

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202391899 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.10.31

(22) Дата подачи заявки
2021.10.01

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

(54) ПРОДУКТ ИЗ МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ С НИЗКОЙ ЭМИССИЕЙ ПРИ ВЫСОКОЙ
ТЕМПЕРАТУРЕ

(31) PCT/EP2020/088061

(32) 2020.12.30

(33) EP

(86) PCT/EP2021/077195

(87) WO 2022/144114 2022.07.07

(71) Заявитель:
РОКВУЛ А/С (DK)

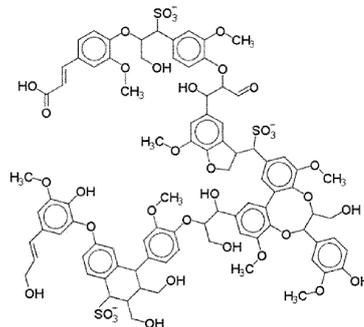
(72) Изобретатель:

Бартник Йоханссон Дорте, Николич
Мирослав (DK)

(74) Представитель:

Чекалкин А.Ю., Фелицына С.Б. (RU)

(57) Настоящее изобретение относится к продукту из минерального волокна, содержащему минеральные волокна, связанные отвержденной связующей композицией.



A1

202391899

202391899

A1

ПРОДУКТ ИЗ МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ С НИЗКОЙ ЭМИССИЕЙ ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к продукту из минерального волокна и к применению продукта из минерального волокна.

Уровень техники

Продукты из минерального волокна (также называемые продуктами из минеральной ваты) обычно содержат минеральные волокна (также называемые искусственными стекловидными волокнами (MMVF)), такие как, например, стеклянные волокна, керамические волокна, базальтовые волокна, шлаковые волокна и каменные волокна (волокна из горных пород), которые связаны между собой отвержденным терморезактивным полимерным связующим материалом. Для использования в качестве тепло- или звукоизоляционных продуктов фибролиты из скрепленного минерального волокна обычно готовят путем превращения расплава, изготовленного из подходящего сырья, в волокна обычным образом, например, методом с вращающейся чашей или каскадно-ротационным способом. Волокна вдувают в формовочную камеру и, пока они находятся в воздухе и еще горячие, опрыскивают связующим раствором и случайным образом укладывают в виде мата или полотна на движущийся конвейер. Затем волокнистый мат переносят в печь для отверждения, где нагретый воздух продувают через мат для отверждения связующего и жесткого соединения минеральных волокон друг с другом.

В прошлом предпочтительными связующими смолами были фенолформальдегидные смолы, которые могут быть экономично получены и могут быть дополнены мочевиной перед использованием в качестве связующего. Однако существующее и предлагаемое законодательство, направленное на снижение или устранение выбросов формальдегида, привело к разработке связующих, не содержащих формальдегид, таких как, например, связующие композиции на основе поликарбокисильных полимеров и полиолов или полиаминов, как раскрыто в EP-A-583086, EP-A-990727, EP-A-1741726, US-A-5,318,990 и US-A-2007/0173588.

Другой группой не-фенолформальдегидных связующих являются продукты реакции присоединения/удаления алифатических и/или ароматических ангидридов с алканоламинами, например, как описано в WO 99/36368, WO 01/05725, WO 01/96460, WO 02/06178, WO 2004/007615 и WO 2006/061249. Эти связующие композиции растворимы в

воде и обладают превосходными связующими свойствами с точки зрения скорости отверждения и плотности отверждения. В WO 2008/023032 описаны модифицированные мочевиной связующие такого типа, которые обеспечивают получение изделий из минеральной ваты с пониженным поглощением влаги.

Поскольку некоторые исходные материалы, используемые при производстве этих связующих, являются довольно дорогими химическими веществами, существует постоянная потребность в не содержащих формальдегид связующих, которые могут быть произведены экономично.

Дополнительным эффектом в связи с ранее известными водными связующими композициями для минеральных волокон является то, что по меньшей мере большинство исходных материалов, используемых для производства этих связующих, получают из ископаемого топлива. Существует постоянная тенденция потребителей отдавать предпочтение продуктам, которые полностью или по меньшей мере частично производятся из возобновляемых материалов, и поэтому существует потребность в обеспечении связующих для минеральной ваты, которые по меньшей мере частично производятся из возобновляемых материалов.

При высокотемпературных применениях продукт из минерального волокна может выделять органические компоненты, происходящие из связующего, при использовании при таких высоких температурах, особенно при первом использовании при таких температурах и/или при использовании в течение коротких промежутков времени при таких температурах. Применение при высоких температурах возможно, например, когда продукт из минерального волокна используют в качестве теплоизоляции труб и оборудования на электростанциях, где температуры от 400°C до 500°C не являются чем-то необычным. Другим высокотемпературным применением является использование продукта из минерального волокна в качестве теплоизоляции печей, где продукт может быть использован при максимальной рабочей температуре, например, 600°C, 650°C или даже 700°C.

Особой проблемой в этом отношении является выделение вредной изоциановой кислоты (ICA) из продуктов из минерального волокна, в частности продуктов, содержащих фенольную смолу, содержащую мочевины, или другие смолы или связующие, содержащие мочевины. Добавление мочевины или других азотсодержащих соединений является традиционным способом достижения лучших огнеупорных характеристик и термостойкости продуктов из минеральной ваты при высоких температурах.

Химическая формула изоциановой кислоты - HNCO . Значительная часть эмиссии

ИСА в продуктах из минерального волокна может быть обусловлена использованием мочевины или производных мочевины в связующей композиции. Эмиссия ИСА может привести к проблемам со здоровьем, и существует текущее и предлагаемое законодательство, направленное на снижение или устранение эмиссии ИСА, возникающей во время монтажа и эксплуатации, а также при производстве продуктов из минерального волокна.

Другими химическими компонентами, представляющими интерес в связи с тепловой эмиссией, могут быть цианистый водород (HCN), аммиак (NH₃) и NO_x, а также другие азотсодержащие соединения.

Раскрытие изобретения

Соответственно, целью настоящего изобретения было обеспечение продукта из минерального волокна, который обладает улучшенными свойствами при использовании при высоких температурах, является экономичным в производстве и использует возобновляемые материалы в качестве исходного сырья для приготовления водной связующей композиции.

Еще одной задачей настоящего изобретения было обеспечение применения такого продукта из минерального волокна.

Еще одной задачей настоящего изобретения было обеспечение способа транспортировки среды по трубе при высоких температурах.

В соответствии с первым аспектом настоящего изобретения предлагается продукт из минерального волокна, содержащий минеральные волокна, связанные отвержденной связующей композицией, при этом неотвержденная связующая композиция содержит один или более лигносульфонатных лигнинов, предпочтительно имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов, при этом при нагревании продукта из минерального волокна до температуры 600°C в отходящем газе выделяется менее 2000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 1000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 750 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 600 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца.

В соответствии со вторым аспектом настоящего изобретения предусмотрено применение продукта из минерального волокна, содержащего минеральные волокна, связанные отвержденной связующей композицией, причем неотвержденная связующая композиция содержит один или более лигносульфонатных лигнинов, предпочтительно имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов, при температуре по меньшей мере 300°C,

предпочтительно в качестве теплоизоляционного продукта, при этом необязательно при нагревании продукта из минерального волокна до температуры 600°C в отходящем газе выделяется менее 2000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 1000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 750 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 600 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца.

В соответствии с третьим аспектом настоящего изобретения предложен способ транспортировки среды, включающий стадии, на которых:

а) покрывают трубу продуктом из минерального волокна в качестве теплоизоляции трубы; и

б) осуществляют транспортировку среды через указанную трубу;

при этом продукт из минерального волокна содержит минеральные волокна, связанные отвержденной связующей композицией, причем неотвержденная связующая композиция содержит один или более лигносульфонатных лигнинов, предпочтительно имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов, в качестве теплоизоляции трубы, при этом необязательно при нагревании продукта из минерального волокна до температуры 600°C в отходящем газе выделяется менее 2000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 1000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 750 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 600 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца.

В соответствии с четвертым аспектом настоящего изобретения предусмотрена труба, покрытая продуктом из минерального волокна в качестве теплоизоляции, причем продукт из минерального волокна содержит минеральные волокна, связанные отвержденной связующей композицией, при этом неотвержденная связующая композиция содержит один или более лигносульфонатных лигнинов, предпочтительно имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов, при этом необязательно при нагревании продукта из минерального волокна до температуры 600°C в отходящем газе выделяется менее 2000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 1000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 750 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 600 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца.

Авторы настоящего изобретения неожиданно обнаружили, что можно использовать продукт из минерального волокна при высоких температурах с низкой эмиссией ИСА или даже без эмиссии ИСА, когда связующую композицию на основе лигносульфонатных

лигнинов, имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов, используют для продукта из минерального волокна.

Описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения

Продукт из минерального волокна по изобретению содержит минеральные волокна, связанные отвержденной связующей композицией, при этом неотвержденная связующая композиция содержит один или более лигносульфонатных лигнинов, имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов, причем при нагревании продукта из минерального волокна до температуры 600°C в отходящем газе выделяется менее 2000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, предпочтительно менее 1000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 750 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 600 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца.

В одном варианте осуществления продукт из минерального волокна по изобретению содержит минеральные волокна, связанные отвержденной связующей композицией, при этом неотвержденная связующая композиция содержит один или более лигносульфонатных лигнинов, имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов, причем при нагревании продукта из минерального волокна до температуры 450°C в отходящем газе выделяется менее 2000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, предпочтительно менее 1000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 600 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца.

Продукт из минерального волокна по изобретению содержит минеральные волокна, связанные отвержденной связующей композицией, при этом неотвержденная связующая композиция включает один или более лигносульфонатных лигнинов, имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов, причем при нагревании продукта из минерального волокна до температуры 600°C в отходящем газе выделяется менее 2000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, предпочтительно менее 1000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 750 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 600 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца,

предпочтительно при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего агента, выбранного из

- эпоксидных соединений, имеющих молекулярную массу MW 500 или менее, и/или

при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего агента, выбранного из

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

в которой:

R представляет собой насыщенный или ненасыщенный и линейный, разветвленный или циклический углеводородный радикал, включающий одно или более ароматических ядер, которые состоят из 5 или 6 атомов углерода, включающий один или более ароматических гетероциклов, содержащих 4 или 5 атомов углерода и атом кислорода, азота или серы, причем радикал R может содержать другие функциональные группы;

R₁ представляет собой атом водорода или C₁-C₁₀ алкильный радикал, а

x составляет от 1 до 10;

и/или

при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего агента, выбранного из

- полиаминов;

и/или

при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего агента, выбранного из

- моно- и олигосахаридов.

