

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202391885** (13) **A1**

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

(43) Дата публикации заявки  
2023.09.26

(51) Int. Cl. *C07G 1/00* (2011.01)  
*C07B 33/00* (2006.01)  
*C03C 13/06* (2006.01)  
*C08H 7/00* (2011.01)

(22) Дата подачи заявки  
2021.10.01

**(54) КРОВЕЛЬНАЯ СИСТЕМА И ИЗОЛЯЦИОННЫЙ ЭЛЕМЕНТ ДЛЯ ПЛОСКОЙ КРЫШИ ИЛИ ПЛОСКОЙ НАКЛОННОЙ КРЫШИ**

(31) PCT/EP2020/088061

(72) Изобретатель:  
**Бартник Йоханссон Дорте, Николик  
Мирослав (DK)**

(32) 2020.12.30

(33) EP

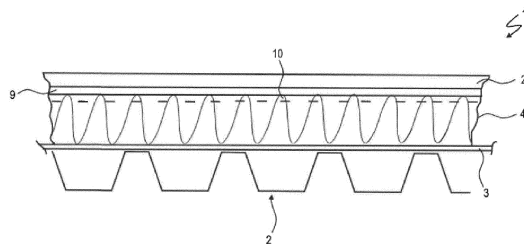
(86) PCT/EP2021/077136

(74) Представитель:  
**Кузнецова С.А. (RU)**

(87) WO 2022/144104 2022.07.07

(71) Заявитель:  
**РОКВУЛ А/С (DK)**

(57) Настоящее изобретение относится к кровельной системе для плоской крыши или плоской наклонной крыши здания с тепло- и/или звукоизоляцией, состоящей из опорной конструкции, настила, необязательно слоя контроля уровня пара, водонепроницаемой мембраны и по меньшей мере одного изоляционного элемента, представляющего собой продукт на основе связанных минеральных волокон, изготовленный из минеральных волокон, предпочтительно волокон каменной ваты, и отвержденной водной композиции связующего, где водная композиция связующего перед отверждением содержит компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната, и компонент (ii) в форме одного или более сшивающих средств и где изоляционный элемент характеризуется объемной плотностью от 70 до 250 кг/м<sup>3</sup>.



**A1**

**202391885**

**202391885**

**A1**

## **КРОВЕЛЬНАЯ СИСТЕМА И ИЗОЛЯЦИОННЫЙ ЭЛЕМЕНТ ДЛЯ ПЛОСКОЙ КРЫШИ ИЛИ ПЛОСКОЙ НАКЛОННОЙ КРЫШИ**

- Настоящее изобретение относится к кровельной системе для плоской крыши или
- 5 плоской наклонной крыши здания с тепло- и/или звукоизоляцией, состоящей из опорной конструкции, настила, необязательно слоя контроля уровня пара, водонепроницаемой мембраны и по меньшей мере одного изоляционного элемента, представляющего собой продукт на основе связанных минеральных волокон, изготовленный из минеральных
- 10 волокон, предпочтительно волокон каменной ваты, и отвержденной водной композиции связующего, не содержащей фенола и формальдегида. Кроме того, настоящее изобретение относится к изоляционному элементу для кровельной системы, изготовленному из минеральных волокон, предпочтительно волокон каменной ваты, и отвержденной водной композиции связующего, не содержащей фенола и формальдегида.
- 15 Плоские крыши и плоские наклонные крыши являются общеизвестными из уровня техники, например, как мембранные кровельные системы, которые обычно делятся на следующие типы, в зависимости от положения основной теплоизоляции: утепленные крыши, инверсионные утепленные крыши, сады на крыше или зеленые крыши и неутепленные крыши.
- 20 Мембранные кровельные системы в настоящее время часто строят в виде однослойных кровельных систем, которые применяют для защиты плоских крыш или плоских наклонных крыш от всех погодных условий, которые могут возникнуть в течение их расчетного срока службы.
- Типичная однослойная кровельная система включает опорную конструкцию, настил,
- 25 обеспечивающий непрерывную поддержку, слой контроля уровня пара (при необходимости), теплоизоляцию, водонепроницаемую мембрану и отделку, устойчивую к движению или нагрузке (если необходимо по функциональным и/или эстетическим причинам).

Большинство плоских крыш и плоских наклонных крыш в наши дни проектируются как так называемые утепленные крыши. В таких утепленных крышах непосредственно под кровельным покрытием располагается основная теплоизоляция, а именно водонепроницаемая мембрана. Это сохраняет настил теплым в холодную погоду и предотвращает образование конденсата без необходимости вентиляции. Слой контроля уровня пара необязательно укладывают поверх настила, чтобы контролировать проникновение водяного пара в изоляцию. Это очень надежный и экономичный способ утепления мембранной кровли в соответствии с высокими стандартами.

Три основных варианта крепления однослойных кровельных систем представляют собой механическое крепление, приклеивание/холодное склеивание, балласт, при этом изоляцию и мембрану можно крепить с помощью одного и того же или разных способов.

Различные системы, описанные в предшествующем уровне техники, являются пригодными для кровельных систем для плоских или плоских наклонных крыш зданий, и в них используются изоляционные элементы из продуктов на основе связанных минеральных волокон.

В некоторых случаях также известно применение слоев минеральных волокон, например, стеклянных волокон, в виде нетканого полотна или ткани поверх изоляционных элементов, при этом они помещаются между изоляционными элементами и водонепроницаемой мембраной. Панель, образованная из нескольких изоляционных элементов, расположенных бок о бок друг с другом, может содержать слой нетканого полотна или ткани, проходящий по всей ее площади. Полотно или ткань могут быть прикреплены к элементу (элементам) с помощью клейкого вещества, нанесенного между контактирующими поверхностями. Полотно или ткань удерживают положение плиты в панели и могут улучшать механическую прочность путем обеспечения переноса сил, воздействующих на один элемент, на соседний элемент. Полотно или ткань имеют небольшие поры, например, характеризуются средним размером пор или расстоянием между соседними волокнами, составляющим менее 0,5 мм, например, достигающим 0,1 мм.

В современных кровельных системах применяют кровельные плиты с облицовкой из ткани и тканого материала или с битумным покрытием, чтобы обеспечить достаточную поверхность слоя изоляционного элемента для склеивания/связывания

водонепроницаемой мембраны. Эти системы можно применять, но они, однако, могут иметь недостаток, заключающийся в том, что клейкое вещество может диспергироваться в слое изоляционного элемента. Такое диспергированное клейкое вещество значительно снижает изоляционные и/или амортизационные характеристики указанного изоляционного слоя. Кроме того, диспергированное клейкое вещество приведет к повышенному расходу клея и неконтролируемой прочности сцепления, что приведет к увеличению стоимости системы.

Наконец, такие клейкие вещества, которые обычно являются органическими клейкими веществами, снижают огнестойкость изоляционных элементов, в частности, в случае покрытых битумом кровельных плит, упомянутых выше.

Например, в WO 98/31895 описана кровельная система, содержащая сердцевину из минерального волокна, тканый материал, покрывающий сердцевину и соединенный с сердцевиной с помощью смолы с образованием панели, и влажно-/водонепроницаемый лист, покрывающий тканый материал, который присоединен к панели с помощью клейкого вещества, проникающего в сердцевину из минерального волокна. Хотя эта композитная кровельная система широко применяется для плоских и плоских наклонных крыш, она имеет несколько недостатков, описанных выше.

Другой пример кровельной системы раскрыт в WO 2013/034376. Эта кровельная система содержит изоляционные элементы для тепло- и/или звукоизоляции, состоящие из двух слоев, из которых по меньшей мере один слой изготовлен из минеральных волокон, в частности, из волокон каменной ваты, а второй слой выполнен из по меньшей мере одного тканого материала и прикреплен к основной поверхности первого слоя с помощью клейкого вещества, при этом второй слой снабжен наполнителем, придающим определенную проницаемость второму слою.

Поскольку любые нагрузки на утепленную крышу передаются конструкции через теплоизоляцию, требуется жесткий материал. Выбор является важным, поскольку различные продукты обеспечивают различную поддержку, и для них требуется большая или меньшая толщина для достижения выбранного значения теплоизоляции. Это необходимо учитывать при проектировании и планировании кровельной системы для плоской или плоской наклонной крыши здания.

Существует в основном два класса изоляционных продуктов:

- пористые материалы, такие как, например полиизоцианурат (PIR), пенополистирол (EPS) или экструдированный полистирол (XPS);
- волокнистые материалы, как, например, минеральная вата (MW) и, в частности, каменная вата.

5 Упомянутые последними продукты на основе минеральной ваты являются общеизвестными за их отличные термические и акустические свойства, а также их механическую прочность и превосходную огнеупорность. Указанные продукты также называют продуктами на основе связанных минеральных волокон, изготовленными из минеральных волокон и связующего, соответствующие требования к таким продуктам  
10 указаны в европейском стандарте EN 13162:2015 «*Thermal insulation products for buildings - Factory made mineral wool (MW) products*».

Продукты на основе минерального волокна, как правило, содержат искусственные стекловидные волокна (MMVF), такие как, например, стеклянные волокна, керамические волокна, базальтовые волокна, шлаковая вата, минеральная вата и  
15 каменная вата, которые соединены вместе отвержденным термореактивным полимерным связующим материалом. Для применения в качестве термо- или звукоизоляционных продуктов маты из связанных минеральных волокон, как правило, изготавливают путем преобразования расплава, состоящего из подходящих исходных материалов, в волокна традиционным способом, например, способом с использованием  
20 вращающейся чаши или каскадным роторным способом. Волокна подаются в формирующую камеру, и во время перенесения по воздуху и все еще горячими опрыскиваются связующим раствором, и произвольным образом осаждаются в виде мата или полотна на транспортерный конвейер. Затем волоконный мат переносится в печь отверждения, где нагретый воздух продувается через мат с отверждением связующего и  
25 крепким связыванием минеральных волокон вместе.

Лучшим из существующих связующих является фенол-формальдегидная смола, которую можно экономно изготавливать и перед применением в нее можно вводить мочевины в качестве связующего. Однако, существующее и предлагаемое  
30 законодательство, направленное на снижение количества или исключение выбросов формальдегида, привело к разработке связующих, не содержащих формальдегида, таких

как, например, композиции связующего на основе поликарбоксиполимеров и полиолов или полиаминов.

Другой группой связующих, не содержащих фенолформальдегида, являются продукты реакции присоединения/отщепления алифатических и/или ароматических ангидридов с алканаминами. Такие композиции связующего являются водорастворимыми и демонстрируют отличные характеристики связывания с точки зрения скорости отверждения и плотности отверждения.

Поскольку некоторые исходные материалы, применяемые в производстве таких связующих, являются довольно дорогостоящими химическими веществами, существует актуальная потребность в получении связующих, не содержащих формальдегида, иногда также называемых связующими без добавления формальдегида (NAF), которые получают экономным образом.

Дополнительный эффект, связанный с ранее известными водными композициями связующего из минеральных волокон, состоит в том, что по меньшей мере большинство исходных материалов, применяемых для процедур получения таких связующих, получены из ископаемых видов топлива. Актуальной для потребителей является тенденция предпочитать продукты, которые полностью или по меньшей мере частично получены из возобновляемых материалов, и, следовательно, существует потребность в обеспечении связующих для минеральной ваты, которые по меньшей мере частично получены из возобновляемых материалов.

Дополнительный эффект, связанный с ранее известными водными композициями связующего для минеральных волокон, состоит в том, что они включают компоненты, которые являются коррозионными и/или вредоносными. Вследствие этого требуются защитные меры для механического оборудования, вовлеченного в производство продуктов на основе минеральной ваты, для предупреждения коррозии, а также требуются меры обеспечения безопасности для лиц, оперирующих данным механическим оборудованием. Это приводит к увеличению цен и нарушениям здоровья, и, следовательно, существует потребность в обеспечении продуктов на основе минеральных волокон с применением композиций связующего со сниженным содержанием коррозионных и/или вредоносных материалов.

В последнее время был представлен ряд связующих для продуктов на основе минеральных волокон, которые в значительной степени основаны на возобновляемых исходных материалах. Во многих случаях такие связующие, в значительной степени основанные на возобновляемых ресурсах, также не содержат формальдегида.

- 5 Однако, многие из таких связующих все еще являются сравнительно дорогостоящими, поскольку они основаны на сравнительно дорогостоящих сырьевых материалах. Более того, до настоящего момента они не обеспечивают удовлетворительные характеристики прочности в конечных продуктах на основе минерального волокна в течение времени.

10 Кровельные системы для плоской или плоской наклонной крыши предназначены для строительства с продолжительностью эксплуатации, составляющей 30 лет и более, и, таким образом, для них требуются долговечные материалы. Поскольку нагрузки на такие крыши передаются конструкции через теплоизоляцию, то продукты на основе связанных минеральных волокон должны быть способны выдерживать большинство случаев нагрузки, особенно нагрузки от давления, такие как, например, случайное, легкое  
15 наступание ногами во время строительства, но, в частности, для соответствующих целей проверки во время последующих работ и, кроме того, касающиеся всех погодных условий и, в частности, ветровых нагрузок, которые могут возникнуть с течением времени. Следовательно, для продуктов на основе минерального волокна для изоляции кровельных систем требуется определенная устойчивость, которая зависит от плотности,  
20 и по этой причине плотность таких продуктов, как правило, находится в диапазоне от, например, 70 кг/м<sup>3</sup> до не более чем около 250 кг/м<sup>3</sup>, что обеспечивает определенные характеристики прочности также в течение времени.

Известно, что изоляционные элементы для продуктов на основе связанных минеральных волокон, в которых применяются вышеуказанные фенолформальдегидные смолы или  
25 фенолформальдегидные смолы с введенной мочевиной, являются лучшими, когда речь идет о потере прочности со временем, т. е. из-за изнашивания, и поэтому применяются в течение десятилетий. Было доказано, что применение связующих из уровня техники, не содержащих формальдегида или без добавленного формальдегида (NAF), является целесообразным для легковесных продуктов со значениями объемной плотности,  
30 составляющими меньше чем около 60 кг/м<sup>3</sup>, продуктов, которые устанавливаются, например, в полостях или пространствах, которые затем будут покрыты, и где отсутствует потребность в продуктах, которые будут принимать какие-либо нагрузки

или обеспечивать какую-либо конкретную механическую стойкость. Тем не менее, такие связующие, не содержащие формальдегида, являются критически важными в случае, когда такие изоляционные элементы должны выдерживать нагрузки и механическое напряжение, поскольку они относительно склонны к изнашиванию, следовательно, они со временем теряют свою устойчивость.

Следовательно, целью настоящего изобретения является обеспечение кровельной системы с элементами на основе минерального волокна, пригодными для таких кровельных систем и исключая применение дорогостоящих и/или вредоносных материалов для связующего и/или самих по себе дорогостоящих и/или вредоносных связующих.

Дополнительной целью настоящего изобретения является обеспечение элементов на основе минерального волокна, пригодных для кровельных систем, без применения дорогостоящих и/или вредоносных материалов для связующего и/или без применения самих по себе дорогостоящих и/или вредоносных связующих.

В соответствии с настоящим изобретением, кровельная система содержит изоляционный элемент из минеральных волокон, содержащий отвержденную водную композицию связующего, не содержащую фенола и формальдегида, где водная композиция связующего перед отверждением содержит компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната, и компонент (ii) в форме одного или более сшивающих средств, и при этом изоляционный элемент характеризуется объемной плотностью от 70 кг/м<sup>3</sup> до 250 кг/м<sup>3</sup>.

Кроме того, в соответствии с настоящим изобретением изоляционный элемент для кровли изготовлен из минеральных волокон, предпочтительно волокон каменной ваты, и связующего, где водная композиция связующего перед отверждением содержит компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната, и компонент (ii) в форме одного или более сшивающих средств, и при этом изоляционный элемент характеризуется объемной плотностью от 70 кг/м<sup>3</sup> до 250 кг/м<sup>3</sup>.



Было обнаружено, что возможно получить изоляционный элемент, изготовленный из минеральных волокон и связующего, указанных ранее, который обеспечивает необходимую стойкость к механическим воздействиям, подлежащий применению в кровельной системе для плоской или плоской наклонной крыши, при этом

5 изоляционный элемент не содержит вредоносного связующего и не содержит фенола и формальдегида с одной стороны, и при этом связующее характеризуется высокой стойкостью к изнашиванию и лишь небольшой потерей прочности во время всей продолжительности эксплуатации кровельной системы. Кроме того, количество связующего может быть снижено по сравнению со связующими без формальдегида,

10 применяемыми в уровне техники, такими как, например существующие связующие NAF.

В одном варианте осуществления изоляционный элемент может характеризоваться любым из предпочтительных признаков, описанных для кровельной системы.

Предпочтительно изоляционный элемент характеризуется значением потери веса при прокаливании (LOI), находящимся в диапазоне от 2 до 8 вес. %, предпочтительно от 2 до

15 5 вес. %. Содержание связующего принимается как LOI и определяется в соответствии с Европейским стандартом EN 13820:2003. Связующее включает масло и другие добавки связующего.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления, предусмотрена кровельная система с изоляционными элементами, характеризующимися прочностью на сжатие от 50 до 130 кПа, измеренной в соответствии с Европейским стандартом EN

20 826:2013.

В соответствии с другим вариантом осуществления, предусмотрена кровельная система с изоляционными элементами, характеризующимися прочностью на расслаивание от 20 до 50 кПа, измеренной в соответствии с Европейским стандартом EN 1607:2013.

25 Такие изоляционные элементы для продуктов на основе связанных минеральных волокон известны за их превосходную огнеупорность и, как правило, если они иным образом не обработаны или покрыты покрытиями или облицовками, классифицированы как Euroclass A1 в соответствии с Европейским стандартом EN 13501-1:2018.

В одном варианте осуществления продукт на основе минеральной ваты в соответствии с

30 настоящим изобретением содержит минеральные волокна в контакте со связующим, при

этом он получен в результате отверждения водной композиции связующего, не содержащей фенола и формальдегида, которая содержит:

- компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,03 до 1,4 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната,
- компонент (ii) в форме одного или более сшивающих средств.

В частности, в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения предусматривается продукт на основе минерального волокна, содержащий минеральные волокна в контакте со связующим, полученный в результате отверждения водной композиции связующего, не содержащей фенола и формальдегида, которая содержит:

- компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,03 до 1,4 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната,
- компонент (ii) в форме одного или более сшивающих средств,

при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

- эпоксисоединений, характеризующихся молекулярной массой  $M_w$ , составляющей 500 или меньше.

