



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2014147711/13, 24.04.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
24.04.2013

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
27.04.2012 US 61/639,281

(43) Дата публикации заявки: 20.06.2016 Бюл. № 17

(45) Опубликовано: 10.08.2016 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 20030203998 A1, 30.10.2003. WO 2010019666 A1, 18.02.2010. RU 2129486 C1, 27.04.1999. RU 2142877 C1, 20.12.1999. RU 2165352 C2, 20.04.2001.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 27.11.2014

(86) Заявка РСТ:  
US 2013/037886 (24.04.2013)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2013/163242 (31.10.2013)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры"

(72) Автор(ы):

**УИЛЛЬЯМСОН Бобби Л. (US),  
ЦЗИН Фэн (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**ДЖОРДЖИЯ-ПЭСИФИК КЕМИКАЛЗ  
ЭлЭлСи (US)**

**(54) КОМПОЗИТНЫЕ ИЗДЕЛИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ СО СВЯЗУЮЩИМИ КОМПОЗИЦИЯМИ, КАТАЛИЗИРУЕМЫМИ КИСЛОТАМИ ЛЬЮИСА, КОТОРЫЕ ВКЛЮЧАЮТ ТАННИНЫ И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АЛЬДЕГИДЫ**

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к деревообрабатывающей промышленности, в частности к изготовлению композитных древесных изделий. Выполняют контакт множества подложек со связующей композицией и частичное отверждение связующей композиции. Одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений могут включать два или более атомов углерода и две или более альдегидных функциональных групп, или два или более атомов углерода, по меньшей мере одну

альдегидную функциональную группу и по меньшей мере одну функциональную группу, которая не представляет собой альдегидную функциональную группу. Атом углерода по меньшей мере одной альдегидной функциональной группы имеет первую связь с первой молекулой таннина и вторую связь, которую образует первая молекула таннина, вторая молекула таннина или атом кислорода по меньшей мере одной альдегидной функциональной группы. Уменьшаются выбросы

формальдегида. 3 н. и 17 з.п. ф-лы, 3 табл.

R U 2 5 9 3 9 0 8 C 2

R U 2 5 9 3 9 0 8 C 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2014147711/13, 24.04.2013**(24) Effective date for property rights:  
**24.04.2013**

Priority:

(30) Convention priority:  
**27.04.2012 US 61/639,281**(43) Application published: **20.06.2016** Bull. № 17(45) Date of publication: **10.08.2016** Bull. № 22(85) Commencement of national phase: **27.11.2014**(86) PCT application:  
**US 2013/037886 (24.04.2013)**(87) PCT publication:  
**WO 2013/163242 (31.10.2013)**

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,  
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**UILLYAMSON Bobbi L. (US),  
TSZIN Fen (US)**

(73) Proprietor(s):

**DZHORDZHIYA-PESIFIK KEMIKALZ EIEISI  
(US)**(54) **COMPOSITE ARTICLES MADE FROM BINDING COMPOSITIONS CATALYZED BY LEWIS ACIDS, WHICH INCLUDE TANNINS AND MULTIFUNCTIONAL ALDEHYDES**

(57) Abstract:

FIELD: wood working industry.

SUBSTANCE: group of inventions relates to woodworking, particularly, to production of composite wood products. Multiple substrates contact with binding composition and partial hardening of binding composition are made. One or several multifunctional aldehyde compounds may include two or more carbon atoms and two or more aldehyde functional groups, or two or more carbon atoms, at least one aldehyde

functional group and at least one functional group, which represents an aldehyde functional group. Carbon atom of at least one aldehyde functional group has first communication with first tannin molecule and second connection, which is formed by first tannin molecule, second tannin molecule or oxygen atom of at least one aldehyde functional groups.

EFFECT: reduced emission of formaldehyde.  
20 cl, 3 tbl

## УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

### Область техники

Варианты осуществления описанный в настоящем документе относятся, в общем, к композитным изделиям, изготовленным со связующими композициями, катализируемыми одной или несколькими кислотами Льюиса (Lewis), где связующая композиция включает один или несколько таннинов и один или несколько многофункциональных альдегидов, и к способам их получения и использования.

### Описание предшествующего уровня техники

Чтобы получить композитные древесные изделия и композитные волокнистые изделия, требуется связующее вещество, которое соединяет друг с другом отдельные древесные частицы или волокна. Такие традиционные связующие вещества содержат формальдегид, который может наносить вред человеку и окружающей среде. Такие связующие вещества на основе формальдегида включают полимеры, которые образуют мочевины и формальдегид (UF), меламин и формальдегид (MF), фенол и формальдегид (PF), меламин, мочевины и формальдегид (MUF), а также фенол, мочевины и формальдегид (PUF). Хотя эти связующие вещества на основе формальдегида образуют композитные древесные изделия и композитные волокнистые изделия, имеющие желательные свойства, формальдегид высвобождается в процессе изготовления связующего вещества, в процессе отверждения композитного изделия, содержащего связующее вещество, а также из конечных композитных изделий, изготовленных с использованием связующего вещества.