В одном варианте осуществления продукт из минерального волокна по изобретению содержит минеральные волокна, связанные отвержденной связующей композицией, при этом неотвержденная связующая композиция содержит один или более лигносульфонатных лигнинов, имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов, причем при нагревании продукта из минерального волокна до температуры 450°C в отходящем газе выделяется менее 2000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, предпочтительно менее 1000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 600 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца,

предпочтительно при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего агента, выбранного из

- эпоксидных соединений, имеющих молекулярную массу MW 500 или менее,

и/или

при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего агента, выбранного из

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

в которой:

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

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

x составляет от 1 до 10,

и/или

при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего агента, выбранного из

• полиаминов,

и/или

при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего агента, выбранного из

• моно- и олигосахаридов.

Нагреваемый продукт из минерального волокна содержит отвержденную связующую композицию. Что касается «грамма образца», то грамм образца относится к массе образца, определяемой в соответствии с Протоколом I, приведенным ниже.

Когда продукт из минерального волокна, содержащий отвержденную связующую композицию, подвергают нагреванию при определенной температуре и количественно анализируют отходящие газы на содержание изоциановой кислоты (ICA) с помощью инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье (FTIR), результатом является измерение количества выделяемой ICA. Этот показатель определяют как количество выделившейся в отходящем газе ICA по отношению к количеству отвержденной связующей композиции в тестируемом продукте из минерального волокна.

Общее выделение ICA и других отходящих газов определяют в соответствии с Протоколом I, описанным ниже для стандартизации, с целью получения сопоставимых данных для различных продуктов, испытываемых при различных температурах. Следует отметить, что полученные данные напрямую не сопоставимы по количеству с высвобождением, определенным для этих продуктов при внедрении в систему технической изоляции у конечного потребителя с учетом конкретных условий на месте. Например, при реальной установке у конечного потребителя продукт не будет

измельчаться, а связующее в продукте из минерального волокна не выгорит полностью, как в Протоколе I, описанном ниже. Фактически, значения, полученные с помощью этого Протокола I, соответствуют наихудшему варианту, как в отношении количеств, так и в отношении времени высвобождения. Таким образом, ожидается, что эмиссия от продуктов будет более низкой и медленной (2-48 часов для достижения устойчивого состояния), тогда как этот Протокол I достигает устойчивого состояния менее чем через 2 часа в реальной установке по сравнению со значениями, полученными в этом исследовании. Однако можно легко предположить, что продукты из минерального волокна, имеющие более низкое общее высвобождение по сравнению с другими продуктами в соответствии с описанным Протоколом I, также будут иметь более низкое общее высвобождение при реальной установке у конечного потребителя.

Измерения эмиссии различных продуктов из минеральной ваты обычно проводят путем тщательного тестирования во внешних институтах, таких как RISE в Швеции, с использованием комбинации испытаний различных материалов при разной толщине для определения влияния толщины изоляции на кривые эмиссии путем количественной оценки с помощью сигналов FID и ИК-измерений выделяемых газов, таких как CO, NH₃, HCN, NO_x и ICA.

Для целей настоящей заявки, Вариант B, общее количество выделившегося в отходящем газе ICA измеряют в соответствии с Протоколом I, описанным ниже. Внутренние измерения в соответствии с указанным Протоколом I были проведены на различных измельченных продуктах из минеральной ваты, чтобы исключить споры о толщине и пористости. Эти эксперименты проводили в изготовленной на заказ эмиссионной камере (трубчатой печи), в которой материалы нагревали до определенных заданных значений температуры в течение определенного времени. Во время этих экспериментов воздух пропускали через камеру с заданным расходом и отбирали образцы для количественного определения различных соединений. Были протестированы четыре различные температуры (250°C, 350°C, 450°C и 600°C), и количество выделяющихся газов было определено с помощью инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье. Подробная информация о Протоколе I приведена ниже в экспериментальной части.

Предпочтительно продукт из минерального волокна по изобретению также демонстрирует низкую эмиссию других отходящих газов, таких как NH₃, HCN и/или NO_x, когда продукт из минерального волокна, содержащий отвержденную связующую композицию, подвергают нагреванию.

В предпочтительном варианте осуществления при нагревании продукта из минерального волокна до температуры 600°C в отходящем газе выделяется менее 600 мкг

HCN на грамм образца, например, менее 500 мкг HCN на грамм образца, например, менее 400 мкг HCN на грамм образца.

В предпочтительном варианте осуществления при нагревании продукта из минерального волокна до температуры 450°C в отходящем газе выделяется менее 600 мкг HCN на грамм образца, например, менее 500 мкг HCN на грамм образца.

Для целей настоящей заявки общее количество выделившегося в отходящем газе HCN может быть измерено в соответствии с тем же Протоколом I, который описан ниже. Разумеется, газовый анализ с помощью FTIR затем проводят для соединения, подлежащего анализу.

Продукты из минерального волокна по изобретению пригодны для применения при высоких температурах, в том числе с точки зрения термостойкости. В частности, продукты из минерального волокна по изобретению могут быть использованы для применений с максимальными рабочими температурами по меньшей мере 600°C, предпочтительно по меньшей мере 650°C. Таким образом, продукт из минерального волокна по изобретению в целом удовлетворяет условиям максимальной рабочей температуры (MST), составляющей по меньшей мере 600°C, предпочтительно по меньшей мере 650°C в соответствии с испытанием на максимальную рабочую температуру согласно EN 14706:2012. MST не связана с термическим разложением и выделяющимися газами, а является показателем механической прочности.

В общем, неотвержденная связующая композиция представляет собой водную связующую композицию. В предпочтительном варианте осуществления связующие по настоящему изобретению не содержат формальдегида.

Для целей настоящей заявки термин «не содержащий формальдегида» определен для характеристики продукта из минеральной ваты, где эмиссия формальдегида из продукта из минеральной ваты составляет менее 5 мкг/м²/ч, предпочтительно менее 3 мкг/м²/ч. Предпочтительно испытание проводят в соответствии со стандартом ISO 16000 для определения эмиссии альдегидов.

Для целей настоящего изобретения термин «моно- и олигосахариды» определяется как включающий моносахариды и олигосахариды, содержащие 10 или менее сахаридных звеньев.

Для целей настоящего изобретения термин «сахар» определяется как включающий моносахариды и олигосахариды, содержащие 10 или менее сахаридных звеньев.

Компонент (i)

Неотвержденная связующая композиция для получения продукта из минерального волокна согласно настоящему изобретению содержит один или более лигносульфонатных

лигнинов, имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов, в качестве компонента (i).

Компонент (i) находится в виде одного или более лигносульфонатных лигнинов, имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г, такое как от 0,03 до 1,4 ммоль/г, такое как от 0,075 до 2,0 ммоль/г, такое как от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов.

Лигнин, целлюлоза и гемицеллюлоза являются тремя основными органическими соединениями в клеточной стенке растений. Лигнин можно рассматривать как клей, который удерживает целлюлозные волокна в связанном состоянии. Лигнин содержит как гидрофильные, так и гидрофобные группы. Это второй по распространенности натуральный полимер в мире, уступающий только целлюлозе, и, по оценкам, на его долю приходится до 20-30% от общего количества углерода, содержащегося в биомассе, что составляет более 1 миллиарда тонн во всем мире.

В лигносульфонатном процессе вводится большое количество сульфонатных групп, что делает лигнин растворимым не только в воде, но и в кислых водных растворах. Лигносульфонаты содержат до 8% серы в виде сульфоната, тогда как крафт-лигнин содержит 1-2% серы, в основном связанной с лигнином. Молекулярная масса лигносульфоната составляет 15000-50000 г/моль. Типичная гидрофобная сердцевина лигнина вместе с большим количеством ионизированных сульфонатных групп делают этот лигнин привлекательным в качестве поверхностно-активного вещества, и он часто находит применение при диспергировании цемента и т.д.

Для производства продуктов с добавленной стоимостью на основе лигнина лигнин следует сначала отделить от биомассы, для чего может быть использовано несколько способов. Способы крафт-варки и сульфитной варки целлюлозы известны своим эффективным отделением лигнина от древесины и, следовательно, используются во всем мире. Крафт-лигнин отделяют от древесины с помощью NaOH и Na₂S. Лигнины, полученные в процессе сульфитной варки целлюлозы, обозначают как лигносульфонаты и производят с использованием сернистой кислоты и/или сульфитной соли, содержащей магний, кальций, натрий или аммоний при различных уровнях pH. В настоящее время лигносульфонаты составляют 90% от общего объема рынка коммерческого лигнина, а общий годовой объем мирового производства лигносульфонатов составляет приблизительно 1,8 миллиона тонн. Лигносульфонаты, как правило, содержат большое количество сульфоновых групп и, следовательно, большее количество серы, чем крафт-лигнин. Благодаря присутствию сульфированной группы лигносульфонаты обладают анионным зарядом и растворимы в воде. Молекулярные массы (Mw) лигносульфонатов

могут быть аналогичны или превышать молекулярную массу крафт-лигнина. Благодаря своим уникальным свойствам лигносульфонаты имеют широкий спектр применений, таких как корма для животных, пестициды, поверхностно-активные вещества, добавки при бурении нефтяных скважин, стабилизаторы в коллоидных суспензиях и пластификаторы в бетонных смесях. Однако большинство новых целлюлозных заводов используют крафт-технологии для производства целлюлозы, и, таким образом, крафт-лигнин более доступен для производства с добавленной стоимостью.

Однако лигносульфонаты и крафт-лигнин обладают различными свойствами, обусловленными различными способами выделения и, следовательно, распределением функциональных групп. Высокий уровень сульфоновых групп в лигносульфонатах, обычно по меньшей мере одна на каждые четыре С9 звена, делает лигносульфонаты сильно заряженными при всех уровнях рН воды. Такое обилие ионизируемых функциональных групп может объяснить большинство различий по сравнению с другими техническими лигнинами. Более высокая плотность заряда обеспечивает более легкую растворимость в воде и более высокое содержание твердых веществ в растворе по сравнению с крафт-лигнином. Кроме того, по той же причине лигносульфонаты будут иметь более низкую вязкость раствора по сравнению с крафт-лигнином при том же содержании твердых веществ, что может облегчить обращение и переработку. Обычно используемая модельная структура лигносульфонатов показана на Фигуре 1.

В одном варианте осуществления компонент (i) имеет содержание карбоксильной группы от 0,05 до 0,6 ммоль/г, такое как от 0,1 до 0,4 ммоль/г, в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов.

