеси, или искусственные волокна, такие как полимерные волокна на основе крахмала.

Один или несколько материалов в первом слое и/или втором слое могут представлять собой биоцид или стимулятор роста биологических организмов. Например, материал наполнителя и/или первый и/или второй слой могут содержать порошкообразный биоцид для предотвращения роста биологических организмов, или же материал наполнителя и/или первый и/или второй слой могут содержать удобрение для стимулирования роста биологических организмов. Как это было установлено, снабжение гибкого композита волокнистыми внешними поверхностями (например, при использовании нетканого материала для внешней поверхности) может стимулировать рост биологических организмов. Например, как это было установлено, в случае монтирования гибкого композита, имеющего волокнистую внешнюю поверхность в соответствии с настоящим изобретением, в водном канале в волокнистой внешней поверхности будут захватываться органические и неорганические остатки, делая, тем самым, возможным прорастание мелкоукореняющихся растений и мхов, что наращивает слой почвы, в котором корни прикрепляются к шероховатой поверхности композита.

Использование материала, стимулирующего рост биологических организмов, в одном из слоев делает возможным, например, разрастание растительной жизни на упомянутом слое. Это может оказаться выгодным для определенных вариантов использования композита, когда рост растительной жизни способствует вливанию композита в ландшафт/окружающую среду, в которых он располагается. Как это также было установлено, рост растительной жизни в выгодном случае выполняет функцию амортизатора/буфера для демпфирования ударов от падающих инородных предметов или истирания предметами, переносимыми в проточной воде, например, горными породами или остатками, которые в противном случае могут повредить композит.

Первый слой и/или второй слой могут содержать электропроводящие волокна или слои, что, тем самым, облегчает детектирование повреждения или деформации гибкого композита и их местоположения. Электропроводящие волокна могут быть проводящими углеродными волокнами или оптическими волокнами, графеновыми покрытиями, или может быть использована смесь из данных типов волокон или слоев.

Гибкий композит может дополнительно содержать теплоизоляционный слой на наиболее внешней стороне первого слоя или наиболее внешней стороне второго слоя.

Теплоизоляционный слой может включать экспандированный полистирол, экспандированный полиуретан, фибerglass, целлюлозу, минеральную вату, пенополистирол, аэрогели, пенополиуретан, перлит, пробку, их смеси и их многослойные варианты.

Настоящее изобретение может быть осуществлено различным образом, и теперь в порядке примера будут описываться некоторые предпочтительные варианты осуществления гибкого композита, соответствующего изобретению, при обращении к прилагающимся чертежам, в числе которых:

- Фигуры от 1 до 9 – демонстрируют изображения поперечных сечений, полученных для предпочтительных вариантов осуществления гибкого композита;
- Фигуры 10 и 11 – демонстрируют жесткость при изгибании для двух гибких композитов настоящего изобретения;
- Фигура 12 – демонстрирует предел прочности при отслаивании между слоем гибкого композита настоящего изобретения и схватившимся порошкообразным материалом в пространстве упомянутого гибкого композита;
- Фигура 13 – демонстрирует предел прочности при отслаивании между двумя элементами, которые формируют второй слой гибкого композита

настоящего изобретения;

Фигура 14 – демонстрирует предел прочности при отслаивании между первым и вторым слоями несхватившегося гибкого композита настоящего изобретения; и

Фигура 15 – демонстрирует силы, воздействующие на гибкий композит во время испытания при трехточечном изгибании.

Осуществление изобретения

Первый пример гибкого композита, соответствующего настоящему изобретению, продемонстрирован на фигуре 1 в общем случае в позиции 100 и на ее прилагающемся изображении при разнесении компонентов, которое демонстрирует слои, которые составляют композит 100. Гибкий композит 100 включает первый слой (a), второй слой (c) и пространство (b) между первым и вторым слоями. Пространство (b) содержит материал 3 наполнителя и сшивающие элементы 2.

Структура гибкого композита 100 достигается в результате импрегнирования материала 3 наполнителя под воздействием положительного перепада давления в промежутки между первым слоем (a) и вторым слоем (c), а также расположения сшивающих элементов 2 в пространстве (b) так, чтобы они простирались между упомянутыми слоями, при использовании иглопробивания в соответствии с представленным прежде описанием изобретения.

Первый слой (a) является служащим донором волокна слоем 1, изготовленным из полипропиленового иглопробивного нетканого материала, который, во-первых, способен вмещать материал 3 наполнителя в пространстве (b) между первым и вторым слоями, а, во-вторых, является селективно проницаемым для определенных текучих сред, например, проницаемым для жидкостей и газов, но по существу не для материала 3 наполнителя.

Волокна 2 являются полипропиленовыми волокнами, которые были вытянуты из нетканого материала первого слоя 1 и простираются через пространство (b) под результирующим углом, составляющим приблизительно 90 градусов, к слоям (a) и (c) таким образом, чтобы быть по существу перпендикулярными продольной оси упомянутых слоев. В иглопробивной методике используют крючковые иглы для выхватывания волокон из полипропиленового нетканого материала слоя (a) и переноса/протягивания их через пространство (b) и по существу до второго слоя (c).

Материал 3 наполнителя тогда, когда он не схватился, обеспечен в пространстве (b) под воздействием давления таким образом, чтобы к волокнам было приложено натяжение. Давление материала наполнителя и недостаток продольного растяжения волокон, находящихся под воздействием натяжения, стимулируют выпячивание первого и второго

слоев наружу по отношению к продольной длине волокон, находящихся под натяжением. Говоря другими словами, первый и второй слои простираются наружу за пределы волокон 2 в направлении результирующей продольной оси волокон 2.

Величина/степень, с которой первый слой (а) и/или второй слой (с) выпячиваются вследствие присутствия материала наполнителя, находящегося под воздействием давления, зависит от свойств материала волокон и первого и второго слоев. Например, жесткость первого и/или второго слоев может быть увеличена, что уменьшает величину выпячивания, или даже увеличена в отношении одного из слоев таким образом, чтобы совершенно предотвратить выпячивание. Свойства материала первого слоя (а) и второго слоя (с) могут варьироваться таким образом, чтобы получить выпячивания различных размеров при нахождении материала наполнителя в пространстве под воздействием давления.

Поэтому гибкий композит 100 демонстрирует поперечное сечение, полученное для трехмерных микроструктур, созданных в результате наполнения материалом наполнителя под воздействием положительного перепада давления, деформирующего первый и второй слои, при этом сшивающие волокна формируют минимумы профиля, полученного таким образом.

Сразу после прохождения волокон 2 через второй слой (с) и выхода из него вследствие проведения иглопробивания их основное направление изменяется с по существу перпендикулярного по отношению к продольной оси первого слоя (а) и второго слоя (с) на по существу параллельное по отношению к упомянутой продольной оси слоев (а) и (с). Части волокон, которые изменили направление, выполнены так, чтобы по существу согласовываться с выпячивающейся поверхностью второго слоя (с). После данного изменения направления волокна скрепляют со вторым слоем (с) при использовании слоя клея 5, что, тем самым, обеспечивая механическое соединение между первым слоем (а) и вторым слоем (с).

Материал наполнителя может представлять собой любой материал, который способен схватываться с образованием твердого или полутвердого тела после добавления жидкости, при воздействии УФ-излучения или газа, такого как воздух, например, любую подходящую пастообразную, порошкообразную или вспениваемую композицию. Цемент может быть использован совместно с наполняющими материалами и другими добавками, такими как модификаторы реакции.

Второй слой (с) состоит из армирующего элемента 4, изготовленного из полипропиленовой тканой ленты. На полипропиленовую тканую ленту на внешней лицевой поверхности нанесено покрытие в виде пленки клея, такого как термоплавкий

полимер 5. Термоплавкий клей 5 делает возможным прикрепление волокон 2 после их проталкивания через второй слой (с) и изменения их направления на по существу согласующееся с профилем второго слоя (с).

Полипропиленовая тканая лента 4 является по существу непроницаемой для текучих сред после повторного запечатывания отверстий, полученных при использовании крючковых игл, слоем клея.

В альтернативном варианте, волокна из служащего донором слоя 1, выступающие через армирующий элемент 4, могут съжаться под воздействием источника тепла, такого как источник горячего воздуха или излучения, в результате проявляется эффект утолщения волокна на внешней лицевой поверхности армирующего элемента, что ингибирует его вытягивание обратно через армирующий слой, это может быть использовано в дополнительном или альтернативном варианте по отношению к слою клея 5, в данном случае армирующий слой 4 может быть более проницаемым, но все еще будет выполнять функцию по существу вмещения порошкообразного материала 3 наполнителя.

Жидкости, такие как вода, могут проникать в гибкую ткань 100 через первый слой (а); гидратации материала 3 наполнителя, например, цемента, способствуют волокна 2, которые способны впитывать воду во внутреннее пространство гибкой ткани 100. Второй слой (с) совместно с волокнами 2 обеспечивают армирование материала наполнителя тогда, когда он схватился, и предотвращают распространение трещины.

Армирующий элемент 4 необязательно может быть снабжен дополнительным защитным элементом 7 на внешней поверхности, что, тем самым, защищает нижнюю сторону гибкого композита от получения повреждения во время монтирования и использования. В дополнение к этому, внутренняя поверхность армирующего элемента 4 может быть снабжена сцепляющимся элементом 8 для обеспечения поверхности, с которой сцепляется материал 3 наполнителя. Фигура 2 демонстрирует гибкий композит, соответствующий настоящему изобретению, в общем случае в позиции 200, который дополнительно содержит такие сцепляющиеся и защитные элементы, соответственно, в позициях 8 и 7. Сцепляющийся элемент представляет собой полипропиленовый гидросплетенный иглопробивной или термоскрепленный нетканый материал. Защитный элемент представляет собой полипропиленовый иглопробивной нетканый материал. Сцепляющийся и защитный элементы не ограничиваются изготовлением только из данных материалов и в альтернативном варианте могут представлять собой любой другой подходящий материал, относящийся к типу, описанному выше в настоящем документе в отношении сцепляющихся и защитных элементов.