Были исследованы разнообразные альтернативные связующие вещества в попытке уменьшения количества связующего вещества на основе формальдегида или полного устранения связующего вещества на основе формальдегида в процессе изготовления композитных изделий. Один тип связующих веществ, которые были исследованы, включает использование таннинов. С таннинами могут объединяться связующие вещества на основе формальдегида, что снижает суммарную концентрацию формальдегида в связующем веществе, которое используется индивидуально, или смешивается с отвердителем или отверждающим веществом, таким как гексаметилентетрамин, параформальдегид, диоксид кремния, борная кислота и т.п. Эти попытки уменьшения выбросов формальдегида, однако, сопровождаются одним или несколькими нежелательными эффектами, такими как непрерывное высвобождение связующим веществом большего количества формальдегида, чем это желательно, более продолжительные сроки отверждения, сокращение срока хранения полимера, уменьшение прочности изделия, сокращение возможности изменения технологических условий и/или снижение влагонепроницаемости.

Таким образом, существует потребность в улучшенных связующих композициях для получения композитных изделий, создающих уменьшенные или нулевые выбросы формальдегида.

### СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Предлагаются композитные изделия, полученные со связующими композициями, катализируемыми одной или несколькими кислотами Льюиса, где связующая композиция включает один или несколько таннинов и один или несколько многофункциональных альдегидов, а также и способы их получения. Согласно, по меньшей мере, одному конкретному варианту осуществления, способ получения композитного изделия может включать приведение в контакт множества подложек со связующей композицией. Связующая композиция может включать один или несколько таннинов, одну или несколько кислот Льюиса и одно или несколько многофункциональных альдегидных

соединений. Одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений могут включать: (1) два или более атомов углерода и две или более альдегидных функциональных групп, или (2) два или более атомов углерода, по меньшей мере, одну альдегидную функциональную группу, и, по меньшей мере, одну функциональную группу, которая не представляет собой альдегидную функциональную группу. Способ может также включать, по меньшей мере, частичное отверждение связующей композиции для получения композитного изделия. Атом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы в отвержденной связующей композиции может иметь первую связь с первой молекулой таннина из одного или нескольких таннинов и вторую связь, которую образует (а) первая молекула таннина, (b) вторая молекула таннина из одного или нескольких таннинов или (с) атом кислорода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы.

Согласно, по меньшей мере, еще одному конкретному варианту осуществления, способ получения композитного изделия может включать приведение в контакт множества лигноцеллюлозных подложек со связующей композицией. Связующая композиция может включать один или несколько таннинов, одну или несколько кислот Льюиса, одно или несколько основных соединений, и одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений. Один или несколько таннинов можно получить из черной акации, квебрахового дерева или их сочетания. Одна или несколько кислот Льюиса могут представлять собой борную кислоту, тетраборат натрия, гидроксид алюминия, диоксид кремния, силикат натрия или любое их сочетание. Одно или несколько основных соединений могут представлять собой гидроксид калия, гидроксид натрия, карбонат калия, карбонат натрия или любое их сочетание. Одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений могут включать (1) два или более атомов углерода и две или более альдегидных функциональных групп, или (2) два или более атомов углерода, по меньшей мере, одну альдегидную функциональную группу, и, по меньшей мере, одну функциональную группу, которая не представляет собой альдегидную функциональную группу. Способ может также включать, по меньшей мере, частичное отверждение связующей композиции для изготовления композитного изделия.

Атом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы в отвержденной связующей композиции может иметь первую связь с первой молекулой таннина из одного или нескольких таннинов и вторую связь, которую образует (а) первая молекула таннина, (b) вторая молекула таннина из одного или нескольких таннинов или (с) атом кислорода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы.

Согласно, по меньшей мере, одному конкретному варианту осуществления, композитное изделие может включать множество подложек и, по меньшей мере, частично отвержденную связующую композицию. Связующая композиция перед отверждением может включать один или несколько таннинов, одна или несколько кислот Льюиса, и одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений. Одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений могут включать (1) два или более атомов углерода и две или более альдегидных функциональных групп, или (2) два или более атомов углерода, по меньшей мере, одну альдегидную функциональную группу, и, по меньшей мере, одну функциональную группу, которая не представляет собой альдегидную функциональную группу. Атом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы в отвержденной связующей композиции может иметь первую связь с первой молекулой таннина из одного или

нескольких таннинов и вторую связь, которую образует (а) первая молекула таннина, (b) вторая молекула таннина из одного или нескольких таннинов или (с) атом кислорода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы.

#### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

5 Неожиданно и непредсказуемо было обнаружено, что связующие композиции, в которых содержатся один или несколько таннинов, одно или несколько  
многофункциональных альдегидных соединений, одна или несколько кислот Льюиса, а также необязательно одно или несколько основных соединений, можно использовать, чтобы получить на лигноцеллюлозной основе и/или на волокнистой основе композитные  
10 изделия, имеющие приемлемые свойства, без необходимости связующих веществ на основе формальдегида или без необходимости таких больших количеств связующих веществ на альдегидной основе, которые требовались ранее. Другими словами, связующая композиция, в которой содержатся один или несколько таннинов, один или несколько многофункциональных альдегидов, и одна или несколько кислот Льюиса,  
15 может быть использована индивидуально для изготовления композитных изделий, или с ней могут объединяться один или несколько связующих веществ на альдегидной основе для изготовления связующей системы, содержащей в меньшем количестве альдегидные соединения по сравнению с предшествующими связующими вещества на альдегидной основе.