В одном варианте осуществления компонент (i) находится в виде одного или более лигносульфонатных лигнинов, имеющих среднее содержание карбоксильных групп менее 1,8 групп на макромолекулу, учитывая среднечисленное значение M_n компонента (i), такое как менее 1,4, такое как менее 1,1, такое как менее 0,7, такое как менее 0,4.

В одном варианте осуществления компонент (i) имеет содержание фенольных ОН-групп от 0,3 до 2,5 ммоль/г, такое как от 0,5 до 2,0 ммоль/г, такое как от 0,5 до 1,5 ммоль/г, в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов.

В одном варианте осуществления компонент (i) имеет содержание алифатических ОН-групп от 1,0 до 8,0 ммоль/г, такое как от 1,5 до 6,0 ммоль/г, такое как от 2,0 до 5,0 ммоль/г, в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов.

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, причем молярное соотношение NH_4^+ к Ca^{2+} находится в диапазоне от 5:1 до 1:5, в частности от 3:1 до 1:3.

В одном варианте осуществления водная связующая композиция содержит добавленный сахар в количестве от 0 до менее 5 масс.% в расчете на массу лигносульфоната и сахара.

Для целей настоящего изобретения термин лигносульфонаты охватывает сульфированные крафт-лигнины.

В одном варианте осуществления компонент (i) представляет собой сульфонированный крафт-лигнин.

В одном варианте осуществления водная связующая композиция содержит добавленный сахар в количестве от 0 до 5 масс.%, таком как менее 5 масс.%, таком как от 0 до 4,9 масс.%, таком как от 0,1 до 4,9 масс.%, в расчете на массу лигносульфоната и сахара.

В одном варианте осуществления водная связующая композиция содержит компонент (i), т.е. лигносульфонат, в количестве от 50 до 98 масс.%, таком как от 65 до 98 масс.%, таком как от 80 до 98 масс.%, в расчете на общую массу компонентов (i) и (ii).

В одном варианте осуществления водная связующая композиция содержит компонент (i), т.е. лигносульфонат, в количестве от 50 до 88 масс.%, таком как от 50 до 87 масс.%, таком как от 65 до 88 масс.%, таком как от 65 до 87 масс.%, таком как от 80 до 88 масс.%, таком как от 80 до 87 масс.%, в расчете на общую массу компонентов (i) и (ii).

В одном варианте осуществления водная связующая композиция содержит компонент (i) в количестве от 50 до 98 масс.%, таком как от 65 до 98 масс.%, таком как от 80 до 98 масс.%, в расчете на сухую массу компонентов (i), (ii), и (iii).

В одном варианте осуществления водная связующая композиция содержит компонент (i), т.е. лигносульфонат, в количестве от 50 до 88 масс.%, таком как от 50 до 87 масс.%, таком как от 65 до 88 масс.%, таком как от 65 до 87 масс.%, таком как от 80 до 88 масс.%, таком как от 80 до 87 масс.%, в расчете на общую массу компонентов (i), (ii) и (iii).

Для целей настоящего изобретения содержание функциональных групп лигнина определяют с использованием ^{31}P ЯМР в качестве метода определения характеристик.

Подготовку проб для ^{31}P ЯМР проводят с использованием 2-хлор-4,4,5,5-тетраметил-1,3,2-диоксафосфолаана (TMDF) в качестве реагента для фосфитилирования и холестерина в качестве внутреннего стандарта. Интеграцию осуществляют в соответствии с работой Granata and Argyropoulos (J. Agric. Food Chem. 43:1538–1544).

В предпочтительном варианте осуществления неотвержденная связующая композиция, которая предпочтительно представляет собой водную связующую композицию, для получения продукта из минерального волокна в соответствии с настоящим изобретением содержит:

- компонент (i) в форме одного или более лигносульфонатных лигнинов;
- необязательно компонент (ii) в виде одного или более сшивающих агентов;
- необязательно компонент (iii) в виде одного или более пластификаторов,

предпочтительно при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего агента, выбранного из

- эпоксидных соединений, имеющих молекулярную массу MW 500 или менее, и/или

при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего агента, выбранного из

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

в которой:

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

R₁ представляет собой атом водорода или C₁-C₁₀ алкильный радикал, а

x составляет от 1 до 10;

и/или

при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего агента, выбранного из

- полиаминов;

и/или

при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего агента, выбранного из

- моно- и олигосахаридов.

Компонент (ii)

Необязательный компонент (ii) выполнен в виде одного или нескольких сшивающих агентов.

В одном варианте осуществления компонент (ii) содержит один или более

сшивающих агентов, выбранных из β -гидроксиалкиламидных сшивающих агентов и/или оксазолиновых сшивающих агентов.

β -гидроксиалкиламидные сшивающие агенты являются отвердителем для макромолекул с кислотными функциональными группами. Он обеспечивает твердую, долговечную, устойчивую к коррозии и растворителям сшитую полимерную сетку. Считается, что β -гидроксиалкиламидные сшивающие агенты отверждают в результате реакции этерификации с образованием множественных сложноэфирных связей. Гидрокси-функциональность β -гидроксиалкиламидных сшивающих агентов должна составлять в среднем по меньшей мере 2, предпочтительно более 2, и более предпочтительно 2-4 для получения оптимальной реакции отверждения.

Содержащие оксазолиновую группу сшивающие агенты представляют собой полимеры, включающие одну или более оксазолиновых групп в каждой молекуле, и, как правило, оксазолин-содержащие сшивающие агенты могут быть легко получены полимеризацией производного оксазолина. Патент US 6 818 699 B2 содержит описание такого способа.

В одном варианте осуществления компонент (ii) представляет собой одно или более эпоксидных соединений, имеющих молекулярную массу более 500, таких как эпоксидированное масло на основе триглицерида жирных кислот, или один или более гибких олигомеров или полимеров, таких как полимер на основе акрила с низкой T_g , такой как полимер на основе винила с низкой T_g , такой как полиэфир с низкой T_g , которые содержат реакционноспособные функциональные группы, такие как карбодиимидные группы, такие как ангидридные группы, такие как оксазолиновые группы, такие как аминогруппы, такие как эпоксидные группы, такие как β -гидроксиалкиламидные группы.

В одном варианте осуществления компонент (ii) представляет собой один или более сшивающих агентов, выбранных из группы, состоящей из жирных аминов.

В одном варианте осуществления компонент (ii) представляет собой один или более сшивающих агентов в форме жирных амидов.

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

В одном варианте осуществления компонент (ii) представляет собой один или более сшивающих агентов, выбранных из группы, состоящей из крахмала, модифицированного крахмала, карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ).

В одном варианте осуществления компонент (ii) представляет собой один или более сшивающих агентов в форме полифункциональных карбодиимидов, таких как

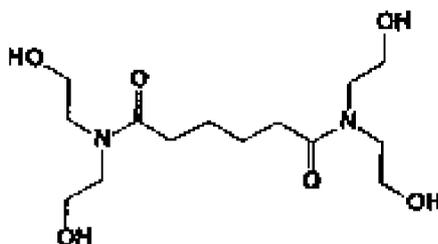
алифатические полифункциональные карбодиимиды.

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

В одном варианте осуществления компонент (ii) представляет собой один или более сшивающих агентов, выбранных из сшивающих агентов на основе меламина, таких как сшивающие агенты на основе гексакис(метилметокси)меламина (ГМММ).

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

В одном варианте осуществления компонент (ii) представляет собой Primid XL552, который имеет следующую структуру:



Primid XL-552

Компонент (ii) также может быть любой смесью вышеупомянутых соединений.

В одном варианте осуществления связующая композиция согласно настоящему изобретению содержит компонент (ii) в количестве от 1 до 50 масс.%, таком как от 4 до 20 масс.%, таком как от 6 до 12 масс.%, в расчете на сухую массу компонента (i).

В одном варианте осуществления компонент (ii) находится в виде одного или более сшивающих агентов, выбранных из

- β -гидроксиалкиламидных сшивающих агентов, таких как N-(2-гидроксиизопропил)амидные сшивающие агенты, такие как N-(2-гидроксиэтил)амидные сшивающие агенты, такие как N-(2-гидроксиэтил)адипамидные сшивающие агенты, такие как N,N,N',N'-тетракис(2-гидроксиэтил)адипамид; и/или

- группы, состоящей из полифункциональных органических аминов, таких как алканоламин, диаминов, таких как гексаметилдиамин; и/или

- эпоксидных соединений, имеющих молекулярную массу более 500, таких как эпоксицированное масло на основе триглицерида жирных кислот, или один или более гибких олигомеров или полимеров, таких как полимер на основе акрила с низкой T_g, таких как полимер на основе винила с низкой T_g, такой как полиэфир с низкой T_g, которые содержат реакционноспособные функциональные группы, такие как

карбодиимидные группы, такие как ангидридные группы, такие как оксазолиновые группы, такие как аминогруппы, такие как эпоксидные группы; и/или

- одного или более сшивающих агентов в виде полифункциональных карбодиимидов, таких как алифатические полифункциональные карбодиимиды.

В одном варианте осуществления компонент (ii) содержит один или более сшивающих агентов, выбранных из:

- β -гидроксиалкиламидных сшивающих агентов, таких как N-(2-гидроксиизопропил)амидные сшивающие агенты, таких как N-(2-гидроксиэтил)амидные сшивающие агенты, таких как N-(2-гидроксиэтил)адипамидные сшивающие агенты, таких как N,N,N',N'-тетракис(2-гидроксиэтил)адипамид.

В одном варианте осуществления компонент (ii) включает компонент (ii) в количестве от 2 до 90 масс.%, таком как от 6 до 60 масс.%, таком как от 10 до 40 масс.%, таком как от 25 до 40 масс.%, в расчете на сухую массу компонента (i).

Компонент (iii)

Необязательный компонент (iii) представлен в виде одного или более пластификаторов.

В одном варианте осуществления компонент (iii) находится в виде одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из полиолов, таких как углеводы, гидрогенизированных сахаров, таких как сорбитол, эритритол, глицерина, моноэтиленгликоля, полиэтиленгликолей, эфиров полиэтиленгликоля, простых полиэфиров, фталатов и/или кислот, таких как адипиновая кислота, ванилиновая кислота, молочная кислота и/или феруловая кислота, акриловых полимеров, поливинилового спирта, полиуретановых дисперсий, этиленкарбоната, пропиленкарбоната, лактонов, лактамов, лактидов, полимеров на основе акрила со свободными карбоксильными группами и/или полиуретановых дисперсий со свободными карбоксильными группами, полиамидов, амидов, таких как карбамид/мочевина, или любых их смесей.

