

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035382**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.06.04

(21) Номер заявки
201791292

(22) Дата подачи заявки
2015.12.11

(51) Int. Cl. **C09K 21/14** (2006.01)
B32B 7/12 (2006.01)
B32B 27/18 (2006.01)

(54) **ВСПУЧИВАЮЩЕЕСЯ СЕТЧАТОЕ ПОКРЫТИЕ**

(31) **14/568,212**

(32) **2014.12.12**

(33) **US**

(43) **2017.09.29**

(86) **PCT/US2015/065180**

(87) **WO 2016/094763 2016.06.16**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ЮНАЙТЕД СТЕЙТС МИНЕРАЛ
ПРОДАКТС КОМПАНИ (US)**

(72) Изобретатель:
Крех Роберт Пол (US)

(74) Представитель:
**Угрюмов В.М., Христофоров А.А.,
Строкова О.В., Карпенко О.Ю.,
Глухарёва А.О., Гизатуллина Е.М.,
Лыу Т.Н. (RU)**

(56) **US-A1-20050171242**
EP-B1-0783550
US-A-3934066
US-A-5580648
US-A-3114840
US-A1-20060254164
US-A1-20090142495
US-A-6096812
US-A-5433991

(57) Изобретение относится к вспучивающимся огнеупорным покрытиям и к способам нанесения этих покрытий. В частности, раскрытие относится к вспучивающимся огнеупорным покрытиям на основе эпоксидных смол и к способам нанесения этих покрытий, имеющих сетчатый каркас.

B1

035382

035382

B1

Область техники

Изобретение относится к вспучивающимся огнеупорным покрытиям и к способам нанесения этих покрытий. В частности, раскрытие относится к вспучивающимся огнеупорным покрытиям на основе эпоксидных смол и к способам нанесения этих покрытий, имеющих сетчатый каркас.

Уровень техники

Огнеупорный материал применяют в различных строительных конструкциях для обеспечения огнезащиты и/или термозащиты в случае пожара. Различные горючие или термочувствительные основы защищают с помощью огнеупорного материала. Примерами являются дерево, пеноизоляция, металлоконструкции, стены и полы.

Одним видом огнеупорного материала является вспучивающееся покрытие, при этом во время пожара покрытие увеличивается в объеме и образует "коксовый слой" из огнестойкой изолирующей пены. Вспучивающееся покрытие может быть выполнено на основе множества различных видов смол, таких как поливинилацетат, полиакрилат, полиуретаны и эпоксидные смолы. Вспучивающиеся покрытия на основе эпоксидных смол часто применяют для обеспечения исключительной стойкости к воздействиям условий окружающей среды, таких как дождь, соленая вода, экстремальные температуры и интенсивные физические воздействия. Кроме того, вспучивающиеся покрытия на основе эпоксидных смол образуют устойчивые коксовые слои во время пожара, обеспечивающие устойчивость к очень высоким температурам, к эрозии под действием пламени и к проседанию коксового слоя. Например, эти покрытия могут обеспечить огнезащиту при пожарах с быстрым возрастанием температуры до экстремальных температур и мощным, вызывающим эрозию пламенем (например, по стандарту UL 1709 и в случае "факельного огня"). Эти типы пожаров обычно случаются на нефтехимических заводах, газовых станциях и шельфовых нефтяных станциях. Эти покрытия также могут обеспечивать огнезащиту для менее сильных пожаров при горении целлюлозных полимеров или пластмасс. Стандартная оценка огнеупорного материала может быть проведена с применением стандарта ASTM E119.

Несмотря на то что вспучивающиеся покрытия на основе эпоксидных смол могут образовывать устойчивые прочные коксовые слои, эти коксовые слои могут быть хрупкими, что приводит к трещинам и щелям внутри коксового слоя. Если эти дефекты расширяются и распространяются вниз к основе, изоляция может быть нарушена, что приводит к быстрому росту температуры основы. Это является особой проблемой на круглых основах и на "внешних" краях основ. Например, вспучивающиеся покрытия склонны к повреждению на углах прямоугольных основ и на вершинах широкополочных колонн или балок.

Обычным решением этой проблемы является помещение устойчивой к высоким температурам сетки внутрь эпоксидного покрытия. Примеры материалов сетки включают сетку из металлической проволоки, сетку из стекловолокна, сетку из спеченного/пиролизованного углеродного волокна и сетку из тугоплавких минеральных волокон (например, из базальта). Сетка обычно расположена на глубине 1/3-2/3 общей толщины покрытия. При пожаре, когда растрескивание коксового слоя продвигается вниз через огнеупорный материал к основе, оно может быть остановлено сеткой, предотвращающей растрескивание нижней часть коксового. Некоторая степень изоляции может сохраняться в этих щелях коксового слоя там, где присутствует сетка.

Как отмечалось выше, сетка обычно расположена в середине огнеупорного материала (например, на 1/3-2/3 глубины) для предотвращения непосредственного воздействия на сетку высокой температуры. Также она расположена в середине для возможности роста коксового слоя верхнего внешнего огнеупорного материала без его ограничения посредством сетки. Расширение коксового слоя под сеткой обычно меньше, чем над сеткой.

В патенте США № 5433991, включенном в данный документ во всей своей полноте посредством ссылки, описано традиционное включение сетчатой конструкции в эпоксидный огнеупорный слой. При включении сетки сетку приклеивают и заключают в эпоксидный вспучивающийся материал. Это исключает приведение "инородного" материала или второго огнеупорного материала в контакт с сеткой, что может привести к вредным воздействиям, таким как отслаивание или растрескивание между слоями, как до, так и во время пожара. Также введение двух различных химических структур в огнеупорный материал или приведение в контакт с сеткой может оказывать побочные действия на отверждение и/или химические/физические реакции, необходимые для вспучивания.