20 При использовании в настоящем документе термин «таннин» означает как гидролизуемые таннины, так и конденсированные таннины. По существу, связующая композиция может включать гидролизуемые таннины, конденсированные таннины или сочетание гидролизуемых таннинов и конденсированных таннинов. В качестве иллюстрации, кустарники и/или деревья, из которых можно производить подходящие  
25 таннины, могут включать, но не ограничиваются этим, следующие виды: акация (*Acacia*), каштан (*Castanea*), мимоза (*Vachellia*), сенегалия (*Senegalia*), терминалия (*Terminalia*), филлантус (*Phyllanthus*), цезальпиния (*Caesalpinia*), дуб (*Quercus*), схинопсис (*Schinopsis*), тсуга (*Tsuga*), сумах (*Rhus*), орех (*Juglans*), гикори (*Carya*) и сосна (*Pinus*), или эти таннины можно использовать в любых сочетаниях или смесях. В качестве следующего примера, роды растений, из которых можно производить подходящие таннины, могут  
30 представлять собой, но не ограничиваются этим, схинопсис (*Schinopsis*), акация (*Acacia*) или их сочетание. В качестве следующего примера, роды растений, из которых можно производить подходящие таннины, могут представлять собой, но не ограничиваются этим, сосна (*Pinus*), гикори (*Carya*) или их сочетание.

35 Гидролизуемые таннины представляют собой смеси простых фенолов, таких как пирогаллол и эллаговая кислота, и сложных эфиров, которые образует сахар, например, глюкоза, а также галловая и дигалловая кислоты. Иллюстративные гидролизуемые таннины могут включать, но не ограничиваются этим, экстракты, для получения которых используются каштан посевной (*Castanea sativa*), (например, каштан  
40 благородный), терминалия (*Terminalia*) и филлантус (*Phyllanthus*) (например, чернильный орешек), цезальпиния дубильная (*Caesalpinia coriaria*) (например, цезальпиния красильная или диви-диви), цезальпиния колючая (*Caesalpinia spinosa*), (например, тара), мимозка, средиземноморский дуб и дуб (*Quercus*) (например, дуб черешчатый). Конденсированные таннины представляют собой полимеры, которые образуются в результате конденсации  
45 флаванов. Конденсированные таннины могут представлять собой линейные или разветвленные молекулы. Иллюстративные конденсированные таннины можно производить, используя следующие растения, но не ограничиваются этим: черная акация (*Acacia mearnsii*) (например, экстракт коры черной акации или мимозы), схинопсис

(Schinopsis) (например, квебрахо экстракт древесины), тсуга (Tsuga) (например, экстракт коры гемлока), сумах (Rhus) (например, экстракт сумаха), орех (Juglans) (например, грецкий орех), гикори (Carya illinoensis) (например, пекан) и сосна (Pinus) (например, экстракт коры сосны лучистой и сосны приморской).

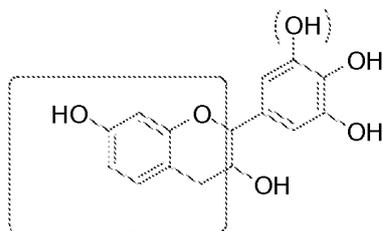
5 Конденсированные танины включают от приблизительно 70 мас.% до приблизительно 80 мас.% активных фенольных ингредиентов («танниновая фракция»), а остальные ингредиенты («нетанниновая фракция») могут включать, но не ограничиваются этим, углеводы, гидроколлоидные камеди, а также фракции аминокислот и/или иминокислот. Конденсированные танины можно использовать в  
10 таком виде, в котором они извлекаются или экстрагируются из органического материала, или конденсированные танины можно очищать, получая, например, приблизительно 95 мас.% или более активных фенольных ингредиентов. Гидролизуемые танины и конденсированные танины можно экстрагировать, используя в качестве исходного материала, например, деревья и/или кустарники и осуществляя хорошо разработанные  
15 способы. Более подробное обсуждение танинов представляют и описывают книги «Справочник по технологии связующих материалов», второе издание, издательство CRC Press, 2003 г., глава 27 «Натуральные фенольные связующие материалы I: таннин», а также «Мономеры, полимеры и композитные материалы из возобновляемых ресурсов», издательство Elsevier, 2008 г., глава 8 «Танины: основные источники, свойства и  
20 применения».

Конденсированные танины можно классифицировать или группировать, выделяя две основные категории, а именно, танины, содержащие резорциновые звенья, и танины, содержащие флороглюциновые звенья. Иллюстративные танины, в которых содержатся резорциновые звенья, включают, но не ограничиваются этим, танины  
25 черной акации и танины квебрахо. Резорциновое звено может представлять приведенная ниже формула I.



30 **Формула I**

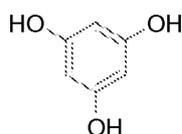
Резорциновая группа представлена в прямоугольнике, который ограничивает структурное звено таннинов черной акации и квебрахо в приведенной ниже формуле II. Для простоты структуру таннинов черной акации и квебрахо представляет их  
35 флавоноидное структурное звено.



40

**Формула II**

Иллюстративные танины, в которых содержится флороглюциновое звено, включают, но не ограничиваются этим, пекановые танины и сосновые танины. Флороглюциновое  
45 звено может представлять приведенная ниже формула III.

