

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045128**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.10.30

(21) Номер заявки
202291006

(22) Дата подачи заявки
2020.09.23

(51) Int. Cl. **C03C 25/002** (2018.01)
C03C 25/12 (2006.01)
C03C 25/18 (2006.01)
C03C 25/36 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ВЫСУШИВАНИЯ МОКРЫХ ПАКОВОК СТЕКЛОВОЛОКОН**

(31) **19290095.9**

(32) **2019.09.27**

(33) **EP**

(43) **2022.06.24**

(86) **PCT/EP2020/076602**

(87) **WO 2021/058586 2021.04.01**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ОУЕНС КОРНИНГ
ИНТЕЛЛЕКЧУАЛ КЭПИТАЛ, ЛЛС
(US)**

(72) Изобретатель:

Рукс Этьен, Буассона Филипп (FR)

(74) Представитель:

Нагорных И.М. (RU)

(56) **FR-A-1579734
US-A1-2007154639
US-A1-2007207273
US-A-5779758
US-A-3717448**

(57) В изобретении описан способ высушивания мокрых паковок стекловолокон, причем способ включает обеспечение мокрой паковки стекловолокон, содержащей прядь из стекловолокон с водным клеем, наносимым на стекловолокна; и воздействие на мокрую паковку стекловолокон микроволнового излучения с частотой в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц.

B1

045128

045128

B1

Область техники

Настоящее изобретение относится к сушке мокрой паковки стекловолокон, в частности, к сушке мокрой паковки стекловолокон, содержащей прядь из стекловолокон с нанесенным на стекловолоконно водным клеем, например, для получения сухой паковки стекловолокон, содержащей прядь из высушенных стекловолокон.

Уровень техники

Стекловолокна получают экструдированием расплавленного стекла через фильеры, после чего волокна, экструдированные из фильер, покрывают клеем, таким как водный клей, для получения проклеенных стекловолокон. Проклеенные стекловолокна затем могут быть собраны в пряди (прядь, содержащая множество проклеенных стекловолокон). Прядь или множество прядей затем могут быть намотаны на катушку для паковки с образованием мокрой паковки стекловолокон. Водный клей стекловолокон мокрой паковки стекловолокон затем высушивается для удаления воды с образованием водного клея, а затем может быть отвержден для образования высушенной паковки стекловолокон.

Обычно мокрые паковки стекловолокон сушат с помощью горячего воздуха в печи, например, при температуре около 50-150°C в течение многих часов (например, около 20 ч). Воздействие повышенной температуры высушивает клей и может также применяться для отверждения высушенного проклеивающего состава.

В патенте США 3717448 описана микроволновая сушка проклеенных стекловолокон. Предыдущие попытки микроволновой сушки проклеенных стекловолокон проводились с применением обычных частот микроволновой сушки около 2,45 ГГц.

Сущность изобретения

В самом общем виде настоящее изобретение предусматривает способ высушивания мокрой паковки стекловолокон, содержащей прядь из стекловолокон с нанесенным на стекловолоконно водным клеем, причем способ включает воздействие на мокрую паковку стекловолокон микроволнового излучения с частотой ниже 2,45 ГГц. В вариантах осуществления микроволновое излучение имеет частоту в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц, например, около 915 МГц.

В первом аспекте настоящее изобретение предусматривает способ высушивания мокрой паковки стекловолокон, причем способ включает:

- обеспечение мокрой паковки стекловолокон, содержащей прядь из стекловолокон, причем стекловолоконно содержит водный клей; и
- воздействие на мокрую паковку стекловолокон микроволнового излучения с частотой в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц.

Авторы настоящего изобретения обнаружили, что сушка прядей из стекловолокон с помощью такого способа может обеспечить определенные преимущества, такие как более быстрое время сушки по сравнению с обычной сушкой горячим воздухом и/или улучшенное проникновение излучения в паковку по сравнению с высокочастотным микроволновым излучением. В результате высушенные пряди из стекловолокон могут иметь некоторые улучшенные свойства по сравнению, например, с обычной сушкой на воздухе, такие как улучшенная однородность их клея, улучшенный внешний вид за счет уменьшения окраски клея, улучшенная пригодность для обработки, а также улучшенные механические свойства. Авторы настоящего изобретения также обнаружили, что этот способ также позволяет применять стандартные металлические опоры (для поддержки мокрых паковок стекловолокон во время сушки).

Во втором аспекте настоящее изобретение предусматривает систему обработки мокрой паковки стекловолокон. Система обработки мокрой паковки стекловолокон может содержать:

- устройство для производства стекловолокна, содержащее фильеру для экструзии стекловолокон;
- механизм для нанесения водного проклеивающего состава на стекловолокна, экструдированные из фильеры, с образованием проклеенных стекловолокон;
- устройство для формования прядей для формирования пряди из стекловолокон из проклеенных стекловолокон;
- намоточное устройство для формирования мокрой паковки стекловолокон из пряди из стекловолокон; и
- микроволновую сушилку, выполненную для сушки мокрой паковки стекловолокон путем воздействия микроволнового излучения на мокрую паковку стекловолокон с частотой в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц.

Изобретение включает комбинацию аспектов и предпочтительных признаков, описанных в данном документе, за исключением случаев, когда такая комбинация явно недопустима или явно исключена.

Краткое описание графических материалов

Варианты осуществления и эксперименты, иллюстрирующие принципы настоящего изобретения, далее описываются со ссылкой на прилагаемые графические материалы, на которых:

- на фиг. 1 показана схема системы обработки мокрой паковки стекловолокон;
- на фиг. 2 представлен график, показывающий внутреннюю температуру полной мокрой паковки стекловолокон и частичной мокрой паковки стекловолокон, подвергнутых воздействию микроволнового излучения с частотой 915 МГц и мощностью 130 Вт/кг мокрой паковки стекловолокон течением време-

ни, и процент удаления влаги в зависимости от общего исходного веса мокрой паковки стекловолокон стечением времени;

на фиг. 3 представлен график, показывающий зависимость температуры печи от времени во время сушки и отверждения мокрых паковок стекловолокон; и

на фиг. 4 представлено схематическое изображение паковки стекловолокон.

Подробное описание сущности изобретения

Аспекты и варианты осуществления настоящего изобретения далее описываются со ссылкой на прилагаемые графические материалы. Дополнительные аспекты и варианты осуществления будут очевидны специалистам в данной области техники. Все упомянутые в настоящем тексте документы включены в него посредством ссылки.

Настоящее изобретение предусматривает способ высушивания мокрой паковки стекловолокон, причем мокрая паковка стекловолокон содержит пряжу из стекловолокон с водным клеем, наносимым на стекловолокна. В контексте настоящего документа термин "сушка" относится к снижению содержания воды в водном клее, наносимом на стекловолокна. Такие термины как "высушенная паковка стекловолокон", "высушенное(ые) стекловолокно(а)" или "высушенная пряжа из стекловолокон", относятся к мокрой паковке стекловолокон, волокну(ам) или пряжи, которые имеют сниженное содержание воды в проклеивающем составе, нанесенном на стекловолокна, по сравнению с содержанием воды в мокрой паковке, волокне(ах) или пряжи перед сушкой. Такие термины как "мокрая паковка стекловолокон", "мокрое стекловолокно(а)" или "мокрая пряжа из стекловолокон", относятся к мокрой паковке, волокну(ам) или пряжи с водным клеем, нанесенным на стекловолокна до того, как водный клей был подвергнут сушке. В некоторых вариантах осуществления термины "высушенная паковка стекловолокон", "высушенное(ые) стекловолокно(а)" или "высушенная пряжа из стекловолокон" составляют менее около 10% по массе от содержания воды в мокрой паковке, волокне(ах) или пряжи, например, менее около 5% или менее около 1% по массе содержания воды в мокрой паковке, волокне(ах) или пряжи. Термины "высушенная паковка стекловолокон", "высушенное(ые) стекловолокно(а)" или "пряжа из высушенных стекловолокон" могут относиться к паковке стекловолокон, стекловолокну(ам) или пряжи из стекловолокон, имеющим содержание воды менее около 5 мас.% паковки стекловолокон, стекловолокна(-он) или пряжи из стекловолокон, например, менее около 1 мас.%, менее около 0,5 мас.% или менее около 0,1 мас.% паковки стекловолокон, стекловолокна(-он) или пряжи из стекловолокон.