В одном варианте осуществления компонент (iii) находится в виде одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из карбонатов, таких как этиленкарбонат, пропиленкарбонат, лактонов, лактамов, лактидов, соединений со структурой, сходной с лигнином, таких как ванилин, ацетосирингон, растворителей, используемых в качестве коалесцирующих агентов, таких как спиртовые эфиры, поливиниловый спирт.

В одном варианте осуществления компонент (iii) находится в форме одного или более не-реакционноспособных пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из полиэтиленгликолей, простых эфиров полиэтиленгликоля, полиэфиров,

гидрогенизированных сахаров, фталатов и/или других сложных эфиров, растворителей, используемых в качестве коалесцирующих агентов, таких как спиртовые эфиры, акриловые полимеры, поливиниловый спирт.

В одном варианте осуществления компонент (iii) представляет собой один или более 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 ванильная кислота, и/или феруловая кислота, полиуретановых дисперсий, полимеров на основе акрила со свободными карбоксильными группами, соединений со структурой, сходной с лигнином, таких как ванилин, ацетосирингон.

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

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

Другим особым удивительным аспектом настоящего изобретения является то, что использование пластификаторов, имеющих температуру кипения более 100°C, в частности от 140 до 250°C, значительно улучшает механические свойства продуктов из минерального волокна в соответствии с настоящим изобретением, хотя, учитывая их температуру кипения, вероятно, что эти пластификаторы по меньшей мере частично испарятся во время отверждения связующих, находящихся в контакте с минеральными волокнами.

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

Полагают, что эффективность этих пластификаторов в связующей композиции согласно настоящему изобретению связана с эффектом увеличения подвижности лигнинов в процессе отверждения. Считается, что повышенная подвижность лигнинов в процессе отверждения способствует эффективному сшиванию.

В одном варианте осуществления компонент (iii) содержит один или более полиэтиленгликолей, имеющих среднюю молекулярную массу 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.

В одном варианте осуществления компонент (iii) содержит один или более полиэтиленгликолей, имеющих среднюю молекулярную массу от 4000 до 25000 г/моль, в частности от 4000 до 15000 г/моль, более конкретно от 8000 до 12000 г/моль.

В одном варианте осуществления компонент (iii) способен формировать ковалентные связи с компонентом (i) и/или компонентом (ii) в процессе отверждения. Такой компонент не будет испаряться и останется частью композиции, но будет эффективно изменен, чтобы не вызывать нежелательных побочных эффектов, таких как поглощение воды отвержденным продуктом. Неограничивающими примерами такого компонента являются капролактон и полимеры на основе акрила со свободными карбоксильными группами.

В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из группы, состоящей из жирных спиртов, моногидроксиспиртов, 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.

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

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.

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, таких как алкилсульфонаты, фосфатов, таких как триполифосфаты; таких как трибутилфосфаты.

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

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 таллового масла.

В одном варианте осуществления компонент (iii) выбран из одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из четвертичных аммониевых соединений, таких как триметилглицин, дистеарилдиметиламмоний хлорид.

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) находится в виде таллового масла.

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

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

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.

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

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

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

Неожиданно было обнаружено, что включение пластификаторов в связующие композиции по настоящему изобретению значительно улучшает механические свойства продуктов из минерального волокна согласно настоящему изобретению.

Термин «пластификатор» относится к веществу, которое добавляют в материал для того, чтобы сделать материал более мягким, гибким (за счет снижения температуры стеклования T_g) и более легким в обработке.

Компонент (iii) также может быть любой смесью вышеупомянутых соединений.

В одном варианте осуществления компонент (iii) присутствует в количестве от 0,5 до 60, предпочтительно от 2,5 до 25, более предпочтительно от 3 до 15 масс.%, в расчете

на сухую массу компонента (i).

В одном варианте осуществления компонент (iii) присутствует в количестве от 0,5 до 60, предпочтительно от 2,5 до 25, более предпочтительно от 3 до 15 масс.%, в расчете на сухую массу компонентов (i), (ii) и (iii).

Продукт из минерального волокна, содержащий минеральные волокна, находящиеся в контакте со связующим, образованным в результате отверждения связующей композиции, содержащей компоненты (i) и (iia)

В одном варианте осуществления настоящее изобретение относится к продукту из минерального волокна, содержащему минеральные волокна, находящиеся в контакте со связующим, образованным в результате отверждения связующей композиции для минеральных волокон, содержащей:

- компонент (i) в виде одного или более лигносульфонатных лигнинов, имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г, такое как от 0,03 до 1,4 ммоль/г, такое как от 0,075 до 2,0 ммоль/г, такое как от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов;

- компонент (iia) в виде одного или более модификаторов, предпочтительно при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающий агент, выбранный из

- эпоксидных соединений, имеющих молекулярную массу M_w 500 или менее, и/или при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего агента, выбранного из

- карбонильных соединений, выбранных из альдегидов, карбонильных соединений формулы $R-[C(O)R_1]_x$, в которых:

R представляет собой насыщенный или ненасыщенный и линейный, разветвленный или циклический углеводородный радикал, включающий одно или более ароматических ядер, которые состоят из 5 или 6 атомов углерода, включающий один или более ароматических гетероциклов, содержащих 4 или 5 атомов углерода и атом кислорода, азота или серы, причем радикал R может содержать другие функциональные группы;

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

x составляет от 1 до 10,

и/или при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего агента, выбранного из

- полиаминов,

и/или при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего

агента, выбранного из

- моно- и олигосахаридов.

Авторы настоящего изобретения обнаружили, что превосходные связующие свойства также могут быть достигнуты с помощью двухкомпонентной системы, которая содержит компонент (i) в виде одного или более лигносульфонатных лигнинов, имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г, такое как от 0,03 до 1,4 ммоль/г, такое как 0,075 до 2,0 ммоль/г, такое как от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов; и компонент (iia) в виде одного или более модификаторов, и при необходимости любой из других компонентов, упомянутых выше и ниже.

В одном варианте осуществления компонент (iia) представляет собой модификатор в виде одного или более соединений, выбранных из группы, состоящей из эпоксидных соединений, имеющих молекулярную массу более 500, таких как эпоксирированное масло на основе триглицерида жирных кислот, или один или более гибких олигомеров или полимеров, таких как полимер на акриловой основе с низкой Tg, такой как полимер на основе винила с низкой Tg, такой как полиэфир с низкой Tg, которые содержат реакционноспособные функциональные группы, такие как карбодиимидные группы, такие как ангидридные группы, такие как оксазолиновые группы, такие как аминогруппы, такие как эпоксидные группы, такие как β -гидроксиалкиламидные группы.

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

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

Компонент (iia) также может быть любой смесью вышеупомянутых соединений.

Не желая быть связанными какой-либо конкретной теорией, авторы настоящего изобретения полагают, что превосходные связующие свойства, достигаемые связующей композицией для минеральных волокон, содержащей компоненты (i) и (iia) и необязательные дополнительные компоненты, по меньшей мере частично обусловлены тем эффектом, что модификаторы, используемые в качестве компонентов (iia), по меньшей мере частично выполняют функцию пластификатора и сшивающего агента.

В одном варианте осуществления связующая композиция содержит компонент (iia) в количестве от 1 до 40 масс.%, таком как от 4 до 20 масс.%, таком как от 6 до 12 масс.%, в расчете на сухую массу компонента (i).

Дополнительные компоненты

В некоторых вариантах осуществления продукт из минерального волокна по настоящему изобретению содержит минеральные волокна, находящиеся в контакте со связующим, образованным в результате отверждения связующей композиции, которая содержит дополнительные компоненты.

В одном варианте осуществления связующая композиция содержит катализатор, выбранный из неорганических кислот, таких как серная кислота, сульфаминовая кислота, азотная кислота, борная кислота, гипофосфористая кислота и/или фосфорная кислота, и/или любые их соли, такие как гипофосфит натрия, и/или соли аммония, 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 позволяет улучшить свойства отверждения связующей композиции согласно настоящему изобретению.

В одном варианте осуществления связующая композиция содержит катализатор, выбранный из кислот Льюиса, который может принимать электронную пару от донорного соединения, образующего аддукт Льюиса, такой как $ZnCl_2$, $Mg(ClO_4)_2$, $Sn[N(SO_2-n-C_8F_{17})_2]_4$.

В одном варианте осуществления связующая композиция 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 этиламинный комплекс BF_3 .

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

В одном варианте осуществления связующая композиция содержит катализатор, выбранный из хелатирующих агентов, таких как переходные металлы, такие как ионы железа, ионы хрома, ионы марганца, ионы меди и/или из пероксидов, таких как органические пероксиды, такие как дикумилпероксид.

В одном варианте осуществления связующая композиция по настоящему изобретению содержит катализатор, выбранный из фосфитов, таких как алкилфосфиты, таких как арилфосфиты, таких как трифенилфосфит.

В одном варианте осуществления связующая композиция по настоящему изобретению содержит катализатор, выбранный из группы третичных аминов, таких как трис-2,4,6-диметиламинометилфенол.

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

В одном варианте осуществления связующая композиция содержит дополнительный компонент (iv) в виде одного или более агентов сочетания, таких как органофункциональные силаны.

В одном варианте осуществления компонент (iv) выбран из группы, состоящей из органофункциональных силанов, таких как первичные или вторичные аминофункционализованные силаны, эпоксидно-функционализованные силаны, такие как полимерные или олигомерные эпоксидно-функционализованные силаны, функционализованные метакрилатом силаны, алкил- и арил-функционализованные силаны, функционализованные мочевиной силаны или винил-функционализованные силаны.

В одном варианте осуществления связующая композиция дополнительно содержит компонент (v) в виде 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)₂, такие как Mg(OH)₂, таких как амины или любые их соли.

В одном варианте осуществления связующая композиция дополнительно содержит дополнительный компонент в виде мочевины, в частности, в количестве от 5 до 40 масс.%, таком как от 10 до 30 масс.%, от 15 до 25 масс.%, в расчете на сухую массу компонента (i).

В одном варианте осуществления связующая композиция также содержит дополнительный компонент в виде одного или более углеводов, выбранных из группы, состоящей из сахарозы, восстанавливающих 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 от 30 до менее 100, таким как от DE = 60 до менее 100, таким как DE = 60-99, таким как DE = 85-99, таким как DE = 95-99.

В одном варианте осуществления связующая композиция дополнительно содержит дополнительный компонент в виде одного или более углеводов, выбранных из группы, состоящей из сахарозы и восстанавливающих сахаров, в количестве от 5 до 50 масс.%, таком как от 5 до менее 50 масс.%, таком как от 10 до 40 масс.%, таком как от 15 до 30 масс.% в расчете на сухую массу компонента (i).

В одном варианте осуществления продукт из минерального волокна согласно настоящему изобретению содержит минеральные волокна, находящиеся в контакте со

связующей композицией, содержащей дополнительный компонент в виде одной или более силиконовых смол.