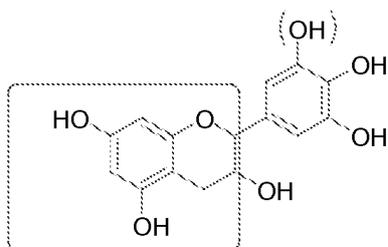


5

### Формула III

Флороглюциновая группа представлена в прямоугольнике, который ограничивает структурное звено пекановых и сосновых таннинов в приведенной ниже формуле IV. Для простоты структуру пекановых и сосновых таннинов представляет их флавоноидное структурное звено.

10



15

### Формула IV

Как известно, флороглюцин имеет более высокую реакционную способность, чем резорцин. По существу, таннины, которые включают флороглюциновое звено, являются более реакционноспособными, чем таннины, которые включают резорциновое звено.

20

Если связующая композиция включает смесь гидролизуемых таннинов и конденсированных таннинов, их можно использовать в любом соотношении друг к другу. Например, связующая композиция, которая одновременно включает гидролизуемые таннины и конденсированные таннины, может содержать конденсированные таннины в концентрации, составляющей от приблизительно 1 мас.% до приблизительно 99 мас.% по отношению к суммарной массе гидролизуемых таннинов и конденсированных таннинов. В качестве следующего примера, связующая композиция, которая одновременно включает гидролизуемые таннины и конденсированные таннины, может содержать конденсированные таннины в концентрации, составляющей приблизительно 50 мас.% или более, приблизительно 55 мас.% или более, приблизительно 60 мас.% или более, приблизительно 70 мас.% или более, приблизительно 75 мас.% или более, приблизительно 80 мас.% или более, приблизительно 85 мас.% или более, приблизительно 90 мас.% или более, приблизительно 95 мас.% или более или приблизительно 97 мас.% или более.

25

30

35

Если связующая композиция содержит два или более различных таннинов, в этих два или более таннинов может содержаться резорциновое звено или флороглюциновое звено. Например, в связующей композиции могут содержаться два различных таннина, каждый из которых включает резорциновое звено, например, таннины квебрахо и таннины черной акации. В качестве следующего примера, связующая композиция может включать два различных таннина, где первый таннин включает резорциновое звено, например, таннин черной акации, и второй таннин включает флороглюциновое звено, например, сосновый таннин. В качестве следующего примера, связующая композиция может включать два различных таннина, каждый из которых включает флороглюциновое звено, например, сосновые таннины и пекановые таннины.

40

45

Если связующая композиция включает смесь двух различных таннинов, эти два таннина могут присутствовать в любом соотношении друг к другу. Например, связующая композиция, которая включает первый таннин и второй таннин, где первый и второй таннины отличаются друг от друга, может содержать первый таннин в

концентрации, составляющей составляющий от приблизительно 1 мас.% до приблизительно 99 мас.%, и наоборот, второй таннин содержится в концентрации, составляющей приблизительно от 99 мас.% до приблизительно 1 мас.% по отношению к суммарной массе первого и второго таннинов. В качестве следующего примера, количество первого таннина в связующей композиции, которая включает первый и второй таннины, может быть низкой, составляя приблизительно 5 мас.%, приблизительно 10 мас.%, приблизительно 15 мас.%, приблизительно 20 мас.%, приблизительно 25 мас.% приблизительно 30 мас.%, приблизительно 35 мас.%, приблизительно 40 мас.% или приблизительно 45 мас.%, или высокой, составляя приблизительно 60 мас.%, приблизительно 65 мас.%, приблизительно 70 мас.%, приблизительно 75 мас.%, приблизительно 80 мас.%, приблизительно 85 мас.%, приблизительно 90 мас.% или приблизительно 95 мас.% по отношению к суммарной массе первого и второго таннинов. Связующая композиция может включать любое число различных таннинов, причем различные таннины могут присутствовать в любом желательном количестве.

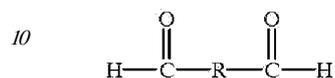
Таннины могут иметь кислотное значение pH. Например, значение pH таннинов может быть низким, составляя приблизительно 3, приблизительно 3,5 или приблизительно 4 или высоким, составляя приблизительно 5, приблизительно 5,5 или приблизительно 6. Таннины могут содержать резорциновые или флороглюциновые функциональные группы, которые могут реагировать с альдегидами в соответствующих условиях. Подходящие имеющиеся в продаже таннины могут включать, но не ограничиваются этим, таннин черной акации и таннин квебрахо. Другие подходящие таннины может включать сосновый таннин и пекановый таннин.

При использовании в настоящем документе термины «многофункциональное альдегидное соединение» и «многофункциональный альдегид» используются взаимозаменяемым образом и означают соединения, имеющие, по меньшей мере, две функциональные группы, причем, по меньшей мере, одна из этих функциональных групп представляет собой альдегидную группу. Например, многофункциональный альдегид может включать две или более альдегидных функциональных групп. В качестве следующего примера, многофункциональный альдегид может включать, по меньшей мере, одну альдегидную функциональную группу и, по меньшей мере, одну функциональную группу, которая не представляет собой альдегидную функциональную группу. При использовании в настоящем документе термин «функциональный группа» означает реакционноспособные группы в многофункциональном альдегидном соединении и могут включать, но не ограничиваются этим, альдегидные группы, карбоксильные группы, сложноэфирные группы, амидные группы, иминные группы, эпоксидные группы, азиридиновые группы, азетидиниевые группы и гидроксильные группы.