Защитный элемент 7 может выполнять функцию обеспечения сопротивления

скольжению. Это бы улучшило силу сцепления гибкого композита при его укладке на поверхность. В альтернативном варианте, элемент, не обладающий скольжением, может совершенно заменить защитный элемент 7 или может быть нанесен на внешнюю лицевую поверхность защитного элемента (не показано на диаграмме). Элемент, не обладающий скольжением, может быть изготовлен из любого подходящего материала, например, элемент, не обладающий скольжением, может быть изготовлен из любого из материалов, описанных выше в настоящем документе в отношении элемента, не обладающего скольжением.

Сцепляющийся элемент 8 и защитный элемент 7 пристаю к покрытию из низкоплавкого полимера на любой из лицевых поверхностей полипропиленового тканого материала армирующего элемента 4, как это продемонстрировано, соответственно, в позициях 5 и 9.

Первый слой (а) необязательно может быть снабжен армирующим элементом 10 на внутренней поверхности первого слоя 1 (поверхности слоя (1), которая располагается ближе к материалу наполнителя), который в противоположность элементу 4 должен быть проницаемым для текучих сред. Гибкий композит, содержащий армирующий элемент 10 на внутренней поверхности первого слоя (1), продемонстрирован в общем случае в позиции 300 на фигуре 3. Другие слои и элементы 1 и 9 являются теми же самыми, что и то, что описывалось в отношении гибкого композита 200, продемонстрированного на фигуре 2. Предпочтительный материал для данного армирующего элемента 10 представлял бы собой полипропиленовую ленту открытого переплетения. Данный дополнительный армирующий элемент может быть снабжен слоем 11 клея, который может представлять собой термоплавкий полимер, относящийся к типу, описанному выше в настоящем документе. Это приводит к получению гибкого композита, характеризующегося увеличенным пределом прочности при изгибании (в состоянии после схватывания) в обоих направлениях в сопоставлении с неармированным вариантом, то есть, величина нагрузки, которую гибкий композит может воспринимать со стороны первого слоя (а) до разрушения и со стороны второго слоя (с) до разрушения, является большей, чем при отсутствии армирования.

Фигура 4 демонстрирует еще один пример гибкого композита, соответствующего настоящему изобретению, в общем случае в позиции 400. В дополнение к наличию одного элемента 1, служащего донором волокна в первом слое (а), как и на фигурах от 1 до 3, гибкий композит 400 дополнительно содержит второй элемент 12, служащий донором волокна во втором слое (с). Первый слой (а) и пространство (b) гибкого композита 400 по существу являются идентичными первому слою (а) и пространству (b) гибких композитов

100 и 200, за исключением того, что некоторые из волокон 2 в пространстве (b) дополнительно простираются от второго элемента 12, служащего донором волокна, в противоположность всем волокнам 2, простирающимся от элемента 1, служащего донором волокна в гибких композитах 100 и 200.

Волокна 2 гибкого композита 400 являются полипропиленовыми волокнами, которые были протянуты от элемента 1, служащего донором, и элемента 12, служащего донором, и простираются под результирующим углом 90 градусов к слоям (a) и (c) через пространство (b) и к противоположному слою. Волокна 2 сформированы при использовании иглопробивной методики, которая подобна методике, описанной выше в настоящем документе в связи с гибким композитом 100 и гибким композитом 200. Данная иглопробивная методика отличается от вышеупомянутой иглопробивной методики тем, что крючковые иглы используются для выхватывания волокон 2 из полипропиленового нетканого материала второго элемента 12, служащего донором волокна (в дополнение к выхватыванию волокон из элемента 1, служащего донором, в соответствии с представленным выше обсуждением изобретения) и переносят их через пространство (b) и к первому слою (a). Таким образом, иглы ударом проходят как через слой 1, так и в противоположном направлении через слой 12. Данные удары могут быть последовательными или одновременными.

В некоторых областях применения может оказаться полезным наличие двух различных слоев материала наполнителя. Например, в случае, когда гибкий композит, соответствующий раскрытию изобретения в настоящем документе, предназначен для формирования водного канала или для укладки на речное ложе, может оказаться желательным наличие гибкого композита, содержащего слой схватываемого материала, который будет защищать расположенный ниже материал, который может быть, а может и не быть схватываемым, от изнашивания или эродирования.

Гибкий композит 500 на фигуре 5 обеспечен дополнительным вторым материалом 14 наполнителя, который расположен в пространстве (b) и отделен от первого материала 3 наполнителя при использовании разделительного слоя 13, что, тем самым, определяет слой первого материала наполнителя и слой второго материала наполнителя. Слой первого материала наполнителя должен представлять собой схватываемый наполнитель в соответствии с прежним описанием изобретения. В противоположность этому, второй материал 14 наполнителя может быть одним из широкого спектра потенциальных материалов, таких как материалы, описанные выше в настоящем документе в отношении второго материала наполнителя. Второй материал наполнителя может быть схватываемым материалом наполнителя, который подобен первому материалу наполнителя, но также

может быть и несхватываемым материалом, например, веществом, набухаемым в текучей среде, таким как бентонитовая глина.

Разделительный элемент может быть изготовлен из полипропиленового нетканого материала, который является проницаемым для жидкостей, таких как вода. Как таковой, при подаче жидкости (например, воды) в композит разделительный элемент позволяет воде просачиваться через слой первого материала наполнителя в слой второго материала наполнителя, что, тем самым, делает возможным гидратирование обоих материалов наполнителей, но предотвращает существенное смешивание двух материалов наполнителей при их нахождении в сухом или влажном состояниях.

Разделительный элемент не ограничивается изготовлением из полипропиленового нетканого материала и, в альтернативном варианте, может представлять собой текстильное полотно из любого другого подходящего материала, которое может разделять два материала наполнителей и является проницаемым для жидкостей, таких как вода. Разделительный элемент может представлять собой любой из материалов, описанных выше в настоящем документе в отношении разделительного элемента. Разделительный элемент также может включать армирующий элемент (не показано на диаграммах) в соответствии с представленным прежде описанием изобретения.

Любой из гибких композитов, описанных в настоящем документе, может быть снабжен одним или несколькими типами проводящих волокон (например, проводящих углеродных волокон, металлических проводящих проволок, таких как стальные или алюминиевые или медные, или оптических волокон, волокон или листов с нанесенным графеновым покрытием). Такие волокна вставлены в пространство (b) наряду с материалом 3 наполнителя (или материалами 3 и 14 наполнителей), как это продемонстрировано в гибком композите 600 на фигуре 6. Обеспечение гибкого композита, содержащего проводящие волокна 15 данным образом, может сделать возможным для пользователя использование измерений электрического сопротивления для проводящего материала в целях определения того, когда и где гибкий композит подвергается повреждению или воздействию от жидкости или испытывает серьезную деформацию, таким образом, чтобы можно было бы легче быть проводить ремонты или отслеживать монтирование для других целей. В альтернативном варианте, данные волокна могли бы быть неотъемлемым элементом любого слоя 1-15, продемонстрированного на фигурах 1-6.

Все примеры вариантов осуществления гибких композитов, описанных выше, (гибких композитов 100, 200, 300, 400, 500 и 600) включают элемент нетканого материала, который выполняет функцию донора волокна для волокон 2, которые протянуты иглой

сквозь внутреннее пространство (b) при использовании иглопробивной методики в соответствии с представленным выше обсуждением. Данная иглопробивная методика делает возможным механическое соединение первого слоя (a) со вторым слоем (c). Гибкий композит настоящего изобретения не ограничивается гибким композитом, который был произведен в результате иглопробивания. Один альтернативный пример гибкого композита, соответствующего настоящему изобретению, продемонстрирован на фигуре 7 в общем случае в позиции 700. Гибкий композит 700 содержит волокна 2, которые были вставлены при использовании вязально-прошивной методики, соответствующей представленному прежде описанию. Данные волокна 2 вставляли из сторонней нити (в противоположность происхождению нити из первого и/или второго слоев, как это продемонстрировано в других примерах вариантов осуществления) через первый слой и прошивали через второй слой, тем самым, механически сшивая их при использовании стежка. Первый слой (a) гибкого композита 700 содержит полипропиленовый иглопробивной нетканый материал 1, относящийся к типу, упоминавшемуся прежде. Первый слой (a) гибкого композита 700 не ограничивается таким материалом и, в альтернативном варианте, может представлять собой любой другой материал, относящийся к типу, описанному выше в настоящем документе в отношении первого слоя (a). В дополнение к этому, материал слоя (a) не ограничивается способностью быть донором волокон и поэтому может быть исключительно тканым или вязаным материалом или гидросплетенным или термически объединенным или экструдированным материалом. Второй слой (c) представляет собой полипропиленовую тканую ленту 4, относящуюся к типу, обсуждавшемуся прежде. В альтернативном варианте, второй слой (c) может представлять собой нетканый материал 18, а предпочтительно полипропиленовый (PP) иглопробивной нетканый материал при 200 г/м². Одна опция для данного варианта осуществления (не показано на фигурах) заключается в добавлении одного дополнительного слоя для выполнения функции как армирующего, так и вмещающего элементов, например, непрерывной геомембраны из полимера LLDPE, термоламинированной на нижнюю сторону продукта.

Гибкий композит, соответствующий настоящему изобретению, может быть снабжен изоляционным элементом на наиболее внешней поверхности первого слоя (a) и/или второго слоя (c). Изоляционный элемент может принимать форму нового слоя (d). Один пример гибкого композита, содержащего изоляционный слой (d), продемонстрирован в виде гибкого композита 800 на фигуре 8. Изоляционный слой (d) может быть изготовлен из любого подходящего материала, который способен придать эффект изоляции гибкому композиту. Изоляционный слой (d) может содержать любой из

вышеупомянутых материалов, обсуждавшихся выше в настоящем документе в отношении изоляционного элемента или изоляционного слоя. Изоляционный слой может быть образован из твердого пеноматериала, разрезанного на треугольные или другие мозаичные блоки для обеспечения возможности скатывания композита в рулон.