В частности, в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения предусматривается продукт на основе минерального волокна, содержащий минеральные волокна в контакте со связующим, полученный в результате отверждения водной композиции связующего, не содержащей фенола и формальдегида, которая содержит:

- компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,03 до 1,4 ммоль/г, как,

например, от 0,075 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната,

- компонент (ii) в форме одного или более сшивающих средств,

при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства,  
5 выбранного из

• карбонилсодержащих соединений, выбранных из альдегидов, карбонилсодержащих соединений формулы  $R-[C(O)R_1]_x$ ,

в которой:

R представляет собой насыщенный или ненасыщенный и линейный, разветвленный или  
10 циклический углеводородный радикал: радикал, включающий одно или более ароматических ядер, которые состоят из 5 или 6 атомов углерода, радикал, включающий один или более ароматических гетероциклов, содержащих 4 или 5 атомов углерода и атом кислорода, азота или серы, при этом возможно, что радикал R содержит другие функциональные группы,

15  $R_1$  представляет собой атом водорода или  $C_1$ - $C_{10}$ алкильный радикал, и

x находится в диапазоне от 1 до 10.

В частности, в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения предусматривается продукт на основе минерального волокна, содержащий минеральные  
20 волокна в контакте со связующим, полученный в результате отверждения водной композиции связующего, не содержащей фенола и формальдегида, которая содержит:

- компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,03 до 1,4 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в пересчете на  
25 сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната,

- компонент (ii) в форме одного или более сшивающих средств,

при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

- полиаминов.

В частности, в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения  
5 предусматривается продукт на основе минерального волокна, содержащий минеральные  
волокна в контакте со связующим, полученный в результате отверждения водной  
композиции связующего, не содержащей фенола и формальдегида, которая содержит:

- компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г, как,  
10 например, от 0,03 до 1,4 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната,
- компонент (ii) в форме одного или более сшивающих средств,

при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

- 15 • моно- и олигосахаридов.

В одном варианте осуществления продукт на основе минеральной ваты в соответствии с настоящим изобретением содержит минеральные волокна в контакте со связующим, при этом он получен в результате отверждения водной композиции связующего, не содержащей фенола и формальдегида, которая содержит:

- 20 - компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,03 до 1,4 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната,

- 25 - компонент (ii) в форме одного или более сшивающих средств, выбранных из

- $\beta$ -гидроксиалкиламидных сшивающих средств, таких как N-(2-гидроксиизопропил)амидные сшивающие средства, таких как N-(2-гидроксиэтил)амидные сшивающие средства, таких как N-(2-

гидроксиэтил)адипамидные сшивающие средства, такие как N,N,N',N'-тетраakis(2-гидроксиэтил)адипамид, и/или

- группы, состоящей из многофункциональных органических аминов, таких как алканоламин, диамины, такие как гексаметилдиамин, и/или

5 • эпоксисоединений, характеризующихся молекулярной массой более 500, таких как эпоксидированное масло на основе триглицерида жирных кислот, или одного или более эластичных олигомеров или полимеров, таких как полимер на основе акрила с низким значением Tg, таких как полимер на основе винила с низким значением Tg, таких как полиэфир с низким значением Tg, которые содержат реакционноспособные

10 функциональные группы, такие как карбодиимидные группы, такие как ангидридные группы, такие как оксазолиновые группы, такие как аминогруппы, такие как эпоксигруппы, и/или

- одного или более сшивающих средств в форме многофункциональных карбодиимидов, таких как алифатические многофункциональные карбодиимиды; и/или

15 • Primid XL-552,

при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

- эпоксисоединений, характеризующихся молекулярной массой  $M_w$ , составляющей 500 или меньше,

20 • карбонилсодержащих соединений, выбранных из альдегидов, карбонилсодержащих соединений формулы  $R-[C(O)R_1]_x$ ,

в которой:

R представляет собой насыщенный или ненасыщенный и линейный, разветвленный или циклический углеводородный радикал: радикал, включающий одно или более

25 ароматических ядер, которые состоят из 5 или 6 атомов углерода, радикал, включающий один или более ароматических гетероциклов, содержащих 4 или 5 атомов углерода и атом кислорода, азота или серы, при этом возможно, что радикал R содержит другие функциональные группы,

R<sub>1</sub> представляет собой атом водорода или C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>алкильный радикал, и

x находится в диапазоне от 1 до 10,

- полиаминов.

Водная композиция связующего необязательно дополнительно содержит

- 5 - компонент (iii) в форме одного или более пластификаторов.

В одном варианте осуществления продукт на основе минеральной ваты в соответствии с настоящим изобретением содержит минеральные волокна в контакте со связующим, при этом он получен в результате отверждения водной композиции связующего, не содержащей фенола и формальдегида, которая содержит:

- 10 - компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,03 до 1,4 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната,

- 15 - компонент (ii) в форме одного или более сшивающих средств;
- компонент (iii) в форме одного или более пластификаторов.

В частности, в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения предусматривается продукт на основе минерального волокна, содержащий минеральные волокна в контакте со связующим, полученный в результате отверждения водной

20 композиции связующего, не содержащей фенола и формальдегида, которая содержит:

- компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,03 до 1,4 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в пересчете на
- 25 сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната,

- компонент (ii) в форме одного или более сшивающих средств;
- компонент (iii) в форме одного или более пластификаторов,

при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

- эпоксисоединений, характеризующихся молекулярной массой  $M_w$ , составляющей 500 или меньше.

5 В частности, в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения предусматривается продукт на основе минерального волокна, содержащий минеральные волокна в контакте со связующим, полученный в результате отверждения водной композиции связующего, не содержащей фенола и формальдегида, которая содержит:

10 - компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,03 до 1,4 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната,

- компонент (ii) в форме одного или более сшивающих средств;

15 - компонент (iii) в форме одного или более пластификаторов,

при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

- карбонилсодержащих соединений, выбранных из альдегидов, карбонилсодержащих соединений формулы  $R-[C(O)R_1]_x$ ,

20 в которой:

R представляет собой насыщенный или ненасыщенный и линейный, разветвленный или циклический углеводородный радикал: радикал, включающий одно или более ароматических ядер, которые состоят из 5 или 6 атомов углерода, радикал, включающий один или более ароматических гетероциклов, содержащих 4 или 5 атомов углерода и атом кислорода, азота или серы, при этом возможно, что радикал R содержит другие функциональные группы,

25

$R_1$  представляет собой атом водорода или  $C_1$ - $C_{10}$ алкильный радикал, и

x находится в диапазоне от 1 до 10.

В частности, в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения предусматривается продукт на основе минерального волокна, содержащий минеральные волокна в контакте со связующим, полученный в результате отверждения водной композиции связующего, не содержащей фенола и формальдегида, которая содержит:

5  
10

- компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,03 до 1,4 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната,

- компонент (ii) в форме одного или более сшивающих средств;

- компонент (iii) в форме одного или более пластификаторов,

при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

15 • полиаминов.

В частности, в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения предусматривается продукт на основе минерального волокна, содержащий минеральные волокна в контакте со связующим, полученный в результате отверждения водной композиции связующего, не содержащей фенола и формальдегида, которая содержит:

20

- компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,03 до 1,4 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната,

25 - компонент (ii) в форме одного или более сшивающих средств;

- компонент (iii) в форме одного или более пластификаторов,



при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

- моно- и олигосахаридов.

5 В одном варианте осуществления продукт на основе минеральной ваты в соответствии с настоящим изобретением содержит минеральные волокна в контакте со связующим, при этом он получен в результате отверждения водной композиции связующего, не содержащей фенола и формальдегида, которая содержит:

10 - компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,03 до 1,4 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната,

- компонент (ii) в форме одного или более сшивающих средств, выбранных из

•  $\beta$ -гидроксиалкиламидных сшивающих средств, и/или

15 • эпоксисоединений, характеризующихся молекулярной массой более 500, таких как эпоксирированное масло на основе триглицерида жирных кислот, или одного или более эластичных олигомеров или полимеров, таких как полимер на основе акрила с низким значением  $T_g$ , таких как полимер на основе винила с низким значением  $T_g$ , таких как полиэфир с низким значением  $T_g$ , которые содержат реакционноспособные

20 функциональные группы, такие как карбодиимидные группы, такие как ангидридные группы, такие как оксазолиновые группы, такие как аминогруппы, такие как эпоксигруппы, и/или

• одного или более сшивающих средств в форме многофункциональных карбодиимидов, таких как алифатические многофункциональные карбодиимиды, и/или

25 • Primid XL-552;

- компонент (iii) в форме одного или более пластификаторов,

при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

- эпоксисоединений, характеризующихся молекулярной массой  $M_w$ , составляющей 500 или меньше,
- карбонилсодержащих соединений, выбранных из альдегидов, карбонилсодержащих соединений формулы  $R-[C(O)R_1]_x$ ,

5 в которой:

R представляет собой насыщенный или ненасыщенный и линейный, разветвленный или циклический углеводородный радикал: радикал, включающий одно или более ароматических ядер, которые состоят из 5 или 6 атомов углерода, радикал, включающий один или более ароматических гетероциклов, содержащих 4 или 5 атомов углерода и  
10 атом кислорода, азота или серы, при этом возможно, что радикал R содержит другие функциональные группы,

$R_1$  представляет собой атом водорода или  $C_1$ - $C_{10}$ алкильный радикал, и

x находится в диапазоне от 1 до 10,

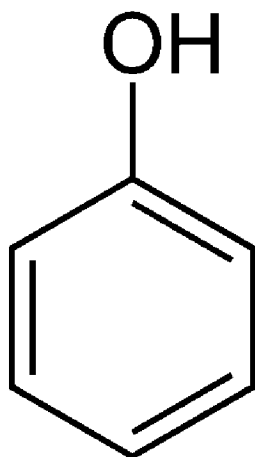
- полиаминов.

15 В предпочтительном варианте осуществления связующее, применяемое в изоляционных элементах в соответствии с настоящим изобретением, применяемых в кровельных системах в соответствии с настоящим изобретением, не содержит формальдегида.

Для целей настоящего изобретения определено, что термин «не содержащий формальдегида» характеризует продукт на основе минеральной ваты, где выброс из  
20 продукта на основе минеральной ваты составляет ниже  $5 \text{ мкг/м}^2/\text{ч}$ . формальдегида, предпочтительно ниже  $3 \text{ мкг/м}^2/\text{ч}$ . Предпочтительно для испытания выбросов альдегидов испытание проводят в соответствии с ISO 16000.

В предпочтительном варианте осуществления связующие не содержат фенола.

Для целей настоящего изобретения термин «не содержащий фенола» определен таким  
25 образом, что водная композиция связующего содержит фенол



5 в количестве 0,25 вес. % или меньше, как, например, 0,1 вес. % или меньше, как, например, 0,05 вес. % или меньше, в пересчете на общий вес водной композиции, характеризующейся содержанием связующего в виде сухого твердого вещества, составляющим 15 вес. %.

В одном варианте осуществления композиция связующего не содержит добавленного формальдегида.

В одном варианте осуществления композиция связующего не содержит добавленного фенола.

10 Для целей настоящего изобретения определено, что термин «моно- и олигосахариды» включает моносахариды и олигосахариды с сахаридными звеньями в количестве 10 или меньше.

Для целей настоящего изобретения определено, что термин «сахар» включает моносахариды и олигосахариды с сахаридными звеньями в количестве 10 или меньше.

15 **Компонент (i)**

Компонент (i) представлен в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоксильной кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,03 до 1,4 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов

20 на основе лигносульфоната.

Лигнин, целлюлоза и гемицеллюлоза являются тремя основными органическими соединениями в клеточной стенке растений. Лигнин можно представить как клей, который держит вместе волокна целлюлозы. Лигнин содержит как гидрофильные, так и гидрофобные группы. Он является вторым по распространенности природным полимером в мире, уступая лишь целлюлозе, и, по оценкам, представляет вплоть до 20-30% всего углерода, содержащегося в биомассе, что составляет более 1 миллиарда тонн по всему миру.

Способ с участием лигносульфоната обеспечивает введение большого количества сульфатных групп, что делает лигнин растворимым в воде, а также в кислотных водных растворах. Лигносульфонаты содержат не более 8% серы в виде сульфоната, при этом крафт-лигнин содержит 1-2% серы, преимущественно связанной с лигнином. Молекулярная масса лигносульфоната составляет 15000-50000 г/моль. Типичное гидрофобное ядро лигнина вместе с большим количеством ионизированных сульфатных групп делают такой лигнин перспективным в качестве поверхностно-активного вещества, и он часто находит применение в диспергировании цемента и т. д.

Для получения продуктов на основе лигнина с высокой добавленной стоимостью сначала лигнин нужно отделить от биомассы, для чего можно использовать несколько способов. Способы сульфатной и сульфитной варки известны за их эффективное отделение лигнина от древесины и, следовательно, применяются по всему миру. Крафт-лигнин отделяют от древесины с помощью NaOH и Na<sub>2</sub>S. Лигнины, полученные с помощью способов сульфитной варки, обозначаются как лигносульфонаты, и их получают путем применения сернистой кислоты и/или сульфитной соли, содержащей магний, кальций, натрий или аммоний, при различных уровнях pH. В настоящее время лигносульфонаты составляют 90% всего коммерческого лигнина на рынке, а общее ежегодное мировое производство лигносульфонатов составляет примерно 1,8 миллиона тонн. Лигносульфонаты, как правило, характеризуются обильностью сульфоновых групп и, таким образом, более высоким количеством серы, чем крафт-лигнин. Вследствие присутствия сульфозамещенной группы лигносульфонаты характеризуются анионным зарядом и являются водорастворимыми. Значения молекулярной массы (M<sub>w</sub>) лигносульфонатов могут быть аналогичными или большими, чем таковые у крафт-лигнина. Из-за их уникальных характеристик лигносульфонаты обладают широким диапазоном вариантов применения, как, например, для корма для животных, пестицидов,

поверхностно-активных веществ, добавок при бурении на нефть, стабилизаторов в коллоидных суспензиях и в качестве пластификаторов в присадках для бетона. Однако, на большинстве новых целлюлозных комбинатов используется сульфатная технология для производства целлюлозы, и, таким образом, крафт-лигнин является более  
5 легкодоступным для получения продукции с высокой добавленной стоимостью.

Однако, лигносульфонаты и крафт-лигнин обладают разными характеристиками, обусловленные разными способами выделения, а значит и распределением функциональных групп. Высокий уровень сульфоновых групп в лигносульфонатах, как правило по меньшей мере одна на каждые четыре С9-звена, делает лигносульфонаты  
10 сильно заряженными при всех уровнях pH в воде. Такая обильность ионизируемых функциональных групп может объяснить большую часть отличий при сравнении с другими техническими лигнинами. Более высокая плотность заряда обеспечивает более легкое растворение в воде, и становится возможным более высокое содержание твердых веществ в растворе по сравнению с крафт-лигнином. Также, по этой же причине,  
15 лигносульфонаты будут характеризоваться более низкой вязкостью раствора по сравнению с крафт-лигнином при таком же содержании твердых веществ, что может облегчать эксплуатацию и обработку. Обычно применяемая модельная структура лигносульфонатов показана на фиг. 7.

В одном варианте осуществления компонент (i) характеризуется содержанием групп карбоновой кислоты, составляющим от 0,05 до 0,6 ммоль/г, как, например, от 0,1 до  
20 0,4 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната.

В одном варианте осуществления компонент (i) представлен в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся средним содержанием групп карбоновой кислоты, составляющим меньше чем 1,8 группы на макромолекулу,  
25 учитывая, что среднечисловая молярная масса компонента (i) составляет, например, меньше 1,4, например, меньше 1,1, например, меньше 0,7, например, меньше 0,4.

В одном варианте осуществления компонент (i) характеризуется содержанием фенольных групп ОН, составляющим от 0,3 до 2,5 ммоль/г, как, например, от 0,5 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,5 до 1,5 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на  
30 основе лигносульфоната.

В одном варианте осуществления компонент (i) характеризуется содержанием алифатических групп ОН, составляющим от 1,0 до 8,0 ммоль/г, как, например, от 1,5 до 6,0 ммоль/г, как, например, от 2,0 до 5,0 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната.

- 5 В одном варианте осуществления компонент (i) содержит лигносульфонаты аммония, и/или лигносульфонаты кальция, и/или лигносульфонаты магния и любые их комбинации.

В одном варианте осуществления компонент (i) содержит лигносульфонаты аммония и лигносульфонаты кальция, где молярное соотношение  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{Ca}^{2+}$  находится в  
10 диапазоне от 5:1 до 1:5, в частности, от 3:1 до 1:3.

Для целей настоящего изобретения определено, что термин «лигносульфонаты» охватывает сульфозамещенные крафт-лигнины.

В одном варианте осуществления компонент (i) представляет собой сульфозамещенные крафт-лигнины.

- 15 В одном варианте осуществления водная композиция связующего содержит добавленный сахар в количестве, составляющем от 0 до 5 вес. %, как, например, меньше 5 вес. %, как, например, от 0 до 4,9 вес. %, как, например, от 0,1 до 4,9 вес. %, в пересчете на вес лигносульфоната и сахара.

В одном варианте осуществления водная композиция связующего содержит компонент  
20 (i), т. е. лигносульфонат, в количестве, составляющем от 50 до 98 вес. %, как, например, от 65 до 98 вес. %, как, например, от 80 до 98 вес. %, в пересчете на общий вес компонентов (i) и (ii).

В одном варианте осуществления водная композиция связующего содержит компонент  
25 (i) в количестве, составляющем от 50 до 98 вес. %, как, например, от 65 до 98 вес. %, как, например, от 80 до 98 вес. %, в пересчете на сухой вес компонентов (i), (ii) и (iii).

Для целей настоящего изобретения содержание функциональных групп лигнина определяют путем применения  $^3\text{1P}$  ЯМР в качестве способа получения характеристик.

Подготовку образца для ЗИР ЯМР проводят путем применения 2-хлор-4,4,5,5-тетраметил-1,3,2-диоксафосфолана (TMDP) в качестве фосфитилирующего реагента и холестерина в качестве внутреннего стандарта. Интеграция в соответствии с работой Granata and Argyropoulos (J. Agric. Food Chem. 43:1538–1544).

## 5 Компонент (ii)

Компонент (ii) представлен в форме одного или более сшивающих средств.