Многофункциональное альдегидное соединение может включать два или более атомов углерода и иметь две или более альдегидных функциональных групп. Например, многофункциональное альдегидное соединение может включать два, три, четыре, пять, шесть или более атомов углерода и иметь две или более альдегидных функциональных групп. Многофункциональное альдегидное соединение может включать два или более атомов углерода и иметь, по меньшей мере, одну альдегидную функциональную группу и, по меньшей мере, одну функциональную группу, которая не представляет собой альдегидную группу, такую как карбоксильная группа, сложноэфирная группа, амидная группа, иминная группа, эпоксидная группа, азиридиновая группа, азетидиниевая группа, и/или гидроксильная группа. Например, многофункциональное альдегидное соединение может включать два, три, четыре, пять, шесть или более атомов углерода

и иметь, по меньшей мере, одну альдегидную функциональную группу и, по меньшей мере, одну функциональная группа, которая не представляет собой альдегидную группу, такую как карбоксильная группа, сложноэфирная группа, амидная группа, иминная группа, эпоксидная группа, азиридиновая группа, азетидиниевая группа и/или гидроксильная группа.

Подходящие бифункциональные или дифункциональные альдегиды, которые включают три (3) или более атомов углерода и имеют две альдегидные функциональные группы (-CHO), могут быть представлены следующей формулой:



#### Формула V

где R представляет собой двухвалентную алифатическую, циклоалифатическую, ароматическую или гетероциклическую группу, содержащую от 1 до 12 атомов углерода. Иллюстративные многофункциональные альдегиды могут включать, но не ограничиваются этим, малоновый альдегид, янтарный альдегид, глутаровый альдегид, 2-гидроксиглутаровый альдегид, β-метилглутаровый альдегид, адипиновый альдегид, пимелиновый альдегид, суберовый альдегид, малеиновый альдегид, фумаровый альдегид, себациновый альдегид, фталевый альдегид, изофталевый альдегид, терефталевый альдегид, альдегиды с замещенными ароматическими кольцами, любое их сочетание или любую их смесь. Подходящий бифункциональный или дифункциональный альдегид, который включает два атома углерода и имеет два альдегидные функциональные группы, представляет собой глиоксаль.

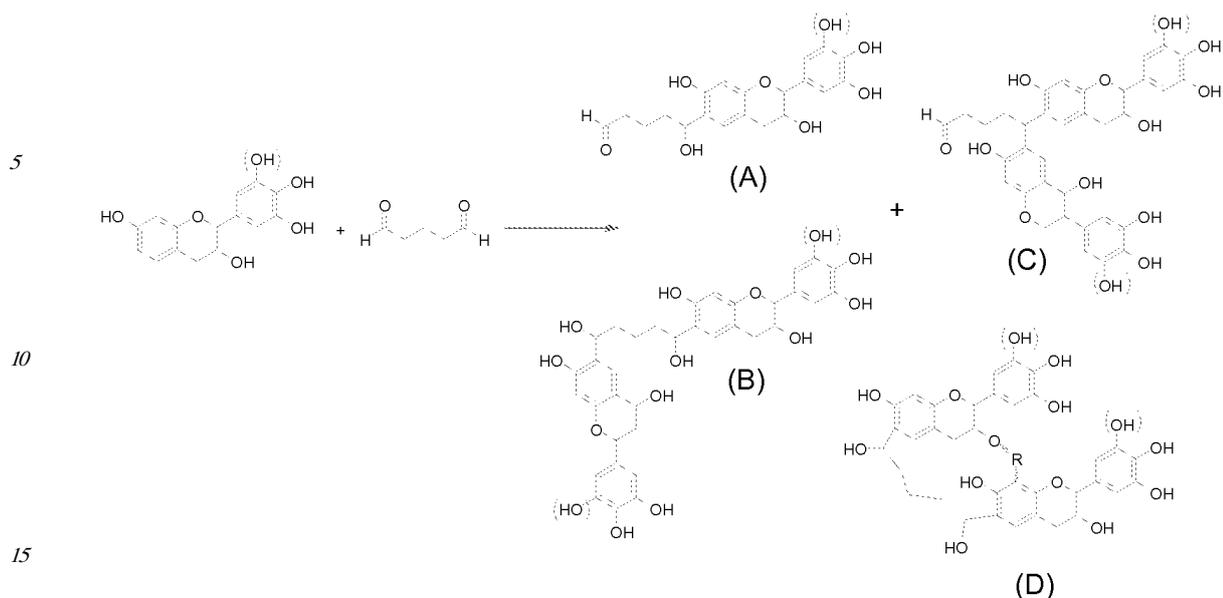
Иллюстративные многофункциональные альдегидные соединения, в которых содержатся альдегидная группа и функциональная группа, которая не представляет собой альдегидную группу, могут включать, но не ограничиваются этим, глиоксиловую кислоту, сложные эфиры глиоксиловой кислоты, амиды глиоксиловой кислоты, 5-(гидроксиметил)фурфураль, любое их сочетание или любую их смесь. Альдегидная группа в многофункциональном альдегидном соединении может существовать в других формах, например, как гидрат. По существу, можно использовать любые формы или производные конкретного многофункционального альдегидного соединения для изготовления связующих композиций. Например, что касается глиоксиловой кислоты, для изготовления связующей композиции могут объединяться глиоксиловая кислота, моногидрат глиоксиловой кислоты и/или глиоксилат, таннины и кислота Льюиса.