Высушивание с помощью микроволнового излучения.

Способ высушивания мокрой паковки стекловолокон включает воздействие на мокрую паковку стекловолокон микроволнового излучения с частотой менее 2,45 ГГц. В некоторых вариантах осуществления микроволновое излучение, которому подвергается мокрая паковка стекловолокон, чтобы высушить мокрую паковку стекловолокон, имеет частоту в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц, например от около 800 МГц до около 1000 МГц, от около 850 МГц до около 950 МГц, от около 875 МГц до около 950 МГц, от около 900 МГц до около 950 МГц, от около 900 МГц до около 930 МГц, от около 910 МГц до около 920 МГц или около 915 МГц. В некоторых вариантах осуществления способ высушивания мокрой паковки стекловолокон включает воздействие на мокрую паковку стекловолокон микроволнового излучения в течение периода времени по меньшей мере около 10 мин, например, по меньшей мере около 15 мин, по меньшей мере около 30 мин, по меньшей мере около 45 мин, по меньшей мере около 60 мин (от около 1 ч), по меньшей мере около 75 мин или по меньшей мере около 90 мин. Например, способ высушивания мокрой паковки стекловолокон может включать воздействие на мокрую паковку стекловолокон микроволнового излучения с частотой в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц, например, от около 800 МГц до около 1000 МГц, от около 850 МГц до около 950 МГц, от около 875 МГц до около 950 МГц, от около 900 МГц до около 950 МГц, от около 900 МГц до около 930 МГц, от около 910 МГц до около 920 МГц или около 915 МГц в течение периода времени по меньшей мере около 10 мин, например, по меньшей мере около 15 мин, по меньшей мере около 30 мин, по меньшей мере около 45 мин, по меньшей мере около 60 мин (от около 1 ч), по меньшей мере около 75 мин или по меньшей мере около 90 мин. В некоторых вариантах осуществления способ высушивания мокрой паковки стекловолокон включает воздействие на мокрую паковку стекловолокон микроволнового излучения в течение периода времени вплоть до около 5 ч, например, вплоть до около 4 ч или вплоть до около 3 ч. Например, способ высушивания мокрой паковки стекловолокон может включать воздействие на мокрую паковку стекловолокон микроволнового излучения с частотой в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц, например, от около 800 МГц до около 1000 МГц, от около 850 МГц до около 950 МГц, от около 875 МГц до около 950 МГц, от около 900 МГц до около 950 МГц, от около 900 МГц до около 930 МГц, от около 910 МГц до около 920 МГц или от около 915 МГц в течение периода времени вплоть до около 5 ч, например, вплоть до около 4 ч или вплоть до около 3 ч.

В некоторых вариантах осуществления способ высушивания мокрой паковки стекловолокон включает воздействие на мокрую паковку стекловолокон микроволнового излучения в течение периода времени в диапазоне от около 10 мин до около 5 ч, например, от около 15 мин до около 4 ч, от около 30 мин до около 3 ч, от около 45 мин до около 3 ч, от около 60 мин (от около 1 ч) до около 3 ч, от около 75 мин до около 3 ч или от около 90 мин до около 3 ч. Например, способ высушивания мокрой паковки стекло-

ние воды (например, пока водный клей, наносимый на стекловолокна паковки стекловолокон, не будет иметь содержание воды) менее около 5 мас.% паковки стекловолокон, например, менее около 1 мас.%, менее около 0,5 мас.% или менее около 0,1 мас.% паковки стекловолокон.

В некоторых вариантах осуществления сушка мокрой паковки стекловолокон состоит из или состоит по сути из воздействия на мокрую паковку стекловолокон микроволнового излучения, как описано в данном документе. В некоторых вариантах осуществления сушка мокрой паковки стекловолокон состоит из или состоит по сути из воздействия на мокрую паковку стекловолокон микроволнового излучения, как описано в данном документе, без воздействия на мокрую паковку стекловолокон сушки горячим воздухом. В некоторых вариантах осуществления сушка мокрой паковки стекловолокон включает воздействие на мокрую паковку стекловолокон микроволнового излучения и горячего воздуха, например, одновременное воздействие на мокрую паковку стекловолокон микроволнового излучения и горячего воздуха.

В некоторых вариантах осуществления мокрая паковка стекловолокон поддерживается металлическим стержнем, когда микроволновое излучение воздействует на мокрую паковку стекловолокон с частотой в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц. Металлический стержень может проникать в центральную полость в паковке, чтобы поддерживать мокрую паковку стекловолокон. В определенных вариантах осуществления металлический стержень представляет собой стальной стержень. В других вариантах осуществления металлический стержень содержит магнитный металл. Способ, описанный в данном документе, может включать стадию загрузки мокрой паковки стекловолокон на металлический стержень до воздействия на мокрую паковку стекловолокон микроволнового излучения с частотой в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц. В других вариантах осуществления способ включает стадию формования мокрой паковки стекловолокон путем намотки стекловолокна с водным клеем на катушку для паковки, поддерживаемую металлическим стержнем.

В некоторых вариантах осуществления мокрая паковка стекловолокон может быть в движении при воздействии микроволнового излучения с частотой в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц. Движение мокрой паковки стекловолокон при воздействии микроволнового излучения на паковку может способствовать однородной сушке паковки. Движение может представлять собой поступательное движение и/или вращательное движение. Например, мокрая паковка стекловолокон может быть перемещена из одного положения в сушильной полости в другое положение в сушильной полости во время воздействия микроволнового излучения на мокрую паковку стекловолокон, как описано в данном документе. Мокрая паковка стекловолокон может перемещаться на любом подходящем транспортном средстве, таком как конвейерная лента, или может удерживаться на подвижной опоре, такой как металлический конвейер. Мокрая паковка стекловолокон может вращаться во время воздействия микроволнового излучения на мокрую паковку стекловолокон, как описано в данном документе. Например, мокрая паковка стекловолокон может удерживаться с помощью вращаемой опоры. Отверждение

В некоторых вариантах осуществления способ, описанный в данном документе, дополнительно включает стадию отверждения водного клея, например, с образованием отвержденного клея. В некоторых вариантах осуществления способ, описанный в данном документе, дополнительно включает стадию отверждения клея паковки стекловолокон после воздействия на паковку стекловолокон микроволнового излучения, как описано в данном документе. Другими словами, способ может включать стадию отверждения клея паковки стекловолокон после высушивания паковки стекловолокон.

В некоторых вариантах осуществления отверждение включает воздействие на паковку стекловолокон повышенной температуры после воздействия на паковку стекловолокон микроволнового излучения. Отверждение может включать воздействие на паковку стекловолокон повышенной температуры путем воздействия на паковку стекловолокон газа (такого как воздух), причем газ имеет повышенную температуру.