Типичная процедура нанесения вспучивающегося огнеупорного покрытия, содержащего сетку, известна. После нанесения нижнего слоя неотвержденного эпоксидного материала выжидают некоторый период времени, в течение которого нижний слой "застывает". Сетку наносят, когда вязкость достаточно высока, так, чтобы сетку можно было протолкнуть в нижний слой эпоксидного материала без лишней деформации этого слоя или сетки. В то же время вязкость является достаточно низкой, чтобы сетка проникла в частично отвержденный слой. Обеспечение достаточного промежутка времени на этом этапе довольно утомительно для выполняющего нанесение и зависит от применяемых материалов и условий окружающей среды. Достаточное погружение и выравнивание уровня поверхности также необходимо. Обычно это осуществляют посредством прокатывания сетки/поверхности эпоксидного материала пропи- таным растворителем "малярным" валиком. Растворитель применяют для предотвращения приклеивания частично отвержденного эпоксидного материала к поверхности валика. Летучий (и легко воспламе-

няющийся) растворитель, такой как ацетон, применяют таким образом, чтобы он испарился до нанесения следующего слоя эпоксидного материала (обычно через несколько часов). Соблюдение этого промежутка времени доставляет дополнительные хлопоты выполняющему нанесение. Высвобождение паров растворителя также нежелательно, вследствие потенциальных побочных эффектов, влияющих на здоровье рабочего и окружающую среду.

В настоящем изобретении предусмотрены преимущественные вспучивающиеся огнеупорные композиции для покрытия, наборы и способы их нанесения. Композиции для покрытия являются безопасными, безвредными для окружающей среды, менее затруднительными для нанесения и обладают такой же или большей эффективностью по сравнению с известными покрытиями.

Сущность изобретения

Изобретение относится к вспучивающимся композициям и к способам их нанесения, а также к изделиям для обеспечения огнезащиты.

В одном варианте осуществления настоящее раскрытие относится к вспучивающейся многослойной композиции, содержащей:

(i) слой первой эпоксидной смолы, имеющий верхнюю сторону и нижнюю сторону и содержащий вспучивающийся материал;

(ii) сплошной или прерывистый слой клея, находящийся в контакте с верхней стороной слоя первой эпоксидной смолы/вспучивающегося материала, причем количество клея в композиции составляет менее 1%, толщина слоя клея составляет менее 2 мил (50,8 мкм), при условии, что клей выбран из группы, состоящей из эластомерного полимера, растворенного в органическом растворителе, латексного полимера на водной основе, цианоакрилата, полиуретана и силикона;

(iii) сетку, находящуюся в контакте с клеем, таким образом, что сетка закреплена посредством клея; и

(iv) слой второй эпоксидной смолы, находящийся в контакте с верхней стороной слоя первой смолы и/или сеткой, и содержащий вспучивающийся материал; при этом слои первой и второй эпоксидной смолы/вспучивающегося материала увеличиваются в объеме в результате воздействия тепла.

В еще одном варианте осуществления настоящее раскрытие относится к изделию для обеспечения огнезащиты, содержащему основу с краями или сторонами, где основа покрыта вышеуказанной вспучивающейся многослойной композицией.

В другом варианте осуществления настоящее раскрытие относится к способу нанесения огнеупорного покрытия, включающему:

(i) нанесение слоя первой эпоксидной смолы, содержащего вспучивающийся материал, на основу;

(ii) нанесение сплошного или прерывистого слоя клея на слой первой эпоксидной смолы/вспучивающегося материала, причем количество клея во вспучивающейся композиции составляет менее 1%, толщина слоя клея составляет менее 2 мил (50,8 мкм), при условии, что клей выбран из группы, состоящей из эластомерного полимера, растворенного в органическом растворителе, латексного полимера на водной основе, цианоакрилата, полиуретана и силикона;

(iii) нанесение сетки на покрытый клеем слой первой эпоксидной смолы/вспучивающегося материала; и

(iv) нанесение слоя второй эпоксидной смолы, содержащего вспучивающийся материал, на слой первой эпоксидной смолы/вспучивающегося материала и/или сетку с образованием вспучивающейся композиции,

при этом первый и второй вспучивающиеся материалы увеличиваются в объеме в результате воздействия тепла.

В другом варианте осуществления настоящее раскрытие относится к способу нанесения огнеупорного покрытия, включающему:

(i) нанесение слоя первой эпоксидной смолы, содержащего вспучивающийся материал, на основу;

(ii) нанесение сплошного или прерывистого слоя клея на сетку, причем количество клея во вспучивающейся композиции составляет менее 1%, толщина слоя клея составляет менее 2 мил (50,8 мкм), при условии, что клей выбран из группы, состоящей из эластомерного полимера, растворенного в органическом растворителе, латексного полимера на водной основе, цианоакрилата, полиуретана и силикона;

(iii) нанесение сетки на слой первой эпоксидной смолы/вспучивающегося материала; и

(iv) нанесение слоя второй эпоксидной смолы, содержащего вспучивающийся материал, на слой первой эпоксидной смолы/вспучивающегося материала и/или сетку с образованием вспучивающейся композиции,

при этом вспучивающиеся материалы увеличиваются в объеме в результате воздействия тепла.

Дополнительные признаки, функции и преимущества, связанные с настоящим раскрытием, будут очевидны из следующего подробного описания.

Подробное описание изобретения

Одной целью настоящего раскрытия является предоставление простого и безопасного способа нанесения защитной сетки внутрь вспучивающегося покрытия. Нанесение защитной сетки может быть выполнено с применением клея, например с применением тонкого слоя клея, посредством которого сетка удерживается на месте на первом слое смолы до нанесения следующего слоя смолы. Прикрепление сетки

может быть выполнено в любое время между нанесением первого слоя (например, нижнего эпоксидного вспучивающегося слоя), или предпочтительно после достаточного отверждения первого слоя, или более предпочтительно непосредственно перед нанесением второго слоя (например, нижнего эпоксидного вспучивающегося слоя). При прикреплении сетки с применением клея значительно снижена или исключена необходимость в тщательном отслеживании времени включения сетки в первый эпоксидный вспучивающийся слой, а также другие проблемы, связанные со включением сетки.

Применяемый в данном документе термин "вспучивающаяся композиция" относится к композиции, содержащей вспучивающийся материал.

Применяемый в данном документе термин "слой" означает некоторую толщину смолы и вспучивающегося материала, имеющей однородный состав, сформированную отдельно от других слоев. Каждый из слоев многослойной композиции согласно настоящему раскрытию может иметь одинаковую или отличающуюся от остальных ширину и толщину. Смола и вспучивающийся материал разных слоев могут быть идентичными или отличающимися.

Применяемый в данном документе термин "вспучивающийся материал" означает материал, который расширяется, вспенивается или увеличивается в объеме при воздействии на него достаточного количества тепловой энергии.