Поверхности гибких композитов (первый слой (a) и/или второй слой (c)) могут быть скреплены с одним или несколькими дополнительными слоями, включающими любое количество покрытий, которые выполняют функцию улучшения механических свойств гибкого композита (не показано на фигурах). Например, первый слой (a) и/или второй слой (c) могут содержать покрытие, способное демонстрировать наличие зон изнашивания на упомянутом слое, что, тем самым, помогает пользователю упомянутого гибкого композита идентифицировать изношенные зоны композита; придавать стойкость к воздействию ультрафиолетового (УФ) излучения для предотвращения УФ-повреждения композита; обеспечивать увеличенный коэффициент трения, что делает возможными передвижение или хождение, соответственно, транспортных средств и людей по упомянутому гибкому композиту при отсутствии скольжения; обеспечивать поверхность, стимулирующую рост биологических организмов, для стимулирования роста растительности на поверхности гибкого композита или действие биоцидного компонента для предотвращения роста водорослей, мхов или других возможных растений; улучшать огнестойкость гибкого композита; делать материал гидрофобным или гидрофильным; и/или улучшать химическую стойкость гибкого композита.

Гибкий композит, соответствующий настоящему изобретению, может быть снабжен слоем, непроницаемым для воды, (водоупорным слоем) на наиболее внешней поверхности второго слоя (c). Один пример гибкого композита, содержащего непроницаемый для воды слой, прикрепленный на наиболее внешней поверхности второго слоя (c), продемонстрирован на фигуре 9 в общем случае в позиции 900. Слой 17, непроницаемый для воды, может быть изготовлен из любого подходящего материала, который является непроницаемым для воды, и предпочтительно представляет собой полимерный материал, а наиболее предпочтительно полипропилен, сложный полиэфир, полимер PVC или полиуретан. Полимерные материалы могут быть переведены в жидкое состояние и отлиты на гибком композите при использовании щелевого экструдера. Характеристики непроницаемости для воды у слоя 17 могут быть объединены с любым другим наиболее внешним слоем для второго слоя, описанного в настоящем документе, например, слой, непроницаемый для воды, может быть объединен для дополнительного наличия собственных сопротивления скольжению или изоляционных характеристик.

Один пример последовательности изготовления гибкого композита,

соответствующего описанию изобретения в настоящем документе, представлен ниже.

Во-первых, первый слой (состоящий из полипропиленового иглопробивного нетканого материала) и второй слой (состоящий из полипропиленовой тканой ленты с нанесенным покрытием из низкоплавкого материала на ее внешней лицевой поверхности и скрепленной с полипропиленовым иглопробивным нетканым материалом на ее внутренней лицевой поверхности) протягивают в бесчелночный рапирный ткацкий станок. Например, ткацкий станок, который может производить материал, достигающий вплоть до 10 м в ширину. Ткацкий станок имеет последовательность из длинных трубок, проходящих в машинном направлении (MD) (то есть в направлении производства гибкого композита) и зафиксированных между опорой ткацкого станка и пластинами съемников. Трубки расположены между пластинами съемников и опорой ткацкого станка таким образом, чтобы оставить зазор с любой из сторон трубок. Опора и пластины съемников разделены зазором в диапазоне от 3 до 100 мм. Первый слой протягивают через ткацкий станок между трубками и пластиной съемника. Второй слой протягивают через ткацкий станок между трубками и пластиной опоры, при этом трубки формируют сэндвичевую конструкцию между двумя слоями. Трубки имеют внешний диаметр в диапазоне от 3 до 25 мм и выровнены с шагом в перекрестном направлении (поперечном направлении, которое расположено под углом 90 градусов к направлению MD) в диапазоне от 4 до 50 мм, трубки могут иметь некруглое поперечное сечение и/или могут быть скомпонованы в стопку. Толщина конечного гибкого композита зависит как от размера зазора между опорой и пластинами съемников, так и от диаметра трубок. Толщина гибкого композита (после наполнения) находится в диапазоне от 3 до 50 мм.

Во-вторых, иглы бесчелночного рапирного ткацкого станка выровнены таким образом, чтобы производить удар между трубками. Пластина съемника и опора ткацкого станка содержат отверстия или щели, которые выровнены таким образом, чтобы принимать иглы и давать им возможность проходить насквозь во время действия удара. Иглы, неоднократно производящие удар данным образом, проталкивают волокна из первого слоя сквозь зазор между трубками и через второй слой, при этом концы волокон выступают с внешней лицевой поверхности второго слоя на величину в диапазоне от 0,1 до 30 мм. Шаг в машинном направлении для сшивающих элементов, полученных таким образом, находится в диапазоне от 0,5 до 20 мм. Шаг в поперечном направлении фиксируют в виде величины, кратной шагу между трубками, которые могут быть разнесены равномерно или неравномерно при наличии равномерных или неравномерных зазоров между ними. По мере протягивания материала через бесчелночный рапирный ткацкий станок материал скользит по фиксированным трубкам при скорости

технологической линии в диапазоне от 0,1 до 50 м/мин. Иглы могут быть установлены для производства удара под любым углом до тех пор, пока иглы не будут ударять по трубкам.

В-третьих, в местоположении между бесчелночным рапирным ткацким станком и находящимся ниже по ходу технологического потока концом трубок нагреватель (при использовании горячего воздуха, теплопроводности, излучения, высокой частоты и тому подобного) и прижимной валик оказывают воздействие на внешнюю лицевую поверхность второго слоя для активирования низкоплавкого слоя и склеивания концов сшивающих волокон, выступающих с внешней лицевой поверхности второго слоя. В альтернативном или дополнительном варианте, вышеупомянутый способ нагревания может быть использован для сжигания или скрепления выступающих концов волокна для предотвращения их вытягивания.

В-четвертых, на внешнюю лицевую поверхность второго слоя может быть добавлен защитный элемент (состоящий из полипропиленового иглопробивного нетканого материала). Предпочтительным является введение его в той же самой позиции на технологической линии, что и нагреватель таким образом, чтобы тот же самый низкоплавкий клей, который склеивает пучки ворса сшивающих волокон, также приставал бы и к защитному слою. Подобным образом на первый слой и/или второй слой могут быть введены другие слои, описанные в настоящем документе в отношении различных примеров гибких композитов, такие как слои, не обладающие скольжением или непроницаемые для текучей среды. В случае добавления на гибкий холст, соответствующий раскрытию изобретения в настоящем документе, например, слоя 17, непроницаемого для воды, он может быть прикреплен на втором слое на внешней стороне армирующего элемента (или защитного элемента) после иглопробивания в виде непрерывной мембраны. Необязательно защитный слой может быть предварительно прикреплен на внешней лицевой поверхности слоя, непроницаемого для воды, (не показано на фигуре 11).

В-пятых, трубки простираются из бесчелночного рапирного ткацкого станка в машинном направлении на расстояние в диапазоне от 0,1 м до 20 м. Данные трубки соединены на находящемся выше по ходу технологического потока конце с работающей под давлением емкостью, содержащей находящийся под воздействием давления схватываемый порошок, псевдооживленный под воздействием сжатого воздуха, при этом размер частиц является достаточно маленьким для прохождения через трубки. Схватываемый порошок продувается по трубкам и выходит в зазор между первым и вторым слоями. Схватываемый порошок находится под воздействием положительного перепада давления при выходе его из работающей под давлением емкости в диапазоне от

0,1 до 50 бар и уплотняется при его поступлении в зазор между первым и вторым слоями. Один из данных слоев выполняет функцию фильтра для предоставления воздуху возможности покинуть материал. Скомпонованные в стопку трубки (при введении между ними разделительного элемента) могут быть использованы для введения второго слоя несхватываемого порошка в соответствии с представленным прежде описанием.

Необязательно кромки гибкого композита запечатывают для предотвращения высвобождения материала наполнителя. Кромки гибкого композита могут быть запечатаны до введения или после введения материала наполнителя, но предпочтительно до введения материала наполнителя. Кромки гибкого композита могут быть запечатаны при использовании эластичной нити, прошивания, ультразвукового скрепления, термоскрепления, иглопробивания или клея.

В заключение и необязательно, наполненный гибкий композит скатывают в рулон на конце трубок.

Необязательно в случае необходимости при изготовлении добавления к гибкому композиту армирующей сетки может оказаться необходимым упорядочивание шага между иглами и скорости, с которой сетка вводится в ткацкий станок исходя из шага сетки. Это необходимо для обеспечения проведения ударов игл в отверстия в сетке, а не в саму сетку, что может повредить иглы и/или сетку.

Два основных слоя (первый слой (а) и второй слой (с)) гибкого композита, произведенного при использовании способа изготовления, представленного выше, сшиты при использовании волокон, имеющих своим происхождением один из основных слоев, при использовании иглопробивной машины (бесчелночного рапирного ткацкого станка). Однако, как это упоминалось в настоящем документе, данные сшивающие волокна могли бы иметь своим происхождением и иной источник, такой как нить, вводимая в вязально-прошивную машину. Представленная выше последовательность изготовления была бы идентичной в последнем варианте при том исключении, что первый и второй слои протягивались бы в вязально-прошивную машину, а не в иглопробивную машину. Ширина гибкого композитного холста, толщина, скорость технологической линии, шаг между сшивающими волокнами и тому подобное остались бы неизменными. Ключевое отличие заключается в переносе возвратно-поступательно движущимися иглами между двумя слоями при соединении их таким образом нити со сторонней бобины, а не в выхватывании крючковыми иглами волокон из одного из слоев для создания сшивающих волокон. В альтернативном варианте, материал может быть загружен в результате иглопробивания при использовании насыпного порошка под воздействием гидростатического давления.

Примеры

Жесткость на изгиб

Фигуры 10 и 11 демонстрируют графики результатов для испытаний при трехточечном изгибании, проводимых, соответственно, в отношении двух схватившихся гибких композитов А и В, соответствующих настоящему изобретению, на основании стандартного испытания, представленного в документе BS EN 196-1:2005. Фигуры 10 и 11 демонстрируют предел прочности при изгибании в МПа в зависимости от смещения вдоль оси в мм. График 17 относится к схватившемуся образцу гибкого композита 200, описанного выше и продемонстрированного на фигуре 2.

Для образцов, подвергнутых испытанию, использовали иглопробивной технологический процесс для расположения сшивающих элементов, которые были образованы из донированных волокон с верхней поверхности. Образцы имели в длину 140 мм в машинном направлении (MD) и в ширину 40 мм в поперечном направлении (TD). Толщина схватившегося наполнителя для композитов А и В составляла, соответственно, 12 и 14 мм в точках минимума и, соответственно, 13,5 и 15 мм в точках максимума (в точке выпячиваний).