В некоторых вариантах осуществления отверждение включает воздействие на паковку стекловолокон температуры по меньшей мере около 50°C, например, по меньшей мере около 75°C, по меньшей мере около 100°C, по меньшей мере около 110°C, по меньшей мере около 120°C или около 130°C или более. В некоторых вариантах осуществления отверждение включает воздействие на паковку стекловолокон температуры в диапазоне от около 50°C до около 200°C, например, от около 75°C до около 180°C, от около 100°C до около 175°C, от около 100°C до около 150°C, от около 110°C до около 150°C, от около 120°C до около 150°C, от около 120°C до около 140°C, от около 130°C до около 140°C или от около 130°C.

В некоторых вариантах осуществления отверждение включает воздействие на паковку стекловолокон повышенной температуры в течение периода времени по меньшей мере около 1 ч, например, по меньшей мере около 2 ч, по меньшей мере около 3 ч, по меньшей мере около 5 ч, по меньшей мере около 7 ч или по меньшей мере около 8 ч. В некоторых вариантах осуществления отверждение включает воздействие на паковку стекловолокон повышенной температуры в течение периода времени вплоть до около 20 ч. В некоторых вариантах осуществления отверждение включает воздействие на паковку стекловолокон повышенной температуры в течение периода времени в диапазоне от около 1 часа до около 20 ч, например, от около 5 ч до около 20 ч или от около 8 ч до около 20 ч. В некоторых вариантах осуществления отверждение включает воздействие на паковку стекловолокон температуры по меньшей мере около

50°C, например, по меньшей мере около 75°C, по меньшей мере около 100°C, по меньшей мере около 110°C, по меньшей мере около 120°C или около 130°C или более в течение периода времени по меньшей мере около 1 ч, например, по меньшей мере около 5 ч, или периода времени в диапазоне от около 1 ч до около 20 ч, например, от около 5 ч до около 20 ч или от около 8 ч до около 20 ч. В некоторых вариантах осуществления отверждение включает воздействие на паковку стекловолокон температуры в диапазоне от около 50°C до около 200°C, например, от около 75°C до около 180°C, от около 100°C до около 175°C, от около 100°C до около 150°C, от около 110°C до около 150°C, от около 120°C до около 150°C, от около 120°C до около 140°C, от около 130°C до около 140°C или около 130°C, в течение периода времени по меньшей мере около 1 ч, например, по меньшей мере около 5 ч, или периода времени в диапазоне от около 1 ч до около 20 ч, например, от около 5 ч до около 20 ч или от около 8 ч до около 20 ч. В некоторых вариантах осуществления отверждение включает воздействие на паковку стекловолокон микроволнового излучения с частотой менее 2,45 ГГц, как описано в данном документе. В этих вариантах осуществления микроволновое излучение, которое воздействует на паковку стекловолокон, для отверждения клея имеет частоту в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц, например, от около 800 МГц до около 1000 МГц, от около 850 МГц до около 950 МГц, от около 875 МГц до около 950 МГц, от около 900 МГц до около 950 МГц, от около 900 МГц до около 930 МГц, от около 910 МГц до около 920 МГц или около 915 МГц. В определенных вариантах осуществления отверждение включает комбинацию воздействия на паковку стекловолокон повышенной температуры после воздействия на паковку стекловолокон микроволнового излучения и воздействия на паковку стекловолокон микроволнового излучения с частотой менее 2,45 ГГц (например, частотой в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц), как описано в данном документе. В некоторых вариантах осуществления воздействие на паковку стекловолокон повышенной температуры и микроволнового излучения с частотой менее 2,45 ГГц (например, частотой в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц) происходит параллельно. В других вариантах осуществления отверждение клея происходит в отсутствие микроволнового излучения.

Паковки стекловолокон.

Как описано в данном документе, мокрая паковка стекловолокон содержит пряжу из стекловолокон с водным клеем, наносимым на стекловолокна.

Мокрая паковка стекловолокон может быть получена сначала путем экструдирования расплавленного стекла через фильеры для формирования стекловолокон. Стекловолокна, экструдированные из фильеры, затем покрывают водным клеем для формирования проклеенных стекловолокон. Пряжа из стекловолокон (т.е. пряжа из стекловолокон с водным клеем, наносимым на стекловолокна) затем может быть сформована, например, путем объединения совокупности проклеенных стекловолокон. Пряжа, например одиночная непрерывная пряжа, может быть затем намотана на катушку для паковки (например, катушка для паковки может содержать, состоять из или состоять по сути из рукава, например, цилиндрического рукава, например, картонного рукава или пластикового рукава) для формирования мокрой паковки стекловолокон. В некоторых вариантах осуществления несколько прядей могут быть намотаны на катушку для паковки с образованием паковки стекловолокон. Водный клей стекловолокон мокрой паковки стекловолокон может быть затем высушен, как описано в данном документе. Клей паковки стекловолокон затем может быть отвержден, как описано в данном документе.

В некоторых вариантах осуществления мокрая паковка стекловолокон имеет массу по меньшей мере около 10 кг, например, по меньшей мере около 15 кг, по меньшей мере около 20 кг или по меньшей мере около 25 кг. В некоторых вариантах осуществления мокрая паковка стекловолокон имеет массу вплоть до около 50 кг, например, вплоть до около 45 кг, вплоть до около 40 кг, вплоть до около 35 кг, вплоть до около 30 кг или массу около 25 кг. В некоторых вариантах осуществления мокрая паковка стекловолокон имеет массу в диапазоне около 10-50 кг, например, около 15-45 кг, около 20-40 кг или около 20-30 кг. В некоторых вариантах осуществления масса стекловолокон и водного клея, наносимого на них, составляет по меньшей мере около 80 мас.% мокрой паковки стекловолокон (например, катушка для паковки составляет остаток), например, по меньшей мере около 90 мас.% или по меньшей мере около 95 мас.% мокрой паковки стекловолокон.

Мокрая паковка стекловолокон может иметь цилиндрическую форму.

В некоторых вариантах осуществления мокрая паковка стекловолокон имеет внутренний диаметр по меньшей мере около 5 см, например, по меньшей мере около 10 см или по меньшей мере около 15 см. В некоторых вариантах осуществления мокрая паковка стекловолокон имеет внутренний диаметр вплоть до около 20 см, например, вплоть до около 15 см. В некоторых вариантах осуществления мокрая паковка стекловолокон имеет внутренний диаметр в диапазоне от около 5 см до около 20 см, например, от около 10 см до около 15 см. "Внутренний диаметр" может представлять собой диаметр полого сердечника катушки для паковки, на которую наматывается стекловолокно для получения мокрой паковки стекловолокон.

В некоторых вариантах осуществления мокрая паковка стекловолокон имеет наружный диаметр по меньшей мере около 20 см, например, по меньшей мере около 25 см или по меньшей мере около 30 см. В некоторых вариантах осуществления мокрая паковка стекловолокон имеет наружный диаметр вплоть до около 60 см, например, вплоть до около 50 см или вплоть до около 40 см. В некоторых вариантах осуществ-

ствления мокрая паковка стекловолокон имеет наружный диаметр в диапазоне от около 20 см до около 60 см, например, от около 30 см до около 50 см. "Наружный диаметр" может быть определен как диаметр, измеренный до самого наружного слоя стекловолокна мокрой паковки стекловолокон.

В некоторых вариантах осуществления мокрая паковка стекловолокон имеет внутренний диаметр в диапазоне от около 5 см до около 20 см, например, от около 10 см до около 15 см; и наружный диаметр в диапазоне от около 20 см до около 60 см, например, от около 30 см до около 50 см.

Стекловолокна.