В одном варианте осуществления настоящее раскрытие относится к вспучивающейся композиции, содержащей первый слой смолы, имеющий верхнюю сторону и нижнюю сторону и содержащий вспучивающийся материал, сетку, находящуюся в контакте с верхней стороной первого слоя смолы, клей, находящийся в контакте с верхней стороной первого слоя смолы и сеткой, и второй слой смолы, находящийся в контакте с верхней стороной сетки и содержащий вспучивающийся материал, при этом первый и второй слои смолы увеличиваются в объеме в результате воздействия тепла.

Первый слой смолы может быть нанесен на основу с целью огнезащиты и/или термозащиты в случае пожара. Толщина первого слоя смолы может изменяться в зависимости от основы, смолы, вспучивающегося материала и требуемой степени защиты. В одном варианте осуществления первый слой смолы может характеризоваться толщиной сухой пленки, составляющей от приблизительно 0,5 мм до приблизительно 20 мм. Более конкретно, первый слой смолы может характеризоваться толщиной сухой пленки, составляющей от приблизительно 1 мм до приблизительно 10 мм или от приблизительно 2 мм до приблизительно 6 мм. В некоторых вариантах осуществления толщина сухой пленки может составлять приблизительно 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 и 20 мм. Эти значения также могут быть использованы для определения диапазона толщины, например, от приблизительно 2 мм до приблизительно 10 мм.

Толщина первого слоя смолы может быть одинаковой для всей композиции. Например, разница толщины первого слоя смолы на всей основе или на части основы может составлять менее приблизительно 5% или приблизительно 10%. В некоторых вариантах осуществления первый слой смолы также может характеризоваться неодинаковой толщиной. Таким образом, первый слой смолы может быть сплошным на всей основе или на части основы. В некоторых вариантах осуществления первый слой смолы также может быть прерывистым. Например, первый слой смолы на плоской поверхности может быть сплошным, иметь одинаковую толщину или и тем и другим. В другом примере первый слой смолы на неровной поверхности может быть прерывистым, иметь различную толщину или и тем и другим. Второй слой смолы также может иметь такие же различия в толщине и характеристики непрерывности.

Смола, применяемая для первого и второго слоев смолы, может быть независимо выбрана из смол, известных специалисту в данной области техники, которые применяются во вспучивающихся композициях. В частности, смола, применяемая в первом и во втором слоях смолы, может быть независимо выбрана из группы, состоящей из поливинилацетата, полиакрилата, полиуретана и эпоксидной смолы. В одном варианте осуществления смола представляет собой эпоксидную смолу. Эпоксидная смола может быть выбрана из видов, известных специалистам в данной области техники. В предпочтительном варианте осуществления эпоксидная смола состоит из двух частей, и при этом после ее нанесения на основу происходит ее некоторое отверждение. Одна часть содержит эпоксидную функциональную группу, тогда как другая часть реагирует с указанной эпоксидной группой. Эту вторую часть часто называют отвердителем. В предпочтительном варианте осуществления отвердитель состоит из одного или нескольких химических веществ с функциональной аминогруппой. В предпочтительном варианте осуществления эпоксидный материал содержит одно или несколько химических веществ для снижения вязкости.

Первый и второй слой смолы также могут содержать одну и ту же смолу. Например, первый и второй слои смолы могут представлять собой эпоксидные смолы. В одном варианте осуществления первый и второй слои смолы также могут содержать различные смолы.

Количество первого слоя смолы в композиции может изменяться в зависимости от основы, смолы, вспучивающегося материала и требуемой степени защиты. В одном варианте осуществления количество первого слоя смолы в композиции может составлять от приблизительно 10 вес.% до приблизительно 90 вес.%. Более конкретно, количество первого слоя смолы в композиции может составлять от приблизительно 30 до 70 вес.%. В некоторых вариантах осуществления количество первого слоя смолы может составлять приблизительно 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85 или 90 вес.%. Эти

значения также могут быть использованы для определения диапазона количества, например, от приблизительно 25 вес.% до приблизительно 65 вес.%.

Подобным образом, количество второго слоя смолы в композиции может изменяться в зависимости от основы, смолы, вспучивающегося материала и требуемой степени защиты. В одном варианте осуществления количество второго слоя смолы в композиции может составлять от приблизительно 10 вес.% до приблизительно 90 вес.%. Более конкретно, количество второго слоя смолы в композиции может составлять от приблизительно 30 до 70 вес.%. В некоторых вариантах осуществления количество второго слоя смолы может составлять приблизительно 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85 или 90 вес.%. Эти значения также могут быть использованы для определения диапазона количества, например, от приблизительно 25 вес.% до приблизительно 65 вес.%. Следует понимать, что описанные выше слои могут состоять из подслоев, каждый из которых идентичен или отличается от остальных, и может содержать один или несколько слоев с сеткой.

Каждый из первого и второго слоев смолы независимо содержит вспучивающийся материал. Вспучивающийся материал придает полученному вспучивающемуся слою смолы и композиции способность увеличиваться в объеме под воздействием тепла. Вспучивающиеся материалы могут быть независимо выбраны из вспучивающихся материалов, известных в данной области техники, в частности из группы, состоящей из полифосфата аммония, пирофосфата меламина, фосфата этилендиамина, борной кислоты, известняка, диоксида титана, минеральных твердых веществ, керамических твердых веществ, стеклянных твердых веществ, волокон, сложных эфиров фосфорной кислоты, боратов, диоксида кремния, меламина, трис(гидроксиэтил)изоцианурата, видов глины, органических химических полигидроксисоединений, углерода, вспененного графита, бензилового спирта, оксида алюминия, фенолов, полисульфидов и трис(диметиламинометил)фенола и подобных химических веществ.

Количество вспучивающегося материалов в каждом из первого и второго слоев смолы может изменяться в зависимости от основы, смолы, вспучивающегося материала и требуемой степени защиты. В одном варианте осуществления количество вспучивающегося материала независимо в первом или во втором слое смолы может составлять от приблизительно 20 вес.% до приблизительно 80 вес.%. Более конкретно, количество вспучивающегося материала независимо в первом или во втором слое смолы может составлять от приблизительно 30 до 70 вес.%. В некоторых вариантах осуществления количество вспучивающегося материала независимо в первом или во втором слое смолы может составлять приблизительно 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75 и 80 вес.%. Эти значения также могут быть использованы для определения диапазона количества, например, от приблизительно 5 вес.% до приблизительно 35 вес.%.