Опоры для трехточечного изгибания находились с расстоянием между центрами 100 мм, а шток приложения нагрузки воздействовал по центру. Образец подвергали испытанию при ориентации размера в длину в направлении MD и распространении первой трещины в направлении TD.

Композит А характеризовался следующей далее композицией: донор волокна/лицевая поверхность изнашивания: иглопробивной нетканый материал из полимера PP при 340 г/м^2 , содержащий штапельные волокна при 17 децетекс; сцепляющийся элемент: иглопробивной нетканый материал из полимера PP при 120 г/м^2 , содержащий штапельные волокна при 7 децетекс; армирующий элемент: тканая лента из полимера PP при 80 г/м^2 и UTS (пределном сопротивлении растяжению) 20 кН/м; защитный элемент: иглопробивной нетканый материал из полимера PP при 120 г/м^2 , содержащий штапельные волокна при 7 децетекс; сшивающие волокна, скомпонованные с правильным квадратным рисунком $1,5 \text{ мм (MD)} \times 12 \text{ мм (TD)}$ и произведенные в результате иглопробивания для лицевой поверхности донора волокна при использовании игл калибра 32; схватываемый наполнитель: высокоглиноземистый цемент, наполненный под воздействием перепада давления 4 бар; образец был подвергнут схватыванию в избытке воды и оставлен при стандартных температуре и давлении (СТД) на протяжении 24 часов и подвергнут испытанию по истечении 24-ого часа после первого добавления воды.

Композит В характеризовался следующей далее композицией: донор волокна/лицевая поверхность изнашивания: иглопробивной нетканый материал из полимера PP при 200 г/м^2 , содержащий штапельные волокна при 6 децитекс, UTS $\sim 12 \text{ кН/м}$; сцепляющийся элемент: иглопробивной нетканый материал из полимера PP при 200 г/м^2 , содержащий штапельные волокна при 6 децитекс; армирующий/непроницаемый элемент: геомембрана из полимера LLDPE при 1 мм, 900 г/м^2 и 15 кН/м UTS ; сшивающие волокна, скомпонованные с правильным квадратным рисунком $4,5 \text{ мм (MD)} \times 12 \text{ мм (TD)}$ и произведенные в результате иглопробивания для лицевой поверхности донора волокна при использовании игл калибра 30; схватываемый наполнитель: обычный портланд-цемент 100 % СЕМ 1/52.5N, наполненный под воздействием перепада давления 3 бар; образец был подвергнут схватыванию в избытке воды и оставлен при стандартных температуре и давлении (СТД) на протяжении 7 дней и подвергнут испытанию по истечении 7-ого дня после первого добавления воды.

Образец композита А производил первую центральную трещину в цементе при смещении штока приложения нагрузки вдоль оси, составляющем приблизительно 0,5 мм. Последующие трещины на расстоянии от центра образцов, составляющем приблизительно 5-20 мм, появлялись при смещении вдоль оси, составляющем приблизительно 2,5, 4, 6, 8 и 16 мм. Армирующий элемент в виде тканой ленты начинал разрушаться в центре образца в результате разламывания ленточных компонентов при смещении вдоль оси, составляющем приблизительно 23 мм. После данного момента каких-либо дополнительных трещин в цементе не появлялось. Лента поступательно разрушалась вплоть до невозможности выдерживания образцом нагрузки по центру при смещении вдоль оси, составляющем приблизительно 30 мм, (что выходит за пределы шкалы на фигуре 9).

Образец композита В производил первую центральную трещину в цементе при смещении штока приложения нагрузки вдоль оси, составляющем приблизительно 0,5 мм, при пределе прочности при изгибании 4,8 МПа. Последующие трещины на расстоянии от центра образцов, составляющем приблизительно 5-20 мм, появлялись при смещении вдоль оси, составляющем приблизительно 2, 2,8, 4,5, 6,5, 8, 9, 12,3 и 22 мм. Второй слой, армированный при использовании геомембраны из полимера LLDPE при 1 мм, начинал разрушаться в центре образца при смещении вдоль оси, составляющем приблизительно 25 мм. После данного момента каких-либо дополнительных трещин в цементе не появлялось. Геомембрана претерпевала большое растяжение до конечного разрушения при смещении вдоль оси, составляющем приблизительно 35 мм, (что выходит за пределы шкалы на фигуре 10).

За первой трещиной в схватившемся наполнителе следовали последовательная серия из трещин схватившегося наполнителя при изгибающей нагрузке, большей, чем соответствующая характеристика для первой трещины, и, в заключение, разрушение армирующего элемента во втором слое указывает на режим разрушения схватившегося гибкого композита, описанного в настоящем документе.

Фигуры 12, 13 и 14 демонстрируют результаты трех испытаний на предел прочности при отслаивании для композита В, описанного в настоящем документе.

Фигура 12 демонстрирует предел прочности при отслаивании между вторым слоем и цементным наполнителем композита В в его схватившемся состоянии. Данные получали при использовании метода, описанного в документе BS EN 13426-2:2005.

Результаты, продемонстрированные на фигуре 12, демонстрируют начальный период приложения нагрузки к образцу для смещения в диапазоне от 0 до 20 мм со следующим далее растяжением в 180 мм при нагрузке в диапазоне от 2,5 до 4,3 кН при расчете на один м ширины. Предел прочности при отслаивании в таком диапазоне является более, чем достаточным для демонстрации изгибных свойств, подробно представленных на фигуре 11, без отслаивания.

Фигура 13 демонстрирует предел прочности при отслаивании между геомембраной из полимера LLDPE при 1 мм (выполняющей функцию как армирующего, так и вмещающего слоев) и сцепляющимся слоем при 200 г/м², которые совместно формируют второй слой. Данные по пределу прочности при отслаивании получали при использовании метода, описанного в документе BS EN 13426-2:2005. Испытание проводили в отношении несхватившегося материала.

Результаты, продемонстрированные на фигуре 13, демонстрируют начальный период приложения нагрузки к образцу для смещения в диапазоне от 0 до 35 мм со следующим далее растяжением в 165 мм при нагрузке в диапазоне от 1,9 до 2,7 кН при расчете на один м ширины. Предел прочности при отслаивании в таком диапазоне является более, чем достаточным для демонстрации изгибных свойств, подробно представленных на фигуре 11, без отслаивания.

Фигура 14 демонстрирует предел прочности при отслаивании между первым и вторым слоями для композита В в его несхватившемся состоянии. Данные по пределу прочности при отслаивании получали при использовании метода, описанного в документе BS EN 13426-2:2005.

Результаты, продемонстрированные на фигуре 14, демонстрируют начальный период приложения нагрузки к образцу для смещения в диапазоне от 0 до 30 мм со следующим далее растяжением в 170 мм при нагрузке в диапазоне от 0,42 до 0,65 кН при

расчете на один м ширины. Данный предел прочности при отслаивании представляет собой показатель для предела прочности при растяжении у сшивающих волокон и того, как они прикрепляются к первому и второму слоям. Предел прочности при отслаивании в таком диапазоне является более, чем достаточным для предотвращения отслаивания первого и второго слоев в несхватившемся состоянии во время манипулирования и монтирования, и, как это было установлено, такой диапазон также является достаточным для вмещения порошкообразного наполнителя во время доставки под воздействием давления упомянутого порошкообразного наполнителя при изготовлении гибкого композита.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Гибкий композит, который способен схватываться с образованием твердого или полутвердого тела, при этом композит содержит:

первый слой;

второй слой, противолежащий первому слою и отделенный от первого слоя пространством;

материал наполнителя, расположенный в пространстве между первым и вторым слоями, который способен схватываться с образованием твердого или полутвердого тела после добавления жидкости, газа или излучения;

множество элементов, простирающихся по существу в пространство от первого слоя и/или второго слоя и соединяющихся с ними, которые могут проходить через первый слой и/или второй слой и могут соединяться друг с другом, с образованием, тем самым, сшивающих элементов для соединения слоев друг с другом; и

причем несхватившийся материал наполнителя обеспечен в пространстве под воздействием такого давления, что к одному или нескольким сшивающим элементам приложено натяжение, и что первый и/или второй слой выпячивают наружу между соседними сшивающими элементами, которые находятся под натяжением.

2. Гибкий композит по п. 1, в котором первый слой содержит нетканый материал.

3. Гибкий композит по п. 2, в котором нетканый материал содержит волокна, которые скреплены при использовании: иглопробивания, клеев, нагревания, гидросцепления, прошивного вязания или ультразвуковой сварки.

4. Гибкий композит по п. 2 или п. 3, в котором нетканый материал содержит полипропиленовые волокна.

5. Гибкий композит по любому из пп. 2-4, в котором нетканый материал содержит волокна, характеризующиеся средней линейной плотностью в диапазоне 0,1-100 децтекс, 0,2-100 децтекс, 0,5-100 децтекс, 1-100 децтекс, 2-50 децтекс, 3-30 децтекс, или смесь из волокон различных масс.

6. Гибкий композит по любому из пп. 2-5, в котором нетканый материал содержит штапельные волокна, характеризующиеся длиной в диапазоне 10-200 мм, предпочтительно 30-150 мм или 40-100 мм.

7. Гибкий композит по любому из пп. 1-6, в котором первый слой является проницаемым для газов и жидкости, но по существу непроницаемым для материала наполнителя.

8. Гибкий композит по любому из пп. 1-7, в котором первый слой и/или второй слой дополнительно содержат армирующий элемент, содержащий тканый материал,

нетканый материал, непрерывную мембрану или вязаный материал, выполненные с возможностью улучшения предела прочности при растяжении и/или увеличения жесткости первого и/или второго слоев.

9. Гибкий композит по п. 8, в котором армирующий элемент содержит сложный полиэфир или полипропилен.

10. Гибкий композит по любому из пп. 1-9, в котором предельное сопротивление растяжению для первого и/или второго слоев может быть представлено при использовании формулы:

$$\sigma_f t_f \leq 4T_r$$

где:

σ_f представляет собой предельное напряжение при растяжении (в Н/м²) для материала наполнителя тогда, когда он схватился;

t_f представляет собой среднюю толщину схватившегося материала наполнителя (м);

T_r представляет собой предельное сопротивление растяжению (Н/м) для слоя, к которому приложена нагрузка натяжения, при расчете на один метр ширины.