В одном варианте осуществления компонент (ii) в одном варианте осуществления содержит одно или более сшивающих средств, выбранных из  $\beta$ -гидроксиалкиламидных сшивающих средств и/или оксазолиновых сшивающих средств.

10  $\beta$ -Гидроксиалкиламидные сшивающие средства являются отверждающим средством для макромолекул с кислотными функциональными группами. Они обеспечивают твердую, долговечную, коррозионно-стойкую и стойкую к действию растворителей шитую полимерную сеть. Считают, что  $\beta$ -гидроксиалкиламидные сшивающие средства обеспечивают отверждение посредством реакции эстерификации с образованием  
15 нескольких сложноэфирных связей. Количество функциональных гидроксигрупп в  $\beta$ -гидроксиалкиламидных сшивающих средствах должно составлять в среднем по меньшей мере 2, предпочтительно больше чем 2 и более предпочтительно 2-4 для получения оптимального отверждающего действия.

Содержащие оксазолиновую группу сшивающие средства представляют собой  
20 полимеры, содержащие одну или более оксазолиновых групп в каждой молекуле, и оксазолинсодержащие сшивающие средства, как правило, можно легко получать посредством полимеризации оксазолинового производного. В патенте US 6818699 B2 представлено раскрытие такого способа.

В одном варианте осуществления компонент (ii) представляет собой одно или более  
25 эпоксисоединений, характеризующихся молекулярной массой более 500, таких как эпоксидированное масло на основе триглицерида жирных кислот, или одного или более эластичных олигомеров или полимеров, таких как полимер на основе акрила с низким значением  $T_g$ , таких как полимер на основе винила с низким значением  $T_g$ , таких как полиэфир с низким значением  $T_g$ , которые содержат реакционноспособные  
30 функциональные группы, такие как карбодиимидные группы, такие как ангидридные

группы, такие как оксазолиновые группы, такие как аминогруппы, такие как эпоксигруппы, такие как  $\beta$ -гидроксиалкиламидные группы.

В одном варианте осуществления компонент (ii) представляет собой одно или более сшивающих средств, выбранных из группы, состоящей из аминов жирного ряда.

- 5 В одном варианте осуществления компонент (ii) представляет собой одно или более сшивающих средств в форме амидов жирного ряда.

В одном варианте осуществления компонент (ii) представляет собой одно или более сшивающих средств, выбранных из сложных полиэфирполиолов, таких как поликапролактон.

- 10 В одном варианте осуществления компонент (ii) представляет собой одно или более сшивающих средств, выбранных из группы, состоящей из крахмала, модифицированного крахмала, СМС.

В одном варианте осуществления компонент (ii) представляет собой одно или более сшивающих средств в форме многофункциональных карбодиимидов, таких как алифатические многофункциональные карбодиимиды.

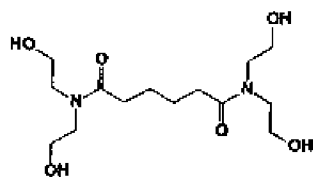
- 15 В одном варианте осуществления компонент (ii) представляет собой одно или более сшивающих средств в форме азиридинов, таких как CX100, NeoAdd-Pax 521/523.

В одном варианте осуществления компонент (ii) представляет собой одно или более сшивающих средств, выбранных из сшивающих средств на основе меламина, таких как сшивающие средства на основе гексакис(метилметокси)меламина (HMMM).

- 20 Примерами таких соединений являются Picassian XL 701, 702, 725 (Stahl Polymers), как, например, ZOLDINE® XL-29SE (Angus Chemical Company), как, например, CX300 (DSM), как, например, Carbodilite V-02-L2 (Nisshinbo Chemical Inc.).

- 25 В одном варианте осуществления компонент (ii) представляет собой Primid XL552, который характеризуется следующей структурой:





Primid XL-652

Компонент (ii) также может представлять собой любую смесь вышеупомянутых соединений.

В одном варианте осуществления композиция связующего в соответствии с настоящим изобретением содержит компонент (ii) в количестве, составляющем от 1 до 50 вес. %, как, например, от 4 до 20 вес. %, как, например, от 6 до 12 вес. %, в пересчете на сухой вес компонента (i).

В одном варианте осуществления компонент (ii) представлен в форме одного или более сшивающих средств, выбранных из

- 10 °  $\beta$ -гидроксиалкиламидных сшивающих средств, таких как N-(2-гидроксиизопропил)амидные сшивающие средства, таких как N-(2-гидроксиэтил)амидные сшивающие средства, таких как N-(2-гидроксиэтил)адипамидные сшивающие средства, такие как N,N,N',N'-тетракис(2-гидроксиэтил)адипамид, и/или
- 15 ° группы, состоящей из многофункциональных органических аминов, таких как алканоламин, диамины, такие как гексаметилдиамин, и/или
- ° эпоксисоединений, характеризующихся молекулярной массой более 500, таких как эпоксириновое масло на основе триглицерида жирных кислот, или одного или более эластичных олигомеров или полимеров, таких как полимер на основе акрила с
- 20 низким значением T<sub>g</sub>, таких как полимер на основе винила с низким значением T<sub>g</sub>, таких как полиэфир с низким значением T<sub>g</sub>, которые содержат реакционноспособные функциональные группы, такие как карбодимидные группы, такие как ангидридные группы, такие как оксазолиновые группы, такие как аминогруппы, такие как эпоксигруппы, и/или

° одного или более сшивающих средств в форме многофункциональных карбодиимидов, таких как алифатические многофункциональные карбодиимиды.

В одном варианте осуществления компонент (ii) содержит одно или более сшивающих средств, выбранных из

- 5 ° β-гидроксиалкиламидных сшивающих средств, таких как N-(2-гидроксиизопропил)амидные сшивающие средства, таких как N-(2-гидроксиэтил)амидные сшивающие средства, таких как N-(2-гидроксиэтил)адипамидные сшивающие средства, такие как N,N,N',N'-тетраakis(2-гидроксиэтил)адипамид.
- 10 В одном варианте осуществления компонент (ii) содержит компонент (ii) в количестве, составляющем от 2 до 90 вес. %, как, например, от 6 до 60 вес. %, как, например, от 10 до 40 вес. %, как, например, от 25 до 40 вес. %, в пересчете на сухой вес компонента (i).

#### **Компонент (iii) композиции связующего**

- Композиция связующего необязательно может содержать компонент (iii). Компонент
- 15 (iii) представлен в форме одного или более пластификаторов.

- В одном варианте осуществления компонент (iii) представлен в форме одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из полиолов, таких как углеводы, гидрогенизированные сахара, такие как сорбит, эритрит, глицерина, моноэтиленгликоля, полиэтиленгликолей, простых эфиров полиэтиленгликолей, полиэфиров, фталатов и/или
- 20 кислот, таких как адипиновая кислота, ванилиновая кислота, молочная кислота и/или феруловая кислота, акриловых полимеров, поливинилового спирта, дисперсий полиуретана, этиленкарбоната, пропиленкарбоната, лактонов, лактамов, лактидов, полимеров на основе акрила со свободными карбоксигруппами и/или дисперсий полиуретана со свободными карбоксигруппами, полиамидов, амидов, таких как
- 25 карбамид/мочевина, или любых их смесей.

В одном варианте осуществления компонент (iii) представлен в форме одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из карбонатов, таких как этиленкарбонат, пропиленкарбонат, лактонов, лактамов, лактидов, соединений со структурой, подобной лигнину, таких как ванилин, ацетосирингон, растворителей,

применяемых в качестве коалесцирующих средств, таких как простые эфиры, поливиниловый спирт.

В одном варианте осуществления компонент (iii) представлен в форме одного или более нереакционноспособных пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из  
5 полиэтиленгликолей, эфиров полиэтиленгликолей, полиэфиров, гидрогенизированных сахаров, фталатов и/или других сложных эфиров, растворителей, применяемых в качестве коалесцирующих средств, наподобие простых эфиров, акриловых полимеров, поливинилового спирта.

В одном варианте осуществления компонент (iii) представляет собой один или более  
10 реакционноспособных пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из карбонатов, таких как этиленкарбонат, пропиленкарбонат, лактонов, лактамов, лактидов, ди- или трикарбоновых кислот, таких как адипиновая кислота, или молочная кислота, и/или ванилиновая кислота, и/или феруловая кислота, дисперсий полиуретана, полимеров на основе акрила со свободными карбоксигруппами, соединений со  
15 структурой, аналогичной лигнину, таких как ванилин, ацетосирингон.

В одном варианте осуществления компонент (iii) представлен в форме одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из жирных спиртов, одноатомных спиртов, таких как пентанол, стеариловый спирт.

В одном варианте осуществления компонент (iii) содержит один или более  
20 пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из полиэтиленгликолей, эфиров полиэтиленгликолей, и/или один или более пластификаторов в форме полиолов, таких как 1,1,1-трис(гидроксиметил)пропан и/или триэтанолламин.

Другой конкретный неожиданный аспект настоящего изобретения состоит в том, что применение пластификаторов, характеризующихся температурой кипения более 100°C,  
25 в частности, от 140 до 250°C, обеспечивает сильное улучшение механических характеристик продуктов на основе минерального волокна в соответствии с настоящим изобретением, хотя, принимая во внимание их температуру кипения, вероятно, что такие пластификаторы по меньшей мере частично будут испаряться во время отверждения связующих в контакте с минеральными волокнами.

В одном варианте осуществления компонент (iii) содержит один или более пластификаторов, характеризующихся температурой кипения более 100°C, как, например, от 110 до 380°C, более предпочтительно от 120 до 300°C, более предпочтительно от 140 до 250°C.

- 5 Считают, что эффективность таких пластификаторов в композиции связующего в соответствии с настоящим изобретением связана с эффектом, заключающемся в повышении подвижности лигнинов во время процесса отверждения. Полагают, что повышенная подвижность лигнинов во время процесса отверждения способствует эффективному сшиванию.
- 10 В одном варианте осуществления компонент (iii) содержит один или более полиэтиленгликолей, характеризующихся средней молекулярной массой от 150 до 50000 г/моль, в частности, от 150 до 4000 г/моль, более конкретно от 150 до 1000 г/моль, предпочтительно от 150 до 500 г/моль, более предпочтительно от 200 до 400 г/моль.

- 15 В одном варианте осуществления компонент (iii) содержит один или более полиэтиленгликолей, характеризующихся средней молекулярной массой от 4000 до 25000 г/моль, в частности, от 4000 до 15000 г/моль, более конкретно от 8000 до 12000 г/моль.

- 20 В одном варианте осуществления компонент (iii) способен образовывать ковалентные связи с компонентом (i) и/или компонентом (ii) во время процесса отверждения. Такой компонент не будет испаряться и будет оставаться в качестве части композиции, но будет эффективно видоизменен, чтобы не вносить нежелательные побочные эффекты, например, абсорбцию воды в отвержденном продукте. Неограничивающими примерами такого компонента являются капролактон и полимеры на основе акрила со свободными карбоксильными группами.

- 25 В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из группы, состоящей из жирных спиртов, одноатомных спиртов, таких как пентанол, стеариловый спирт.

В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из алкоксилатов, таких как этоксилаты, такие как этоксилаты бутанола, такие как бутокситриглицоль.

В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из одного или более пропиленгликолей.

В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из одного или более сложных эфиров гликоля.

5 В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из адипатов, ацетатов, бензоатов, циклобензоатов, цитратов, стеаратов, сорбатов, себацатов, азелатов, бутиратов, валератов.

10 В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из производных фенола, таких как алкил- или арилзамещенные фенолы.

В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из силанолов, силоксанов.

15 В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из сульфатов, таких как алкилсульфаты, сульфонов, таких как алкиларилсульфонаты, такие как алкилсульфонаты, фосфатов, таких как триполифосфаты; такие как трибутилфосфаты.

В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из одной или более гидроксикислот.

20 В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из мономерных амидов, таких как ацетамиды, бензамид, амиды жирных кислот, такие как амиды жирных кислот таллового масла.

25 В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из соединений четвертичного аммония, таких как триметилглицин, хлорид дистеарилдиметиламмония.

В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из растительных масел, таких как касторовое масло, пальмовое масло, льняное масло, талловое масло, соевое масло.

В одном варианте осуществления компонент (iii) представлен в форме таллового масла.

- 5 В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из гидрогенизированных масел, ацелированных масел.

В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из одного или более сложных метиловых эфиров жирных кислот.

- 10 В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из алкилполиглюкозидов, глюконамидов, аминоглюкозамидов, сложных эфиров сахарозы, сложных эфиров сорбитана.

- 15 В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из группы, состоящей из полиэтиленгликолей, эфиров полиэтиленгликолей.

В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из группы, состоящей из триэтаноламина.

- 20 В одном варианте осуществления компонент (iii) представлен в форме пропиленгликолей, производных фенола, силанолов, силоксанов, гидроксикислот, растительных масел, полиэтиленгликолей, эфиров полиэтиленгликолей и/или одного или более пластификаторов в форме полиолов, таких как 1,1,1-трис(гидроксиметил)пропан, триэтаноламин, или любых их смесей.

- 25 Неожиданно было обнаружено, что включение пластификаторов в композиции связующего в соответствии с настоящим изобретением обеспечивает сильное улучшение механических характеристик продуктов на основе минерального волокна в соответствии с настоящим изобретением.

Термин «пластификатор» означает вещество, которое добавляют к материалу с целью сделать материал более мягким, более эластичным (путем уменьшения температуры стеклования  $T_g$ ) и более податливым обработке.

5 Компонент (iii) также может представлять собой любую смесь вышеупомянутых соединений.

В одном варианте осуществления компонент (iii) присутствует в количестве, составляющем от 0,5 до 60, предпочтительно от 2,5 до 25, более предпочтительно от 3 до 15 вес. %, в пересчете на сухой вес компонента (i).

10 В одном варианте осуществления компонент (iii) присутствует в количестве, составляющем от 0,5 до 60, предпочтительно от 2,5 до 25, более предпочтительно от 3 до 15 вес. %, в пересчете на сухой вес компонентов (i), (ii) и (iii).

**Продукт на основе минерального волокна, содержащий минеральные волокна в контакте со связующим, полученный в результате отверждения композиции связующего, содержащей компоненты (i) и (ii)**

15 В одном варианте осуществления настоящее изобретение направлено на продукт на основе минерального волокна, содержащий минеральные волокна в контакте со связующим, полученный в результате отверждения композиции связующего для минеральных волокон, содержащей:

20 - компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,03 до 1,4 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната,

25 - компонент (ii) в форме одного или более модификаторов, предпочтительно при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

• эпоксисоединений, характеризующихся молекулярной массой  $M_w$ , составляющей 500 или меньше,

и/или при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

- карбонилсодержащих соединений, выбранных из альдегидов, карбонилсодержащих соединений формулы  $R-[C(O)R_1]_x$ ,

5 в которой:

R представляет собой насыщенный или ненасыщенный и линейный, разветвленный или циклический углеводородный радикал: радикал, включающий одно или более ароматических ядер, которые состоят из 5 или 6 атомов углерода, радикал, включающий один или более ароматических гетероциклов, содержащих 4 или 5 атомов углерода и  
10 атом кислорода, азота или серы, при этом возможно, что радикал R содержит другие функциональные группы,

R<sub>1</sub> представляет собой атом водорода или C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>алкильный радикал, и

x находится в диапазоне от 1 до 10,

и/или при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего  
15 средства, выбранного из

- полиаминов,

и/или при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

- моно- и олигосахаридов.

20 Авторы настоящего изобретения обнаружили, что отличные характеристики связующего также могут быть достигнуты с помощью двухкомпонентной системы, которая содержит компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,03 до 1,4 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 2,0 ммоль/г, как, например,  
25 от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната, и компонент (iiа) в форме одного или более модификаторов, и необязательно любой из других компонентов, упомянутых выше и ниже.



В одном варианте осуществления компонент (iia) представляет собой модификатор в форме одного или более соединений, выбранных из группы, состоящей из эпоксисоединений, характеризующихся молекулярной массой более 500, таких как эпоксидированное масло на основе триглицерида жирных кислот, или одного или более эластичных олигомеров или полимеров, таких как полимер на основе акрила с низким значением Tg, таких как полимер на основе винила с низким значением Tg, таких как полиэфир с низким значением Tg, которые содержат реакционноспособные функциональные группы, такие как карбодиимидные группы, такие как ангидридные группы, такие как оксазолиновые группы, такие как аминогруппы, такие как эпоксигруппы, такие как  $\beta$ -гидроксиалкиламидные группы.

В одном варианте осуществления компонент (iia) представляет собой один или более модификаторов, выбранных из группы, состоящей из полиэтиленimina, поливиниламина, аминов жирного ряда.

В одном варианте осуществления компонент (iia) представляет собой один или более модификаторов, выбранных из многофункциональных карбодиимидов, таких как алифатические многофункциональные карбодиимиды.

Компонент (iia) также может представлять собой любую смесь вышеупомянутых соединений.

Без ограничения какой-либо конкретной теорией, авторы настоящего изобретения считают, что отличные характеристики связующего, достигаемые композицией связующего для минеральных волокон, содержащей компоненты (i) и (iia) и необязательные дополнительные компоненты, по меньшей мере частично объясняются эффектом, заключающимся в том, что модификаторы, применяемые в качестве компонентов (iia), по меньшей мере частично выполняют функцию пластификатора и сшивающего средства.

В одном варианте осуществления композиция связующего содержит компонент (iia) в количестве, составляющем от 1 до 40 вес. %, как, например, от 4 до 20 вес. %, как, например, от 6 до 12 вес. %, в пересчете на сухой вес компонента (i).

#### **Дополнительные компоненты**

В некоторых вариантах осуществления продукт на основе минерального волокна в соответствии с настоящим изобретением содержит минеральные волокна в контакте с композицией связующего, при этом он получен в результате отверждения связующего, которое содержит дополнительные компоненты.

- 5 В одном варианте осуществления композиция связующего содержит катализатор, выбранный из неорганических кислот, таких как серная кислота, сульфаминовая кислота, азотная кислота, борная кислота, гипофосфористая кислота и/или фосфорная кислота, и/или любых их солей, таких как гипофосфит натрия, и/или аммониевые соли, такие как аммониевые соли серной кислоты, сульфаминовой кислоты, азотной кислоты, борной кислоты, гипофосфористой кислоты и/или фосфорной кислоты, и/или полифосфат натрия (STTP), и/или метафосфат натрия (STMP), и/или оксихлорид фосфора. Присутствие такого катализатора может обеспечить улучшение свойств отверждаемости композиций связующего в соответствии с настоящим изобретением.