Подходящие вспучивающиеся материалы на основе смол (т.е. содержащий смолу вспучивающийся материал) известны в данной области техники. Например, в данной области техники известны эпоксидные вспучивающиеся материалы, такие как NanoChar, CHARTEK™ VII, Pyroclad X1, Pittchar и Firetex M90. Эти подходящие вспучивающиеся материалы на основе смол обычно представляют собой систему, состоящую из двух частей. Например, описана эпоксидная система из двух частей. Первая часть является эпоксидной смолой (связующее) с добавками. Вторая часть является отвердителем с добавками. Две части смешивают и применяют для нанесения на основу. В некоторых вариантах осуществления первый слой смолы, содержащий первый вспучивающийся материал, второй слой смолы, содержащий второй вспучивающийся материал, или оба выбраны из этих подходящих вспучивающихся материалов на основе смол. Дополнительные примеры подходящих вспучивающихся материалов на основе смол описаны в патентах США № 6069812 и 5070119, каждый из которых включен в настоящую заявку во всей своей полноте посредством ссылки.

Первый и второй слои смолы могут быть нанесены посредством известных методик. В частности, первый и второй слои смолы могут быть нанесены с помощью распылителя, шпателя, кисти и подобными средствами. В некоторых случаях подходящий вспучивающийся материал на основе смол материал наносят и отверждают после нанесения. Время отверждения может изменяться. Обычно время отверждения составляет от 1 до 24 ч. В случае композиций с высокой вязкостью быстроотверждаемые слои смолы (например, от приблизительно 1 до 6 ч) или в случае нанесения толстого слоя смолы (например, от приблизительно 3 до 7 мм), при нанесении могут использоваться несколько нагреваемых систем, в которых части смешивают в системе до нанесения.

В некоторых применениях к одной или обоим смешиваемым частям, или к смешанному продукту может быть добавлен растворитель. Композиция из смешанного продукта/растворителя затем может быть нанесена с помощью распылителя, такого как традиционный "однорожковый" пульверизатор для краски, или других способов, основанных на применении распылителя, известных специалистам в области "окраски распылением". В предпочтительном способе применяется безвоздушный распылитель. Предпочтительные растворители представляют собой органические химические вещества и могут содержать алифатические, ароматические, кетонные, эфирные и/или гидроксильные функциональные группы.

Сетка может быть нанесена на слой (слои) смолы для упрочнения композиции. Применение сетки может обеспечить упрочнение коксового слоя, как только он начнет формироваться. Сетка способна снизить вероятность образования трещин в покрытии. Щели снижают защиту, обеспечиваемую покрытием,

вследствие того, что щель позволяет высокой температуре легче достигать основы. Применение сетки уменьшает глубину, длину, ширину или их комбинаций для любых образованных щелей.

Сетка может быть выбрана из сеток, известных специалистам в данной области техники, применяемых во вспучивающихся композициях. Сетка может быть выбрана из известных термостойких сеток и может быть выполнена из волокон/прутьев металла, стекла, оксидированного углерода или тугоплавких неорганических веществ. Примерами являются сетка Zoltek PX30FS08X4-COAT (Panex 30: грубый холст 8×4, покрытый), НК-1 от International Paint и IR-107, доступная от Intumescent Associates Group.

Сетка может быть выполнена из волоконных материалов, таких как волокна термостойких полимеров, стекла, неорганических оксидов, углерода и графита. Могут применяться волокна, содержащие карбиды, такие как карбид кремния или карбид титана; бориды, такие как дибориды титана; оксиды, такие как оксид алюминия или кремния; или керамические материалы. Волокна могут применяться в виде одиночных волокон, многоволоконных нитей, жгутов или пряжи. В различных вариантах осуществления сетка может содержать термостойкие волокна, сварную проволочную сетку или их комбинации.

Количество и свойства сетки, такие как плотность, размер волокон, гибкость, способность сохранять предел прочности при высоких температурах, известны специалистам в данной области техники и представлены разработками Undewriters Laboratory 1709 для Carbolite Type 440, Thermo-Lag 2000, Thermo-Lag 3000, Pitt-Char XP, Pitt-char XP2, Firetex M90, Firetex M93, Chartek 4, Chartek 7 и Chartek 1709.

В одном варианте осуществления сетка может находиться в контакте с верхней стороной первого слоя смолы. Сетка может быть расположена на поверхности первого слоя смолы (т.е. сетка по сути не включена в первый слой смолы). Сетка также может быть частично или полностью включена в первый слой смолы. Сетка может быть расположена на поверхности слоя смолы и частично расположена под поверхностью смолы. В некоторых вариантах осуществления части сетки также могут быть включены в слой смолы (т.е. расположены под поверхностью слоя смолы). Расстояние, на которое погружена сетка, может изменяться. Одна часть сетки может иметь участки, которые являются включенными, частично включенными, выключенными или их комбинациями.

Для сетки или частей сетки, которые являются не включенными или частично включенными, сетка может быть расположена между двумя слоями смолы. Второй слой смолы может быть нанесен поверх первого слоя смолы.

Клей может быть использован для удержания или закрепления сетки на первом слое смолы. Клей может быть клеем, известным специалисту в данной области техники и применяемым для вспучивающихся композиций или в области связывания пористых и/или непористых поверхностей. В одном варианте осуществления клей может быть выбран из следующих видов (или типов химических веществ), состоящих из эластомерных полимеров (часто растворенных в органических растворителях для простоты нанесения), латексных полимеров на водной основе, цианоакрилатов, полиуретанов, эпоксидных смол и силиконов. В одном варианте осуществления клей может быть эластомерным твердым веществом. Эластомерное твердое вещество может быть растворимым в органическом растворителе. В другом варианте осуществления клей является полимером. Полимер может быть предоставлен в виде эмульсии на водной основе. В случае применения эпоксидного клея он не должен содержать вспучивающихся ингредиентов.

Продолжительность времени, необходимая клею для инициирования или начала эффективного удерживания сетки на месте (например, без удерживания на месте выполняющим нанесение или иными средствами), относительно небольшая. Например, клей может инициировать удерживание сетки на месте (например, на первом слое смолы) через приблизительно 1 с, приблизительно 2 с, приблизительно 5 с, приблизительно 10 с, приблизительно 30 с, приблизительно 1 мин, приблизительно 2 мин или 5 мин. Эти периоды времени также могут быть использованы для описания диапазонов времени, которое может понадобиться клею для инициирования удерживания сетки на месте, например, от приблизительно 1 с до приблизительно 30 с или любого подобного диапазона.