Как описано в данном документе, мокрая паковка стекловолокон содержит пряжу из стекловолокон с водным клеем, наносимым на стекловолокна. Стекловолокна, на которые наносят водный клей, могут представлять собой стекловолокна любого типа. Например, стекловолокна могут быть образованы из E-стекла, E-CR-стекла, R-стекла, C-стекла, A-стекла, D-стекла, S-стекла или H-стекла.

Водный клей.

Как описано в данном документе, мокрая паковка стекловолокон содержит пряжу из стекловолокон с водным клеем, наносимым на стекловолокна. Клеи наносятся на стекловолокна для защиты стекловолокон и могут применяться для улучшения адгезии между стекловолокном и смолой, применяемой в композитных материалах.

Водный клей может содержать связующее вещество и пленкообразователь. В некоторых вариантах осуществления водный клей содержит связующее вещество, пленкообразователь и смазывающее вещество. В некоторых вариантах осуществления в водный клей могут быть добавлены дополнительные добавки, такие как антистатические соединения, эмульгаторы, пеногасители и/или бактерицидные вещества. Связующее вещество может обеспечить адгезию между поверхностью стекловолокна и смолой композитного материала, в котором может быть применено стекловолокно.

Примеры связующих веществ включают силаны. Пленкообразователь может быть предусмотрен для защиты стекловолокон, а также может улучшить совместимость между стекловолокнами и смолой, применяемой в композитном материале, содержащем стекловолокна. Примерами пленкообразователей являются смолы, такие как эпоксидные смолы, полиэфирные смолы и винилэфирные смолы. Смазывающее вещество может быть предусмотрено для обеспечения смазывания для защиты стекловолокна во время обработки. В некоторых вариантах осуществления водный клей может содержать 5-15 мас.% силана, 50-70 мас.% пленкообразователя и 10-30 мас.% смазывающего вещества от общего количества твердых веществ проклеивающего состава (т.е. твердых веществ, остающихся после сушки для удаления воды из водного проклеивающего состава).

Система обработки мокрой паковки стекловолокон В данном документе описана система обработки мокрой паковки стекловолокон, содержащая:

устройство для производства стекловолокна, содержащее фильеру для экструзии стекловолокон;

механизм для нанесения водного клея на стекловолокна, экструдированные из фильеры, с образованием проклеенных стекловолокон;

устройство для формирования прядей для формирования пряжи из стекловолокон из проклеенных стекловолокон;

намоточное устройство для формирования мокрой паковки стекловолокон из пряжи из стекловолокон; и

микроволновую сушилку, выполненную для сушки мокрой паковки стекловолокон путем воздействия микроволнового излучения на мокрую паковку стекловолокон с частотой в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц.

На фиг. 1 схематически показана система 1 обработки мокрой паковки стекловолокон.

Система 1 содержит устройство 2 для производства стекловолокна, содержащее фильеру 3 для экструзии стекловолокон. Стекловолокна, экструдированные из фильеры 3 устройства 2 для производства стекловолокна, могут быть перенесены или пропущены через механизм 4 для нанесения водного клея, который может наносить водный клей на стекловолокна, экструдированные из фильеры 3, с образованием проклеенных стекловолокон. Проклеенные стекловолокна затем могут быть переданы в устройство 5 для формирования прядей для формирования пряжи из стекловолокон из проклеенных стекловолокон, а затем пряжу из стекловолокон может быть передана в намоточное устройство 6 для формирования мокрой паковки стекловолокон из пряжи из стекловолокон, например, путем намотки пряжи из стекловолокна на катушку для паковки.

Изготовленная мокрая паковка стекловолокон затем может быть перенесена в микроволновую сушилку 7. В некоторых вариантах осуществления система 1 дополнительно содержит печь, например, сушильный шкаф.

В некоторых вариантах осуществления микроволновая сушилка может представлять собой микроволновую печь, выполненную с возможностью обеспечения микроволнового излучения с частотой в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц.

В некоторых вариантах осуществления система дополнительно содержит печь, например, сушильный шкаф, для воздействия на мокрую паковку стекловолокон повышенной температуры для отверждения водного клея мокрой паковки стекловолокон.

В некоторых вариантах осуществления система дополнительно содержит печь, например, сушильный шкаф, для воздействия на паковку стекловолокон повышенной температуры для отверждения паковки стекловолокон (например, для отверждения высушенного водного клея паковки стекловолокон).

В некоторых вариантах осуществления печь, например, сушильный шкаф, выполнена с возможностью воздействия на паковку стекловолокон температур, описанных в данном документе, для отверждения водного клея паковки стекловолокон.

В некоторых вариантах осуществления система содержит печь, выполненную с возможностью обеспечения микроволнового излучения, как описано в данном документе, и также с возможностью обеспечения повышенных температур, как описано в данном документе. В некоторых вариантах осуществления система содержит печь, выполненную с возможностью обеспечения микроволнового излучения, как описано в данном документе, и также с возможностью обеспечения повышенных температур, как описано в данном документе, причем печь выполнена с возможностью воздействия на мокрую паковку стекловолокон микроволнового излучения до воздействия на паковку стекловолокон повышенной температуры.

Дополнительная обработка.

Сухая паковка стекловолокон может быть упакована, например, для отправки. В качестве альтернативы сухая паковка стекловолокон может быть дополнительно переработана в один или более продуктов, таких как рубленое волокно, ровинг или пряжа.

В некоторых вариантах осуществления сухая паковка стекловолокон перерабатывается в ровинг. В определенных вариантах осуществления сухая паковка стекловолокон перерабатывается в многокомпонентный ровинг или однокомпонентный ровинг. В конкретных вариантах осуществления сухая паковка стекловолокон перерабатывается в многокомпонентный ровинг или однокомпонентный ровинг.

В некоторых вариантах осуществления паковка стекловолокон может принимать форму мотка стекловолокон или катушки для стекловолокон.

Примеры

Нижеследующее иллюстрирует примеры способов и связанных с ними аспектов, описанных в данном документе. Таким образом, эти примеры не следует рассматривать как ограничивающие настоящее изобретение, а они просто предназначены для представления того, как выполнять способы и получать продукты согласно настоящему изобретению.

Мокрые паковки стекловолокон получали путем намотки пряжи проклеенных стекловолокон (проклеенных с помощью водного клея) на катушку для паковки (имеющую внутренний диаметр 165 мм). Все паковки стекловолокон изготавливали из стекла E-CR (Advantex™). Текс прядей проклеенных стекловолокон (проклеенных с помощью водного проклеивающего состава, например, водного проклеивающего состава, как описано выше), применяемых для производства шести различных типов мокрых паковок стекловолокон, подробно представлен в табл. 1 ниже вместе с общей массой паковок стекловолокон после сушки (масса сухой паковки). Полученные мокрые паковки стекловолокон характеризовались содержанием влаги (от общей массы невысушенного стекловолокон) в диапазоне 8-12%. Полученные мокрые паковки стекловолокон имеют наружный диаметр в диапазоне 300-390 мм.

Таблица 1

Паковки стекловолокон

Паковка стекловолокон	Текс пряжи из стекловолокон (г/км)	Масса сухой паковки (кг)
Пример 1 (невысушенный SE4849*)	2400	26,3
Пример 2 (невысушенный PS4100*)	9600	23,8
Пример 3 (невысушенный PS4100*)	4800	23,6
Пример 4 (невысушенный WS2000*)	1200	25,7
Пример 5 (невысушенный R25H*)	2400	25,9
Пример 6 (невысушенный R25H*)	600	33,4

* SE4849, PS4100, WS2000 и R25H относятся к изделиям из проклеенных стекловолокон, поставляемых Owens Corning.