- 15 В одном варианте осуществления композиция связующего содержит катализатор, выбранный из кислот Льюиса, которые могут принимать электронную пару от донорного соединения с образованием аддукта Льюиса, такого как  $ZnCl_2$ ,  $Mg(ClO_4)_2$ ,  $Sn[N(SO_2-n-C_8F_{17})_2]_4$ .

- 20 В одном варианте осуществления композиция связующего содержит катализатор, выбранный из хлоридов металлов, таких как  $KCl$ ,  $MgCl_2$ ,  $ZnCl_2$ ,  $FeCl_3$  и  $SnCl_2$ , или их аддуктов, таких как аддукты  $AlCl_3$ , таких как аддукты  $BF_3$ , такие как комплекс  $BF_3$  и этиламина.

В одном варианте осуществления композиция связующего содержит катализатор, выбранный из металлоорганических соединений, таких как катализаторы на основе титаната и катализаторы на основе олова.

- 25 В одном варианте осуществления композиция связующего содержит катализатор, выбранный из комплексообразующих средств, таких как переходные металлы, такие как ионы железа, ионы хрома, ионы марганца, ионы меди, и/или из пероксидов, таких как органические пероксиды, такие как пероксид дикумила.

В одном варианте осуществления композиция связующего в соответствии с настоящим изобретением содержит катализатор, выбранный из фосфитов, таких как алкилфосфиты, таких как арилфосфиты, такие как трифенилфосфит.

5 В одном варианте осуществления композиция связующего в соответствии с настоящим изобретением содержит катализатор, выбранный из группы третичных аминов, таких как трис-2,4,6-диметиламинометилфенол.

В одном варианте осуществления композиция связующего дополнительно содержит дополнительный компонент (iv) в форме одного или более силанов.

10 В одном варианте осуществления композиция связующего содержит дополнительный компонент (iv) в форме одного или более повышающих адгезию средств, таких как органозамещенные силаны.

15 В одном варианте осуществления компонент (iv) выбран из группы, состоящей из органозамещенных силанов, таких как первичные или вторичные аминозамещенные силаны, эпоксизамещенные силаны, такие как полимерные или олигомерные эпоксизамещенные силаны, метакрилатзамещенные силаны, алкил- и арилзамещенные силаны, мочевинозамещенные силаны или винилзамещенные силаны.

20 В одном варианте осуществления композиция связующего дополнительно содержит компонент (v) в форме одного или более компонентов, выбранных из группы оснований, таких как аммиак, таких как гидроксиды щелочных металлов, такие как KOH, таких как гидроксиды щелочноземельных металлов, такие как Ca(OH)<sub>2</sub>, такие как Mg(OH)<sub>2</sub>, таких как амины, или любых их солей.

25 В одном варианте осуществления композиция связующего дополнительно содержит дополнительный компонент в форме мочевины, в частности, в количестве, составляющем от 5 до 40 вес. %, как, например, от 10 до 30 вес. %, от 15 до 25 вес. %, в пересчете на сухой вес компонента (i).

30 В одном варианте осуществления композиция связующего дополнительно содержит дополнительный компонент в форме одного или более углеводов, выбранных из группы, состоящей из сахарозы, редуцирующих сахаров, в частности, декстрозы, поликарбогидратов и их смесей, предпочтительно декстринов и мальтодекстринов, более предпочтительно глюкозных сиропов и более предпочтительно глюкозных

сиропов со значением декстрозного эквивалента DE, составляющего от 30 до меньше 100, как, например, DE, составляющего от 60 до меньше 100, как, например, DE, составляющего 60–99, как, например, DE, составляющего 85-99, как, например, DE, составляющего 95-99.

- 5 В одном варианте осуществления композиция связующего дополнительно содержит дополнительный компонент в форме одного или более углеводов, выбранных из группы, состоящей из сахарозы и редуцирующих сахаров, в количестве, составляющем от 5 до 50 вес. %, как, например, от 5 до меньше 50 вес. %, как, например, от 10 до 40 вес. %, как, например, от 15 до 30 вес. %, в пересчете на сухой вес компонента (i).
- 10 В одном варианте осуществления продукт на основе минерального волокна в соответствии с настоящим изобретением содержит минеральные волокна в контакте с композицией связующего, содержащей дополнительный компонент в форме одной или более кремнийорганических смол.

В одном варианте осуществления композиция связующего в соответствии с настоящим изобретением содержит дополнительный компонент (vi) в форме одного или более реакционноспособных или нереакционноспособных силиконов.

15

В одном варианте осуществления компонент (vi) выбран из группы, состоящей из силикона, состоящего из остова, составленного из органосилоксановых остатков, особенно дифенилсилоксановых остатков, алкилсилоксановых остатков, предпочтительно диметилсилоксановых остатков, несущих по меньшей мере одну гидроксильную, карбоксильную или ангидридную, аминную, эпокси- или винильную функциональную группу, способную к вступлению в реакцию с по меньшей мере одним из составляющих композиции связующего, и предпочтительно присутствует в количестве, составляющем 0,025-15 вес. %, предпочтительно 0,1-10 вес. %, более предпочтительно 0,3-8 вес. % в пересчете на твердые вещества, представляющие собой связующее.

20

25

В одном варианте осуществления продукт на основе минерального волокна в соответствии с настоящим изобретением содержит минеральные волокна в контакте с композицией связующего, содержащей дополнительный компонент в форме одного или более минеральных масел.

30

В контексте настоящего изобретения композиция связующего, характеризующаяся содержанием сахара, составляющим 50 вес. % или больше в пересчете на общий сухой вес компонентов связующего, считается связующим на основе сахара. В контексте настоящего изобретения композиция связующего, характеризующаяся содержанием сахара, составляющим меньше 50 вес. % в пересчете на общий сухой вес компонентов связующего, считается связующим не на основе сахара.

В одном варианте осуществления композиция связующего дополнительно содержит дополнительный компонент в форме одного или более поверхностно-активных средств, которые представлены в форме неионногенных и/или ионных эмульгаторов, таких как лауриловый эфир полиоксиэтиленов (4), таких как соевый лецитин, таких как додецилсульфат натрия.

Применение сульфозамещенных продуктов на основе лигнина в связующих может привести к повышению гидрофильности некоторых связующих и конечных продуктов, что означает, что нужно добавлять одно или более гидрофобных средств, таких как одно или более минеральных масел, таких как одно или более силиконовых масел, таких как одна или более кремнийорганических смол.

В одном варианте осуществления водная композиция связующего по сути состоит из

- компонента (i) в форме одного или более лигнинов, выбранных из группы:
  - лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,03 до 1,4 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната,

и/или

- компонента (ii) в форме одного или более сшивающих средств;
- 25 - компонента (iii) в форме одного или более пластификаторов;
- компонента (iv) в форме одного или более повышающих адгезию средств, таких как органозамещенные силаны;

- обязательно компонента в форме одного или более соединений, выбранных из группы оснований, таких как аммиак, таких как гидроксиды щелочных металлов, такие как KOH, таких как гидроксиды щелочноземельных металлов, такие как Ca(OH)<sub>2</sub>, такие как Mg(OH)<sub>2</sub>, таких как амины, или любых их солей;
- 5 - обязательно компонента в форме мочевины;
- обязательно компонента в форме более реакционноспособных или нереакционноспособных силиконов;
- обязательно углеводородного масла;
- обязательно одного или более поверхностно-активных средств;
- 10 - воды.

В одном варианте осуществления водная композиция связующего по сути состоит из

- компонента (i) в форме одного или более лигнинов, выбранных из группы:
  - лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,03 до 1,4 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната,

и/или

- компонента (ii) в форме одного или более сшивающих средств;
- компонента (iv) в форме одного или более повышающих адгезию средств, таких как органозамещенные силаны;
- 20 - обязательно компонента в форме одного или более соединений, выбранных из группы оснований, таких как аммиак, таких как гидроксиды щелочных металлов, такие как KOH, таких как гидроксиды щелочноземельных металлов, такие как Ca(OH)<sub>2</sub>, такие как Mg(OH)<sub>2</sub>, таких как амины, или любых их солей;
- 25 - обязательно компонента в форме мочевины;

- необязательно компонента в форме более реакционноспособных или нереакционноспособных силиконов;
  - необязательно углеводородного масла;
  - необязательно одного или более поверхностно-активных средств;
- 5 - воды.

Авторы настоящего изобретения неожиданно обнаружили, что продукты на основе минерального волокна, содержащие минеральные волокна в контакте со связующим, полученные в результате отверждения водной композиции связующего, описанной выше, характеризуются крайне высокой стабильностью, как в свежеполученном виде, так и после влияния изнашивающих условий.

10

Кроме того, авторы настоящего изобретения обнаружили, что можно получать даже большую стабильность продукта путем применения температуры отверждения более 230°C.

Следовательно, в одном варианте осуществления настоящее изобретение направлено на продукт на основе минерального волокна, содержащий минеральные волокна в контакте со связующим, полученный в результате отверждения водной композиции связующего, как это описано выше, где применяют температуру отверждения более 230°C.

15

Авторы настоящего изобретения дополнительно обнаружили, что стабильность продукта на основе минерального волокна можно дополнительно увеличивать посредством следующих мер:

20

- уменьшения пропускной способности линии, что означает большее время отверждения;
  - добавления кремнийорганических смол;
  - добавления больших количеств сшивающего средства;
- 25 - добавления комбинации двух или более разных сшивающих средств;
- добавления небольших количеств положительно заряженных молекул, таких как ионы многовалентных металлов, таких как кальций, и/или органических положительно

заряженных молекул, таких как амины, и/или органически модифицированных неорганических соединений, таких как модифицированные амином монтмориллонитовые глины.

### Способ получения продукта на основе минерального волокна

5 В настоящем изобретении также предусмотрен способ получения продукта на основе минерального волокна путем связывания минеральных волокон с композицией связующего.

Соответственно, настоящее изобретение также направлено на способ получения  
10 продукта на основе минерального волокна, который предусматривает стадии приведения минеральных волокон в контакт с композицией связующего, содержащей

- компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,03 до 1,4 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната;

15 - компонент (ii) в форме одного или более сшивающих средств;

- необязательно компонент (iii) в форме одного или более пластификаторов,

предпочтительно при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

• эпоксисоединений, характеризующихся молекулярной массой MW,  
20 составляющей 500 или меньше,

и/или

при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

• карбонилсодержащих соединений, выбранных из альдегидов,  
25 карбонилсодержащих соединений формулы  $R-[C(O)R_1]_x$ ,

в которой:



R представляет собой насыщенный или ненасыщенный и линейный, разветвленный или циклический углеводородный радикал: радикал, включающий одно или более ароматических ядер, которые состоят из 5 или 6 атомов углерода, радикал, включающий один или более ароматических гетероциклов, содержащих 4 или 5 атомов углерода и атом кислорода, азота или серы, при этом возможно, что радикал R содержит другие функциональные группы,

R<sub>1</sub> представляет собой атом водорода или C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>алкильный радикал, и

x находится в диапазоне от 1 до 10,

и/или

10 при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

- полиаминов;

и/или

15 при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

- моно- и олигосахаридов.

### Отверждение

Полотно подвергают отверждению посредством химической и/или физической реакции компонентов связующего.

20 В одном варианте осуществления отверждение происходит в устройстве для отверждения.

В одном варианте осуществления отверждение проводят при значениях температуры от 100 до 300°C, как, например, от 170 до 270°C, как, например, от 180 до 250°C, как, например, от 190 до 230°C.

25 В одном варианте осуществления отверждение происходит в традиционной печи отверждения для получения продуктов на основе минеральной ваты, работающих при

температуре от 150 до 300°C, как, например, от 170 до 270°C, как, например, от 180 до 250°C, как, например, от 190 до 230°C.

В одном варианте осуществления отверждение происходит в течение периода времени от 30 секунд до 20 минут, как, например, от 1 до 15 минут, как, например, от 2 до 5 10 минут.

Процесс отверждения может начинаться непосредственно после нанесения связующего на волокна. Отверждение определяется как способ, посредством которого композиция связующего подвергается физической и/или химической реакции, что в случае химической реакции обычно обеспечивает увеличение молекулярной массы соединений в композиции связующего и, тем самым, обеспечивает увеличение вязкости композиции связующего обычно до той степени, пока композиция связующего не достигнет твердого состояния.

### **Продукт на основе минерального волокна**

Настоящее изобретение направлено на продукт на основе минерального волокна, содержащий минеральные волокна в контакте с отвержденной композицией связующего, полученный в результате отверждения водной композиции связующего.

Используемые минеральные волокна могут представлять собой любые искусственные стекловидные волокна (MMVF), стеклянные волокна, керамические волокна, базальтовые волокна, шлаковые волокна, асбестовые волокна, каменные волокна и другие. Такие волокна могут присутствовать в виде продукта на основе ваты, например, такого как продукт на основе каменной ваты.

### Состав волокон/расплава

Искусственные стекловидные волокна (MMVF) могут иметь любой подходящий состав оксидов. Волокна могут представлять собой стеклянные волокна, керамические волокна, базальтовые волокна, шлаковые волокна или асбестовые или каменные волокна. Волокна предпочтительно относятся к типам, в общем известным как асбестовые, каменные или шлаковые волокна, наиболее предпочтительно к каменным волокнам.

Каменные волокна обычно содержат следующие оксиды, в процентах по весу:

SiO<sub>2</sub>: от 30 до 51

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: от 12 до 30

CaO: от 8 до 30

MgO: от 2 до 25

5 FeO (в том числе Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>): от 2 до 15

Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O: не более 10

CaO + MgO: от 10 до 30

В предпочтительных вариантах осуществления MMVF содержат следующие уровни элементов, в пересчете на оксиды в вес. %:

10 SiO<sub>2</sub>: по меньшей мере 30, 32, 35 или 37; не более 51, 48, 45 или 43

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: по меньшей мере 12, 16 или 17; не более 30, 27 или 25

CaO: по меньшей мере 8 или 10; не более 30, 25 или 20

MgO: по меньшей мере 2 или 5; не более 25, 20 или 15

FeO (в том числе Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>): по меньшей мере 4 или 5; не более 15, 12 или 10

15 FeO + MgO: по меньшей мере 10, 12 или 15; не более 30, 25 или 20

Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O: ноль или по меньшей мере 1; не более 10

CaO+MgO: по меньшей мере 10 или 15; не более 30 или 25

TiO<sub>2</sub>: ноль или по меньшей мере 1; не более 6, 4 или 2

TiO<sub>2</sub> + FeO: по меньшей мере 4 или 6; не более 18 или 12

20 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: ноль или по меньшей мере 1; не более 5 или 3

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: ноль или по меньшей мере 1; не более 8 или 5

Другие: ноль или по меньшей мере 1; не более 8 или 5.

MMVF, изготовленные с помощью способа в соответствии с настоящим изобретением, предпочтительно имеют следующий состав, в вес. %:

SiO<sub>2</sub> от 35 до 50

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> от 12 до 30

5 TiO<sub>2</sub> не более 2

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> от 3 до 12

CaO от 5 до 30

MgO не более 15

Na<sub>2</sub>O от 0 до 15

10 K<sub>2</sub>O от 0 до 15

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> не более 3

MnO не более 3

B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> не более 3

Другим предпочтительным составом для MMVF является следующий, в вес. %:

15 SiO<sub>2</sub> 39-55%, предпочтительно 39-52%

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 16-27%, предпочтительно 16-26%

CaO 6-20%, предпочтительно 8-18%

MgO 1-5%, предпочтительно 1-4,9%

Na<sub>2</sub>O 0-15%, предпочтительно 2-12%

20 K<sub>2</sub>O 0-15%, предпочтительно 2-12%

R<sub>2</sub>O (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O) 10-14,7%, предпочтительно 10-13,5%

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0-3%, предпочтительно 0-2%

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  (железо в общем) 3-15%, предпочтительно 3,2-8%

$\text{B}_2\text{O}_3$  0-2%, предпочтительно 0-1%

$\text{TiO}_2$  0-2%, предпочтительно 0,4-1%

Другие 0-2,0%.

5 Стекланные волокна обычно содержат следующие оксиды, в процентах по весу:

$\text{SiO}_2$ : от 50 до 70

$\text{Al}_2\text{O}_3$ : от 10 до 30

$\text{CaO}$ : не более 27

$\text{MgO}$ : не более 12.

10 Стекланные волокна также могут содержать следующие оксиды, в процентах по весу:

$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ : от 8 до 18, в частности,  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  больше чем  $\text{CaO} + \text{MgO}$

$\text{B}_2\text{O}_3$ : от 3 до 12

Некоторые составы стекланных волокон могут содержать  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : меньше 2%.

15 Подходящими способами формирования волокон и последующие технологические стадии для изготовления продукта на основе минерального волокна являются таковые, традиционные в данной области техники. Как правило, связующее распыляют на переносимые по воздуху минеральные волокна непосредственно после образования тонких волокон из расплава минерального сырья. Водную композицию связующего обычно применяют в количестве, составляющем от 0,1 до 18%, предпочтительно от 0,2  
20 до 8% по весу в пересчете на сухой вес продукта на основе связанных минеральных волокон.

Покрытое жидкостью для распыления полотно из минеральных волокон, как правило, подвергается отверждению в печи отверждения с помощью потока горячего воздуха. Поток горячего воздуха можно вводить в полотно из минеральных волокон снизу, или  
25 сверху, или с чередующихся направлений в характерных зонах в направлении длины печи отверждения.

Как правило, печь отверждения работает при температуре от приблизительно 100°C до приблизительно 300°C, как, например, от 170 до 270°C, как, например, от 180 до 250°C, как, например, от 190 до 230°C. Как правило, время пребывания в печи отверждения составляет от 30 секунд до 20 минут, как, например, от 1 до 15 минут, как, например, от 2 до 10 минут, в зависимости от, например, плотности продукта.

При необходимости полотно из минеральной ваты можно подвергать способу формования перед отверждением. Продукт на основе связанных минеральных волокон, появляющийся из печи отверждения, можно нарезать с получением требуемого формата, например, в форме ковриков, плит, листов, пластин, полосок.

10 В соответствии с настоящим изобретением, также возможно получать композитные материалы путем объединения продукта на основе связанных минеральных волокон с подходящими композитными слоями или многослойными слоями, такими как, например, стеклянные облицовочные маты и другие тканые или нетканые материалы.

15 Продукты на основе минеральных волокон в соответствии с настоящим изобретением, как правило, характеризуются плотностью, находящейся в диапазоне от 70 до 250 кг/м<sup>3</sup>. Продукты на основе минерального волокна, как правило, характеризуются значением потери веса на прокаливание (LOI), находящимся в диапазоне от 2,0 до 8,0 вес. %, предпочтительно от 2,0 до 5,0 вес. %.