Продолжительность времени удержания клеем сетки на месте является достаточным для возможности нанесения второго слоя материала на основе смолы на первый слой из сетки и смолы, причем сетка находится на месте. Предпочтительно данное время составляет более 30 с, более предпочтительно более 60 с и еще более предпочтительно более 5 мин. В некоторых вариантах осуществления клей может удерживать сетку на месте (например, на первом слое смолы) в течение приблизительно 30 с, приблизительно 1 мин, приблизительно 2 мин, приблизительно 5 мин, приблизительно 10 мин, приблизительно 30 мин или в течение приблизительно 1 ч или больше. Эти значения времени также могут быть использованы для описания диапазонов времени, в течение которого сетка может удерживаться на месте, например, от приблизительно 30 с до приблизительно 30 мин или любого подобного диапазона.

Клей может быть нанесен с помощью известных методик. В одном варианте осуществления клей может быть нанесен с помощью распылителя. Клей может быть нанесен на определенные участки сетки, а на другие участки сетки клей может быть не нанесен. Прерывистый слой клея может быть нанесен на сетку, первый слой смолы или на то и на другое. Для прерывистых слоев клея может присутствовать некоторый непосредственный контакт со смежными слоями смолы, сквозь или вокруг сетки.

В одном варианте осуществления клей может содержать вспучивающийся материал (например, не содержит никаких

вспучивающих ингредиентов). В частности, клей может быть эпоксидным материалом, эластомерным твердым веществом или эмульсией на водной основе, не содержащей вспучивающих ингредиентов.

Количество клея, применяемое для удержания или закрепления сетки, может изменяться. В одном варианте осуществления количество клея в композиции составляет менее 1%. Более конкретно, количество клея в композиции может составлять менее 0,1%.

Толщина клея, нанесенного на первый слой смолы (например, слой клея), до нанесения сетки, или нанесенного на сетку (например, клей предварительно наносят на сетку) или во время нанесения сетки, может изменяться. В частности, толщина слоя клея может составлять менее 20 мил (508 мкм), 15 мил (381 мкм), 10 мил (254 мкм), 8 мил (203,2 мкм), 5 мил (127 мкм), 3 мил (76,2 мкм), 2 мил (50,8 мкм) или 1 мил (25,4 мкм). Эти значения также могут быть использованы для определения диапазона толщины слоя клея, например, от приблизительно 1 мил (25,4 мкм) до 3 мил (76,2 мкм).

Вспучивающаяся композиция согласно настоящему раскрытию может применяться для защиты множества основ. В одном варианте осуществления вспучивающаяся композиция согласно настоящему изобретению может применяться для защиты основы, имеющей края или стороны, при этом края или стороны сложнее защитить посредством вспучивающихся композиций, не содержащих сетки, и, следовательно, они более подвержены повреждению в окружающей среде с высокой температурой. Тип материала, подлежащий защите, может включать металл, дерево и вспененные твердые полимерные материалы или бумагу, требующие температурного барьера от воздействия перегрева и/или горения. Металлы могут включать алюминий, железо и сталь. Подлежащая защите основа может присутствовать в виде двутавровой балки (например, стальной двутавровой балки), широкополочной колонны, круглой колонны или прямоугольной колонны. Также могут быть защищены основы с большей площадью. Примерами являются стены, потолки, полы и изоляционный материал.

Первый, второй или и тот и другой слой смолы могут увеличиваться в объеме в результате воздействия тепла. Степень увеличения в объеме может изменяться в зависимости от уровня и степени теплового воздействия и/или состава основы слоев и т.п.

Вспучивающаяся композиция согласно настоящему раскрытию может продлевать время, необходимое для достижения критической температуры повреждения основы. Например, вспучивающаяся композиция согласно настоящему раскрытию может продлевать время, необходимое для достижения критической температуры повреждения стали (например, 550°C) при стандартных условиях испытания. В одном варианте осуществления вспучивающаяся композиция согласно настоящему раскрытию может приводить к тому, что время необходимое для достижения критической температуры повреждения основы составляет 15-300 мин. Конкретные значения составляют 30, 60, 75, 120, 150 или 240 мин.

Настоящее раскрытие также относится к способу нанесения вспучивающейся композиции, как описано выше, на основу, при этом способ включает нанесение первого слоя смолы, содержащего вспучивающийся материал, на основу, нанесение клея на первый слой смолы, нанесение сетки на первый слой смолы, при этом сетка прикреплена к первому слою смолы посредством клея, и нанесение второго слоя смолы, содержащего вспучивающийся материал, на слой с сеткой, с образованием вспучивающейся композиции, при этом первый и второй вспучивающиеся материалы увеличиваются в объеме в результате воздействия тепла.

Первый и второй слои смолы и клей могут быть нанесены посредством известных методик. В частности, первый и второй слои смолы могут быть нанесены с помощью распылителя, шпателя, кисти и подобными средствами. Клей может быть нанесен с помощью валика, кисти или может быть нанесен путем распыления.

Сетка может быть нанесена с помощью известных методик. В частности, сетка может быть нанесена вручную или автоматически посредством прижатия или удерживания сетки в слое смолы или на первом слое смолы после нанесения клея на первый слой или на сетку. В одном варианте осуществления сетка может быть нанесена без применения растворителя, способствующего прикреплению или включению сетки в слой смолы (например, композиция не содержит растворителя). Сетка также может быть нанесена в виде отдельных частей на первый слой смолы. Например, сетка может быть нанесена в виде отдельных частей вокруг каждой вершины двутавровой балки или колонны.

Традиционно, сетку наносят на первый слой смолы до или во время процесса отверждения. Сетка находится в контакте с первым слоем смолы и включена в этот слой. Однако включение сетки является непростым. Сетка должна быть включена после застывания или отверждения первого слоя смолы, в достаточной степени для вмещения сетки и удерживания сетки на месте после включения. Указанное отверждение может происходить с помощью выпаривания растворителя, охлаждения, застывания, повышения вязкости вследствие отсутствия движения (в отличие от снижения вязкости, происходящего при распылении) и т.п. Т.е. вязкость должна быть достаточно низкой для обеспечения возможности проникновения сетки в неотвержденный или частично отвержденный слой. Сетка не может быть включена после слишком сильного отверждения слоя смолы, в таком случае усилие, прикладываемое для включения сетки, повреждает слой смолы, приводит к недостаточному включению, слабому прикреплению или является слишком трудоемким для выполняющего наложение. В то же время вязкость должна быть достаточно высокой для обеспечения возможности проталкивания сетки в эпоксидный материал без излишней де-

формации слоя или сетки. Поскольку время отверждения для различных подходящих вспучивающихся материалов на основе смол изменяется нанесение сетки часто является неправильным или неидеальным. В настоящем изобретении предусмотрены способ и получаемая в результате композиция, которые устраняют или уменьшают данные проблемы. Способы и композиции согласно настоящему раскрытию применимы по отношению, по сути, ко всем подходящим вспучивающимся материалам на основе смол независимо от скорости отверждения.