Атом углерода, по меньшей мере, в одной альдегидной функциональной группе многофункционального альдегидного соединения можно образовывать связь с таннином, осуществляя, по меньшей мере, частичное отверждение связующей композиции. При использовании в настоящем документе термины «отверждение», «отвержденный» и аналогичные термины предназначаются для описания структурного или морфологического изменения, которое происходит в связующей композиции, когда она отверждается, и происходит химическая реакция с образованием ковалентных связей (сшивание), ионное взаимодействие или образование кластеров, улучшенная адгезия к подложке, фазовое превращение или обращение и/или образование водородных связей. При использовании в настоящем документе выражения «по меньшей мере, частичное отверждение», «по меньшей мере, частично отвержденный» и аналогичные термины предназначаются для описания связующей композиции, в которой происходит, по меньшей мере, некоторая химическая реакция с образованием ковалентных связей (сшивание), ионное взаимодействие или образование кластеров, улучшенная адгезия к

подложке, фазовое превращение или обращение и/или образование водородных связей, но могут также происходить дополнительно химическая реакция с образованием ковалентных связей (сшивание), ионное взаимодействие или образование кластеров, улучшенная адгезия к подложке, фазовое превращение или обращение и/или образование водородных связей.

Атом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы многофункционального альдегидного соединения в отвержденной связующей композиции может иметь первую связь с первой молекулой таннина из одного или нескольких таннинов. Атом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы многофункционального альдегидного соединения в отвержденной связующей композиции может также иметь вторую связь, которую образует (1) первая молекула таннина, (2) вторая молекула таннина из одного или нескольких таннинов, или (3) атом кислорода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы. Например, атом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы многофункционального альдегидного соединения может образовывать первую и вторую связи с первой молекулой таннина из одного или нескольких таннинов, когда связующая композиция является, по меньшей мере, частично отвержденной. В качестве следующего примера, атом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы многофункционального альдегидного соединения может образовывать первую связь с первой молекулой таннина из одного или нескольких таннинов и вторую связь со второй молекулой таннина из одного или нескольких таннинов, когда связующая композиция является, по меньшей мере, частично отвержденной. В качестве следующего примера, атом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы многофункционального альдегидного соединения может образовывать первую связь с первой молекулой таннина из одного или нескольких таннинов и может иметь или сохранять вторую связь с атомом кислорода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы. Другими словами, в отвержденной связующей композиции, атом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы многофункционального альдегидного соединения может иметь первую связь с первой молекулой таннина из одного или нескольких таннинов и вторую связь, которую образует первая молекула таннина, вторая молекула таннина из одного или нескольких таннинов или атом кислорода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы.

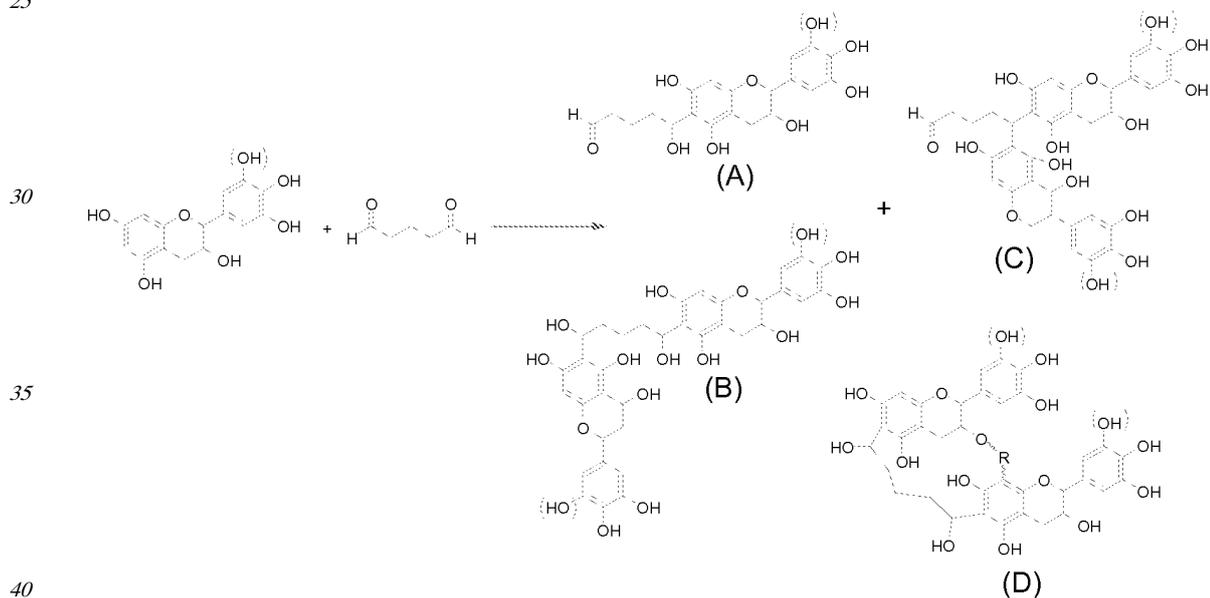
Некоторые иллюстративные продукты реакций (A, B, C, D), которые производят глутаровый альдегид и таннин, содержащий резорциновое звено, например, таннин черной акации или таннин квебрахо, представлены ниже на схеме I. Для простоты таннин представляет его флавоноидное структурное звено. Группа R, которую содержит продукт, обозначенный D, может представлять собой один или несколько флавоноидных звеньев или других функциональных групп, которые могут соединять друг с другом два флавоноидных звена таннина.