Испытание

Сравнение воздействия на мокрые паковки стекловолокон микроволнового излучения с частотой в диапазоне от около 750 МГц до около 150 МГц, например, 915 МГц, с воздействием на мокрые паковки стекловолокон обычных микроволновых частот сушки (т.е. около 2,45 ГГц).

Перед сушкой мокрые паковки стекловолокон обычно загружают на опоры перед помещением в печь, например, в сушильный шкаф. Стандартные опоры являются металлическими, т.е. опоры из нержавеющей стали или опоры из магнитной стали. Желательно применять эти стандартные опоры во время

микроволновой сушишки, например, в микроволновой печи, особенно если требуется, чтобы мокрые паковки стекловолокон подвергались воздействию повышенных температур, например, в сушильном шкафу, после сушишки в микроволновой печи, например, для отверждения высушенного проклеивающего состава.

Во-первых, было изучено, можно ли применять обычные опоры для поддержки мокрых паковок стекловолокон во время микроволновой сушишки. Было обнаружено, что хотя немагнитные металлические опоры можно применять при обычной микроволновой сушишке с частотой около 2,45 ГГц, магнитные опоры нельзя применять для обычной микроволновой сушишки. Неожиданно авторы настоящего изобретения обнаружили, что все металлические опоры, т.е. включая магнитные металлические опоры, могут быть применены для микроволновой сушишки с помощью частоты микроволн в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц, т.е. 915 МГц.

Авторы настоящего изобретения также обнаружили, что применение микроволнового излучения с частотой в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц, например, 915 МГц, обеспечивает более глубокое проникновение в мокрые паковки стекловолокон, чем микроволновое излучение с частотой около 2,45 ГГц, что предпочтительно обеспечивает более однородную сушишку проклеенных стекловолокон.

Микроволновая сушишка комбинаций частичных или полных мокрых паковок стекловолокон.

Авторы настоящего изобретения исследовали, можно ли применять микроволновую сушишку с применением частоты около 915 МГц для успешной сушишки ряда мокрых паковок стекловолокон, содержащих различное количество стекловолокон. Были предоставлены две мокрые паковки стекловолокон в соответствии с примером 3. Одна из мокрых паковок стекловолокон имела первоначальную (т.е. невысушенную) массу 25 кг (полная паковка), другая имела первоначальную массу 20 кг (частичная паковка). Две мокрые паковки стекловолокон вместе помещали в микроволновую сушилку и подвергали воздействию микроволнового излучения с частотой около 915 МГц и мощностью около 130 Вт/кг для мокрой паковки стекловолокон. Исходное содержание влаги как в полной, так и в частичной паковке составляло около 9,5%, которое снизилось до менее 0,1% после микроволновой сушишки в течение чуть более 1 ч 30 мин. Эти результаты представлены в табл. 2 ниже.

Таблица 2

	Полная мокрая паковка стекловолокон	Частичная мокрая паковка стекловолокон
Исходная масса (кг)	25,295	20,885
Общее содержание влаги (%)	9,51	9,58
Остаточное количество влаги после микроволновой сушишки (%)	0,07	0,08

На фиг. 2 показано повышение температуры паковок стекловолокон (внутренняя температура, т.е. температура в сердцевине паковок стекловолокон, например, в такой точке, как указанная точка В на фиг. 4) и процент удаления влаги в зависимости от общей начальной массы мокрых паковок стекловолокон с течением времени. Как видно из фиг. 1, внутренняя температура частичной паковки превысила 100°C до температуры полной паковки. Однако, как видно из фиг. 1, было обнаружено, что обе паковки высыхают полностью одновременно при внутренней температуре в диапазоне 130-140°C (повышение температуры частичной паковки, увеличивающееся с около 100°C до конечной внутренней температуры (в диапазоне 130-140°C), составляет около 1,4°C /мин, а у полной паковки составляет около 3,1°C/мин). Таким образом, можно видеть, что микроволновая сушишка подходит для высушивания смешанных значений массы мокрых паковок стекловолокон.

Сравнение сушишки горячим воздухом и сушишки микроволновым излучением мокрых паковок стекловолокон.

Было исследовано влияние высушивания мокрых паковок стекловолокон в соответствии с примерами 1-6 только горячим воздухом с помощью обычного сушильного шкафа и высушивания с помощью микроволнового излучения с частотой около 915 МГц. В этих испытаниях мокрые паковки стекловолокон из примеров 1-6 сушили с помощью только горячего воздуха или с помощью микроволнового излучения с частотой около 915 МГц.

Мокрые паковки стекловолокон в соответствии с примерами 1-6 сушили, подвергая мокрые паковки стекловолокон микроволновому излучению с частотой около 915 МГц. Различные мощности микроволнового излучения применялись для исследования влияния на время сушишки, а также влияния на удлинение, асимметрию и овальность стекловолокон по сравнению с сушишкой той же мокрой паковки стекловолокон с помощью только горячего воздуха. В приведенной ниже табл. 3 показано приблизительное время сушишки мокрых паковок стекловолокон из примеров 1-6 при различных значениях микроволновой мощности.

Таблица 3

Микроволновая мощность, нормализованная на кг мокрой паковки стекловолокон (Вт/кг)	менее 50	50–100	100–150	более 150
Время сушки	более 3 часов	около 2 часов	около 1 часа	менее 1 часа

Было обнаружено, что применение мощности микроволн около 50 Вт/кг обеспечивает наибольшие улучшения относительно удлинения, асимметрии и овальности стекловолокна по сравнению с сушкой той же мокрой паковки стекловолокон с помощью только горячего воздуха и приводит к времени сушки около 3 ч. Отмечается, что сушка одних и тех же паковок только горячим воздухом при температуре 130°C, т.е. без микроволнового излучения, занимает около 12 ч. Эту разницу во времени сушки можно увидеть на фиг. 3, на которой представлен график, показывающий температуру печи, в которую помещается мокрая паковка стекловолокон для сушки и отверждения (например, печь, выполненная с возможностью подвергания мокрой паковки стекловолокон воздействию микроволнового излучения и/или повышенной температуры с помощью горячего воздуха) мокрой паковки стекловолокон в зависимости от времени.

Было также обнаружено, что мокрые паковки стекловолокон, высушенные микроволновым излучением, не проявляют пожелтения или проявляют гораздо меньшее пожелтение, чем эквивалентные мокрые паковки стекловолокон, высушенные горячим воздухом.

Для отверждения высушенного проклеивающего состава, нанесенного на стекловолокна паковок стекловолокон из примеров 1-6, паковки стекловолокон из примеров 1-6 подвергали стадии отверждения сразу после сушки микроволновым излучением (или горячим воздухом (130°C)), как описано выше. Стадия отверждения для всех паковок стекловолокон, хотя паковки стекловолокон были высушены, включала сушку горячим воздухом в сушильном шкафу при температуре около 130°C в течение около 9,5 ч.

Как видно из фиг. 3, общее время сушки и отверждения мокрой паковки стекловолокон в соответствии с примером 3, высушенной с помощью микроволнового излучения (мощность 50 Вт/кг), намного меньше общего времени сушки и отверждения, если мокрая паковка стекловолокон по примеру 3 подвергается воздействию только горячего воздуха (как для сушки, так и для отверждения). Следовательно, подвергая мокрые паковки стекловолокон микроволновому излучению, как описано в данном документе, производственная мощность установки для производства мокрых паковок стекловолокон может быть значительно увеличена.

Окраску паковки стекловолокон также определяли для паковок стекловолокон после сушки и отверждения. Результаты представлены ниже в табл. 4.