11. Гибкий композит по любому из пп. 8-10, в котором первый и/или второй слои характеризуются пределом прочности при растяжении в диапазоне 0,5-200 кН при расчете на один метр ширины, предпочтительно от 1 до 150 кН/м или от 1 до 100 кН/м.

12. Гибкий композит по любому из пп. 1-11, в котором первый и/или второй слои содержат элемент из шероховатого сцепляющегося текстильного материала на по меньшей мере части своей наиболее внутренней поверхности, прилегающей, тем самым, к порошкообразному материалу в пространстве, для приставания порошка тогда, когда он схватился.

13. Гибкий композит по п. 12, в котором шероховатый сцепляющийся текстильный материал содержит полипропиленовые волокна.

14. Гибкий композит по п. 12 или 13, в котором элемент из сцепляющегося текстильного материала, прилегающий к порошкообразному материалу, выполнен с возможностью обеспечения связи между сцепляющимся текстильным материалом и порошкообразным материалом, характеризующейся пределом прочности при отслаивании в диапазоне 0,5-10 кН/м тогда, когда порошкообразный материал схватился.

15. Гибкий композит по любому из пп. 12-14, который зависим от любого из пп. 8-11, в котором элемент из сцепляющегося текстильного материала прикреплен к армирующему слою, и в котором предел прочности при отслаивании для связи между сцепляющимся текстильным материалом и армирующим слоем находится в диапазоне

0,5-10 кН/м.

16. Гибкий композит по любому из пп. 1-15, в котором второй слой является по существу непроницаемым для текучих сред.

17. Гибкий композит по п. 16, в котором гидравлическая проводимость второго слоя находится в диапазоне $10^{-3} - 10^{-15}$ мсек $^{-1}$ или $10^{-6} - 10^{-14}$ мсек $^{-1}$ или $10^{-7} - 10^{-12}$ мсек $^{-1}$.

18. Гибкий композит по п. 16 или 17, в котором второй слой содержит отдельную непрерывную мембрану, выполненную с возможностью быть по существу непроницаемой для текучих сред, при этом упомянутая непрерывная мембрана содержит полипропилен, полиэтилен высокой, средней и низкой плотности, поливинилхлорид (PVC), каучук или полиуретан.

19. Гибкий композит по п. 18, в котором второй слой содержит элемент из нетканого материала на своей наиболее внешней поверхности, обращенной в сторону от материала наполнителя, для получения защитного элемента.

20. Гибкий композит по п. 19, в котором элемент из нетканого материала содержит волокна, которые скреплены при использовании: иглопробивания, клеев, нагревания и давления, гидросцепления, прошивного вязания или ультразвуковой сварки.

21. Гибкий композит по п. 19 или 20, в котором элемент из нетканого материала содержит сложный полиэфир и/или полипропилен.

22. Гибкий композит по любому из пп. 1-21, в котором второй слой содержит элемент, не обладающий скольжением, на по меньшей мере части своей наиболее внешней поверхности, которая обращена в сторону от материала наполнителя, для улучшения силы сцепления между гибким композитом и поверхностью, на которую он уложен.

23. Гибкий композит по п. 22, в котором элемент, не обладающий скольжением, содержит натуральный каучук, синтетический каучук, полипропилен, сложный полиэфир, PVC, полиэтилен низкой плотности (LDPE), линейный полиэтилен низкой плотности (LLDPE) или полиэтилен высокой плотности (HDPE) и/или имеет определенную степень текстуры.

24. Гибкий композит по любому из пп. 1-23, в котором сшивающие элементы простираются между первым и вторым слоями, тем самым, соединяя их, и разнесены друг от друга при регулярной или нерегулярной компоновке вдоль продольной и/или поперечной оси гибкого композита.

25. Гибкий композит по любому из пп. 1-24, в котором сшивающие элементы скомпонованы в виде одного из следующих далее рисунков: правильные или

неправильные треугольники, квадрат, прямоугольник, шестиугольник, любая другая многоугольная форма, трикотажная строчка, распределение по существу случайным образом или любая их комбинация.

26. Гибкий композит по любому из пп. 1-25, в котором каждый сшивающий элемент содержит множество субэлементов, которые простираются сквозь пространство и через один или оба из слоев в дискретном столбце, способном выдерживать воздействие нагрузки натяжения.

27. Гибкий композит по любому из пп. 24-26, в котором сшивающие элементы разнесены друг от друга на расстояние в диапазоне 0,1-100 мм, 0,1-50 мм, предпочтительно в диапазоне 0,5-30 мм, более предпочтительно в диапазоне 1-20 мм или наиболее предпочтительно в диапазоне 1-12 мм.

28. Гибкий композит по любому из пп. 24-27, в котором сшивающие элементы простираются между первым слоем и/или вторым слоем под результирующим углом, по существу перпендикулярным по отношению к срединной плоскости между первым и вторым слоями.

29. Гибкий композит по любому из пп. 1-28, в котором сшивающие элементы расположены в пространстве при использовании одного или нескольких вариантов: иглопробивание, прошивное вязание, гидросцепление и зацепление предварительно сформированными крючками.

30. Гибкий композит по любому из пп. 1-29, в котором сшивающие элементы, простирающиеся сквозь пространство от первого слоя и/или второго слоя, простираются через противоположный слой, соединяя, тем самым, слои друг с другом.

31. Гибкий композит по п. 30, в котором сшивающие элементы, простирающиеся через первый и/или второй слой, выполнены с возможностью фиксирования на наиболее внешней стороне слоя, через который они простираются.

32. Гибкий композит по п. 31, который зависит от пп. 18-21, в котором сшивающие элементы не простираются через непрерывную мембрану.

33. Гибкий композит по п. 31 или п. 32, в котором сшивающие элементы зафиксированы при использовании одного или нескольких вариантов: механическое перепутывание, клей, расплавление в результате нагревания или скрепление с полимерным слоем при использовании химических или механических средств.

34. Гибкий композит по любому из пп. 1-33, в котором предел прочности при отслаивании между первым и вторым слоями несхватившегося гибкого композита находится в диапазоне 0,1 кН/м – 20 кН/м, а предпочтительно от 0,3 кН/м до 3 кН/м.

35. Гибкий композит по любому из пп. 24-34, в котором после прохождения

сшивающих элементов через упомянутые первый слой и/или второй слой они изменяют направление на по существу параллельное по отношению к упомянутым первому слою и/или второму слою.

36. Гибкий композит по любому из пп. 1-35, в котором сшивающие элементы представляют собой волокна.

37. Гибкий композит по любому из пп. 1-36, в котором сшивающие элементы имеют своим происхождением первый слой и/или второй слой.

38. Гибкий композит по любому из пп. 29-37, в котором сшивающие элементы, простирающиеся по существу сквозь пространство от первого слоя и/или второго слоя, проходят через противоположный слой и простираются обратно в пространство.

39. Гибкий композит по п. 38, в котором сшивающие элементы, простирающиеся по существу обратно в пространство, выполнены с возможностью соединения с другими элементами, расположенными в пространстве.

40. Гибкий композит по п. 39, в котором элементы, простирающиеся по существу обратно в пространство, соединяются с другими элементами в результате перепутывания.

41. Гибкий композит по п. 38, в котором сшивающие элементы, простирающиеся по существу обратно в пространство, выполнены с возможностью соединения со слоем, который волокна имеют своим происхождением.

42. Гибкий композит по любому из пп. 1-41, в котором материал наполнителя выбран из одного или нескольких представителей, выбираемых из порошкообразной, пастообразной или вспениваемой композиции.

43. Гибкий композит по любому из пп. 1-42, в котором материал наполнителя выбран из одного или нескольких представителей, выбранных из смеси цемент-заполнитель, высокоглиноземистого цемента, смеси известь-заполнитель и портланд-цемента.

44. Гибкий композит по любому из пп. 1-43, в котором материал наполнителя содержит наполняющий материал.

45. Гибкий композит по любому из пп. 1-44, в котором материал наполнителя содержит модификатор реакции.

46. Гибкий композит по любому из пп. 1-45, в котором материал наполнителя тогда, когда он схватился, характеризуется пределом прочности при растяжении в диапазоне 0,1-20 МПа, предпочтительно 0,1-10 МПа, более предпочтительно 0,5-5 МПа.

47. Гибкий композит по любому из пп. 1-46, в котором материал наполнителя тогда, когда он схватился, характеризуется пределом прочности при сжатии в диапазоне 1-500 МПа, предпочтительно 5-200 МПа, более предпочтительно 15-100 МПа.

48. Гибкий композит по любому из пп. 1-47, дополнительно содержащий второй материал наполнителя, расположенный в пространстве между первым и вторым слоями, причем упомянутый второй материал наполнителя отделен от первого материала наполнителя при использовании разделительного слоя, расположенного в пространстве между первым и вторым слоями.

49. Гибкий композит по п. 48, в котором второй материал наполнителя выбран из одного или нескольких представителей, выбранных из порошкообразной, пастообразной или вспениваемой композиции.

50. Гибкий композит по п. 48 или п. 49, в котором второй материал наполнителя содержит бентонитовую глину или сверхпоглощающий полимер.

51. Гибкий композит по любому из пп. 48-50, в котором разделительный слой представляет собой бумагу или тканый, нетканый, вязаный материал или экструдированный слой.

52. Гибкий композит по любому из пп. 48-51, в котором разделительный слой содержит полипропиленовый нетканый материал.

53. Гибкий композит по любому из пп. 1-52, в котором слои гибкого композита связаны друг с другом при использовании клея, предпочтительно клей является термоплавким клеем.

54. Гибкий композит по п. 53, в котором клей содержит полипропиленовый сополимер, приставший к армирующему слою или присутствующий в качестве части армирующего слоя.

55. Гибкий композит по любому из пп. 53-54, в котором клей обеспечивает предел прочности при сдвиге между слоями, по существу подобный предельному сопротивлению растяжению первого слоя и/или второго слоя.

56. Гибкий композит по любому из пп. 1-55, в котором один или несколько материалов в первом слое и/или втором слое являются растворимыми в воде, перегниваемыми, УФ-разлагаемыми, гидрофильными и гидрофобными.

57. Гибкий композит по любому из пп. 1-56, в котором один или несколько материалов в первом слое и/или втором слое представляют собой биоцид или стимулятор роста биологических организмов.