#### **Применение лигнинового компонента для получения композиции связующего**

20 Настоящее изобретение также направлено на применение лигнинового компонента в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся признаками, описанными выше для компонента (i), для получения композиции связующего для минеральной ваты.

25 В одном варианте осуществления композиция связующего не содержит фенола и формальдегида.

В одном варианте осуществления настоящее изобретение направлено на применение лигнинового компонента в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся признаками компонента (i), описанного выше, для получения композиции связующего, предпочтительно не содержащей фенола и 30 формальдегида, для минеральной ваты, при этом данная композиция связующего

дополнительно содержит компоненты (ii) и необязательно (iii), определенные выше, предпочтительно при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

- эпоксисоединений, характеризующихся молекулярной массой MW, составляющей 500 или меньше,

и/или

при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

- карбонилсодержащих соединений, выбранных из альдегидов, карбонилсодержащих соединений формулы  $R-[C(O)R_1]_x$ ,

в которой:

- R представляет собой насыщенный или ненасыщенный и линейный, разветвленный или циклический углеводородный радикал: радикал, включающий одно или более ароматических ядер, которые состоят из 5 или 6 атомов углерода, радикал, включающий один или более ароматических гетероциклов, содержащих 4 или 5 атомов углерода и атом кислорода, азота или серы, при этом возможно, что радикал R содержит другие функциональные группы,

R<sub>1</sub> представляет собой атом водорода или C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>алкильный радикал, и

x находится в диапазоне от 1 до 10,

- и/или

при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

- полиаминов;

и/или

- при условии, что водная композиция связующего не содержит сшивающего средства, выбранного из

- моно- и олигосахаридов.

В одном варианте осуществления настоящее изобретение направлено на применение лигнинового компонента в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся признаками компонента (i), описанного выше, для получения композиции связующего, предпочтительно не содержащей фенола и формальдегида, при этом композиция связующего дополнительно содержит компонент (iiа), определенный выше.

### Примеры

В следующих примерах получали несколько связующих, которые подпадают под определение настоящего изобретения, и сравнивали со связующими в соответствии с уровнем техники.

Определяли следующие характеристики для связующих в соответствии с настоящим изобретением и связующих в соответствии с уровнем техники соответственно.

#### *Содержание компонентов, представляющих собой связующие твердые вещества*

Содержание каждого из компонентов в данном растворе связующего перед отверждением приведено в пересчете на безводную массу компонентов.

Лигносульфонаты были получены от Borregaard, Норвегия, и LignoTech, Флорида, в виде жидкостей с содержанием твердых веществ, составляющим примерно 50%. Primid XL552 был получен от EMS-CHEMIE AG, силан (Momentive VS-142 с активностью 40%), был получен от Momentive и для расчетов принимался как 100% для простоты. Кремнийорганическая смола BS 1052 была поставлена Wacker Chemie AG. 24,7% NH<sub>4</sub>OH был получен от Univar и применялся в поставленном виде. PEG 200, мочевины, гранулы KOH, 1,1,1-трис(гидроксиметил)пропан были получены от Sigma-Aldrich и принимались в качестве безводных для простоты.

#### *Твердые вещества, представляющие собой связующее*

Содержание связующего после отверждения называют термином «твердые вещества, представляющие собой связующее».



Образцы каменной ваты в форме диска (диаметр: 5 см; высота 1 см) вырезали из каменной ваты и подвергали тепловой обработке при 580°C в течение по меньшей мере 30 минут с удалением всех органических веществ. Твердые вещества в смеси связующего измеряли путем распределения образца смеси связующего (прибл. 2 г) на подвергнутый тепловой обработке диск каменной ваты в контейнере из оловянной фольги. Вес контейнера из оловянной фольги, содержащего диск из каменной ваты, взвешивали до и непосредственно после добавления смеси связующего. Получали два таких загруженных смесью связующего диска из каменной ваты в контейнерах из оловянной фольги, а затем их нагревали при 200°C в течение 1 часа. После охлаждения и выдерживания при комнатной температуре в течение 10 минут образцы взвешивали и состав твердых веществ, представляющих собой связующее, высчитывали как среднее значение двух результатов. Затем связующее с требуемыми твердыми веществами, представляющими собой связующее, можно было получить путем разбавления необходимым количеством воды и 10% водн. раствором силана (Momentive VS-142).

#### 15 *Исследования механической прочности*

##### **Испытания с пластинками**

Механическую прочность связующего испытывали в испытании с пластинками. Для каждого связующего изготавливали 16 пластинок из смеси связующего и твердых гранул каменной ваты, полученных в результате прядения каменной ваты.

20 Образец данного связующего раствора, содержащий 15% сухого твердого вещества (16,0 г), тщательно смешивали с гранулами (80,0 г). Затем полученной смесью заполняли четыре ячейки в форме из жароупорного силикона для изготовления небольших пластинок (ячейки 4 × 5 на форму; размеры ячейки в верхней части: длина = 5,6 см, ширина = 2,5 см; размеры ячейки в нижней части: длина = 5,3 см, ширина = 2,2 см; 25 высота ячейки = 1,1 см). Затем смеси, помещенные в ячейки, спрессовывали плоской металлической пластинкой соответствующего размера с получением ровных поверхностей пластинки. Таким образом изготавливали 16 пластинок из каждого связующего. Затем полученные пластинки подвергали отверждению, как правило, при 225°C. Время отверждения составляло 1 ч. После охлаждения до комнатной 30 температуры пластинки осторожно вынимали из контейнеров. Пять пластинок подвергали изнашиванию на водяной бане при 80°C в течение 3 ч. Пластинки,

полученные этим способом выдержки, применяли, например, в таблицах 1.1, 1.2, 1.4, 1.5, 1.6. Результаты в таблице 1.3 основаны на слегка ином способе, который включает стадию предварительного выдерживания в течение 2 ч. при 90°C, с последующим отверждением в течение 1 ч. при 225°C, при этом процедура остается такой же.

- 5 После высушивания в течение 3 дней подверженные изнашиванию пластинки, а также пять не подверженных изнашиванию пластинок разламывали в испытании на 3-точечный изгиб (скорость тестирования: 10,0 мм/мин.; уровень разрывного разрушения: 50%; условная прочность: 30 Н/мм<sup>2</sup>; пролет между опорами: 40 мм; максимальный прогиб 20 мм; условный модуль упругости 10000 Н/мм<sup>2</sup>) на приборе Vent Tram с изучением их значений механической прочности. В прибор пластинки помещали «верхней стороной» кверху (т. е. стороной с размерами: длина = 5,6 см, ширина = 2,5 см).

**Пример связующего, эталонное связующее (фенол-формальдегидная смола, модифицированная мочевиной, PUF-резол)**

- 15 Данное связующее представляет собой фенол-формальдегидную смолу, модифицированную мочевиной, PUF-резол.

- Фенол-формальдегидную смолу получают путем осуществления реакции 37% водн. раствора формальдегида (606 г) и фенола (189 г) в присутствии 46% водн. раствора гидроксида калия (25,5 г) при температуре реакции, составляющей 84°C, с предварительным нагреванием со скоростью примерно 1°C в минуту. Реакцию 20 продолжают при 84°C до тех пор, пока кислотостойкость смолы не составляла 4, и большая часть фенола превращалась. Затем добавляют мочевины (241 г) и смесь охлаждают.

- Кислотостойкость (АТ) выражает количество раз, которое данный объем связующего может быть разбавлен кислотой без помутнения смеси (связующее осаждается). Для 25 определения критерия остановки при получении связующего применяют серную кислоту, и кислотостойкость, составляющая меньше чем 4, указывает на завершение реакции связующего.

- Для измерения АТ получают раствор для титрования путем разбавления 2,5 мл конц. 30 серной кислоты (более 99%) с помощью 1 л воды, обработанной с помощью ионного обмена. Затем 5 мл связующего, подлежащего исследованию, титруют при комнатной

температуре данным раствором для титрования с поддержанием связующего в движении путем ручного его встряхивания; по желанию с применением магнитной мешалки и магнитной палочки. Титрование продолжают до тех пор, пока в связующем не появится слабая мутность, которая не исчезает при встряхивании связующего.

- 5 Кислотостойкость (АТ) рассчитывают путем деления количества кислоты, примененной для титрования (мл), на количество образца (мл):

$$AT = (\text{примененный объем при титровании (мл)}) / (\text{объем образца (мл)}).$$

- 10 С применением полученной модифицированной мочевиной фенол-формальдегидной смолы изготавливают связующее путем добавления 25% водн. раствора аммиака (90 мл) и сульфата аммония (13,2 г), затем — воды (1,30 кг).

Затем твердые вещества, представляющие собой связующее, измеряли, как описано выше, и смесь разбавляли необходимым количеством воды и силана для измерений механических показателей (15% раствор твердых веществ, представляющих собой связующее, 0,5% силана от твердых веществ, представляющих собой связующее).

- 15 **Пример связующего, эталонное связующее (связующее на основе окисленного щелочью лигнина)**

- 3267 кг воды загружают в реактор объемом 6000 л, затем — 287 кг аммиачной воды (24,7%). Затем медленно добавляют 1531 кг Lignin UPM BioPiva 100 в течение периода, составляющего от 30 мин. до 45 мин. Смесь нагревают до 40°C и выдерживают при этой температуре в течение 1 часа. Через 1 час проводят проверку нерастворенного лигнина. Это можно проводить посредством проверки раствора на стеклянной пластине или приборе Хегмана. Нерастворенный лигнин выглядит как небольшие частицы в коричневом связующем. Во время стадии растворения раствор лигнина изменит цвет от коричневого на ярко-черный. После полного растворения лигнина добавляют 1 литр пеногасителя (Skumdæmper 11-10 от NCA-Verodan). Температуру партии поддерживают на уровне 40°C. Затем начинают добавление 307,5 кг 35% пероксида водорода. Пероксид водорода дозированно добавляют со скоростью 200-300 л/ч. Первую половину пероксида водорода добавляют со скоростью 200 л/ч., при этом затем скорость дозированного добавления увеличивают до 300 л/ч.
- 20
- 25

Во время добавления пероксида водорода температуру в реакционной смеси регулируют путем нагревания или охлаждения таким образом, что конечная температура реакционной смеси достигает 65°C.

5 Конечный продукт анализируют на содержание групп COOH, количество сухого  
твердого вещества, рН, вязкость и остаточный H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. 60 г данного окисленного лигнина  
(18,2% твердых веществ) перемешивали с 1,4 г Primid XL552 (100% твердых веществ) и  
2,8 г PEG200 (100% твердых веществ). Добавляли 0,6 г силана (Momentive VS-142 с  
10 активностью 40%, 10% в воде) и 17,4 г воды и перемешивали с получением 15% твердых  
пластинками.

### **Композиции связующего в соответствии с настоящим изобретением**

Далее номера примера связующего соответствуют номерам, используемым в таблицах  
1-1 – 1-6.

15 Содержание групп карбоновой кислоты всех лигносульфонатов, применяемых для  
связующих в соответствии с настоящим изобретением, измеряли с применением <sup>31</sup>P  
ЯМР и обнаруживали, что оно находится в диапазоне от 0,05 до 0,6 ммоль/г в пересчете  
на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната для всех примеров.

#### **Пример 2**

20 К 30,0 г раствора лигносульфоната (50% твердых веществ) добавляли 0,4 г NH<sub>4</sub>OH  
(24,7%) и перемешивали с последующим добавлением 1,9 г Primid XL552 (100% твердых  
веществ) и перемешиванием. Наконец, добавляли 0,7 г силана (Momentive VS-142 с  
активностью 40%, 10% в воде) и 64,3 г воды и перемешивали с получением 15% твердых  
веществ, а затем применяли для испытания механических характеристик в испытании с  
пластинками.

#### **25 Пример 11**

К 30,0 г раствора лигносульфоната (50% твердых веществ) добавляли 0,4 г NH<sub>4</sub>OH  
(24,7%) и перемешивали с последующим добавлением 2,1 г Primid XL552 (100% твердых  
веществ) и 3,4 г PEG 200 (100% твердых веществ) и перемешиванием. Наконец,  
добавляли 0,7 г силана (Momentive VS-142 с активностью 40%, 10% в воде) и 61,8 г воды

и перемешивали с получением 15% твердых веществ, а затем применяли для испытания механических характеристик в испытании с пластинками.

### Пример 15

К 30,0 г раствора лигносульфоната (50% твердых веществ) добавляли 0,4 г NH<sub>4</sub>OH (24,7%) и перемешивали с последующим добавлением 2,9 г Primid XL552 (100% твердых веществ) и 3,4 г PEG 200 (100% твердых веществ) и перемешиванием. Наконец, добавляли 0,8 г силана (Momentive VS-142 с активностью 40%, 10% в воде) и 67 г воды и перемешивали с получением 15% твердых веществ, а затем применяли для испытания механических характеристик в испытании с пластинками.

### 10 Пример 30

К 30,0 г раствора лигносульфоната (50% твердых веществ) добавляли 0,4 г NH<sub>4</sub>OH (24,7%) и перемешивали с последующим добавлением 2,9 г Primid XL552 (100% твердых веществ) и 3,4 г 1,1,1-трис(гидроксиметил)пропана (100% твердых веществ) и перемешиванием. Наконец, добавляли 0,8 г силана (Momentive VS-142 с активностью 40%, 10% в воде) и 67 г воды и перемешивали с получением 15% твердых веществ, а затем применяли для испытания механических характеристик в испытании с пластинками.

### Пример 33

К 100,0 г раствора лигносульфоната (50% твердых веществ) добавляли 0,3 г КОН в форме пеллет и перемешивали с последующим добавлением 10,8 г Primid XL552 (100% твердых веществ) и 11,3 г PEG 200 (100% твердых веществ) и перемешиванием. Наконец, добавляли 2,6 г силана (Momentive VS-142 с активностью 40%, 10% в воде) и 228 г воды и перемешивали с получением 15% твердых веществ, а затем применяли для испытания механических характеристик в испытании с пластинками.

### 25 Пример 41

К 30,0 г раствора лигносульфоната (50% твердых веществ) добавляли 0,4 г NH<sub>4</sub>OH (24,7%) и перемешивали с последующим добавлением 1,9 г Primid XL552 (100% твердых веществ) и 1,7 г PEG 200 (100% твердых веществ) и 1,7 г мочевины (100% твердых веществ) и перемешиванием. Наконец, добавляли 0,7 г силана (Momentive VS-142 с

активностью 40%, 10% в воде) и 60,5 г воды и перемешивали с получением 15% твердых веществ, а затем применяли для испытания механических характеристик в испытании с пластинками.

5 Механические характеристики представлены в таблицах 1.1 – 1.6. Для простоты количества всех других компонентов пересчитаны на основе 100 г сухого лигнина.



Как можно видеть из таблицы 1.1, необходима комбинация сшивающего средства (Primid XL 552) и пластификатора (PEG 200) для достижения высоких механических характеристик (прочность не подверженных изнашиванию и подверженных изнашиванию образцов в испытании с пластинками), которые находятся на сопоставимом уровне с эталонными связующими (11 и 15 по сравнению с 2 и 9 по сравнению с эталонным связующим).





Таблица 1.3

Композиция связующего	34	36	39	40	41
Лигносульфат аммония (г сухого лигнина)	100	100	100	100	100
Лигносульфат кальция и аммония (г сухого лигнина)					
PEG 200 (г)	23	12	4,5	0	12
1,1,1-Трис(гидроксиметил)пропан (г)					
Мочевина (г)					12
Primid XL552 (г)	13	13	13	13	13
NH <sub>4</sub> OH (г)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
KOH (г)					
Momentive VS 142 (% от твердых веществ, представляющих собой связующее), на основе активности 40%	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Характеристики связующего					
Механическая прочность, не подверженные изнашиванию (Н), испытание с пластинками	150	150	140	60	135
Механическая прочность, подверженные изнашиванию (Н), испытание с пластинками	60	50	40	20	40
Темп. отверждения, °С	225	225	225	225	225

В таблице 1.2 и 1.3 показано, что можно применять разные пластификаторы (13 и 15 по сравнению с 30) или комбинацию пластификаторов (34 по сравнению с 41), и что PEG 200 является предпочтительным пластификатором.

Таблица 1.4

Композиция связующего	12	13	14	15	29	30
Лигносульфонат аммония (г сухого лигнина)	100	100	100	100	100	100
Лигносульфонат кальция и аммония (г сухого лигнина)						
PEG 200 (г)	23	23	23	23		
1,1,1-Трис(гидроксиметил)пропан (г)					23	23
Мочевина (г)						
Primid XL552 (г)	13	13	20	20	20	20
NH4OH (г)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
KOH (г)						
Momentive VS 142 (% от твердых веществ, представляющих собой связующее), на основе активности 40%	0	0,5	0	0,5	0	0,5
Характеристики связующего						
Механическая прочность, не подверженные изнашиванию (Н), испытание с пластинками	250	250	380	320	200	210
Механическая прочность, подверженные изнашиванию (Н), испытание с пластинками	30	110	40	130	60	100
Темп. отверждения, °С	225	225	225	225	225	225

В таблице 1.4 показано, что добавление силана может помочь достичь прочности после изнашивания, находящейся на том же уровне, что и у эталонных связующих.

Таблица 1.5

Композиция связующего	31	32	33
Лигносульфонат аммония (г сухого лигнина)	100	100	100
Лигносульфонат кальция и аммония (г сухого лигнина)			
PEG 200 (г)	23	23	23
1,1,1-Трис(гидроксиметил)пропан (г)			
Мочевина (г)			
Primid XL552 (г)	22	22	22
NH <sub>4</sub> OH (г)	0	1,0	0
KOH (г)	0	0	0,6
Momentive VS 142 (% от твердых веществ, представляющих собой связующее), на основе активности 40%	0,5	0,5	0,5
Характеристики связующего			
Механическая прочность, не подверженные изнашиванию (Н), испытание с пластинками	330	300	290
Механическая прочность, подверженные изнашиванию (Н), испытание с пластинками	160	120	130
Темп. отверждения, °С	225	225	225

В таблице 1.5 показано, что связующее характеризуется высокой прочностью без присутствия основания, но что неперманентное основание ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) или перманентное основание ( $\text{KOH}$ ) можно добавлять в состав для защиты производственного оборудования от коррозии без значительных изменений прочности.