В одном варианте осуществления связующая композиция согласно настоящему изобретению содержит дополнительный компонент (vi) в виде одного или более реакционноспособных или нереакционноспособных силиконов.

В одном варианте осуществления компонент (vi) выбран из группы, состоящей из силикона, включающего основную цепь, образованную из органосилоксановых остатков, особенно дифенилсилоксановых остатков, алкилсилоксановых остатков, предпочтительно диметилсилоксановых остатков, содержащих по меньшей мере одну гидроксильную, карбоксильную или ангидридную, аминную, эпоксидную или виниловую функциональную группу, способную вступать в реакцию с по меньшей мере одним из компонентов связующей композиции, и предпочтительно присутствует в количестве 0,025-15 масс.%, предпочтительно от 0,1 до 10 масс.%, более предпочтительно 0,3-8 масс.%, в расчете на твердое вещество связующего.

В одном варианте осуществления продукт из минерального волокна не содержит окисленного аммонием лигнина (AOL).

В одном варианте осуществления продукт из минерального волокна согласно настоящему изобретению содержит минеральные волокна, находящиеся в контакте со связующей композицией, содержащей дополнительный компонент в виде одного или более минеральных масел.

В контексте настоящего изобретения связующая композиция, имеющая содержание сахара 50 масс.% или более, в расчете на общую сухую массу связующих компонентов, считается связующим на основе сахара. В контексте настоящего изобретения связующая композиция, имеющая содержание сахара менее 50 масс.%, в расчете на общую сухую массу связующих компонентов, считается связующим на не-сахарной основе.

В одном варианте осуществления связующая композиция также содержит дополнительный компонент в виде одного или более поверхностно-активных веществ, которые находятся в виде неионных и/или ионных эмульгаторов, таких как полиоксиэтилен (4) лауриловый эфир, таких как соевый лецитин, таких как додецилсульфат натрия.

Применение сульфонированных продуктов на основе лигнина в связующих может привести к увеличению гидрофильности некоторых связующих и конечных продуктов, что означает необходимость добавления одного или более гидрофобизирующих агентов, таких как одно или более минеральных масел, таких как одно или более силиконовых масел, таких как одна или более силиконовых смол.

В одном варианте осуществления водная связующая композиция состоит по существу из:

- компонента (i) в форме одного или более лигносульфонатных лигнинов, имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г, такое как от 0,03 до 1,4 ммоль/г, такое как от 0,075 до 2,0 ммоль/г, такое как от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов, и/или
- компонента (ii) в виде одного или более сшивающих агентов;
- компонента (iii) в виде одного или более пластификаторов;
- компонента (iv) в виде одного или более агентов сочетания, таких как органофункциональные силаны;
- необязательно компонента в виде 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)₂, такие как Mg(OH)₂, таких как амины или любые их соли;
- необязательно компонента в виде мочевины;
- необязательно компонента в виде более реакционноспособных или не-реакционноспособных силиконов;
- необязательно углеводородного масла;
- необязательно одного или более поверхностно-активных агентов;
- воды.

В одном варианте осуществления водная связующая композиция состоит по существу из:

- компонента (i) в виде одного или более лигносульфонатных лигнинов, имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г, такое как от 0,03 до 1,4 ммоль/г, такое как от 0,075 до 2,0 ммоль/г, такое как от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов, и/или
- компонента (ii) в виде одного или более сшивающих агентов;
- компонента (iv) в виде одного или более агентов сочетания, таких как органофункциональные силаны;
- необязательно компонента в виде 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)₂, такие как Mg(OH)₂, таких как амины или любые их соли;

- необязательно компонента в виде мочевины;
- необязательно компонента в виде более реакционноспособных или не-реакционноспособных силиконов;
- необязательно углеводородного масла;
- необязательно одного или более поверхностно-активных агентов;
- воды.

Авторы настоящего изобретения неожиданно обнаружили, что продукты из минерального волокна, содержащие минеральные волокна, находящиеся в контакте со связующим, образованным в результате отверждения водной связующей композиции, как это описано выше, обладают очень высокой стабильностью как сразу после изготовления, так и после выдержки.

Кроме того, авторы настоящего изобретения обнаружили, что еще более высокая стабильность продукта может быть получена при использовании температуры отверждения $>230^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, в одном варианте осуществления настоящее изобретение направлено на продукт из минерального волокна, содержащий минеральные волокна, находящиеся в контакте со связующим, полученным в результате отверждения водной связующей композиции, как это описано выше, где используют температуру отверждения $>230^{\circ}\text{C}$.

Авторы настоящего изобретения также обнаружили, что стабильность продукта из минерального волокна может быть дополнительно повышена следующими мерами:

- меньшая производительность линии, что означает более длительное время отверждения;
- добавление силиконовых смол;
- добавление большого количества сшивающего агента;
- добавление комбинации из двух или более различных сшивающих агентов;
- добавление небольших количеств катионных соединений, таких как ионы поливалентных металлов, таких как кальций, и/или органических катионных соединений, таких как амины и/или органически модифицированные неорганические соединения, такие как модифицированные аминами монтмориллонитовые глины.

Способ получения продукта из минерального волокна

Продукт из минерального волокна по настоящему изобретению получают обычным способом получения продукта из минерального волокна путем связывания минеральных волокон со связующей композицией. Соответственно, продукт из минерального волокна по настоящему изобретению предпочтительно получают способом, который включает

стадии обеспечения контакта минеральных волокон с неотвержденной и предпочтительно водной связующей композицией, содержащей один или более лигносульфонатных лигнинов. В предпочтительном варианте осуществления неотвержденная и предпочтительно водная связующая композиция содержит:

- компонент (i) в виде одного или более лигносульфонатных лигнинов, имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г, такое как от 0,03 до 1,4 ммоль/г, такое как от 0,075 до 2,0 ммоль/г, такое как от 0,075 до 1,4 ммоль/г, в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов;

- необязательно компонент (ii) в виде одного или более сшивающих агентов;

- необязательно компонент (iii) в виде одного или более пластификаторов;

предпочтительно при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего агента, выбранного из

- эпоксидных соединений с молекулярной массой MW 500 или менее,

и/или

при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего агента, выбранного из

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

в которой:

R представляет собой насыщенный или ненасыщенный и линейный, разветвленный или циклический углеводородный радикал, включающий одно или более ароматических ядер, которые состоят из 5 или 6 атомов углерода; включающий один или более ароматических гетероциклов, содержащих 4 или 5 атомов углерода и атом кислорода, азота или серы, причем радикал R может содержать другие функциональные группы,

R₁ представляет собой атом водорода или C₁-C₁₀ алкильный радикал, а

x составляет от 1 до 10,

и/или

при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего агента, выбранного из

- полиаминов,

и/или

при условии, что водная связующая композиция не содержит сшивающего агента, выбранного из

- моно- и олигосахаридов.

Отверждение

Неотвержденная связующая композиция в предшественнике продукта из минерального волокна, таком как полотно, в котором минеральные волокна находятся в контакте со связующей композицией, отверждается в результате химической и/или физической реакции компонентов связующего.

В одном варианте осуществления отверждение происходит в устройстве для отверждения.

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

В одном варианте осуществления отверждение происходит в обычной печи для отверждения минеральной ваты, работающей при температуре от 150 до 300°C, такой как от 170 до 270°C, такой как от 180 до 250°C, такой как от 190 до 230°C.

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

Процесс отверждения может начаться сразу после нанесения связующего на волокна. Отверждение определяется как процесс, посредством которого связующая композиция подвергается физической и/или химической реакции, которая в случае химической реакции обычно увеличивает молекулярную массу соединений в связующей композиции и, таким образом, увеличивает вязкость связующей композиции, обычно до тех пор, пока связующая композиция не достигнет твердого состояния.

В одном варианте осуществления процесс отверждения включает сушку под давлением. Давление может быть приложено путем продувки воздуха или газа через смесь минеральных волокон и связующего агента или поверх нее.

Продукт из минерального волокна согласно настоящему изобретению

Настоящее изобретение относится к продукту из минерального волокна, содержащему минеральные волокна, находящиеся в контакте с отвержденной связующей композицией, как описано выше, т.е. в контакте с отвержденным связующим, полученным в результате отверждения связующей композиции, предпочтительно водной связующей композиции, описанной выше.

Используемые минеральные волокна могут быть любыми из искусственных стекловидных волокон (ММVF), стеклянных волокон, керамических волокон, базальтовых волокон, шлаковых волокон, волокон из горных пород, каменных волокон и других. Эти волокна могут присутствовать в виде продукта из минеральной ваты, например, такого как продукт из каменной ваты.

Композиция волокна/расплава

Искусственные стекловидные волокна (ММVF) могут иметь любой подходящий

оксидный состав. Волокна могут быть стеклянными волокнами, керамическими волокнами, базальтовыми волокнами, шлаковыми волокнами или каменными волокнами. Волокна предпочтительно относятся к типам, обычно известным как волокна горных пород, каменные или шлаковые волокна, наиболее предпочтительно каменные волокна.

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

SiO_2 : от 30 до 51

Al_2O_3 : от 12 до 30

CaO : от 8 до 30

MgO : от 2 до 25

FeO (включая Fe_2O_3): от 2 до 15

$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$: не более 10

$\text{CaO}+\text{MgO}$: от 10 до 30

В предпочтительных вариантах осуществления ММVF имеет следующие уровни элементов, рассчитанные в виде оксидов в масс. %:

SiO_2 : по меньшей мере 30, 32, 35 или 37; не более 51, 48, 45 или 43

Al_2O_3 : 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 (включая Fe_2O_3): по меньшей мере 4 или 5; не более 15, 12 или 10

$\text{FeO}+\text{MgO}$: по меньшей мере 10, 12 или 15; не более 30, 25 или 20

$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$: ноль или по меньшей мере 1; не более 10

$\text{CaO}+\text{MgO}$: по меньшей мере 10 или 15; не более 30 или 25

TiO_2 : ноль или по меньшей мере 1; не более 6, 4 или 2

TiO_2+FeO : по меньшей мере 4 или 6; не более 18 или 12

V_2O_5 : ноль или по меньшей мере 1; не более 5 или 3

P_2O_5 : ноль или по меньшей мере 1; не более 8 или 5

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

ММVF, полученные способом по изобретению, предпочтительно имеют состав в масс. %:

SiO_2 от 35 до 50

Al_2O_3 от 12 до 30

TiO_2 до 2

Fe_2O_3 от 3 до 12

CaO от 5 до 30

MgO до 15

Na_2O от 0 до 15

K_2O от 0 до 15

P_2O_5 до 3

MnO до 3

B_2O_3 до 3

Другой предпочтительный состав для MMVF является следующим в масс. %:

SiO_2 39-55%, предпочтительно 39-52%

Al_2O_3 16-27%, предпочтительно 16-26%

CaO 6-20%, предпочтительно 8-18%

MgO 1-5%, предпочтительно 1-4,9%

Na_2O 0-15%, предпочтительно 2-12%

K_2O 0-15%, предпочтительно 2-12%

R_2O ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) 10-14,7%, предпочтительно 10-13,5%

P_2O_5 0-3%, предпочтительно 0-2%

Fe_2O_3 (общее количество железа) 3-15%, предпочтительно 3,2-8%

B_2O_3 0-2%, предпочтительно 0-1%

TiO_2 0-2%, предпочтительно 0,4-1%

Другие 0-2,0%.