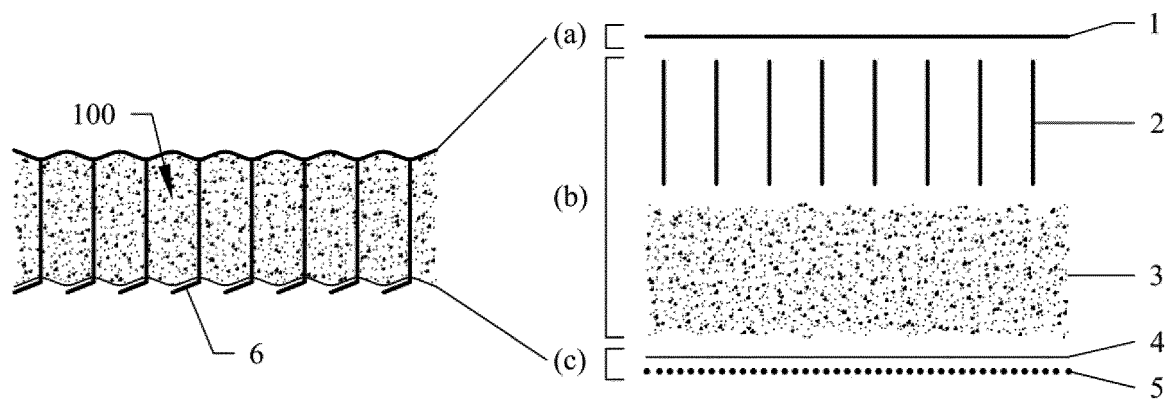
58. Гибкий композит по любому из пп. 1-57, в котором либо наполнитель, либо первый слой, либо второй слой содержат электропроводящие волокна, что, тем самым, делает возможным детектирование повреждения или деформации гибкого композита и их местоположения.

59. Гибкий композит по любому из пп. 1-58, дополнительно содержащий

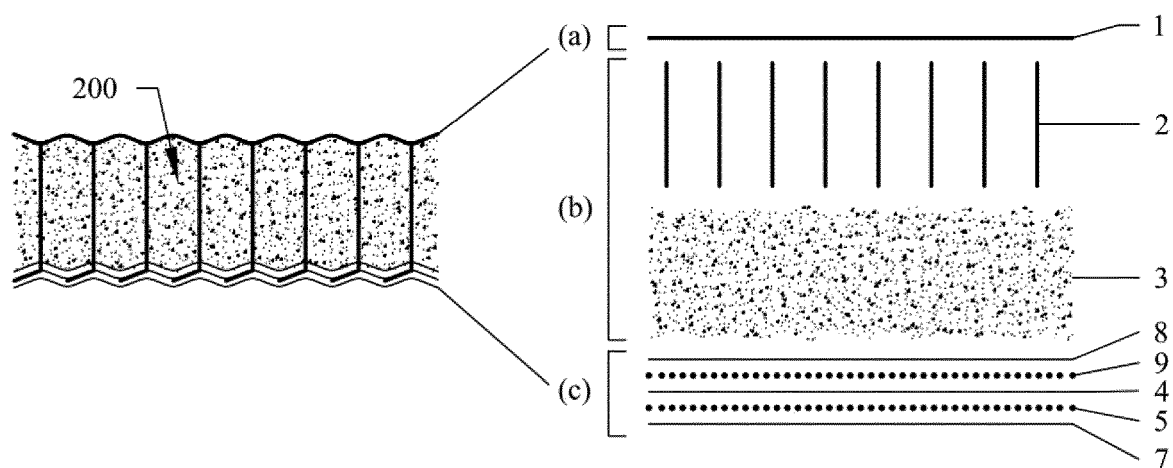
теплоизоляционный слой на наиболее внешней стороне первого слоя или наиболее внешней стороне второго слоя, допуская при этом, что с наружной стороны теплоизоляционного слоя могут быть нанесены дополнительные слои.

60. Гибкий композит по любому из пп. 1-59, дополнительно содержащий податливый слой, который характеризуется достаточной поперечной жесткостью для того, чтобы он мог бы быть изогнут (пластически деформирован) для формирования из несхватившегося гибкого композита трехмерного профиля, который способен выдерживать воздействие собственной массы до схватывания материала.

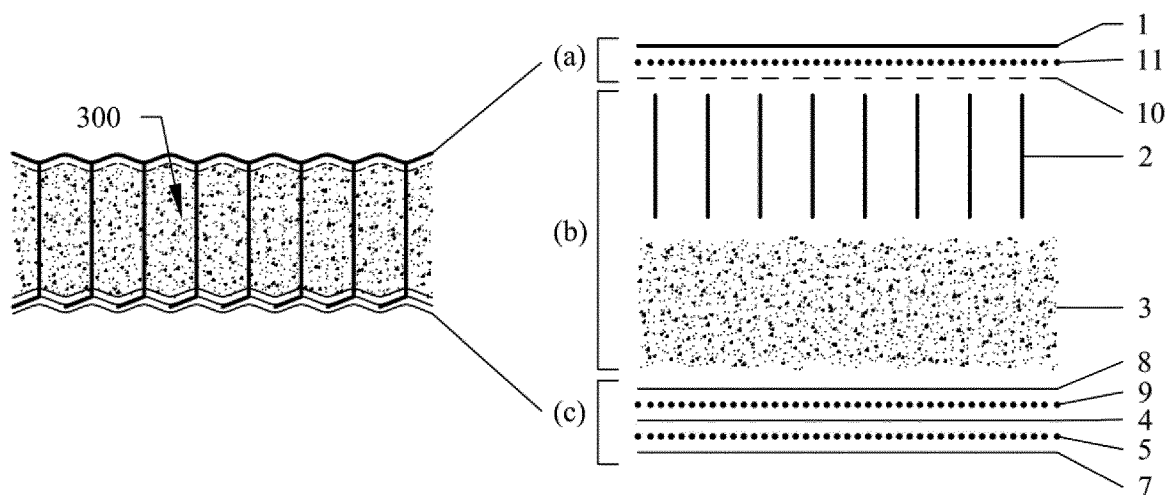
61. Гибкий композит, соответствующий описанию изобретения в настоящем документе при обращении к прилагающимся чертежам.