Таблица 1.6

Композиция связующего	11	15	45	46
Лигносульфонат аммония (г сухого лигнина)	100	100		
Лигносульфонат кальция и аммония (г сухого лигнина)			100	100
PEG 200 (г)	23	23	23	23
1,1,1-Трис(гидроксиметил)пропан (г)				
Мочевина (г)				
Primid XL552 (г)	13	20	13	20
NH4OH (г)	0,8	0,8	0,8	0,8
KOH (г)				
Momentive VS 142 (% от твердых веществ, представляющих собой связующее), на основе активности 40%	0,5	0,5	0,5	0,5
Характеристики связующего				
Механическая прочность, не подверженные изнашиванию (Н), испытание с пластинками	230	320	210	300
Механическая прочность, подверженные изнашиванию (Н), испытание с пластинками	140	130	120	130
Темп. отверждения, °С	225	225	225	225



В таблице 1.6 показано, что можно применять разные лигносульфонаты.

Это все означает, что авторы данного изобретения могут получать продукт на основе минеральной ваты на основе композиции связующего, не содержащей фенола и формальдегида, с высоким содержанием возобновляемого материала на основе лигнина, который имеет сопоставимые с эталонными системами механические свойства и может быть получен более простым и менее дорогостоящим путем.

### Примеры 47 и 49

Далее номера примера связующего соответствуют номерам, используемым в таблице 2.

Содержание групп карбоновой кислоты во всех лигносульфонатах, применяемых для связующих в соответствии с настоящим изобретением, измеряли с применением  $^{31}\text{P}$  ЯМР, и было обнаружено, что он находится в диапазоне от 0,05 до 0,6 ммоль/г в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната, при этом в данной конкретной партии, применяемой для примеров 47, 49 и 54, было обнаружено, что он составляет 0,14 ммоль/г.

### 15 Пример 47

К 30,0 г раствора лигносульфоната (50% твердых веществ) добавляли 0,4 г  $\text{NH}_4\text{OH}$  (24,7%), и перемешивали с последующим добавлением 0,7 г силана (Momentive VS-142 с активностью 40%, 10% в воде), и добавляли 68,9 г воды, и перемешивали с получением 15% твердых веществ, а затем применяли для испытания механических характеристик в испытании с пластинками.

### Пример 49

К 30,0 г раствора лигносульфоната (50% твердых веществ) добавляли 0,4 г  $\text{NH}_4\text{OH}$  (24,7%) и перемешивали с последующим добавлением 6,0 г Primid XL552 (100% твердых веществ) и перемешиванием. Наконец, добавляли 1,0 г силана (Momentive VS-142 с активностью 40%, 10% в воде) и 102,6 г воды и перемешивали с получением 15% твердых веществ, а затем применяли для испытания механических характеристик в испытании с пластинками.

Механические характеристики представлены в таблице 2. Для простоты количества всех других компонентов пересчитаны на основе 100 г сухого лигнина.

Таблица 2

	Этало нное PUF	47	48	49	50							
Композиция связующего												
Лигносульфонат аммония (г твердых веществ)		100	100	100	100							
PEG 200 (г)		0	0	0	0							
Мочевина (г)												
Аммиак, 24,7% (г)		2,5	2,5	2,5	2,5							
Primid XL552 (г)		0	25	40	60							
Momentive VS 142 (% от твердых веществ, представляющих собой связующее), на основе активности 40%		0,5	0,5	0,5	0,5							
Характеристики связующего												
Механическая прочность, не подверженные изнашиванию (Н), испытание с пластинками	350	60	280	460	640							
Механическая прочность, подверженные изнашиванию (Н), испытание с пластинками	150	0	160	180	230							
Темп. отверждения, °С	200	225	225	225	225							

Как можно видеть из таблицы 2 в комбинации лигносульфоната и сшивающего средства (Primid XL 552) более высокие количества сшивающего средства приводили к получению лучших механических характеристик.

#### **Пример: испытание продуктов на основе каменной ваты**

- 5 Продукты проверяли на наличие характеристик в соответствии с производственным стандартом для промышленных продуктов на основе минеральной ваты (MW), EN13162:2012 + A1:2015, что означает соответствующие механические характеристики помимо других основных характеристик для продуктов на основе каменной ваты.

10 Испытание проводили на плитах, из которых вырезали испытательные образцы в соответствии с габаритными размерами и количеством испытательных образцов, необходимым для получения одного результата испытания, как указано в EN13162 для каждого из разных способов испытания. Каждое из указанных полученных значений механических характеристик представляет собой среднее значение нескольких результатов в соответствии с EN13162.

#### 15 **Размеры**

Размеры продуктов и испытательных образцов были обеспечивали в соответствии с соответствующими методами испытания, EN822:2013: Термоизоляционные продукты для применения в строительстве — определение длины и ширины, и EN823:2013: Термоизоляционные продукты для применения в строительстве — определение  
20 толщины.

#### **Содержание связующего (потеря веса на прокаливании)**

Определение содержания связующего проводят в соответствии с EN13820:2003: Термоизоляционные материалы для применения в строительстве — определение содержания органических веществ, где содержание связующего определено как  
25 количество органического материала, сгоревшего при данной температуре, в стандарте указанной как  $(500 \pm 20^\circ\text{C})$ . В испытании применяли температуру  $(590 \pm 20^\circ\text{C}$ , в течение по меньшей мере 10 мин. или больше до постоянной массы), чтобы убедиться, что весь органический материал сгорел. Определение потери на прокаливании состоит из по  
30 меньшей мере 10 г ваты, что соответствует 8-20 вырезанным частям (как минимум 8 вырезанным частям), вырезанным равномерно по испытательному образцу с

применением сверла для пробок с обеспечением охвата всей толщины продукта. Содержание связующего принимается как LOI. Связующее включает масло и другие добавки связующего.

#### Пример 54

5 Продукт на основе каменной ваты получали путем применения связующего в примере 54 при температуре в печи отверждения, установленной на 255°C.

730,0 кг лигносульфоната аммония помещали в сосуд для перемешивания, в который добавляли 8,5 л NH<sub>4</sub>OH (24,7%), и перемешивали. После этого добавляли 151 кг раствора Primid XL552 (предварительно изготовленного 31 вес. % раствора в воде) и  
10 43 кг PEG 200 (100% твердых веществ) и перемешивали с последующим добавлением 13 кг силана (Momentive VS-142 с активностью 40%, 10% в воде) и 40 кг силикона (Wacker BS 1052, 12% в воде).

Связующее из данного примера применяют для получения продукта на основе каменной ваты высокой плотности, толщиной 100 мм, плотностью 145 кг/м<sup>3</sup>, где изоляционный  
15 элемент характеризуется значением потери веса на прокалывание (LOI), составляющим 3,5 вес. %. Температуру печи отверждения выставляли на 255°C.

#### Пример 55

Продукт на основе каменной ваты получали путем применения связующего в примере 55 при температуре в печи отверждения, установленной на 255°C.

20 609,0 кг лигносульфоната аммония помещали в сосуд для перемешивания, в который добавляли 8 л NH<sub>4</sub>OH (24,7%), и перемешивали. После этого добавляли 384 кг раствора Primid XL552 (предварительно изготовленный 31 вес. % раствор в воде) и перемешивали с последующим добавлением 14 кг силана (Momentive VS-142 с активностью 40%, 10% в воде).

25 Связующее из данного примера применяют для получения продукта на основе каменной ваты высокой плотности, толщиной 100 мм, плотностью 145 кг/м<sup>3</sup> и со значением потери веса на прокалывание (LOI), составляющим 3,5 вес. %. Температуру печи отверждения выставляли на 255°C.

## Сравнительные примеры

В качестве эталона получали сравнительные примеры продуктов на основе минерального волокна. Сравнительный пример А представляет собой продукт на основе каменной ваты, содержащий традиционное фенол-мочевина-формальдегидное связующее (PUF), при этом сравнительный пример В представляет собой продукт на основе каменной ваты, полученный с помощью одного из связующих из уровня техники от представителя без добавленного формальдегида (NAF).

### Сравнительный пример А (PUF)

10 Данное связующее представляет собой фенол-формальдегидную смолу, модифицированную мочевиной, PUF-резол.

Фенол-формальдегидную смолу получают путем осуществления реакции 37% водн. раствора формальдегида (606 кг) и фенола (189 кг) в присутствии 46% водн. раствора гидроксида калия (25,5 кг) при температуре реакции, составляющей 84°C, с предварительным нагреванием со скоростью примерно 1°C в минуту. Реакцию продолжают при 84°C до тех пор, пока кислотостойкость смолы не составляла 4, и большая часть фенола превращалась. Затем добавляют мочевины (241 кг) и смесь охлаждают.

Кислотостойкость (АТ) выражает количество раз, которое данный объем связующего может быть разбавлен кислотой без помутнения смеси (связующее осаждается). Для определения критерия остановки при получении связующего применяют серную кислоту, и кислотостойкость, составляющая меньше чем 4, указывает на завершение реакции связующего.

25 Для измерения АТ получают раствор для титрования путем разбавления 2,5 мл конц. серной кислоты (более 99%) с помощью 1 л воды, обработанной с помощью ионного обмена. Затем 5 мл связующего, подлежащего исследованию, титруют при комнатной температуре данным раствором для титрования с поддержанием связующего в движении путем ручного его встряхивания; по желанию с применением магнитной мешалки и магнитной палочки. Титрование продолжают до тех пор, пока в связующем не появится слабая мутность, которая не исчезает при встряхивании связующего.

Кислотостойкость (АТ) рассчитывают путем деления количества кислоты, примененной для титрования (мл), на количество образца (мл):

$$AT = (\text{примененный объем при титровании (мл)}) / (\text{объем образца (мл)}).$$

5 С применением полученной модифицированной мочевиной фенол-формальдегидной смолы изготавливают связующее путем добавления 25% водн. раствора аммиака (90 л) и сульфата аммония (13,2 кг), затем — воды (1300 кг).

Затем твердые вещества, представляющие собой связующее, измеряли, как описано выше, и смесь разбавляли необходимым количеством воды и силана для измерений механических показателей.

10 Продукт на основе минерального волокна получали с использованием 100-мм минеральной ваты, связанной с данной композицией связующего из уровня техники. Плотность продукта на основе минерального волокна составляла 145 кг/м<sup>3</sup>. Потеря на прокаливании составляла 3,5 вес. %. Процент отвержденной композиции связующего в продукте на основе минерального волокна составлял 3,4 вес. % из-за 0,1 вес. %  
15 минерального масла.

### **Сравнительный пример В (NAF)**

Смесь 75,1% водн. глюкозного сиропа (19,98 кг; таким образом, фактически 15,0 кг глюкозного сиропа), 50% водн. гипофосфористой кислоты (0,60 кг; таким образом, фактически 0,30 кг, 4,55 моль гипофосфористой кислоты) и сульфаминовой кислоты  
20 (0,45 кг, 4,63 моль) в воде (30,0 кг) перемешивали при комнатной температуре до получения прозрачного раствора. Затем добавляли по каплям 28% водн. раствор аммиака (0,80 кг; таким образом, фактически 0,22 кг, 13,15 моль аммиака) до pH = 7,9. Затем измеряли твердые вещества, представляющие собой связующее (21,2%). С целью получения подходящей композиции связующего (15% раствор твердых веществ,  
25 представляющих собой связующее, 0,5% силана от твердых веществ, представляющих собой связующее) смесь связующего разбавляли водой (0,403 кг/кг смеси связующего) и 10% водн. раствором силана (0,011 кг/кг смеси связующего, Momentive VS-142). Конечная смесь связующего характеризовалась pH = 7,9.

Получали продукты на основе минеральных волокон с толщиной 100 мм, плотностью  
30 145 кг/м<sup>3</sup> и LOI на уровне 3,5 вес. %.

Применяют общий способ получения продукта на основе минерального волокна, описанный в описании выше.

Настоящее изобретение далее описано со ссылками на прилагаемые графические материалы, на которых показано следующее:

- 5 на фиг. 1 показана часть первого варианта осуществления кровельной системы для плоской крыши в поперечном сечении;
- на фиг. 2 показана часть второго варианта осуществления кровельной системы для плоской крыши в поперечном сечении;
- на фиг. 3 показана схема, демонстрирующая прочность на расслаивание  
10 изоляционного элемента, применяемого в кровельной системе, по сравнению с прочностью на расслаивание изоляционного элемента в соответствии с уровнем техники;
- на фиг. 4 показана схема, демонстрирующая прочность на расслаивание  
15 изоляционного элемента, применяемого в кровельной системе, после изнашивания по сравнению с прочностью на расслаивание изоляционного элемента в соответствии с уровнем техники после изнашивания;
- на фиг. 5 показана схема, демонстрирующая прочность на сжатие изоляционного  
20 элемента, применяемого в кровельной системе, по сравнению с прочностью на сжатие изоляционного элемента в соответствии с уровнем техники;
- на фиг. 6 показана схема, демонстрирующая прочность на сжатие изоляционного  
25 элемента, применяемого в кровельной системе, после изнашивания по сравнению с прочностью на сжатие изоляционного элемента в соответствии с уровнем техники после изнашивания, и
- на фиг. 7 показан сегмент возможной структуры лигнина на основе лигносульфоната.
- 25 На фиг. 1 показан первый вариант осуществления части плоской крыши 1, содержащей опорную конструкцию 2, слой 3 контроля уровня пара, изоляционный элемент 4 и покрывающую его водонепроницаемую мембрану 20. Изоляционный элемент 4



представляет собой продукт на основе связанных минеральных волокон, изготовленный из минеральных волокон и связующего.

5 Покрывающая его водонепроницаемая мембрана 20 соединена с изоляционным элементом 4 с помощью клейкого вещества 9, которое может быть неотъемлемой частью мембраны 20. Клейкое вещество 9 может представлять собой битумное клейкое  
10 вещество, которое активируется горелкой, обычно применяемой при кровельных работах, т. е. мембрана 20 наплавляется на изоляционный элемент 4. Пунктирная линия на изоляционном элементе 4 указывает область 10, в которую диффундирует расплавленное битумное клейкое вещество 9 до затвердевания и соединения мембраны 20 с изоляционным элементом 4.

На фиг. 2 показан второй вариант осуществления части плоской крыши 1 в соответствии с настоящим изобретением, содержащей опорную конструкцию 2, слой 3 контроля уровня пара, изоляционный элемент 4 и водонепроницаемую мембрану (не показана, но сравнима с фиг. 1). Изоляционный элемент 4 содержит первый слой 5, содержащий  
15 волокна каменной ваты и связующее, и второй слой 6, выполненный из тканого материала из стекловолокна, с модулем упругости 573 МПа. Прочность на растяжение стекловолокна составляет 71 Н.

Первый слой 5 представлен одной или более пластинами, имеющими ориентацию волокон преимущественно перпендикулярно основной поверхности 7 второго слоя 6.  
20 Пластина и, следовательно, первый слой 5 характеризуются плотностью 110 кг/м<sup>3</sup> и типичной толщиной 150 мм. Минеральные волокна соединены друг с другом за счет отверждения связующего в печи для отверждения перед тем, как второй слой 6 будет прикреплен к поверхности 8 первого слоя 5 с помощью клейкого вещества 9. Клейкое  
25 вещество 9 в этом конкретном варианте осуществления может быть выбрано из формальдегида на основе меламинмочевины, предпочтительно в виде двухкомпонентного клея, акрилового клея на водной основе, порошкообразного связующего на основе фенолформальдегида, вспененного неопренового клея на водной основе, порошкообразного клея на основе полиамида, полиуретанового клея, предпочтительно в виде двухкомпонентного клея, полиуретанового клея, отверждаемого  
30 во влажной среде, или герметизирующего модифицированного связующего, предпочтительно в виде однокомпонентного клея, отверждаемого во влажной среде. Однако предпочтительно, чтобы клейкое вещество 9 в этом особом варианте

осуществления соответствовало составу связующего, используемому для связывания минеральных волокон изоляционного элемента 4.

5 Все эти клейкие вещества 9 обеспечивают надлежащее соединение с минеральными волокнами и все эти клейкие вещества 9 способны обеспечивать почти закрытые слои в области пластин, а также в области тканого материала, с укреплением тем самым изоляционного элемента 4 в направлении, параллельном к основным поверхностям 7 пластин.

10 Клейкое вещество 9 частично расположено в области 10, близкой к основной поверхности 8 первого слоя 5, обращенной ко второму слою 6, и в области 11, близкой к основной поверхности 7 второго слоя 6, направленной к первому слою 5, так что клейкое вещество 9 соединяет первый слой 5 и второй слой 6 таким образом, что силы, направленные перпендикулярно второму слою 6, могут быть компенсированы прочностью на разрыв второго слоя 6 в сочетании с клейким веществом 9 и/или прогибом волокон первого слоя 5. Такая сила, например, 80 кПа, направленная перпендикулярно второму слою 6, вызывает ограниченную деформацию менее 5% изоляционного элемента 4 (первый и второй слой 5, 6) и, следовательно, не более 7,5 мм по отношению к толщине 150 мм первого слоя 5. Толщина второго слоя 6 составляет приблизительно не более 1 мм, и поэтому в данном расчете ею можно пренебречь. Достаточное количество клейкого вещества 9 размещается между волокнами первого слоя 5 с окружением тем самым волокон и создание слоя клейкого вещества 9, закрепленного в первом слое 5.

25 Клейкое вещество 9 распределяется с количеством жидкого клейкого вещества 80 г/м<sup>2</sup> между двумя слоями 5 и 6 в виде акрилового клея. Достаточное количество клейкого вещества 9 диффундирует в первый слой 5 и второй слой 6. Таким образом, клейкое вещество 9 образует слой, соединяющий первый слой 5 и второй слой 6, и закрепляется в обоих слоях 5, 6.

30 В соответствии с настоящим изобретением, связующее, применяемое в изоляционном элементе 4, содержит первый компонент в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, например, в соответствии с примером 54, описанным выше. На схеме в соответствии с фиг. 3 показаны абсолютные значения прочности на расслаивание изоляционного элемента 4 в соответствии с настоящим изобретением (график C2) по

сравнению с прочностью на расслаивание изоляционного элемента, содержащего традиционное фенол-мочевина-формальдегидное связующее, показанной на графике A<sub>2</sub> (далее ср. пр. А), и прочностью на расслаивание изоляционного элемента, содержащего одно связующее без добавленного формальдегида из уровня техники от представителя, показанной на графике B<sub>2</sub> (далее ср. пр. В).