Значения, представленные в табл. 4 ниже для желтой окраски, представляют собой заданные значения b+ из CIE Lab (см. <https://www.xrite.com/blog/lab-color-space>) для каждого из образцов, которые были определены с помощью колориметра.

Таблица 4

Паковка стекловолок он	Желтая окраска паковки стекловолокон (indB)				
	Сушка и отверждение горячим воздухом (сравнение)	Микроволновая сушка (при мощность/кг, указанной ниже) и отверждение горячим воздухом			
		менее 50 Вт/кг	50–100 Вт/кг	100–150 Вт/кг	более 150 Вт/кг
Пример 1	9,1		8,8	9,3	8,8
Пример 2	4,8	2,4	2,4	2,3	
Пример 3	5,1	3,86			
Пример 4	6,5	3,7	3,3	3,1	3,1
Пример 5	7,3	7,9	9,7	10,2	
Пример 6	8,9	7	6,8	7,2	

Как можно видеть из табл. 4, воздействие микроволнового излучения на мокрые паковки стекловолокон обычно уменьшает пожелтение паковок стекловолокон, даже когда высушенные в микроволновой печи паковки подвергают отверждению горячим воздухом после микроволновой сушки. Следует отметить, что для примера 1 и примера 5 после микроволновой сушки окраска была оценена около 3, поэтому

усиление окраски было в значительной степени связано со стадией отверждения горячим воздухом, которая следовала за микроволновой сушкой. Коэффициент миграции был также определен для паковок стекловолокон, чтобы определить однородность проклеивающего состава на стекловолокнах после стадий сушки и отверждения. Коэффициент миграции рассчитывали как отношение LOI, измеренного в точке поворота на наружном крае (показанном как точка А на фиг. 4) паковки стекловолокон, к LOI, измеренному в сердцевине паковки стекловолокон (точке между двумя внешними краями паковки стекловолокон, например, точка В на фиг. 4), где LOI рассчитывается в соответствии с ISO 1887: 2014 ($\%LOI = (P_1 - P_2) / P_1$, где P_1 - масса образца (г) после сушки при $105^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, а P_2 - масса образца (г) после обжига при $625^\circ\text{C} \pm 20^\circ\text{C}$). Коэффициент миграции, определенный для каждой паковки стекловолокон, показан в табл. 5 ниже.

Таблица 5

Паковка стекловолок он	Коэффициент миграции			
	Сушка и отверждение горячим воздухом (сравнение)	Микроволновая сушка (при мощность/кг, указанной ниже) и отверждение горячим воздухом		
		менее 50 Вт/кг	50–100 Вт/кг	100–150 Вт/кг
Пример 1	1,88		1,02	1,31
Пример 2	1,75		1,25	1,12
Пример 3	1,53	1,35		
Пример 4	2,49		1,3	1,30
Пример 5	3,12			1,17
Пример 6	1,16	1,17		

Как видно из табл. 5, воздействие микроволнового излучения на мокрые паковки стекловолокон обеспечивает по меньшей мере аналогичный, но для большинства примеров значительно улучшенный коэффициент миграции (и, следовательно, улучшенную однородность проклеивающего состава) по сравнению с мокрыми паковками стекловолокон, высушенными горячим воздухом.

В связи с улучшением окраски и коэффициент миграции, достигаемыми путем воздействия микроволнового излучения на мокрые паковки стекловолокон, как описано в данном документе, применение описанного в данном документе способа также сократит количество отходов с точки зрения количества прядей из стекловолокон, не отвечающих конкретным требованиям для окраски и/или коэффициента миграции.

Высушенные и отвержденные паковки стекловолокон также были протестированы путем испытания на полное разматывание для определения уровня распушки. Было обнаружено, что каждая из мокрых паковок стекловолокон, высушенных микроволновым излучением, обеспечивает приемлемый уровень распушки.

Механические свойства.

Образцы композитных пластин были изготовлены с помощью высушенных прядей из стекловолокон из ряда высушенных и отвержденных паковок стекловолокон, описанных выше, и смолы. Массовую долю стекловолокон в образцах композитных пластин определяли в соответствии с ISO 1172. Затем эти образцы композитных пластин испытывали в отношении механических характеристик с помощью испытания на изгиб в трех точках, описанного в ISO 14125 или ISO 178, как описано ниже. Тестируемые образцы композитных пластин описаны в табл. 6 ниже и имели размеры, указанные в ISO 14125 или ISO 178.

Образцы композитных пластин, изготовленные методом "наматывания и введения" нити, получали путем наматывания пряжи из высушенных стекловолокон из высушенной паковки стекловолокон вокруг двух перегородок, имеющих соответствующий размер и расстояние между ними. После того как желаемое количество прядей из стекловолокон было намотано на перегородки, лист намотки (снятый с перегородки) помещали между листами ДВП в вакуумный мешок. Затем к вакуумному мешку прикладывали вакуум для удаления воздуха. После прекращения создания вакуума к вакуумному мешку прикрепляли сопло для подачи смолы. Затем смолу высвобождали для вливания в стекломат в вакуумном мешке при повторном включении вакуумного насоса. Смола затвердела. Затем стекломат, пропитанный смолой, удаляли из вакуумного мешка и из-под листов ДВП.

Образцы композитных пластин, изготовленные методом "наматывания пропитанной нити", получали путем погружения высушенной пряжи из стекловолокон из высушенной паковки стекловолокон в смолу перед намоткой пряжи из стекловолокон, пропитанной смолой, на оправку для придания желаемой формы (т.е. согласно ISO 14125), а затем отвержденной (оправка удаляется перед испытанием).

Образцы композитных пластин, изготовленные методом "экструзии и литья под давлением", получали путем экструзии смеси рубленых высушенных прядей из стекловолокон из высушенной паковки стекловолокон и смолы, которая была введена в форму, имеющую соответствующие размеры (т.е. в соответствии с ISO 178), и отверждена.

Таблица 6

Образец композитной пластины	Используемая паковка стекловолокон	Сушка и отверждение паковки стекловолокон	Массовая доля стекловолокна в образце композитной пластины	Способ получения образца композитной пластины	Смола
Пример 7	Прим. 4	3 часа микроволновой сушки (50 Вт/кг) + 9,5 часа отверждения горячим воздухом (130 °C)	75 % мас.	Намотка и введение нити	Эпоксидная смола (EPIKOTE MGS_RIMR_1 35)
Сравнительный пример 8	Прим. 4	23 часа сушки и отверждения горячим воздухом (130 °C)	75 % мас.	Намотка и введение нити	Эпоксидная смола (EPIKOTE MGS_RIMR_1 35)
Пример 9	Прим. 3	3 часа микроволновой сушки (50 Вт/кг) + 9,5 часа отверждения горячим воздухом (130 °C)	71,5 % мас.	Намотка пропитанной нити	Полиэфирная смола (POLYESTER DION 31045-10)
Сравнительный пример 10	Прим. 3	23 часа сушки и отверждения горячим воздухом (130 °C)	71,5 % мас.	Намотка пропитанной нити	Полиэфирная смола (POLYESTER DION 31045-10)
Пример 11	Прим. 1	3 часа микроволновой сушки (50 Вт/кг) + 9,5 часа отверждения горячим воздухом (130 °C)	30,0 % мас.	Экструзия + литье под давлением	Полипропиленовая смола (POLYPRO HD120MO)
Сравнительный пример 12	Прим. 1	23 часа сушки и отверждения горячим воздухом (130 °C)	30,0 % мас.	Экструзия + литье под давлением	Полипропиленовая смола (POLYPRO HD120MO)

Образцы композитных пластин из примеров 7 и 9 и сравнительных примеров 8 и 10 были протестированы как изготовленные в соответствии с таблицей 6 или после дополнительной стадии старения в горячей воде (испытания после погружения в кипящую воду, т.е. воду при 100°C, в течение 24 ч), для

определения напряжения при разрыве, удлинения при разрыве и модуля упругости образцов композитных пластин в соответствии с ISO 14125, как указано в табл. 7 ниже. Результаты показаны в табл. 7 ниже.