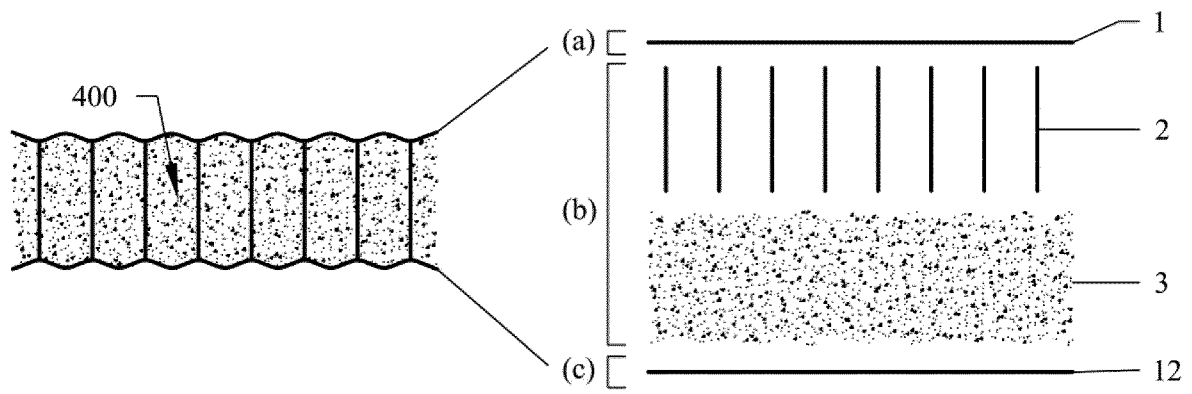
Фиг. 1



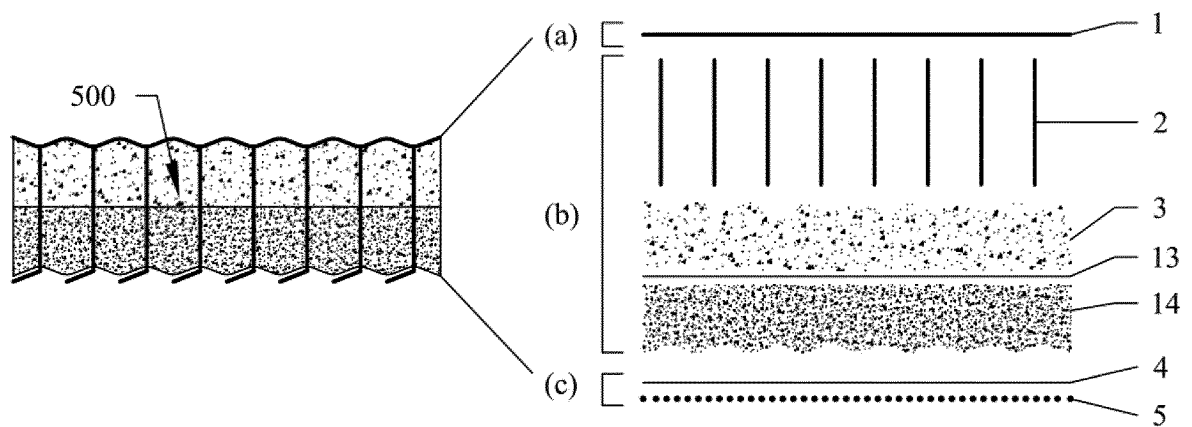
Фиг. 2



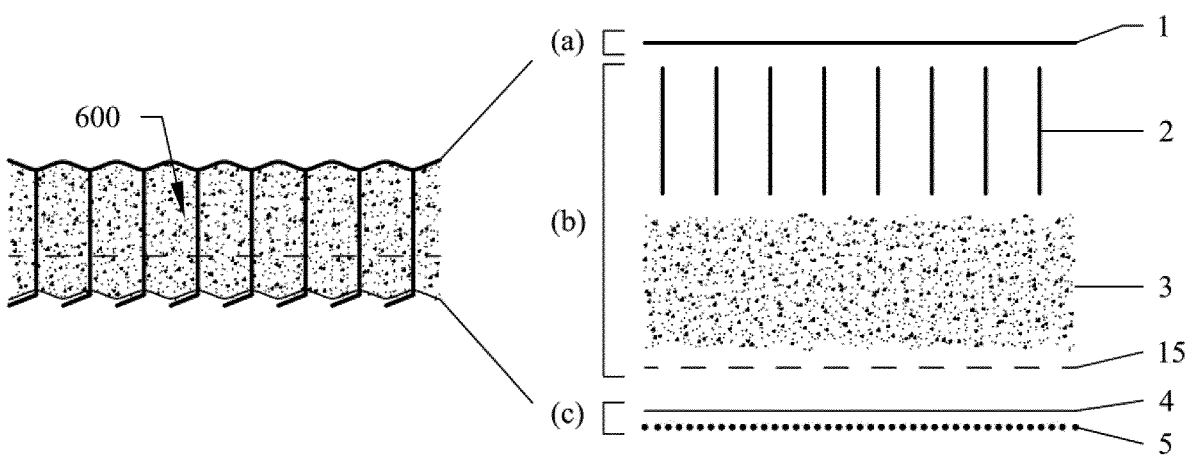
Фиг. 3



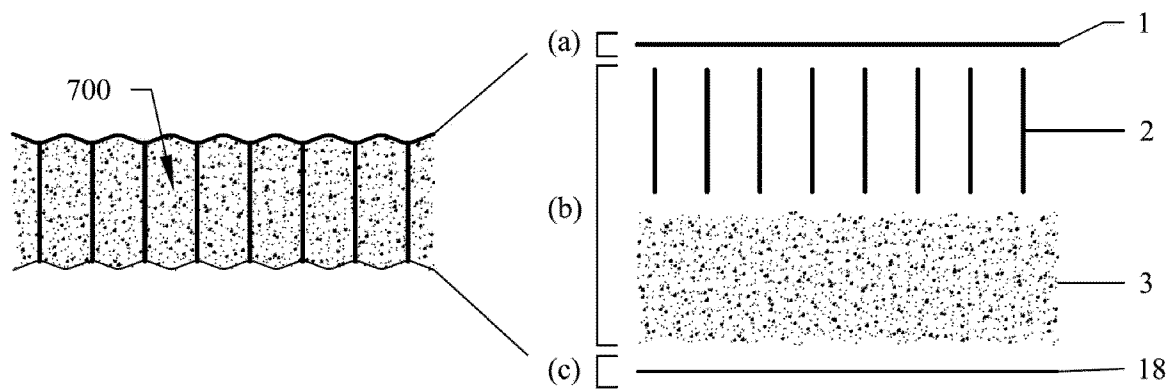
Фиг. 4



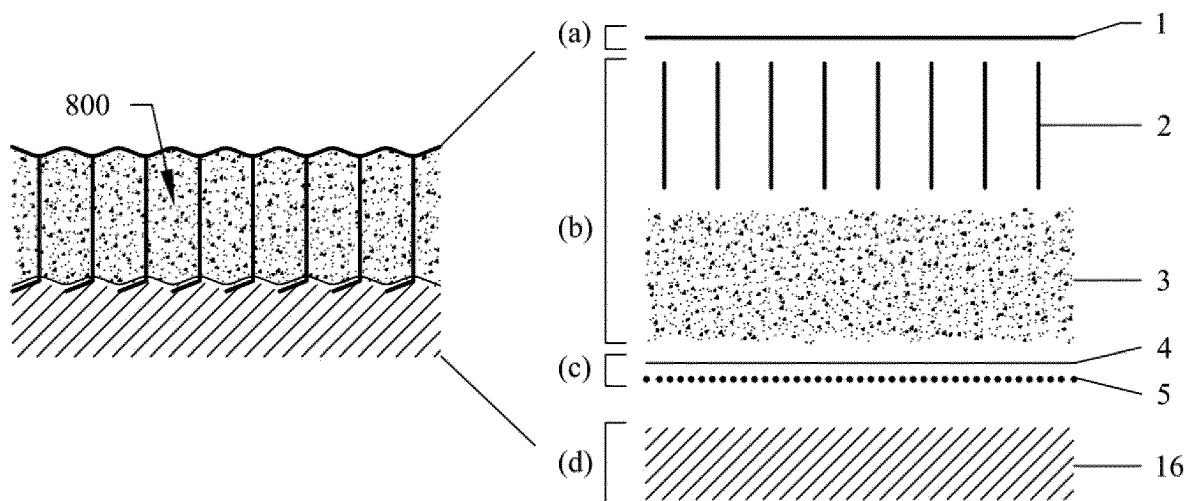
Фиг. 5



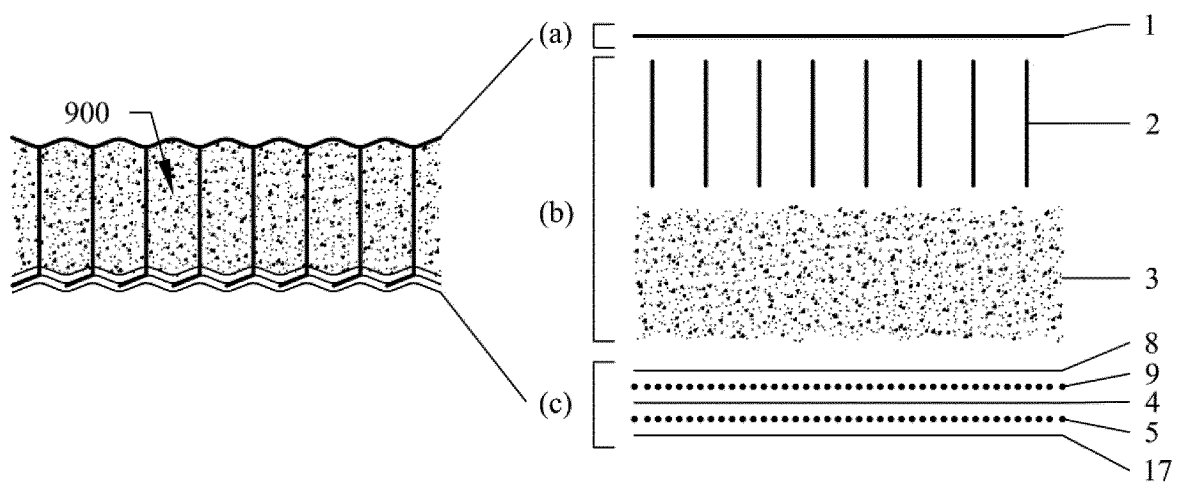
Фиг. 6



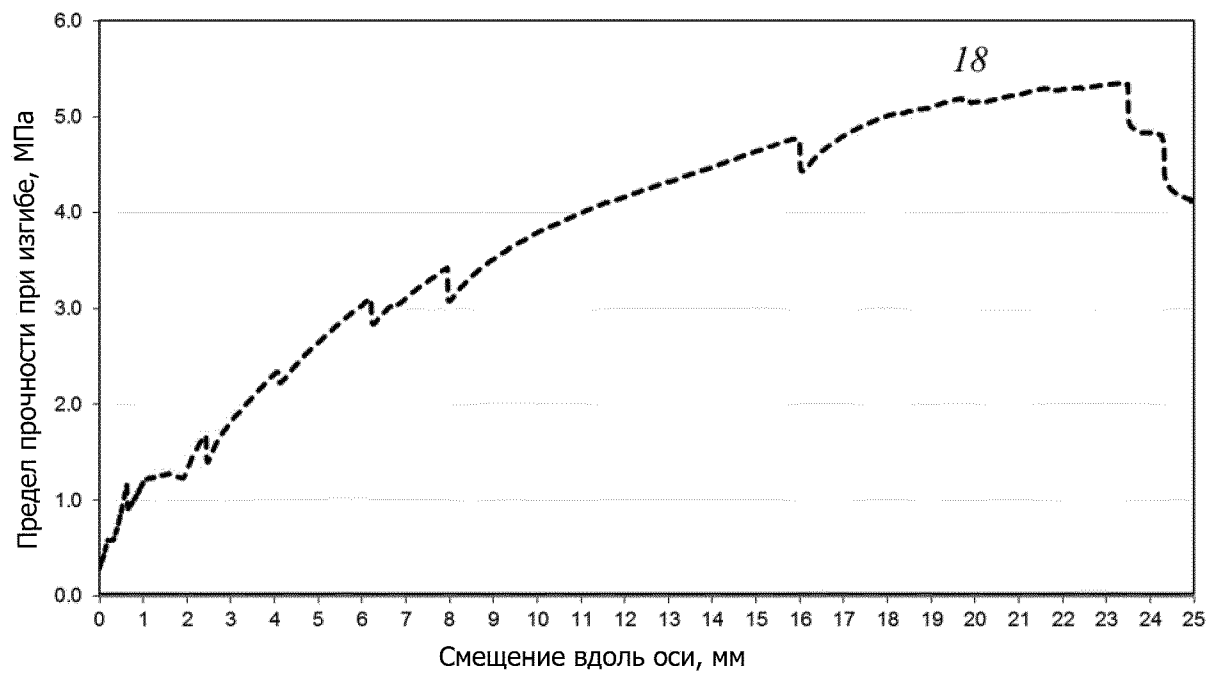