### Схема I

Некоторые иллюстративные продукты реакций (А, В, С, D), которые производят  
 глутаровый альдегид и таннин, содержащий флороглюциновое звено, например,  
 20 пекановый таннин или сосновый таннин, представлены ниже на схеме II. Для простоты  
 таннин представляет его флавоноидное структурное звено. Группа R, которую содержит  
 продукт, обозначенный D, может представлять собой один или несколько флавоноидных  
 звеньев или других функциональных групп, которые могут соединять друг с другом  
 два флавоноидных звена таннина.

25



### Схема II

Как представлено на обеих схемах I и II, в случае продуктов А и В атом углерода,  
 по меньшей мере, одной альдегидной группы может образовывать первую связь с  
 45 первым таннином и вторую связь с атомом кислорода альдегидной группы. Кроме  
 того, как представлено на обеих схемах I и II, в случае продуктов С атом углерода,  
 по меньшей мере, одной альдегидной группы может образовывать первую связь с первым  
 таннином и вторую связь со вторым таннином. В случае продуктов D, как представлено  
 на обеих схемах I и II, атом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной группы

может образовывать первую связь с первым таннином и вторую связь с первым таннином. Без намерения ограничиваться теорией, считается, что вероятность того, что атом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы многофункционального альдегида образует первую связь и вторую связь с одной и той же молекулой таннина, увеличивается при увеличении числа флавоноидных звеньев. Таннины могут включать множество флавоноидных звеньев, например, от 2 до 11, и чем больше число флавоноидных звеньев, тем больше вероятность того, что атом углерода альдегидной группы может образовывать первую связь и вторую связь с одной и той же молекулой таннина.

Кислота Льюиса представляет собой молекулу или ион (также называется «электрофил»), которые могут соединиться со второй молекулой или ионом, образуя комплекс, содержащий два электрона от второй молекулы или иона. Другими словами, кислота Льюиса представляет собой соединение, которое принимает пару электронов. Кислота Льюиса может ускорять реакции сшивания между таннином и многофункциональным альдегидным соединением. Другими словами, кислота Льюиса может катализировать реакции сшивания между таннинами и многофункциональными соединениями.

Подходящие кислоты Льюиса могут включать соединения, содержащие элементы, у которых атомная масса составляет 32 или менее. Подходящие кислоты Льюиса могут также включать соединения, которые содержат бор, алюминий или кремний. Иллюстративные кислоты Льюиса могут включать, но не ограничиваются этим, борную кислоту, тетраборат натрия, гидроксид алюминия, диоксид кремния, силикат натрия, любое их сочетание или любую их смесь. Кислота Льюиса может присутствовать в любой форме. Например, кислота Льюиса может присутствовать в негидратированной форме или в гидратированной форме.

Основное соединение может представлять собой или включают любое соединение или сочетание соединений, которые способны увеличивать рН связующей композиции, которую составляют таннин, многофункциональное альдегидное соединение и кислота Льюиса. Подходящие основания или щелочные соединения могут включать, но не ограничиваются этим, гидроксиды, карбонаты, оксиды, третичные амины, амиды, любое их сочетание или любые их смеси. Иллюстративные гидроксиды могут включать, но не ограничиваются этим, гидроксид натрия, гидроксид калия, гидроксид лития, гидроксид цезия, гидроксид бария, гидроксид кальция, гидроксид магния, гидроксид алюминия, любое их сочетание или любые их смеси. Иллюстративные карбонаты могут включать, но не ограничиваются этим, карбонат натрия, бикарбонат натрия, карбонат калия, карбонат аммония, любое их сочетание или любые их смеси. Иллюстративные амины могут включать триметиламин, триэтиламин, триэтанолламин, N,N-диизопропилэтиламин или основание Хунига (Hunig), пиридин, 4-диметиламинопиридин (DMAP), 1,4-диазабцикло[2.2.2]октан (DABCO), любое их сочетание или любые их смеси.

Согласно, по меньшей мере, одному конкретному варианту осуществления, в основном соединении могут отсутствовать любые аминокислотосодержащие соединения, такие как аммиак, амины или амиды. По существу, в качестве, по меньшей мере, одного примера, в связующей композиции могут отсутствовать или практически отсутствовать любые аминокислотосоединения. При использовании в настоящем документе термин «практическое отсутствие любых аминокислотосоединений» означает, что связующая композиция не включает и не содержит в качестве каких-либо преднамеренных добавок аммиак, амины или амиды. Другими словами, термин «практическое отсутствие

аминосоединений» означает, что в связующей композиции не содержатся аминсоединения, но эти аминсоединения могут присутствовать в качестве примесей. Кроме того, поскольку с атомом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы многофункционального альдегидного соединения могут быть  
5 связаны один или несколько таннинов или таннин и атом кислорода, атом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы многофункционального альдегидного соединения в связующей композиции может не образовывать никаких связей с атомом азота. Другими словами, в связующей композиции могут отсутствовать атомы азота, связанные с атомом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной  
10 функциональной группы многофункционального соединения.