Стекловолоконное волокно обычно содержит следующие оксиды, в процентах по массе:

SiO_2 : от 50 до 70

Al_2O_3 : от 10 до 30

CaO : не более 27

MgO : не более 12

Стекловолоконное волокно также может содержать следующие оксиды, в процентах по массе:

$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$: от 8 до 18, в частности, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ больше, чем $\text{CaO} + \text{MgO}$ B_2O_3 : от 3 до 12.

Некоторые композиции из стекловолоконного волокна могут содержать Al_2O_3 : менее 2%.

Подходящие методы формирования волокон и последующие стадии производства для получения продукта из минерального волокна являются общепринятыми в данной области техники. Как правило, связующее распыляют сразу после фибриллирования минерального расплава на переносимые в воздухе минеральные волокна. Неотвержденную и предпочтительно водную связующую композицию обычно наносят в количестве от 0,1 до 18%, предпочтительно от 0,2 до 8% по массе, от связанного продукта из минерального волокна на сухой основе.

Полотно из минерального волокна, покрытое распылением, обычно отверждают в печи для отверждения с помощью потока горячего воздуха. Поток горячего воздуха может подаваться в полотно из минерального волокна снизу, или сверху, или с чередующихся направлений в отдельных зонах по длине печи для отверждения.

Обычно печь для отверждения работает при температуре примерно от 150°C до 300°C, такой как от 170 до 270°C, такой как от 180 до 250°C, такой как от 190 до 230°C. Как правило, время пребывания в печи для отверждения составляет от 30 секунд до 20 минут, например, от 1 до 15 минут, например, от 2 до 10 минут, в зависимости, например, от плотности продукта.

При необходимости полотно из минерального волокна перед отверждением может быть подвергнуто процессу придания формы. Продукт из связанного минерального волокна, выходящий из печи для отверждения, может быть нарезан до желаемого формата, например, в виде мягкой плиты.

В предпочтительном варианте продукт из минерального волокна согласно настоящему изобретению является теплоизоляционным продуктом. Продукт из минерального волокна предпочтительно имеет форму предварительно сформированной секции трубы, проволочного мата или плиты.

В предпочтительном варианте осуществления продукт из минерального волокна согласно настоящему изобретению имеет толщину в диапазоне от 20 мм до 500 мм или от 25 мм до 300 мм, предпочтительно от 30 мм до 300 мм, такую как от 50 мм до 150 мм, при этом в целом продукт из минерального волокна имеет форму листа.

Продукты из минерального волокна в соответствии с настоящим изобретением обычно имеют плотность в диапазоне от 6 до 250 кг/м³, предпочтительно от 20 до 200 кг/м³. Продукты из минерального волокна обычно имеют потери при прокаливании (LOI) в диапазоне от 0,3 до 18,0%, предпочтительно от 0,5 до 8,0%. В предпочтительном варианте осуществления продукт из минерального волокна имеет потерю при прокаливании (LOI) от 0,25 до 8,0% или от 0,3 до 8,0%, более предпочтительно от 0,25 до 6,0%.

Применение продукта из минерального волокна в соответствии с настоящим изобретением

Применение продукта из минерального волокна в соответствии с настоящим изобретением направлено на использование при высоких температурах. Использование при высоких температурах в данном случае означает применение продукта из минерального волокна при температуре по меньшей мере 300°C, предпочтительно по меньшей мере 400°C, такой как по меньшей мере 450°C и/или до 700°C.

Соответственно, изобретение также относится к применению продукта из минеральных волокон, содержащего минеральные волокна, связанные отвержденной связующей композицией, причем неотвержденная связующая композиция содержит один или более лигносульфонатных лигнинов, при температуре по меньшей мере 300°C, предпочтительно по меньшей мере 400°C, такой как по меньшей мере 450°C. В целом, применение в соответствии с изобретением осуществляют при температуре не более 700°C, предпочтительно не более 650°C.

В общем, предпочтительно при нагревании продукта из минерального волокна до температуры 600°C в отходящем газе выделяется менее 2000 мкг изоциановой кислоты (ICA) на грамм образца, более предпочтительно менее 1000 мкг изоциановой кислоты (ICA) на грамм образца, например, менее 750 мкг изоциановой кислоты (ICA) на грамм образца, например, менее 600 мкг изоциановой кислоты (ICA) на грамм образца. Способ определения общей эмиссии ICA описан ниже.

В предпочтительном варианте применения по изобретению продукт из минерального волокна используют в качестве теплоизоляционного продукта, более предпочтительно в качестве теплоизоляции труб.

В соответствии с применением по изобретению предпочтительно трубу эксплуатируют при высоких рабочих температурах, составляющих по меньшей мере 300°C, предпочтительно по меньшей мере 400°C, таких как по меньшей мере 450°C. Как правило, температура составляет не более 700°C, предпочтительно не более 650°C.

Предпочтительно труба представляет собой металлическую трубу. В частности, трубу используют для транспортировки среды, такой как газ, водяной пар или жидкость. Среда, транспортируемая по трубе, обычно является высокотемпературной средой, имеющей минимальную рабочую температуру, описанную выше.

Продукт из минерального волокна для применения в соответствии с изобретением может обладать всеми признаками, которые были описаны выше для продукта из минерального волокна по изобретению, так что на него делается ссылка.

Способ транспортировки среды согласно настоящему изобретению

Изобретение также относится к способу транспортировки среды, включающему стадии, на которых:

а) покрывают трубу продуктом из минерального волокна в качестве теплоизоляции трубы, и

б) осуществляют транспортировку среды через указанную трубу,

при этом продукт из минерального волокна содержит минеральные волокна, связанные отвержденной связующей композицией, при этом неотвержденная связующая

композиция содержит один или более лигносульфонатных лигнинов.

В общем, предпочтительно при нагревании продукта из минерального волокна до температуры 600°C в отходящем газе выделяется менее 2000 мкг изоциановой кислоты (ICA) на грамм образца, например, менее 1000 мкг изоциановой кислоты (ICA) на грамм образца, например, менее 750 мкг изоциановой кислоты (ICA) на грамм образца, например, менее 600 мкг изоциановой кислоты (ICA) на грамм образца. Способ определения общей эмиссии ICA описан ниже.

В предпочтительном варианте осуществления транспортируемая среда имеет температуру по меньшей мере 300°C, предпочтительно по меньшей мере 400°C, например, по меньшей мере 450°C. Предпочтительно температура составляет не более 700°C, предпочтительно не более 650°C.

Среда, транспортируемая по трубе, может быть, например, газом, водяным паром или жидкостью.

Продукт из минерального волокна, используемый в способе согласно изобретению, может обладать всеми признаками, которые были описаны выше для продукта из минерального волокна по изобретению, так что на него делается ссылка.

Труба с теплоизоляцией согласно настоящему изобретению

Изобретение также относится к трубе, покрытой или обернутой продуктом из минерального волокна в качестве теплоизоляции, причем продукт из минерального волокна содержит минеральные волокна, связанные отвержденной связующей композицией, при этом неотвержденная связующая композиция содержит один или более лигносульфонатных лигнинов.

В общем, предпочтительно при нагревании продукта из минерального волокна до температуры 600°C в отходящем газе выделяется менее 2000 мкг изоциановой кислоты (ICA) на грамм образца, например, менее 1000 мкг изоциановой кислоты (ICA) на грамм образца, например, менее 750 мкг изоциановой кислоты (ICA) на грамм образца, например, менее 600 мкг изоциановой кислоты (ICA) на грамм образца. Способ определения общей эмиссии ICA описан ниже.

Продукт из минерального волокна для покрытия трубы в соответствии с изобретением может обладать всеми признаками, которые были описаны выше для продукта из минерального волокна по изобретению, так что на него делается ссылка.

Примеры

Определение содержания твердых веществ (потеря при прокаливании (LOI))

Количество органического материала (потеря при прокаливании) определяют как потерю массы образца, полученную в результате сжигания органического материала,

измеренную при температуре 590°C. Обычно органическим материалом является связующее и пропитывающее масло. Анализ выполняют в соответствии с требованиями стандарта EN 13820:2003. Содержание связующего принимают за LOI. Связующее включает масло и другие связующие добавки, если таковые имеются.

Определение максимальной рабочей температуры

Максимальная рабочая температура продуктов из минерального волокна была определена в соответствии с испытанием на максимальную рабочую температуру по стандарту EN 14706:2012.

Определение содержания твердых веществ в связующем

Содержание связующего после отверждения называется «твердыми веществами связующего».

Образцы каменной ваты в виде диска (диаметр: 5 см; высота: 1 см) вырезали из каменной ваты и подвергали термообработке при температуре 580°C в течение по меньшей мере 30 минут для удаления всей органики. Содержание твердых веществ в связующей смеси измеряли путем распределения пробы связующей смеси (приблизительно 2 г) на подвергнутый тепловой обработке диск из каменной ваты в контейнере из оловянной фольги. Массу контейнера из оловянной фольги, содержащего диск из каменной ваты, определяли до и непосредственно после добавления связующей смеси. Были изготовлены два таких диска из каменной ваты, заполненных связующей смесью, в контейнерах из оловянной фольги, и затем их нагревали при 200°C в течение 1 часа. После охлаждения и хранения при комнатной температуре в течение 10 минут образцы взвешивали и рассчитывали содержание твердых веществ связующего как среднее значение двух результатов.

Если не указано иное, были использованы следующие реагенты в том виде, в каком они были получены:

Лигносульфонат:

Лигносульфонаты поставлялись компаниями Borregaard, Норвегия, и LignoTech, Флорида, в виде жидкостей с содержанием твердых веществ приблизительно 50%.

PEG 200: поставлен компанией Sigma-Aldrich и для простоты считается безводным, и был использован как таковой.

Primid XL552: гидроксикаламидный сшивающий агент, поставляемый компанией EMS-CHEMIE AG

Momentive VS142: Silquest® VS-142 представляет собой водный олигомерный аминосилан, поставляемый компанией Momentive.