Фиг. 7



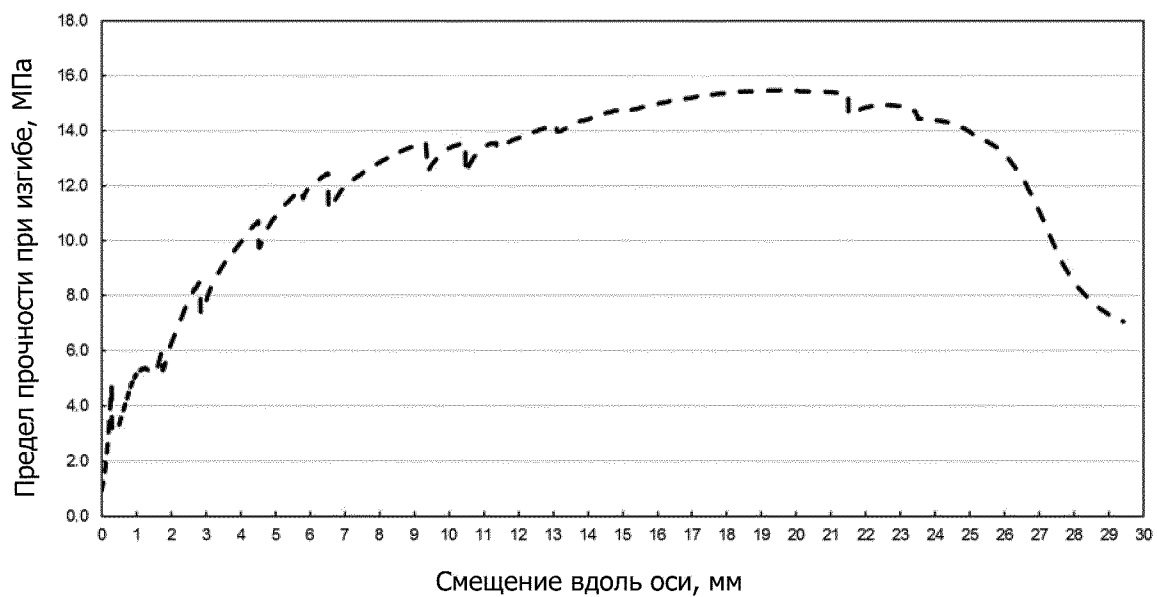
Фиг. 8



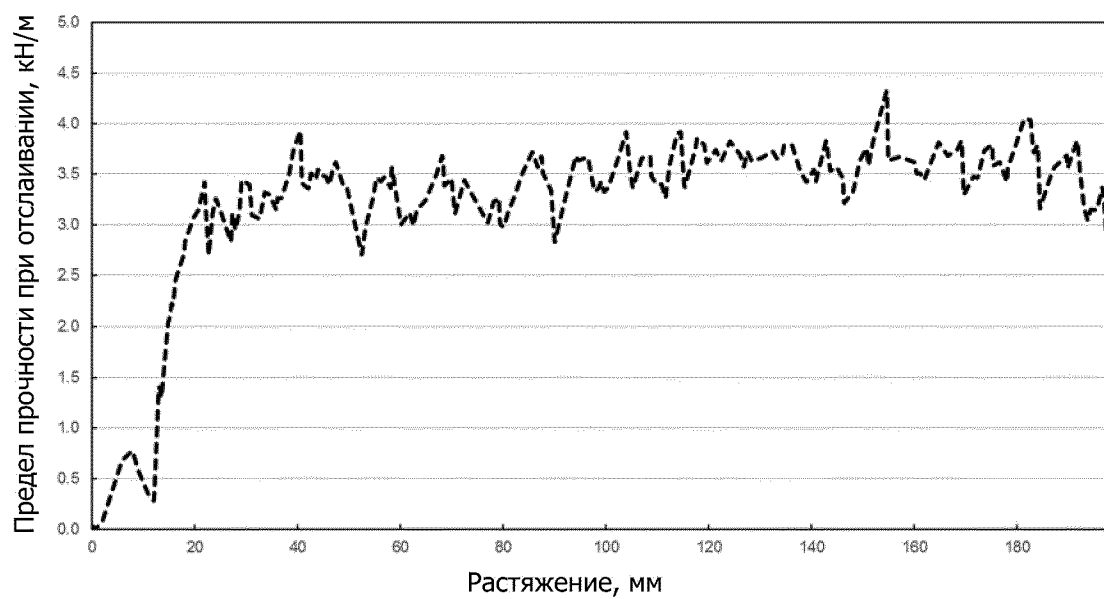
Фиг. 9



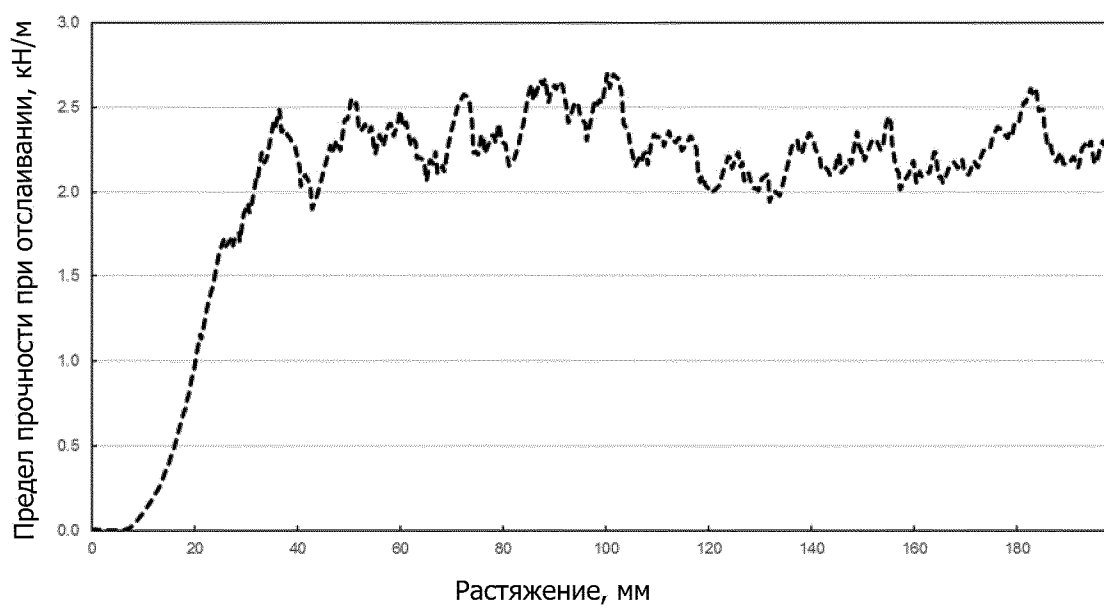
Фиг. 10



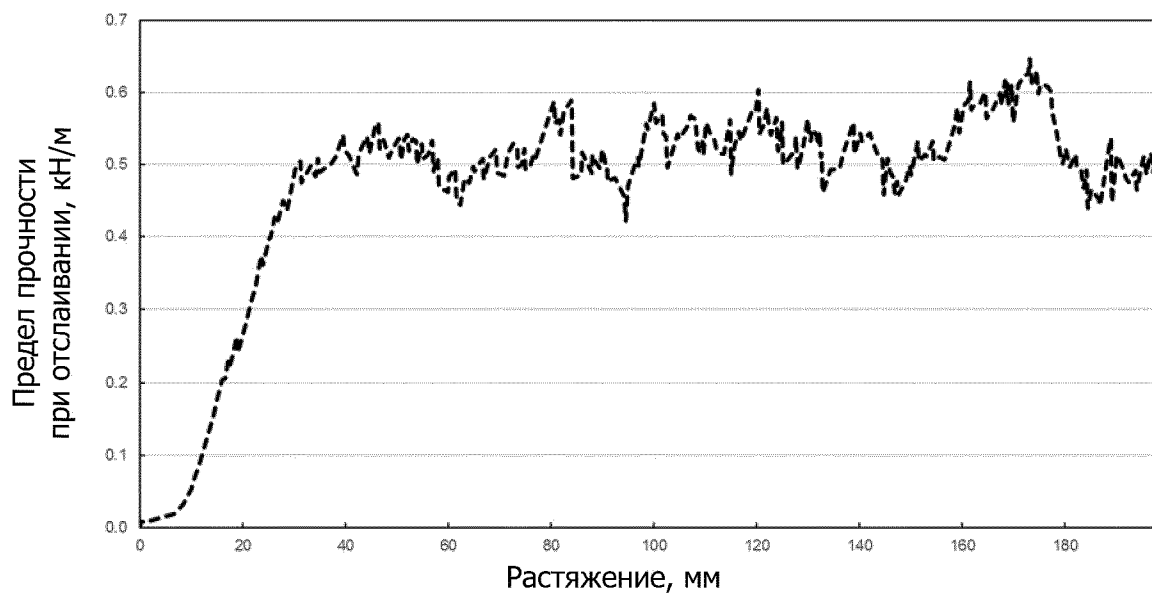
Фиг. 11



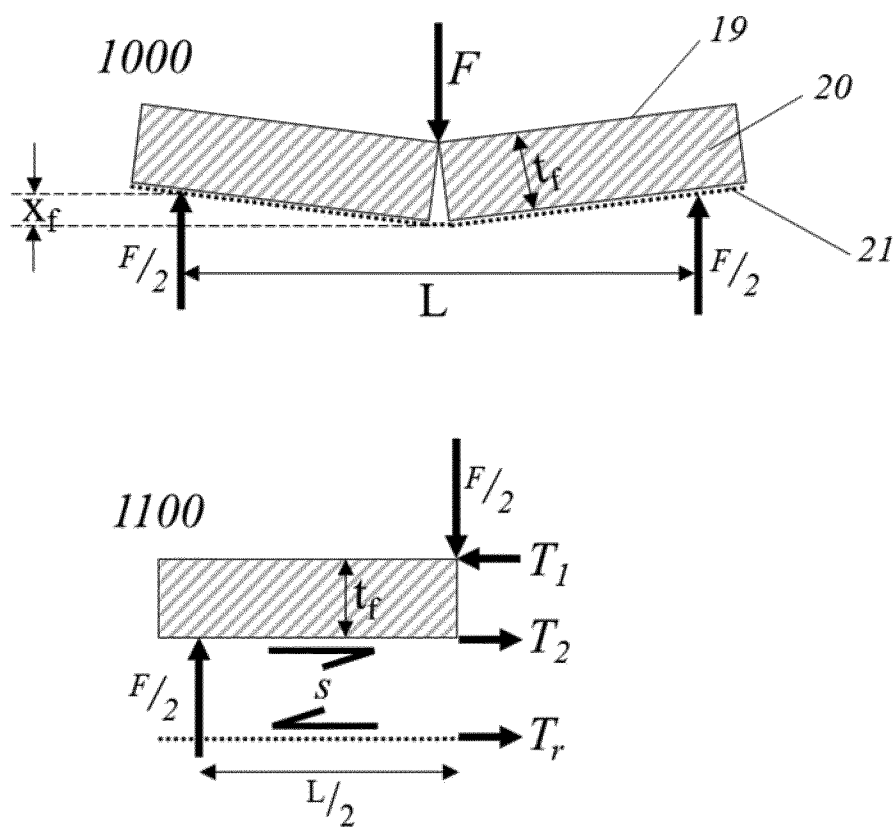
Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15