Клей, сетка или и то и другое могут быть нанесены до существенного отверждения первого слоя смолы. Клей, сетка или то и другое также могут быть нанесены после существенного отверждения первого слоя смолы, таким образом, чтобы сетка не приклеивалась к слою смолы в отсутствие клея. Клей, сетка или то и другое могут быть нанесены сразу же после нанесения первого слоя смолы (или имеют достаточную вязкость, способствующую такому нанесению) или через 1, 2, 5, 10, 20, 30 мин, 1, 2, 4, 8, 16 ч, 1, 2 дня, 1 неделю или больше. Эти промежутки времени также могут определять диапазон сроков нанесения клея, сетки или их обоих на слои смолы, как, например, от 10 мин до 1 недели.

В других вариантах осуществления нанесенный клей не покрывает полностью эпоксидный слой, к которому он прикреплён, таким образом, что второй слой смолы может проникать в первый слой смолы и контактировать с ним между областями, покрытыми клеем.

Настоящее раскрытие также относится к другому способу нанесения вспучивающейся композиции, как описано в данном документе, на основу, при этом способ включает нанесение первого слоя смолы, содержащего вспучивающийся материал, на основу, нанесение клея на сетку, нанесение сетки на первый слой смолы и нанесение второго слоя смолы, содержащего вспучивающийся материал, на слой клея с формированием вспучивающейся композиции, при этом вспучивающиеся материалы увеличиваются в объеме в результате воздействия тепла. Предварительное нанесение клея позволит использовать меньше количество клея и обеспечить большие площади непосредственного контакта между первым и вторым вспучивающимися слоями. Однако это может затруднить обращение с сеткой.

Перед нанесением вспучивающейся композиции согласно настоящему раскрытию основа может быть первоначально обработана грунтовкой (например, представляющая собой грунтованную поверхность). Основа также может быть не грунтованной основой (например, вспучивающаяся композиция нанесена непосредственно на основу). Некоторыми преимуществами грунтовки являются подавление коррозии и улучшенное приклеивание к основе. Грунтовка предпочтительно является не водной, а более предпочтительно представляет собой эпоксидный полимер. Подобным образом, основа, покрытая вспучивающейся композицией согласно настоящему раскрытию может быть дополнительно покрыта верхним слоем поверх вспучивающейся композиции. Верхний слой может обеспечивать дополнительную устойчивость к физическим воздействиям или воздействиям окружающей среды. В частности, верхние слои могут обеспечивать защиту от истирания, ударов, химических веществ, воды, экстремальных температур и солнечного света.

Раскрытия всех цитируемых ссылок, включая публикации, патенты и патентные заявки, специально включены в настоящий документ во всей их полноте посредством ссылки.

Если количество, концентрация или другая величина или параметр задан или в виде диапазона, предпочтительного диапазона, или перечня верхних предпочтительных значений и нижних предпочтительных значений, то это следует понимать как специальное раскрытие всех диапазонов, образованных из любой пары любого верхнего предела диапазона или предпочтительного значения и любого нижнего предела диапазона или предпочтительного значения, независимо от того, являются ли диапазоны отдельно раскрытыми. Если диапазон численных значений указан в данном документе, если иное не указано, то диапазон предназначен для включения его конечных точек и всех целых значений и доль в пределах диапазона. Не предполагается, что объем настоящего изобретения ограничен конкретными указанными значениями при определении диапазона.

Настоящее изобретение дополнительно определено в следующих примерах. Следует понимать, что эти примеры, хотя показывают предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения, представлены только в качестве иллюстрации.

Примеры

В примерах 1-3, были использованы новые широкополочные колонны W8x28, высотой 16 дюймов (40,64 см). Стальные поверхности были предварительно обработаны ацетоном (например, протерты ацетоном). Было обеспечено высыхание поверхностей, а затем все поверхности колонн были равномерно покрыты с помощью шпателя слоем представленного на рынке эпоксидного вспучивающегося продукта NanoChar от Intumescent Associates Group. При покрытии на каждую колонну наносили приблизительно 1900 граммов. Толщина слоя составляла примерно 4,5 мм. Затем либо не применяли сетку (пример 1), либо применяли сетку и включали ее с помощью известной методики (пример 2), либо применяли сетку и наносили ее согласно способу, описанному в настоящем раскрытии (пример 3). В каждом примере на каждую колонну поверх сетки наносили второй слой эпоксидного вспучивающегося материала, идентичный первому слою.

В этих примерах сетка представляла собой сетку Zoltek PX30FS08X4-COAT (Panex 30: грубый холст 8×4, покрытый).

После обеспечения полного отверждения покрытий на четыре или более дней при 120°F (приблизительно 48,89°C) колонны остужали и испытывали в высокотемпературной печи. Профиль время/температура печи был выбран согласно стандарту UL 1709, за исключением того, что температура 2000°F (приблизительно 1093,33°C) достигалась через 30 мин вместо 5 мин, как в стандарте UL 1709.

Пример 1. Без сетки (контроль).

В данном примере (контрольном), между первым и вторым слоями эпоксидного вспучивающегося материала не применяли сетку. Через 26 мин испытания в печи коксовый слой раскололся на части на всех четырех концах полки и стала видна стальная основа. Испытание было остановлено через 60 мин, за это время коксовый слой также сполз со стали в верхней половине внешних полок. Это продемонстрировало неудовлетворительные рабочие характеристики при отсутствии сетки.

Пример 2. Контроль.