Сравнительный пример 1

Смесь с содержанием 75,1% водного глюкозного сиропа (19,98 кг; таким образом, фактически 15,0 кг глюкозного сиропа), 50% водного раствора гипофосфорной кислоты (0,60 кг; таким образом, фактически 0,30 кг; 4,55 моль гипофосфорной кислоты) и сульфаминовой кислоты (0,45 кг; 4,63 моль) в воде (30,0 кг) перемешивали при комнатной температуре до получения прозрачного раствора. 28% водный раствор аммиака (0,80 кг; таким образом, фактически 0,22 кг; 13,15 моль аммиака) затем добавляли по каплям до достижения $\text{pH} = 7,9$. Затем измеряли содержание твердых веществ связующего (21,2%). Чтобы получить подходящую связующую композицию (15% раствор твердых веществ связующего, 0,5% силана от твердых веществ связующего), связующую смесь разбавляли водой (0,403 кг/кг связующей смеси) и 10% водным силаном (0,011 кг/кг связующей смеси, Momentive VS-142). Конечная связующая смесь имела $\text{pH} = 7,9$.

Были приготовлены продукты из минерального волокна с толщиной 100 мм, плотностью 145 кг/м^3 и значением LOI 2,5%. Использовали общепринятый способ получения продукта из минерального волокна, изложенный в описании выше.

Полученный продукт из минерального волокна был испытан, как описано в Протоколе I. Результаты приведены в Таблице A ниже.

В следующих примерах было приготовлено несколько продуктов из минеральной ваты, содержащих связующие, которые подпадают под определение настоящего изобретения, и проведено сравнение с продуктами из минеральной ваты, содержащими связующие в соответствии с предшествующим уровнем техники.

Указания в процентах (%) относятся к массовым процентам, если не указано иное.

Следующие свойства были определены для продуктов из минеральной ваты, содержащих связующие в соответствии с настоящим изобретением, и продуктов из минеральной ваты, содержащих связующие в соответствии с предшествующим уровнем техники, соответственно:

Определение эмиссии изоциановой кислоты (ICA)

Общее количество ICA, выделившейся в отходящем газе из продукта из минерального волокна, содержащего отвержденную связующую композицию, может быть измерено в соответствии со следующим Протоколом I. Тот же протокол I может быть использован для анализа общего количества выделяемого HCN.

Протокол I

Образцы продуктов из минеральной ваты были проанализированы с помощью термических испытаний. Система термического тестирования состоит из трубчатой печи с регулируемой температурой, снабженной трубкой из кварцевого стекла, подключенной к анализатору GASMET DX4000 FTIR (инфракрасная спектроскопия с преобразованием

Фурье) с помощью тепловых транспортных трубок. Труба в трубчатой печи представляет собой кварцевую трубку (диаметр 23 мм, длина: 800 мм, толщина 2,0 мм) с коническими охватывающими стеклянными соединениями на обоих концах: NS 24/29. Использовали трубчатую печь производства Nabertherm, модель R30/500/12- B170.

Анализатор GASMET оснащен внутренним насосом, который подает требуемое количество газа для проведения надлежащего анализа газа. Трубка из кварцевого стекла открыта для окружающей среды, чтобы обеспечить поступление в анализатор требуемого количества газа-носителя вместе с выделяющимися газами из исследуемого образца.

Продукты из минеральной ваты были гомогенизированы путем дробления. Готовили навеску примерно 2 г образца и равномерно распределяли в фарфоровом тигле и загружали в кварцевую трубку при предварительно отрегулированных температурах. Текущую испытательную температуру образца контролировали с помощью термопары. В течение всего испытания воздух пропускали через трубку с расходом 3 л/мин при температуре 25°C.

Систему проверяли на герметичность и чистоту кварцевой трубки перед любым тестовым запуском путем анализа воздуха, проходящего через систему. Чистота была допустимой только в том случае, если содержание тестируемых газов составляло 0 ppm. При значениях выше 0 ppm проводили очистку кварцевой трубки.

Все точки отбора проб были повторены трижды, чтобы обеспечить высокую надежность измеренных значений.

После загрузки образца был инициирован отбор данных GASMET. Частота отбора проб была скорректирована до 30 секунд, за которой последовало приблизительно 2 секунды обработки, в результате чего средняя продолжительность каждой точки отбора проб составила 32 секунды.

Точность GASMET составляет 8 см^{-1} .

Во время сбора данных пробы подвергали мониторингу, чтобы проследить за временем выгорания всех выделяемых веществ. Сбор данных был прекращен, когда отклик от всех веществ снизился до нуля или до стабильного уровня, близкого к нулю. Пробы, собранные при 250°C и 350°C, были завершены примерно через час, в то время как пробы, собранные при 450°C и 600°C, выгорали почти до нулевых значений быстрее, иногда всего за несколько минут.

Спектры были проанализированы с помощью программного обеспечения Calcmeter, и система была предварительно откалибрована для соответствующих веществ.

Значения эмиссии каждого образца обрабатывали индивидуально путем измерения точного времени, прошедшего с момента начала эмиссии данного вещества до тех пор,

пока она не снижалась до нуля или почти до нуля.

Интегрирование под кривой выполняли путем суммирования индивидуально измеренных вкладов (аппроксимируя численное интегрирование).

Общий объем эмиссии рассчитывали с учетом массы пробы, молярного объема при 0°C, 1 атм, расхода подаваемого газа и молекулярной массы выделяемых веществ. Результат указывали в единицах измерения «микрограмм на грамм образца».

Пример:

Образец продукта при температуре 250°C, эмиссия ИСА: Среднее количество выделяемой ИСА из образца массой 1,501 г составляло 2,35 ppm в течение 34 минут, регистрируемое при расходе 3 литра в минуту. Это дает: $2,35 \text{ ppm ИСА} \times 43,03 \text{ г/моль} / 22,4 \text{ литра} \times 34 \text{ минуты} \times 3 \text{ литра/минуту} / 1,501 \text{ г} = 306 \text{ мкг/г образца}$

Сравнительный пример 2

Этот связующий агент представлял собой фенолформальдегидную смолу, модифицированную мочевиной, PUF-резол.

Фенолформальдегидную смолу получали взаимодействием 37% водного формальдегида (606 г) и фенола (189 г) в присутствии 46% водного раствора гидроксида калия (25,5 г) при температуре реакции 84°C с предшествующей скоростью нагревания приблизительно 1°C в минуту. Реакцию продолжали при 84°C до тех пор, пока кислотоустойчивость смолы не достигла 4 и большая часть фенола не была подвергнута превращению. Затем добавляли мочевины (241 г) и охлаждали смесь.

Кислотоустойчивость (АТ) выражает количество раз, когда данный объем связующего может быть разбавлен кислотой без помутнения смеси (выпадения осадка связующего). Серную кислоту используют для определения критерия остановки при производстве связующего, и кислотоустойчивость ниже 4 указывает на окончание реакции связующего.

Для измерения АТ получали титрант путем разбавления 2,5 мл концентрированной серной кислоты (>99 %) 1 литром ионообменной воды. Затем 5 мл исследуемого связующего титровали этим титрантом при комнатной температуре, поддерживая движение связующего путем встряхивания вручную; при необходимости использовали магнитную мешалку и магнитную палочку. Титрование продолжали до тех пор, пока в связующем не появится небольшое облачко, которое не исчезает при встряхивании связующего.

Кислотоустойчивость (АТ) рассчитывали путем деления количества кислоты, используемой для титрования (мл), на количество пробы (мл):

$$AT = (\text{Использованный объем титрования (мл)}) / (\text{объем пробы (мл)})$$

Используя полученную фенолформальдегидную смолу, модифицированную мочевиной, получали связующее путем добавления 25% водного аммиака (90 мл) и сульфата аммония (13,2 г), затем воды (1,30 кг).

Затем измеряли твердые вещества связующего, как описано выше, и смесь разбавляли необходимым количеством воды и силана для механических измерений.

Были изготовлены продукты из минерального волокна в виде элементов секций трубы толщиной 40 мм (внутренний диаметр 219 мм), плотностью 100 кг/м³ и значением LOI 3,5 масс.%. Использовали общепринятый способ получения продукта из минерального волокна, изложенный в описании выше.

Полученный продукт из минерального волокна был протестирован, как описано в Протоколе I. Результаты приведены в Таблице А ниже.

Пример 1

Продукт из каменной ваты был изготовлен с использованием связующего в Примере 1 при температуре печи для отверждения, установленной на 255°C.

730,0 кг лигносульфоната аммония помещали в емкость для смешивания, в которую добавляли 8,5 л NH₄OH (24,7%) и перемешивали. Затем добавляли и перемешивали 151 кг раствора Primid XL552 (предварительно приготовленный 31 масс.% раствор в воде) и 43 кг PEG 200 (100% сухих веществ) с последующим добавлением 13 кг силана (Momentive VS-142, активность 40%, 10% в воде) и 40 кг силикона (Wacker BS 1052, 12% в воде).

Связующее из этого примера использовали для получения продукта из каменной ваты высокой плотности толщиной 100 мм, плотностью 145 кг/м³, при этом указанный изоляционный элемент имел потери при прокаливании (LOI) 3,5 масс.%. Температура в печи для отверждения была установлена на 255°C.

Тепловая эмиссия Примера 1 и Сравнительных примеров 1 и 2

Продукты из минерального волокна, представленные в Примере 1 и Сравнительных примерах 1 и 2, были испытаны в отношении их характеристик эмиссии изоциановой кислоты (ICA) и HCN при температурах 250°C, 350°C, 450°C и 600°C, соответственно, согласно Протоколу I, описанному выше.

Результаты приведены в следующей Таблице А. Приведенные выходные значения представляют собой усредненные значения эмиссии отдельных веществ в мкг на грамм пробы (мкг/г образца).

Таблица А

Пример	Температура, °С	Среднее значение ИСА, мкг/г образца	Среднее значение HCN, мкг/г образца	LOI, %
Сравнительный пример 1	250	12	10	2,6
Сравнительный пример 1	350	825	131	2,6
Сравнительный пример 1	450	1036	1177	2,6
Сравнительный пример 1	600	591	438	2,6
Сравнительный пример 2	250	4169	130	3,5
Сравнительный пример 2	350	6971	980	3,5
Сравнительный пример 2	450	7331	861	3,5
Сравнительный пример 2	600	8440	526	3,5
Пример 1	250	0	176	3,5
Пример 1	350	429	626	3,5
Пример 1	450	558	465	3,5
Пример 1	600	514	345	3,5

Были получены значения эмиссии для 3 протестированных продуктов из минеральной ваты, что позволило нам ранжировать общую эмиссию от систем относительно друг друга.