Прочность на расслаивание измеряют в соответствии с EN 1607:2013, и первое исходное измерение проводят на не подвергшихся изнашиванию образцах непосредственно или недолго после получения изоляционного элемента 4. Данное исходное испытание и соответствующий средний результат из репрезентативного количества образцов проиллюстрирован в момент времени '0' на оси x схемы. Указанный момент времени '0' отвечает дню '0', соответственно началу испытания с ускоренным изнашиванием в соответствии со следующим описанным ниже.

С целью определения стойкости к изнашиванию продуктов на основе минерального волокна, подверженных влиянию влаги и нагревания во время продолжительности службы конструкций, такие продукты на основе минерального волокна подвергали ускоренному изнашиванию, обращая внимание на механические свойства. Стойкость к изнашиванию определяют как способность продукта сохранять изначальные механические характеристики, и она рассчитывается как прочность после изнашивания в процентах от изначальной прочности. Процедура проведения испытания соответствует так называемому методу Nordtest NT, сборка 434:1995.05, удлиненному до 28 дней.

Целью указанного способа является подвергание изоляционных материалов ускоренному изнашиванию вследствие повышенной температуры и теплоты. Он является пригодным ко всем изоляционным материалам, изготовленным в виде изоляционных панелей. Способ не является прогностическим, т. е. он не предназначен для оценки продолжительности службы, но предварительным условием удовлетворительных показателей является то, что изнашивание вследствие данного способа не вызывает больших изменений свойств материалов во время исследования. Опыт более чем двух десятилетий использования метода Nordtest доказал, что он обеспечивает надежные данные для обеспечения удовлетворительных механических показателей, среди прочего, продуктов на основе минерального волокна в качестве изоляционных элементов для применения в кровельных системах.

В соответствии со способом, иллюстративное количество испытательных образцов подвергают действию теплоты-влаги в течение 7, 14 и 28 дней при  $70 \pm 2^\circ\text{C}$  и относительной влажности (RH)  $95 \pm 5\%$  в климатической камере. Затем, образцы помещают в  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  и RH  $50 \pm 5\%$  на по меньшей мере 24 часа и при высушивании получают для испытания механических показателей, как, например, прочность на расслаивание измеряют в соответствии с EN 1607:2013, или прочность на сжатие — в соответствии с EN 826:2013, как будет дополнительно описано ниже.

Затем рассчитывают относительную стойкость к изнашиванию в % от и на основе исходного абсолютного значения, измеренного в момент времени «0». Результаты записаны и проиллюстрированы для дней 7, 14 и 28 ускоренного изнашивания.

Что касается фиг. 3–6 и примеров, приведенных в данном документе, изоляционный элемент 4 представляет собой продукт для кровли на основе связанных минеральных волокон, коммерчески доступный в компании представителя или дочерних компаниях, который был получен с использованием разных упомянутых типов связующего и испытан в отношении его механических свойств. Рассматриваемый продукт обеспечивает целевую плотность, составляющую около  $145 \text{ кг/м}^3$ , и значение потери веса при прокаливании (LOI), составляющее приibl. 3,5 вес. %.

В следующей таблице I показана прочность на расслаивание [кПа] в соответствии с EN 1607 в соответствии с фиг. 3.

	0 дней	7 дней	14 дней	28 дней
A2	25,5	17,1	16,5	15,8
B2	27,1	14,7	14,9	12,4
C2	16,8	11,9	11,2	9,7

Таблица I

В таблице I показана абсолютная прочность на расслаивание изоляционного элемента 4 в соответствии с настоящим изобретением (C<sub>2</sub>) по сравнению с изоляционным элементом, содержащим фенолформальдегидное связующее (A<sub>2</sub>), и изоляционным элементом, содержащим связующее, без добавленного формальдегида (B<sub>2</sub>), изначально и после ускоренного изнашивания. Соответствующие графики показаны на фиг. 3.

В следующей таблице II показана относительная прочность на расслаивание в соответствии с таблицей I в % от исходной в соответствии с фиг. 4.

	0 дней	7 дней	14 дней	28 дней
A <sub>3</sub>	100,0	67,1	64,7	62,0
B <sub>3</sub>	100,0	54,2	55,0	45,8
C <sub>3</sub>	100,0	70,8	66,7	57,7

Таблица II

В таблице II показана относительная прочность на расслаивание изоляционного элемента 4 в соответствии с настоящим изобретением (C<sub>3</sub>) по сравнению с изоляционным элементом, содержащим фенолформальдегидное связующее (A<sub>3</sub>), и изоляционным элементом, содержащим связующее без добавленного формальдегида (B<sub>3</sub>). Соответствующие графики показаны на фиг. 4.

В таблице I и особенно в таблице II можно видеть, что прочность на расслаивание изоляционного элемента 4 в соответствии с настоящим изобретением (C<sub>2</sub>; C<sub>3</sub>) не сильно отличается от прочности на расслаивание изоляционного элемента (A<sub>2</sub>; A<sub>3</sub>), содержащего фенолформальдегидное связующее. Кроме того, можно видеть, что потеря прочности на расслаивание изоляционного элемента, содержащего связующее без добавленного формальдегида (B<sub>2</sub>; B<sub>3</sub>), увеличивается намного сильнее, чем таковая прочности на расслаивание изоляционного элемента 4 в соответствии с настоящим изобретением (C<sub>2</sub>; C<sub>3</sub>).

В таблице II и на фиг. 4 можно видеть относительную прочность на расслаивание изоляционного элемента 4 в соответствии с настоящим изобретением (C<sub>3</sub>) по сравнению с изоляционными элементами, содержащими фенолформальдегидное связующее (A<sub>3</sub>), или изоляционными элементами, содержащими связующее без добавленного формальдегида (B<sub>3</sub>). Все изоляционные элементы 4, подлежащие сравнению, подвергали воздействию процесса изнашивания в соответствии с ранее указанным описанием.

В частности, в таблице II и на фиг. 4 можно видеть, что относительные значения прочности на расслаивание изоляционного элемента 4 в соответствии с настоящим изобретением (C<sub>3</sub>) получаются примерно равными и изначально даже остаются слегка более высокими, чем значения прочности на расслаивание изоляционного элемента, содержащего фенолформальдегидное связующее (A<sub>3</sub>).

В следующей таблице III показана абсолютная прочность на сжатие [кПа] в соответствии с EN 826 в соответствии с фиг. 5.

	0 дней	7 дней	14 дней	28 дней
A <sub>4</sub>	76,8	60,5	61,6	56,5
B <sub>4</sub>	80,6	64,0	55,6	52,6
C <sub>4</sub>	67,4	53,1	49,9	49,5

Таблица III

В таблице III показана абсолютная прочность на сжатие изоляционного элемента 4 в соответствии с настоящим изобретением (C<sub>4</sub>) по сравнению с изоляционным элементом, содержащим фенолформальдегидное связующее (A<sub>4</sub>), и изоляционным элементом, содержащим связующее без добавленного формальдегида (B<sub>4</sub>). Соответствующие графики показаны на фиг. 5.

На фиг. 5 показана прочность на сжатие изоляционного элемента 4 в соответствии с настоящим изобретением (график C<sub>4</sub>) по сравнению с прочностью на сжатие изоляционного элемента, содержащего минеральные волокна и связующее без добавленного формальдегида, показанной на графике B<sub>4</sub>, и прочностью на сжатие изоляционного элемента, содержащего минеральные волокна и фенолформальдегидное связующее, показанной на графике A<sub>4</sub>.

Прочность на сжатие измеряется в соответствии с EN 826, и можно видеть, что прочность на сжатие измеряется непосредственно после получения изоляционного элемента 4 и через семь, четырнадцать и двадцать восемь дней после получения изоляционного элемента 4, в том числе после ускоренного изнашивания.

В следующей таблице IV показана относительная прочность на сжатие в соответствии с таблицей III в % от исходной в соответствии с фиг. 6.

	0 дней	7 дней	14 дней	28 дней
A <sub>5</sub>	100,0	78,8	80,2	73,6
B <sub>5</sub>	100,0	79,4	69,0	65,3
C <sub>5</sub>	100,0	78,8	74,0	73,4

Таблица IV

В таблице IV показана относительная прочность на сжатие изоляционного элемента 4 в соответствии с настоящим изобретением (C<sub>5</sub>) по сравнению с изоляционным элементом, содержащим фенолформальдегидное связующее (A<sub>5</sub>), и изоляционным элементом, содержащим связующее без добавленного формальдегида (B<sub>5</sub>). Соответствующие графики показаны на фиг. 6.

На основе фиг. 6 можно сделать вывод об относительной прочности на сжатие изоляционного элемента 4 в соответствии с настоящим изобретением (C<sub>5</sub>) по сравнению с изоляционными элементами, содержащими фенолформальдегидное связующее (A<sub>5</sub>), или изоляционными элементами, содержащими связующее без добавленного формальдегида (B<sub>5</sub>). Все изоляционные элементы, подлежащие сравнению, подвергали воздействию процесса изнашивания, включающего стадии, описанные ранее.

Кроме того, на фиг. 6 можно видеть, что относительное построение графика прочности на сжатие изоляционного элемента 4 в соответствии с настоящим изобретением (C<sub>5</sub>) при сравнении с таковым прочности на сжатие изоляционного элемента, содержащего фенолформальдегидное связующее (A<sub>5</sub>), является несколько подобным, и, в частности, остаточная прочность после двадцати восьми дней на них является более значительной, чем таковая у изоляционных элементов, содержащих связующее без добавленного формальдегида (B<sub>5</sub>).

Следовательно, измерения доказали, что связующее и соответствующие изоляционные элементы, полученные с помощью связующего, в соответствии с настоящим изобретением обеспечивают высокую стойкость к изнашиванию, сопоставимо настолько же высокую, как и фенолформальдегидное связующее из уровня техники.

**Формула изобретения**

1. Кровельная система для плоской крыши или плоская наклонная крыша здания с тепло- и/или звукоизоляцией, состоящая из опорной конструкции, настила, необязательно слоя контроля уровня пара, водонепроницаемой мембраны и по меньшей мере одного изоляционного элемента, представляющего собой продукт на основе связанных минеральных волокон, изготовленный из минеральных волокон, предпочтительно волокон каменной ваты, и отвержденной водной композиции связующего, не содержащей фенола и формальдегида, где водная композиция связующего перед отверждением содержит
- 5
- 10 - компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната, и
- компонент (ii) в форме одного или более сшивающих средств,
- и где изоляционный элемент характеризуется объемной плотностью от 70 кг/м<sup>3</sup> до
- 15 250 кг/м<sup>3</sup>.
2. Кровельная система по п. 1, где водная композиция связующего дополнительно содержит компонент (iii) в форме одного или более пластификаторов.
3. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где изоляционный элемент характеризуется значением потери веса на прокалывание (LOI), находящимся в
- 20 диапазоне от 2 до 8 вес. %, предпочтительно от 2 до 5 вес. %.
4. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, содержащая изоляционные элементы с прочностью на сжатие от 50 до 130 кПа, измеренной в соответствии с Европейским стандартом EN 826:2013.
5. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, содержащая
- 25 изоляционные элементы с прочностью на расслаивание от 20 до 50 кПа, измеренной в соответствии с Европейским стандартом EN 1607:2013.



6. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где компонент (i) характеризуется содержанием групп карбоновой кислоты от 0,05 до 0,6 ммоль/г в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната.
7. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где компонент (i) представлен в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся средним содержанием групп карбоновой кислоты, составляющим меньше чем 1,8 группы на макромолекулу, учитывая, что среднечисловая молярная масса компонента (i) составляет, например, меньше 1,4, например, меньше 1,1, например, меньше 0,7, например, меньше 0,4.
8. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где компонент (i) характеризуется содержанием фенольных групп ОН от 0,3 до 2,5 ммоль/г, как, например, от 0,5 до 2,0 ммоль/г, как, например, от 0,5 до 1,5 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната.
9. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где компонент (i) характеризуется содержанием алифатических групп ОН от 1,0 до 8,0 ммоль/г, как, например, от 1,5 до 6,0 ммоль/г, как, например, от 2,0 до 5,0 ммоль/г, в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната.
10. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где компонент (i) содержит лигносульфонаты аммония, и/или лигносульфонаты кальция, и/или лигносульфонаты магния и любые их комбинации.
11. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где компонент (i) содержит лигносульфонаты аммония и лигносульфонаты кальция, при этом молярное соотношение  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{Ca}^{2+}$  находится в диапазоне от 5:1 до 1:5, в частности, от 3:1 до 1:3.
12. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где водная композиция связующего содержит добавленный сахар в количестве, составляющем от 0 до меньше 5 вес. %, в пересчете на вес лигносульфонатов и сахара.
13. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где водная композиция связующего содержит компонент (i) в количестве, составляющем от 50 до 98 вес. %, как, например, от 65 до 98 вес. %, как, например, от 80 до 98 вес. %, в пересчете на сухой вес компонентов (i) и (ii).

14. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где компонент (ii) представлен в форме одного или более сшивающих средств, выбранных из
- $\beta$ -гидроксиалкиламидных сшивающих средств, и/или
  - оксазолиновых сшивающих средств, и/или
- 5 - группы, состоящей из многофункциональных органических аминов, таких как алканоламин, диамины, такие как гексаметилдиамин, и/или
- эпоксисоединений, характеризующихся молекулярной массой более 500, таких как эпоксицированное масло на основе триглицерида жирных кислот, или одного или более эластичных олигомеров или полимеров, таких как полимер на основе акрила с
- 10 низким значением Tg, таких как полимер на основе винила с низким значением Tg, таких как полиэфир с низким значением Tg, которые содержат реакционноспособные функциональные группы, такие как карбодиимидные группы, такие как ангидридные группы, такие как оксазолиновые группы, такие как аминогруппы, такие как эпоксигруппы, и/или
- 15 - одного или более сшивающих средств, выбранных из группы, состоящей из аминов жирного ряда; и/или
- одного или более сшивающих средств в форме амидов жирного ряда; и/или
  - одного или более сшивающих средств, выбранных из сложных полиэфирполиолов, таких как поликапролактон; и/или
- 20 - одного или более сшивающих средств, выбранных из группы, состоящей из крахмала, модифицированного крахмала, СМС; и/или
- одного или более сшивающих средств в форме многофункциональных карбодиимидов, таких как алифатические многофункциональные карбодиимиды; и/или
  - одного или более сшивающих средств, выбранных из сшивающих средств на
- 25 основе меламина, таких как сшивающие средства на основе гексакис(метилметокси)меламина (НМММ).

15. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где компонент (ii) содержит одно или более сшивающих средств, выбранных из  $\beta$ -гидроксиалкиламидных сшивающих средств и/или оксазолиновых сшивающих средств.

5 16. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, содержащая компонент (ii) в количестве, составляющем от 1 до 50 вес. %, как, например, от 4 до 20 вес. %, как, например, от 6 до 12 вес. %, в пересчете на сухой вес компонента (i).

17. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где компонент (ii) представлен в форме одного или более сшивающих средств, выбранных из

10 -  $\beta$ -гидроксиалкиламидных сшивающих средств, таких как N-(2-гидроксиизопропил)амидные сшивающие средства, таких как N-(2-гидроксиэтил)амидные сшивающие средства, таких как N-(2-гидроксиэтил)адипамидные сшивающие средства, такие как N,N,N',N'-тетракис(2-гидроксиэтил)адипамид, и/или

15 - группы, состоящей из многофункциональных органических аминов, таких как алканоламин, диамины, такие как гексаметилдиамин, и/или

20 - эпоксисоединений, характеризующихся молекулярной массой более 500, таких как эпоксицированное масло на основе триглицерида жирных кислот, или одного или более эластичных олигомеров или полимеров, таких как полимер на основе акрила с низким значением Tg, таких как полимер на основе винила с низким значением Tg, таких как полиэфир с низким значением Tg, которые содержат реакционноспособные функциональные группы, такие как карбодиимидные группы, такие как ангидридные группы, такие как оксазолиновые группы, такие как аминогруппы, такие как эпоксигруппы, и/или

25 - одного или более сшивающих средств в форме многофункциональных карбодиимидов, таких как алифатические многофункциональные карбодиимиды.

18. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где компонент (ii) содержит одно или более сшивающих средств, выбранных из

-  $\beta$ -гидроксиалкиламидных сшивающих средств, таких как N-(2-гидроксиизопропил)амидные сшивающие средства, таких как N-(2-

гидроксиэтил)амидные сшивающие средства, таких как N-(2-гидроксиэтил)адипамидные сшивающие средства, такие как N,N,N',N'-тетраakis(2-гидроксиэтил)адипамид.

19. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, содержащая компонент (ii) в количестве, составляющем от 2 до 90 вес. %, как, например, от 6 до 60 вес. %, как, например, от 10 до 40 вес. %, как, например, от 25 до 40 вес. %, в пересчете на сухой вес компонента (i).
20. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где компонент (iii) представлен в форме
- 10 - одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из жирных спиртов, одноатомных спиртов, таких как пентанол, стеариловый спирт; и/или
- одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из алкоксилатов, таких как этоксилаты, такие как этоксилаты бутанола, такие как бутокситриглицоль; и/или
- 15 - одного или более пластификаторов в форме пропиленгликолей; и/или
- одного или более пластификаторов в форме сложных эфиров гликоля; и/или
  - одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из адипатов, ацетатов, бензоатов, циклобензоатов, цитратов, стеаратов, сорбатов, себацатов, азелаинатов, бутиратов, валератов; и/или
- 20 - одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из производных фенола, таких как алкил- или арилзамещенные фенолы; и/или
- одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из силанолов, силоксанов; и/или
  - одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из
- 25 сульфатов, таких как алкилсульфаты, сульфонов, таких как алкиларилсульфонаты, такие как алкилсульфонаты, фосфатов, таких как триполифосфаты; и/или
- одного или более пластификаторов в форме гидроксикислот; и/или

- одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из мономерных амидов, таких как ацетамиды, бензамид, амиды жирных кислот, такие как амиды жирных кислот таллового масла; и/или
- 5 - одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из соединений четвертичного аммония, таких как триметилглицин, хлорид дистеарилдиметиламмония; и/или
- одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из растительных масел, таких как касторовое масло, пальмовое масло, льняное масло, соевое масло; и/или
- 10 - таллового масла, и/или
- одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из гидрогенизированных масел, ацетилованных масел; и/или
- одного или более пластификаторов, выбранных из сложных метиловых эфиров кислот; и/или
- 15 - одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из алкилполиглюкозидов, глюконамидов, аминоклюкозамидов, сложных эфиров сахарозы, сложных эфиров сорбитана; и/или
- одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из полиэтиленгликолей, эфиров полиэтиленгликолей; и/или
- 20 - одного или более пластификаторов в форме полиолов, таких как глицерин, как, например, 1,1,1-трис(гидроксиметил)пропан; и/или
- триэтаноламина.
- 21. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где компонент (iii) представлен в форме пропиленгликолей, производных фенола, силанолов, силоксанов,
- 25 гидроксикислот, растительных масел, полиэтиленгликолей, эфиров полиэтиленгликолей, триэтаноламина или любых их смесей.

22. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где компонент (iii) содержит один или более пластификаторов, характеризующихся температурой кипения от 100 до 380°C, более предпочтительно от 120 до 300°C, более предпочтительно от 140 до 250°C.
- 5 23. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где компонент (iii) содержит один или более полиэтиленгликолей, характеризующихся средней молекулярной массой от 150 до 50000 г/моль, в частности, от 150 до 4000 г/моль, более конкретно от 150 до 1000 г/моль, предпочтительно от 150 до 500 г/моль, более предпочтительно от 200 до 400 г/моль.
- 10 24. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где компонент (iii) присутствует в количестве, составляющем от 0,5 до 60, предпочтительно от 2,5 до 25, более предпочтительно от 3 до 15 вес. %, в пересчете на сухой вес компонента (i).
- 15 25. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где композиция связующего перед отверждением содержит дополнительный компонент (iv) в форме одного или более повышающих адгезию средств, таких как органозамещенные силаны.
- 20 26. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где композиция связующего перед отверждением дополнительно содержит компонент (v) в форме одного или более компонентов, выбранных из группы оснований, таких как аммиак, таких как гидроксиды щелочных металлов, такие как КОН, таких как гидроксиды щелочноземельных металлов, такие как Ca(OH)<sub>2</sub>, такие как Mg(OH)<sub>2</sub>, таких как амины, или любых их солей.
- 25 27. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где композиция связующего перед отверждением содержит дополнительный компонент в форме мочевины, в частности, в количестве, составляющем от 5 до 40 вес. %, как, например, от 10 до 30 вес. %, как, например, от 15 до 25 вес. %, в пересчете на сухой вес компонента (i).
28. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где композиция связующего перед отверждением содержит дополнительный компонент (vi) в форме одного или более реакционноспособных или неакционноспособных силиконов.

29. Кровельная система по любому из предыдущих пунктов, где изоляционный элемент не содержит окисленного в присутствии аммиака лигнина (AOL).

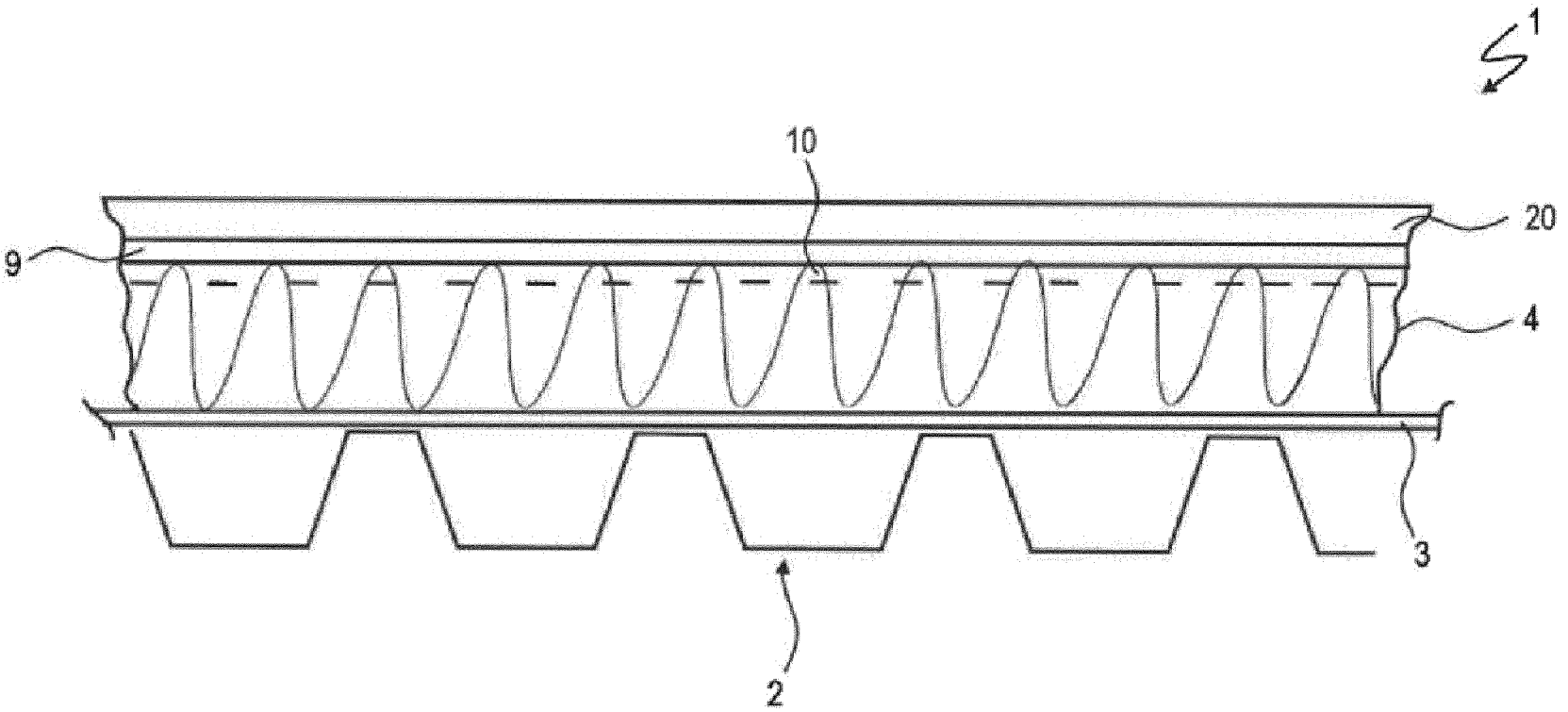
30. Изоляционный элемент для кровельной системы по любому из предыдущих пп. 1-29, изготовленный из минеральных волокон, предпочтительно из волокон каменной ваты, и отвержденной водной композиции связующего, не содержащей фенола и формальдегида, где водная композиция связующего перед отверждением содержит компонент (i) в форме одного или более лигнинов на основе лигносульфоната, характеризующихся содержанием групп карбоновой кислоты от 0,03 до 2,0 ммоль/г в пересчете на сухой вес лигнинов на основе лигносульфоната, и компонент (ii) в форме одного или более сшивающих средств, и при этом изоляционный элемент характеризуется объемной плотностью от 70 кг/м<sup>3</sup> до 250 кг/м<sup>3</sup>.

31. Изоляционный элемент по п. 30, где водная композиция связующего дополнительно содержит компонент (iii) в форме одного или более пластификаторов.

32. Изоляционный элемент по п. 30 или п. 31, дополнительно включающий признаки изоляционного элемента по любому из пп. 2-29.

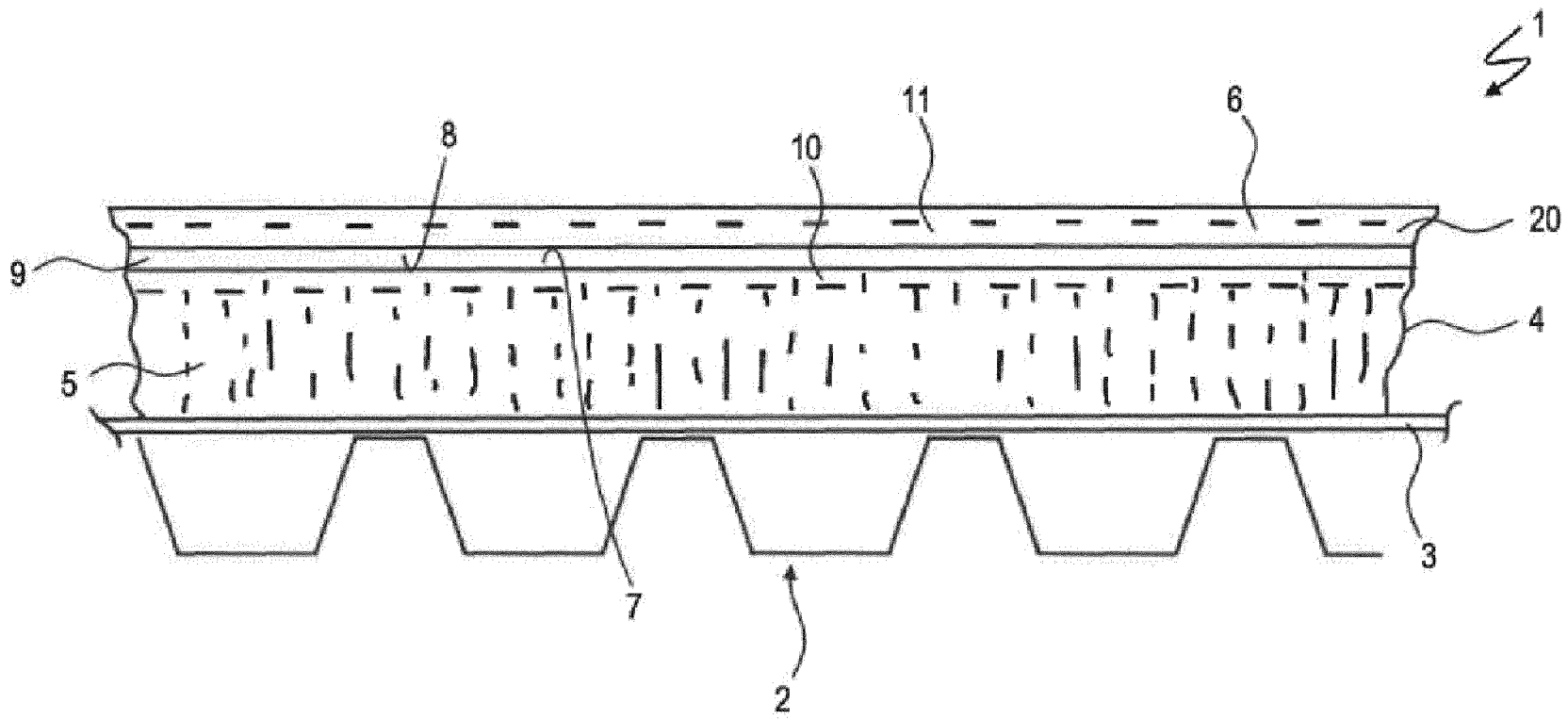
33. Изоляционный элемент по п. 30 или п. 32 для кровельной системы по любому из предыдущих пп. 1-29, содержащий первый слой, содержащий волокна каменной ваты и связующее, и второй слой, выполненный из стекловолокна, при этом второй слой прикреплен к основной поверхности первого слоя с помощью клейкого вещества, при этом первый слой выполнен из по меньшей мере одной пластины с ориентацией волокон, преимущественно перпендикулярной основным поверхностям второго слоя, и при этом первый слой содержит отвержденное связующее, отличающийся тем, что клейкое вещество расположено частично в области между волокнами возле основной поверхности первого слоя, направленной ко второму слою, и в области возле основной поверхности второго слоя, направленной к первому слою, так что клейкое вещество соединяет первый слой и второй слой таким образом, что силы, направленные перпендикулярно второму слою, могут быть компенсированы прочностью на разрыв второго слоя в сочетании с клейким веществом и/или прогибом волокон первого слоя, вызывающим максимальную деформацию, составляющую 5% или меньше толщины изоляционного элемента.

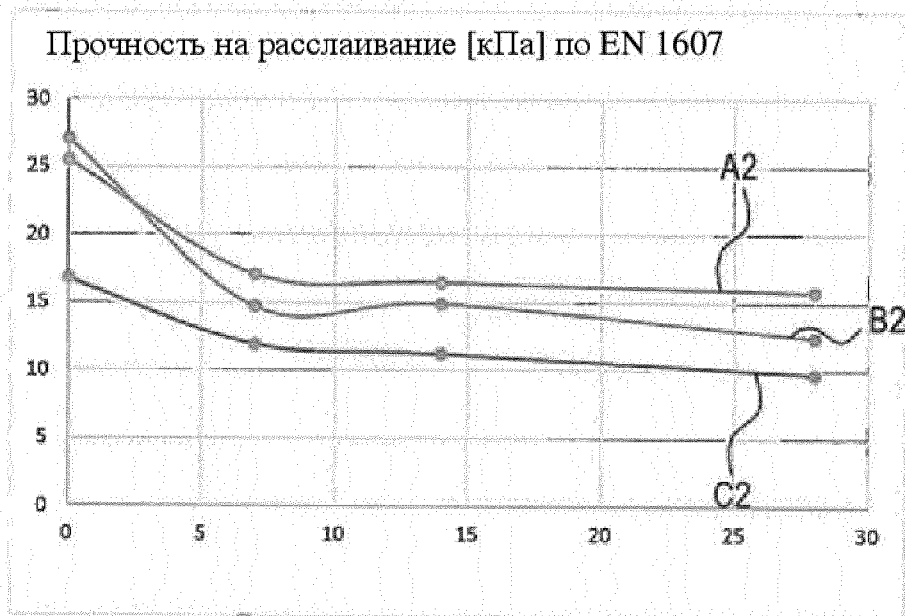
Фиг. 1



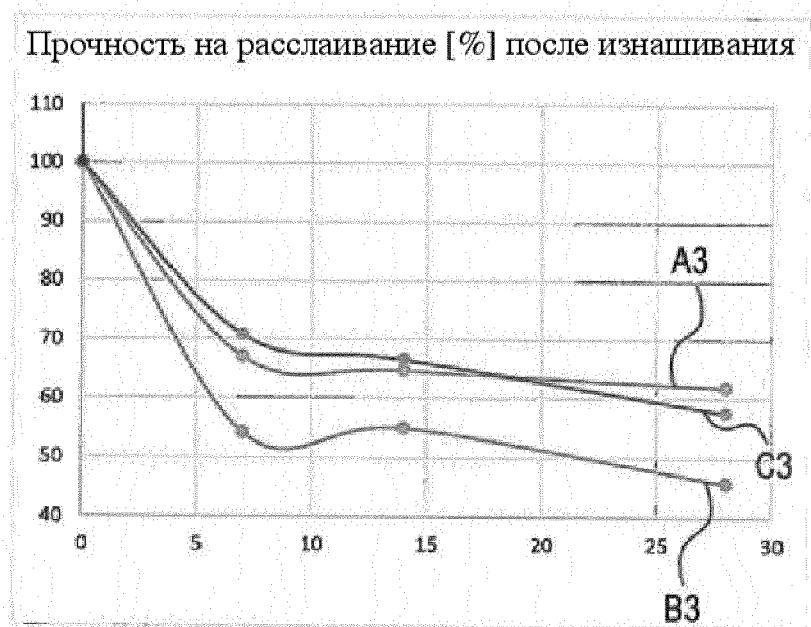


Фиг. 2

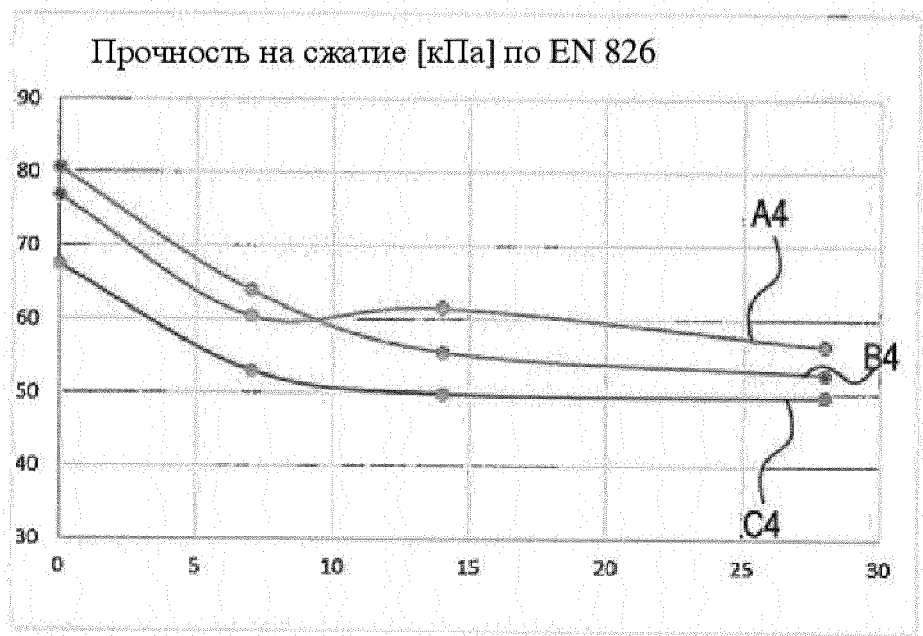




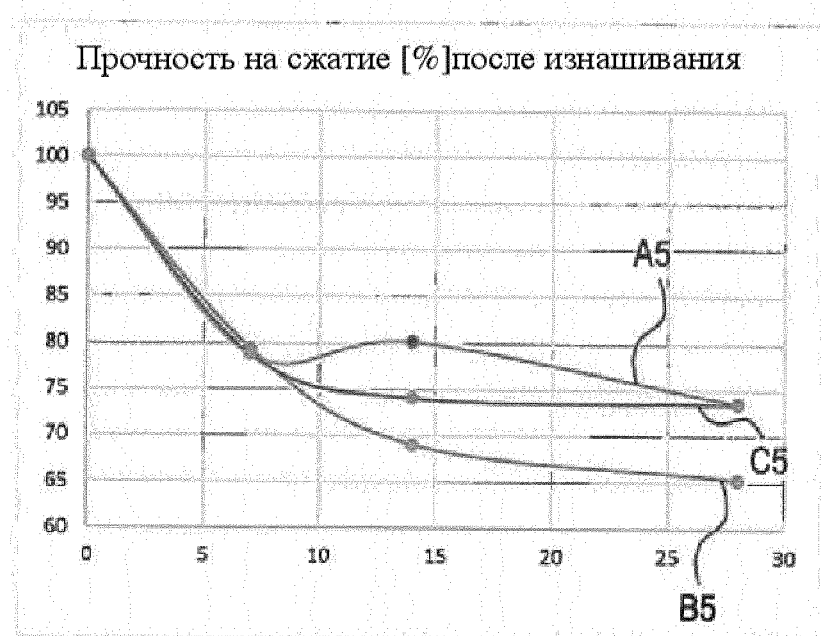
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