Таблица 7

Образец композитной пластины	Выдерживали в течение 24 часов в горячей воде перед испытанием.	Напряжение при разрыве, МПа (ISO 14125)	Удлинение при разрыве, % (ISO 14125)	Модуль упругости, МПа (ISO 14125)
Пример 7	Нет	1345	4,216	27709
Сравнительный пример 8	Нет	1141	3,716	27425
Пример 9	Нет	1543	4,188	33614
Сравнительный пример 10	Нет	1289	3,596	33762
Пример 9	Да	1468	4,018	34135
Сравнительный пример 10	Да	1210	3,438	33689

Таким образом, авторы настоящего изобретения также обнаружили, что способ по настоящему изобретению также обеспечивает улучшение механических характеристик полученных изделий из высушенных стекловолокон. В частности, было обнаружено, что способ по настоящему изобретению обеспечивает высушенные паковки стекловолокон, содержащие пряжи из высушенных стекловолокон, которые могут быть включены в композитные материалы, например с помощью процесса намотки нитей (см., например, примеры 7 и 9, описанные выше), и обеспечить, например, увеличение прочности при разрушении примерно на 20% по сравнению с композитными материалами, содержащими стекловолокна из соответствующих мокрых паковок стекловолокон, высушенных с помощью обычных методов с горячим воздухом. Улучшенные механические свойства, наблюдаемые для этих образцов, по-видимому, связаны с улучшенной однородностью высушенных стекловолокон.

Образцы композитных пластин из примера 11 и сравнительного примера 12 были протестированы в том виде, в котором они были изготовлены в соответствии с таблицей 6, для определения напряжения при разрыве, удлинения при разрыве и модуля упругости образцов композитных пластин в соответствии с ISO 178, как указано в табл. 8 ниже. Образцы 1 и 2 из примера 11 и сравнительного примера 12 относятся к повторяющимся примерам (т.е. образец 1 из каждого примера был сформирован до образца 2 с помощью той же процедуры, что и в табл. 6).

Таблица 8

Образец композитной пластины	Напряжение при разрыве, МПа (ISO 178)	Удлинение при разрыве, % (ISO 178)	Модуль упругости, МПа (ISO 178)
Пример 11 - образец 1	135,0	3,75	5828
Пример 11 - образец 2	135,3	3,77	5835
Сравнительный пример 12 - образец 1	128,7	3,35	5816
Пример 12 - образец 2	135,8	3,87	5778

Из результатов, представленных в табл. 8 (результаты для образцов, полученных методом "экструзии и литья под давлением"), видно, что образец 2 из сравнительного примера 12 демонстрирует механи-

ческие характеристики, аналогичные образцам 1 и 2 из примера 11. Признаки, раскрытые в предшествующем описании, или в следующей формуле изобретения, или на прилагаемых графических материалах, выраженные в их конкретных формах или исходя из средств для выполнения раскрытой функции или способа, или процесса для получения раскрытых результатов, по мере необходимости, могут по отдельности или в любой комбинации таких признаков применяться для реализации изобретения в его различных формах. Хотя изобретение было описано в связи с описанными выше иллюстративными вариантами осуществления, многие эквивалентные модификации и вариации будут очевидны специалистам в данной области техники при ознакомлении с этим описанием. Соответственно, иллюстративные варианты осуществления изобретения, изложенные выше, имеют иллюстративный, а не ограничительный характер. В описанные варианты осуществления могут быть внесены различные изменения без отступления от сущности и объема настоящего изобретения. Во избежание каких-либо сомнений, любые теоретические пояснения, представленные в данном документе, предназначены для улучшения понимания читателя. Авторы изобретения не желают быть связанными каким-либо из этих теоретических объяснений.

Любые заголовки разделов, применяемые в данном документе, предназначены только для организационных целей и не должны рассматриваться как ограничивающие описываемый объект изобретения.

Во всем этом описании, включая следующую формулу изобретения, если контекст не требует иного, слова "содержать" и "включать", а также варианты, такие как "содержит", "содержащий" и "включающий", должны пониматься как подразумевающие включение указанного целого числа или стадии, или группы целых чисел, или стадий, но не исключение любого другого целого числа или стадии, или группы целых чисел, или стадий.

Следует отметить, что применяемые в настоящем описании и прилагаемой формуле изобретения формы единственного числа включают ссылки на множественное число, кроме тех случаев, когда контекст явно подразумевает иное. В данном документе диапазоны могут быть выражены как от "около" одного конкретного значения и/или до "около" другого конкретного значения. Если указан такой диапазон, другой вариант осуществления включает в себя от одного конкретного значения и/или до другого конкретного значения. Аналогично, если значения выражены как приблизительные значения с помощью предшествующего термина "около", следует понимать, что конкретное значение образует другой вариант осуществления. Термин "около" по отношению к числовому значению является необязательным и означает, например, $\pm 10\%$.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ высушивания мокрой паковки стекловолокон, причем способ включает:
 - обеспечение мокрой паковки стекловолокон, содержащей прядь из стекловолокон с водным клеем, наносимым на стекловолокна; и
 - воздействие на мокрую паковку стекловолокон микроволнового излучения с частотой в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц.
2. Способ по п.1, в котором микроволновая частота находится в диапазоне от около 800 МГц до около 1000 МГц, или микроволновая частота находится в диапазоне от около 850 МГц до около 950 МГц.
3. Способ по п.1 или 2, в котором на мокрую паковку стекловолокон воздействует микроволновое излучение в течение по меньшей мере около 30 мин.
4. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором на мокрую паковку стекловолокон воздействует микроволновое излучение в течение вплоть до около 5 ч.
5. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором микроволновое излучение, которое воздействует на мокрую паковку стекловолокон, имеет мощность по меньшей мере около 10 Вт/кг мокрой паковки стекловолокон.
6. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором микроволновое излучение, которое воздействует на мокрую паковку стекловолокон, имеет мощность вплоть до около 150 Вт/кг мокрой паковки стекловолокон.
7. Способ по любому из предыдущих пунктов, причем способ дополнительно включает отверждение клея паковки стекловолокон после высушивания паковки стекловолокон.
8. Способ по п.7, в котором отверждение включает воздействие на паковку стекловолокон повышенной температуры после воздействия на паковку стекловолокон микроволнового излучения.
9. Способ по п.8, в котором отверждение включает воздействие на паковку стекловолокон температуры в диапазоне от около 50°C до около 150°C.
10. Способ по п.8 или 9, в котором отверждение включает воздействие на паковку стекловолокон повышенной температуры в течение по меньшей мере около 5 ч.
11. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором мокрая паковка стекловолокон имеет массу в диапазоне от около 10 кг до около 50 кг.
12. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором мокрая паковка стекловолокон имеет цилиндрическую форму и внутренний диаметр в диапазоне от около 5 см до около 20 см.

13. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором мокрая паковка стекловолокон имеет цилиндрическую форму и наружный диаметр в диапазоне от около 20 см до около 60 см.