В данном примере (контрольном) сетку включали в первый слой эпоксидного вспучивающегося материала перед нанесением второго слоя эпоксидного вспучивающегося материала, примерно через 3 ч после нанесения первого слоя. Часть сетки, высотой 16 дюймов (40,64 см), была обернута вокруг конца каждой полки, начиная от угла между сеткой и внутренней полкой и проходя вокруг конца полки и на 2,5 дюйма (6,35 см) на внешнюю полку. При этом осталась полоска 1,5 дюймов (3,81 см) без сетки, проходящая ниже середины каждой внешней полки. Первый слой эпоксидного материала был не полностью отвержденным к моменту нанесения сетки. Проникновение сетки в частично отвержденный эпоксидный материал осуществляли с приложением давления посредством пропитанного ацетоном "малярного" валика. После дополнительного застывания эпоксидного материала был нанесен второй слой эпоксидного вспучивающегося материала.

Испытание в печи проводили 60 мин, в течение которых внешний слой коксового слоя раскололся на концах полки, но нижний слой был сохранен целым благодаря сетке. Не присутствовало открытой стали и коксовый слой остался на колонне во всех областях. Это был контрольный прогон для демонстрации ожидаемых (удовлетворительных) рабочих характеристик, обеспеченных сеткой, включенной в эпоксидный вспучивающийся материал. При применении способа прикрепления сетки согласно настоящему раскрытию не было обнаружено негативных эффектов по сравнению с традиционной методикой "включения".

Пример 3. Композиция с клеем и способ.

Процедуру из примера 2 повторяли, но сетку не включали в эпоксидный вспучивающийся материал. Обеспечивали отверждение первого слоя эпоксидного вспучивающегося материала на нормальный период времени перед нанесением второго слоя, но перед нанесением этого второго слоя сетку прикрепляли следующим образом. Клей (Loctite, 300 Heavy, от Henkel Corporation, One Henkel Way, Rocky Hill, CT 06067) быстро распыляли по всем поверхностям, за исключением сетки. Каждая область была обработана за два быстрых прохода, длительность каждого из которых составляла примерно 0,5 с, при этом насадка распылителя находилась приблизительно в шести дюймах (15,24 см) от основы. После ожидания от одной до двух минут сетку трогали рукой с последующим нанесением второго слоя эпоксидного вспучивающегося материала. Не было необходимости в органическом растворителе, поскольку применение пропитанного растворителем "малярного" валика было исключено.

Испытание в печи проводили 60 мин, в течение которых внешний слой коксового слоя раскололся на концах полки, но нижний слой был сохранен целым, благодаря сетке. Не присутствовало открытой стали и коксовый слой остался на колонне во всех областях. Это продемонстрировало, что рабочие характеристики сетки, прикрепленной посредством клея, были такими же, как и для сетки, включенной в эпоксидный вспучивающийся материал. При применении способа прикрепления сетки согласно настоящему раскрытию не было обнаружено негативных эффектов по сравнению с традиционной методикой "включения".

В примерах 4-5 были использованы новые широкополочные колонны W10x49, высотой 48 дюймов (121,92 см). Стальные поверхности были предварительно очищены посредством протирания ацетоном. Затем поверхность предварительно грунтовали эпоксидной краской, состоящей из двух частей, например, Масгороху 646 и Sherwin Williams, и обеспечивали ее высыхание. Затем поверхности были равномерно покрыты с помощью шпателя двумя покрытиями (т.е. двумя слоями) представленного на рынке эпоксидного вспучивающегося продукта NanoChar от Intumescent Associates Group. При каждом покрытии на каждую колонну наносили приблизительно 8400 г. Толщина каждого покрытия составляла примерно 5,5 мм. Затем использовали сетку, которую включали ее с помощью известной методики (пример 4) или использовали сетку, которую накладывали с применением способа, описанного в настоящем раскрытии (пример 5). Затем поверх сетки в каждом примере наносили третье покрытие эпоксидного вспучивающегося материала, идентичное двум первым слоям.

В этих примерах сетка представляла собой сетку Zoltek PX30FS08X4-COAT (Panex 30: грубый холст 8x4, покрытый).

После обеспечения полного отверждения покрытий в течение 14 дней при 70-100°F (приблизительно 21,11-37,78°C) колонны охлаждали и испытывали в высокотемпературной печи согласно стандарту Underwriters Laboratories, Нортбрук, Иллинойс. Профиль время/температура испытания соответствовал

стандарту UL 1709.

Пример 4. Контроль.

В данном примере (контрольном) сетку включали во второй слой эпоксидного вспучивающегося материала перед нанесением третьего слоя эпоксидного вспучивающегося материала. Две части сетки, высотой 48 дюймов (121,92 см), были обернуты вокруг двух концов полки, начиная от угла между сеткой и внутренней полкой и проходя вокруг конца полки и поверх внешней полки, вокруг второго конца полки и поверх соседней внутренней полки к углу между сеткой и внутренней полкой. Второй слой был частично отвердевшим к моменту нанесения сетки. Проникновение сетки в неотвержденный эпоксидный материал осуществляли с приложением давления посредством "малярного валика", пропитанного ацетоном. После дополнительного отверждения эпоксидного материала вокруг сетки наносили третье покрытие эпоксидного вспучивающегося материала.

Испытание в печи проводили в течение 147 мин, к этому времени температура колонны достигла 1000°F (приблизительно 537,78°C). В течение этого времени внешний слой коксового слоя раскололся на концах полки, но нижние слои сохранились целыми, благодаря сетке. Не присутствовало открытой стали и коксовый слой остался на колонне во всех областях. Это был контрольный прогон для демонстрации ожидаемых (удовлетворительных) рабочих характеристик, обеспеченных сеткой, включенной в эпоксидный вспучивающийся материал.

Пример 5. Композиция с клеем и способ.

Процедуру из примера 4 повторяли, но две части сетки не были включены в эпоксидный вспучивающийся материал. Они были обернуты вокруг каждого конца полки, начиная от угла между сеткой и внутренней полкой и проходя вокруг конца соседней полки и на 4 дюйма (10,16 см) на внешнюю полку. При этом осталась полоска 2 дюймов (5,08 см) без сетки, проходящая ниже середины каждой внешней полки. Обеспечивали отверждение первых слоев эпоксидного вспучивающегося материала в течение нормального периода времени перед нанесением третьего слоя, но перед нанесением этого третьего слоя сетку закрепляли следующим образом. Клей (Loctite, 300 Heavy, от Henkel Corporation, One Henkel Way, Rocky Hill, CT 06067) быстро распыляли по всем поверхностям, за исключением сетки. Каждая область была обработана за два быстрых прохода, длительность каждого из которых составляла примерно 0,5 секунды, при этом насадка распылителя находилась приблизительно в шести дюймах (15,24 см) от основы. После ожидания от одной до двух минут, сетку трогали рукой по второму слою с последующим нанесением третьего слоя эпоксидного вспучивающегося материала.