Испытание на максимальную рабочую температуру Примера 1

Свойства продукта из Примера 1 были проверены в соответствии со следующим методом испытаний: Испытание на пластине при максимальной рабочей температуре; EN 14706:2012 для демонстрации термостойкости продуктов из минеральной ваты при высоких температурах. Продукт был протестирован несколько раз.

Максимальное значение рабочей температуры для Примера 1 было определено как ST(+) = 660°C ±10°C. Значение соответствует выбранной температуре испытания ST(+) = 660°C.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Продукт из минерального волокна, содержащий минеральные волокна, связанные отвержденной связующей композицией, при этом неотвержденная связующая композиция содержит один или более лигносульфонатных лигнинов, имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов, причем при нагревании продукта из минерального волокна, содержащего отвержденную связующую композицию, до температуры 600°C в отходящем газе выделяется менее 2000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца.

2. Продукт из минерального волокна по п.1, где при нагревании продукта из минерального волокна до температуры 600°C в отходящем газе выделяется менее 1000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 750 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 600 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца.

3. Продукт из минерального волокна по п.1 или п.2, который представляет собой теплоизоляционный продукт.

4. Продукт из минерального волокна по любому из предыдущих пунктов, который имеет форму предварительно сформированной секции трубы, проволочного мата или плиты.

5. Продукт из минерального волокна по любому из предыдущих пунктов, который имеет толщину в диапазоне от 20 мм до 500 мм, предпочтительно от 30 мм до 300 мм, например, от 50 мм до 150 мм.

6. Продукт из минерального волокна по любому из предыдущих пунктов, где при нагревании продукта из минерального волокна до температуры 600°C в отходящем газе выделяется менее 600 мкг HCN на грамм образца, например, менее 500 мкг HCN на грамм образца, например, менее 400 мкг HCN на грамм образца.

7. Продукт из минерального волокна по любому из предыдущих пунктов, в котором неотвержденная связующая композиция содержит:

- компонент (i) в виде одного или более лигносульфонатных лигнинов, имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов;

- компонент (ii) в виде одного или более сшивающих агентов;

- необязательно компонент (iii) в виде одного или более пластификаторов.

8. Продукт из минерального волокна по любому из предыдущих пунктов, в котором один или более лигносульфонатных лигнинов имеют содержание карбоксильной

группы от 0,03 до 1,4 ммоль/г, например, от 0,05 до 0,6 ммоль/г, в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов.

9. Продукт из минерального волокна по любому из пп.7 или 8, в котором компонент (ii) находится в виде одного или более сшивающих агентов, выбранных из:

- β -гидроксиалкиламидных сшивающих агентов, и/или
- оксазолиновых сшивающих агентов, и/или
- группы, состоящей из многофункциональных органических аминов, таких как алканоламин, диаминов, таких как гексаметилдиамин, и/или
- эпоксидных соединений, имеющих молекулярную массу более 500, таких как эпоксирированное масло на основе триглицерида жирных кислот или один или более гибких олигомеров или полимеров, таких как полимер на основе акрила с низкой Tg, таких как полимер на основе винила с низкой Tg, таких как полиэфир с низкой Tg, которые содержат реакционноспособные функциональные группы, такие как карбодиимидные группы, такие как ангидридные группы, такие как оксазолиновые группы, такие как аминокгруппы, такие как эпоксидные группы, и/или
- одного или более сшивающих агентов, выбранных из группы, состоящей из жирных аминов; и/или
- одного или более сшивающих агентов в виде жирных амидов; и/или
- одного или более сшивающих агентов, выбранных из полиэфирполиолов, таких как поликапролактон; и/или
- одного или более сшивающих агентов, выбранных из группы, состоящей из крахмала, модифицированного крахмала, карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ); и/или
- одного или более сшивающих агентов в виде полифункциональных карбодиимидов, таких как алифатические полифункциональные карбодиимиды; и/или
- одного или более сшивающих агентов, выбранных из сшивающих агентов на основе меламина, таких как сшивающие агенты на основе гексакис(метилметокси)меламина (ГМММ).

10. Продукт из минерального волокна по любому из пп.7-9, в котором компонент (ii) находится в виде одного или более сшивающих агентов, выбранных из:

- β -гидроксиалкиламидных сшивающих агентов, таких как N-(2-гидроксиизопропил)амидные сшивающие агенты, таких как N-(2-гидроксиэтил)амидные сшивающие агенты, таких как N-(2-гидроксиэтил)адипамидные сшивающие агенты, таких как N,N,N',N'-тетраакис(2-гидроксиэтил)адипамид, и/или
- группы, состоящей из полифункциональных органических аминов, таких как алканоламин, диаминов, таких как гексаметилдиамин, и/или

- эпоксидных соединений, имеющих молекулярную массу более 500, таких как эпоксидированное масло на основе триглицерида жирных кислот или один или более гибких олигомеров или полимеров, таких как полимер на основе акрила с низкой Tg, таких как полимер на основе винила с низкой Tg, таких как полиэфир с низкой Tg, которые содержат реакционноспособные функциональные группы, такие как карбодиимидные группы, такие как ангидридные группы, такие как оксазолиновые группы, такие как аминогруппы, такие как эпоксидные группы, и/или

- одного или более сшивающих агентов в форме полифункциональных карбодиимидов, таких как алифатические полифункциональные карбодиимиды.

11. Продукт из минерального волокна по любому из пп.7-10, в котором компонент (iii) содержится в неотвержденной связующей композиции в виде одного или более пластификаторов, выбранных и состоящих из:

- одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из жирных спиртов, моногидроксиспиртов, 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

- одного или более пластификаторов в виде пропиленгликолей; и/или

- одного или более пластификаторов в виде сложных эфиров гликоля; и/или

- одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из адипатов, ацетатов, бензоатов, циклобензоатов, цитратов, стеаратов, сорбатов, себакатов, азелатов, бутиратов, валератов; и/или

- 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 сульфатов, таких как алкилсульфаты, сульфонов, таких как алкиларилсульфонаты, таких как алкилсульфонаты, фосфатов, таких как триполифосфаты; и/или

- одного или более пластификаторов в виде гидроксикислот; и/или

- одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из мономерных амидов, таких как ацетамиды, бензамид, амиды жирных кислот, такие как амиды таллового масла; и/или

- одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из четвертичных аммониевых соединений, таких как триметилглицин, дистеарилдиметиламмоний хлорид; 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

- таллового масла; и/или

- одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из гидрогенизированных масел, ацелированных масел; и/или

- одного или более пластификаторов, выбранных из метиловых эфиров кислот; и/или

- одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из алкилполиглюкозидов, глюконамидов, аминоглюкозамидов, сложных эфиров сахарозы, сложных эфиров сорбитана; и/или

- одного или более пластификаторов, выбранных из группы, состоящей из полиэтиленгликолей, простых эфиров полиэтиленгликоля; и/или

- одного или более пластификаторов в форме полиолов, таких как глицерин, таких как 1,1,1-трис(гидроксиметил)пропан; и/или

- триэтанолamina.

12. Продукт из минерального волокна по любому из предыдущих пунктов, который удовлетворяет условиям для максимальной рабочей температуры, составляющей по меньшей мере 600°C, предпочтительно по меньшей мере 650°C, в соответствии с испытанием на максимальную рабочую температуру на пластине согласно EN 14706:2012.

13. Продукт из минерального волокна по любому из предыдущих пунктов, в котором общее количество ИСА, выделяющейся в отходящем газе из продукта из минерального волокна, содержащего отвержденную связующую композицию, измерено в соответствии с Протоколом I, как изложено в описании.

14. Продукт из минерального волокна по любому из предыдущих пунктов, который имеет потери при прокаливании (LOI) от 0,25 до 6,0 масс. %.

15. Применение продукта из минерального волокна, содержащего минеральные волокна, связанные отвержденной связующей композицией, причем неотвержденная связующая композиция содержит один или более лигносульфонатных лигнинов, имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов, при температуре по меньшей мере 300°C, предпочтительно в качестве теплоизоляционного продукта, при этом необязательно при

нагревании продукта из минерального волокна до температуры 600°C в отходящем газе выделяется менее 2000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 1000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 750 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 600 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца.

16. Применение по п.15, в котором продукт из минерального волокна используют в качестве теплоизоляции трубы.

17. Применение по п.15 или п.16, которое осуществляют при температуре по меньшей мере 400°C, предпочтительно по меньшей мере 450°C и/или до 700°C, или продукт из минерального волокна используют в качестве теплоизоляции трубы, и трубу эксплуатируют при высоких рабочих температурах по меньшей мере 400°C, предпочтительно по меньшей мере 450°C и/или до 700°C.

18. Применение по п.16 или п.17, в котором труба представляет собой металлическую трубу.

19. Применение по любому из пп.16-18, в котором среду, такую как газ, водяной пар или жидкость, транспортируют в трубе.

20. Применение по любому из пп.16-19, в котором продукт из минерального волокна является таким, как определено в любом из пп.1-10.

21. Способ транспортировки среды, включающий стадии, на которых:

а) покрывают трубу продуктом из минерального волокна в качестве теплоизоляции трубы; и

б) осуществляют транспортировку среды через трубу,

при этом продукт из минерального волокна содержит минеральные волокна, связанные отвержденной связующей композицией, при этом неотвержденная связующая композиция содержит один или более лигносульфонатных лигнинов, имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов, при этом необязательно при нагревании продукта из минерального волокна до температуры 600°C в отходящем газе выделяется менее 2000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 1000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 750 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 600 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца.

22. Способ по п.21, в котором транспортируемая среда имеет температуру по меньшей мере 300°C, предпочтительно по меньшей мере 400°C, например, 450°C, и/или до 700°C.

23. Способ по п.21 или п.22, в котором продукт из минерального волокна является таким, как определено в любом из пп.1-10.

24. Труба, покрытая продуктом из минерального волокна в качестве теплоизоляции, при этом продукт из минерального волокна содержит минеральные волокна, связанные отвержденной связующей композицией, при этом неотвержденная связующая композиция содержит один или более лигносульфонатных лигнинов, имеющих содержание карбоксильной группы от 0,03 до 2,0 ммоль/г в расчете на сухую массу лигносульфонатных лигнинов, при этом необязательно при нагревании продукта из минерального волокна до температуры 600°C в отходящем газе выделяется менее 2000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 1000 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 750 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца, например, менее 600 мкг изоциановой кислоты (ИСА) на грамм образца.

25. Труба по п.24, в которой продукт из минерального волокна является таким, как определено в любом из пп.1-10.

Fig. 1