14. Система обработки мокрой паковки стекловолокон, содержащая:

устройство для производства стекловолокна, содержащее фильеру для экструзии стекловолокон;

механизм для нанесения водного клея на стекловолокна, экструдированные из фильеры, с образованием проклеенных стекловолокон;

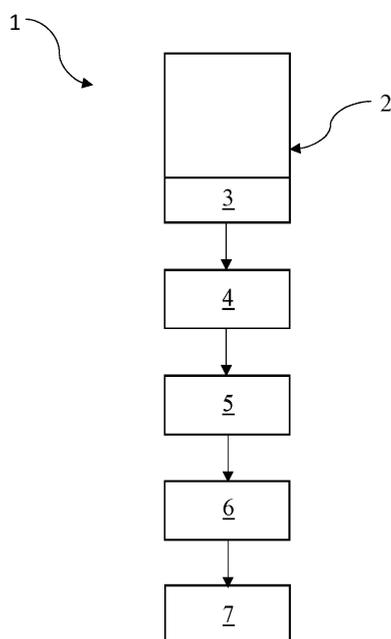
устройство для формования прядей для формирования пряди из стекловолокон из проклеенных стекловолокон;

намоточное устройство для формирования мокрой паковки стекловолокон из пряди из стекловолокон; и

микроволновую сушилку, выполненную для сушки мокрой паковки стекловолокон путем воздействия микроволнового излучения на мокрую паковку стекловолокон с частотой в диапазоне от около 750 МГц до около 1050 МГц.

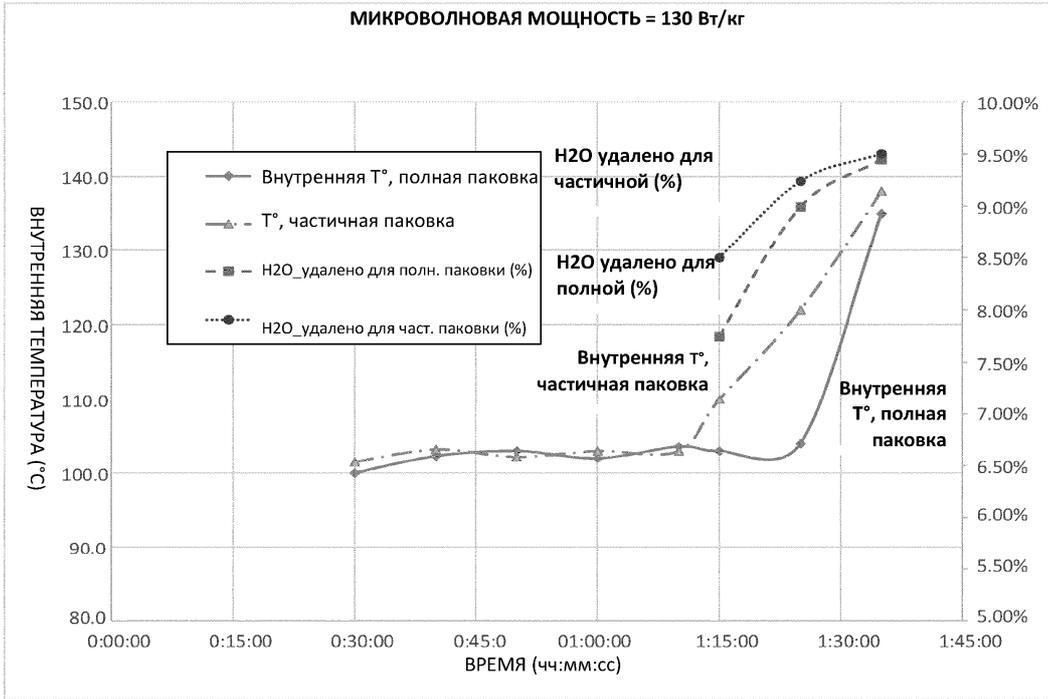
15. Система по п.14, дополнительно содержащая печь для воздействия на паковку стекловолокон повышенной температуры для отверждения паковки стекловолокон.

16. Система по п.14 или 15, в которой микроволновая сушилка выполнена для сушки мокрой паковки стекловолокон путем воздействия микроволнового излучения на мокрую паковку стекловолокон с частотой в диапазоне от около 800 МГц до около 1000 МГц или от около 850 МГц до около 950 МГц.



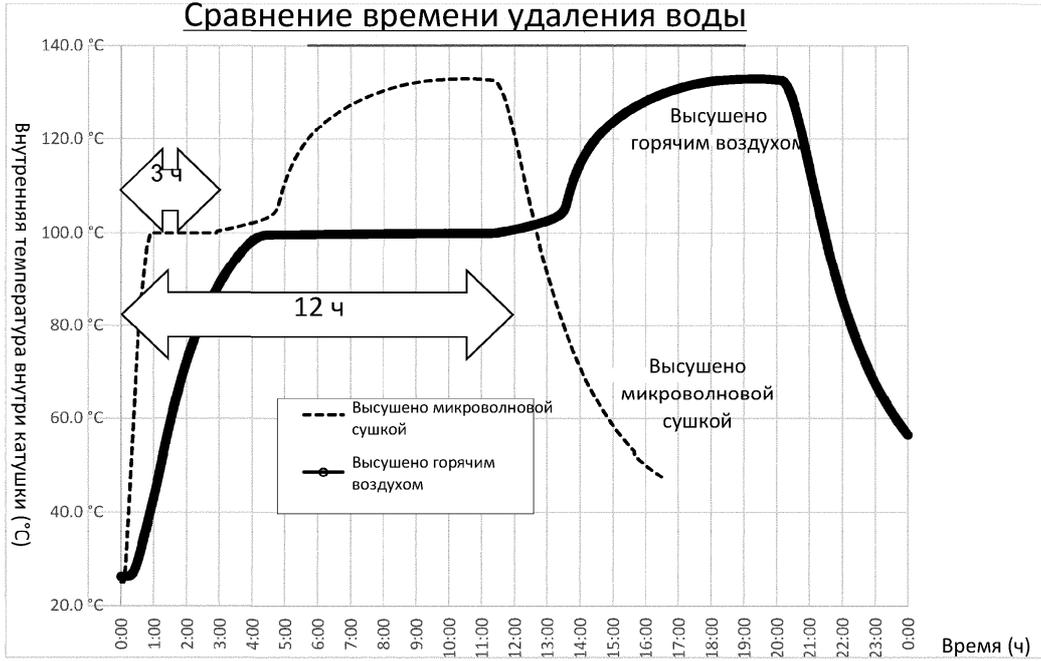
Фиг. 1

Сравнение частичной и полной мокрой паковки
стекловолокна
МИКРОВОЛНОВАЯ МОЩНОСТЬ = 130 Вт/кг

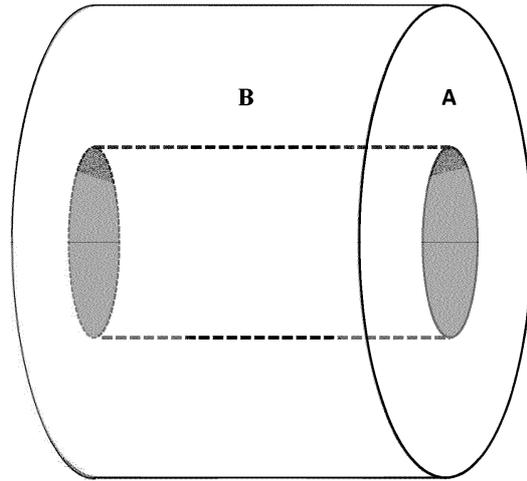


Фиг. 2

Сравнение времени удаления воды



Фиг. 3



Фиг. 4