Испытание в печи проводили в течение 147 мин, к этому времени температура колонны достигла 1000°F (приблизительно 537,78°C). В течение этого времени внешний слой коксового слоя раскололся на концах полки, но нижние слои сохранились целыми благодаря сетке. Не присутствовало открытой стали и коксовый слой остался на колонне во всех областях. Это продемонстрировало, что рабочие характеристики системы с сеткой, прикрепленной посредством клея, были такими же, как и для сетки, включенной в эпоксидный вспучивающийся материал. Дополнительно, было обнаружено, что минимальное, если таковое имелося, количество органического растворителя выделялось, поскольку применение пропитанного растворителем "малярного" валика было исключено. При применении способа прикрепления сетки согласно настоящему раскрытию не было обнаружено негативных эффектов по сравнению с традиционной методикой "включения".

Хотя данное раскрытие было подробно показано и описано со ссылкой на его иллюстративные варианты осуществления, специалистам в данной области техники будет понятно, что в нем можно сделать различные изменения в форме и деталях без отклонения от объема настоящего изобретения, охваченного приложенной формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Вспучивающаяся многослойная композиция, содержащая:

(i) слой первой эпоксидной смолы, имеющий верхнюю сторону и нижнюю сторону и содержащий вспучивающийся материал;

(ii) сплошной или прерывистый слой клея, находящийся в контакте с верхней стороной слоя первой эпоксидной смолы/вспучивающегося материала, причем количество клея в композиции составляет менее 1%, толщина слоя клея составляет менее 50,8 мкм (2 мил), при условии, что клей выбран из группы, состоящей из эластомерного полимера, растворенного в органическом растворителе, латексного полимера на водной основе, цианоакрилата, полиуретана и силикона;

(iii) сетку, находящуюся в контакте с клеем, так, что сетка закреплена посредством клея; и

(iv) слой второй эпоксидной смолы, находящийся в контакте с верхней стороной слоя первой смолы и/или сеткой и содержащий вспучивающийся материал,

при этом слои первой и второй эпоксидной смолы/вспучивающегося материала увеличиваются в объеме в результате воздействия тепла.

2. Вспучивающаяся композиция по п.1, где первая и вторая эпоксидная смола независимо выбраны из группы, состоящей из гомополимеров, сополимеров или их смесей.

3. Вспучивающаяся композиция по п.1, где вспучивающийся материал выбран из группы, состоящей из полифосфата аммония, пирофосфата меламина, фосфата этилендиамина, борной кислоты, известняка, диоксида титана, минеральных твердых веществ, керамических твердых веществ, стеклянных твердых веществ, волокон, сложных эфиров фосфорной кислоты, боратов, диоксида кремния, меламина, трис(гидроксиэтил)изоцианурата, глины, органических химических полигидроксисоединений, углерода, вспененного графита, бензилового спирта, оксида алюминия, фенолов, полисульфидов и трис(диметиламинометил)фенола.

4. Вспучивающаяся композиция по п.1, где сетка включает углерод, стекло, тугоплавкие неорганические вещества или их смеси.

5. Вспучивающаяся композиция по п.1, где клей присутствует в виде прерывистого слоя.

6. Вспучивающаяся композиция по п.1, где клей состоит из эластомерного твердого вещества и органического растворителя.

7. Вспучивающаяся композиция по п.1, где клей представляет собой полимер, содержащийся в эмульсии на водной основе.

8. Вспучивающаяся композиция по п.1, где слой клея является прерывистым и первый и второй слои смолы находятся в контакте друг с другом.

9. Изделие для обеспечения огнезащиты, содержащее основу с краями или сторонами, где основа покрыта вспучивающейся многослойной композицией по п.1.

10. Изделие по п.9, где основа включает сталь.

11. Изделие по п.9, где основа представляет собой двутавровую балку, широкополочную колонну, круглую колонну или прямоугольную колонну.

12. Способ нанесения огнеупорного покрытия, включающий:

(i) нанесение слоя первой эпоксидной смолы, содержащего вспучивающийся материал, на основу;

(ii) нанесение сплошного или прерывистого слоя клея на слой первой эпоксидной смолы/вспучивающегося материала, причем количество клея во вспучивающейся композиции составляет менее 1%, толщина слоя клея составляет менее 50,8 мкм (2 мил), при условии, что клей выбран из группы, состоящей из эластомерного полимера, растворенного в органическом растворителе, латексного полимера на водной основе, цианоакрилата, полиуретана и силикона;

(iii) нанесение сетки на покрытый клеем слой первой эпоксидной смолы/вспучивающегося материала; и

(iv) нанесение слоя второй эпоксидной смолы, содержащего вспучивающийся материал, на слой первой эпоксидной смолы/вспучивающегося материала и/или сетку с образованием вспучивающейся композиции,

при этом первый и второй вспучивающиеся материалы увеличиваются в объеме в результате воздействия тепла.

13. Способ нанесения огнеупорного покрытия, включающий:

(i) нанесение слоя первой эпоксидной смолы, содержащего вспучивающийся материал, на основу;

(ii) нанесение сплошного или прерывистого слоя клея на сетку, причем количество клея во вспучивающейся композиции составляет менее 1%, толщина слоя клея составляет менее 50,8 мкм (2 мил), при условии, что клей выбран из группы, состоящей из эластомерного полимера, растворенного в органическом растворителе, латексного полимера на водной основе, цианоакрилата, полиуретана и силикона;

(iii) нанесение сетки на слой первой эпоксидной смолы/вспучивающегося материала; и

(iv) нанесение слоя второй эпоксидной смолы, содержащего вспучивающийся материал, на слой первой эпоксидной смолы/вспучивающегося материала и/или сетку с образованием вспучивающейся композиции,

при этом вспучивающиеся материалы увеличиваются в объеме в результате воздействия тепла.

14. Способ по п.12, где клей наносят с помощью валика, с помощью кисти или путем распыления.

15. Способ по п.12, где первый слой смолы является, по сути, отвержденным до нанесения клея.

16. Способ по п.12, где наносят клей, состоящий из эластомерного твердого вещества и органического растворителя.

17. Способ по п.12, где наносят клей, представляющий собой полимер, содержащийся в эмульсии на водной основе.

18. Способ по п.12, где наносят прерывистый слой клея и первый и второй слои смолы находятся в контакте друг с другом.