Связующая композиция может включать достаточное количество основного соединения, чтобы получилась связующая композиция, у которой значение рН составляет от приблизительно 4 до приблизительно 14. В качестве альтернативы, связующая композиция, которая включает таннин, многофункциональное альдегидное соединение  
15 и кислоту Льюиса, может иметь значение рН, составляющее от приблизительно 4 до приблизительно 14. По существу, связующая композиция может содержать или может не содержать основное соединение. Значение рН связующей композиции может быть низким, составляя приблизительно 4, приблизительно 5, или приблизительно 6, или высоким, составляя приблизительно 9, приблизительно 10, приблизительно 11,  
20 приблизительно 12, приблизительно 13, или приблизительно 14. Основное соединение может представлять собой водный раствор. Например, основное соединение может представлять собой водный раствор, содержащий 50 мас.% гидроксида натрия. Конкретное значение рН связующей композиции могут определять, по меньшей мере, частично, конкретный таннин (таннины), многофункциональное альдегидное соединение  
25 (соединения) и кислота (кислоты) Льюиса, которые присутствуют в данной связующей композиции. Например, реакции сшивания связующей композиции, в которых участвует таннин, произведенный из сосно-вой древесины, могут происходить быстрее в кислой среде по сравнению со связующей композицией, в которой содержится таннин, произведенный из древесины черной акации, когда все остальные условия остаются  
30 одинаковыми. По существу, значение рН связующей композиции можно использовать, по меньшей мере, частично, чтобы регулировать, контролировать, изменять или иным способом воздействовать на продолжительность времени, которое требуется, по меньшей мере, для частичного отверждения связующей композиции.

Один или несколько таннинов, одно или несколько многофункциональных  
35 альдегидных соединений и одна или несколько кислот Льюиса можно смешивать, перемешивать или иным способом объединять друг с другом в любом порядке или последовательности для изготовления связующей композиции. Один или несколько таннинов, одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений, одна или несколько кислот Льюиса и одно или несколько основных соединений можно  
40 смешивать, перемешивать или иным способом объединять друг с другом в любом порядке или последовательности изготовления связующей композиции. Например, таннин может объединяться с основным соединением, образуя первую смесь, кислота Льюиса может объединяться с первой смесью, образуя вторую смесь, и многофункциональное альдегидное соединение может объединяться со второй смесью,  
45 образуя связующую композицию. В качестве следующего примера, таннин может объединяться с кислотой Льюиса, образуя первую смесь, основное соединение может объединяться с первой смесью, образуя вторую смесь, и многофункциональное альдегидное соединение может объединяться со второй смесью, образуя связующую

композицию. В качестве следующего примера, таннин может объединяться с кислотой Льюиса, образуя первую смесь, и многофункциональное соединение может объединяться с первой смесью, образуя связующую композицию. В качестве следующего примера, таннин, многофункциональное альдегидное соединение и кислота Льюиса могут одновременно объединяться друг с другом, образуя связующую композицию. С основным соединением могут необязательно объединяться таннин, многофункциональное альдегидное соединение и/или кислота Льюиса.

Как далее обсуждается более подробно, связующую композицию можно наносить на множество подложек или зернистых материалов, такие как, например, древесные стружки, стекловолоконные материалы и/или шпон, и, по меньшей мере, частично отверждать для изготовления изделия. Реакции сшивания между таннином и многофункциональным альдегидным соединением в связующей композиции могут происходить при комнатной температуре и давлении или при повышенной температуре и/или давлении. Применение нагревания и/или давления можно ускорять сшивание или отверждение связующей композиции. Подходящие температуры для отверждения связующих композиций могут быть низкими, составляя приблизительно 20°C, приблизительно 30°C или приблизительно 40°C, или высокими, составляя приблизительно 150°C, приблизительно 200°C или приблизительно 250°C. Композитный материал, объединенный со связующей композицией, например, древесные стружки и/или волокна, можно подвергать прессованию, изготавливая более компактное или плотное изделие, чем изделие, которое можно было бы изготавливать без применения давления. Подходящие давления, которые прилагаются для отверждения связующих композиций к композитному материалу, может быть низким, составляя приблизительно 101 кПа, приблизительно 1 МПа или приблизительно 2 МПа, или высоким, составляя приблизительно 5 МПа, приблизительно 7 МПа, приблизительно 10 МПа или приблизительно 14 МПа.

Таннин, многофункциональное альдегидное соединение и кислота Льюиса могут объединяться друг с другом при любом подходящем соотношении для изготовления связующих композиций. Связующая композиция может включать таннин в малом количестве, составляющем приблизительно 60 мас.%, приблизительно 70 мас.% или приблизительно 80 мас.%, или в большом количестве, составляющем приблизительно 85 мас.%, приблизительно 90 мас.%, приблизительно 95 мас.% или приблизительно 99 мас.% по отношению к суммарной массе твердых веществ таннина, многофункционального альдегидного соединения и кислоты Льюиса. Например, связующая композиция может включать таннин в количестве, составляющем от приблизительно 75 мас.% до приблизительно 98 мас.%, приблизительно 80 мас.% до приблизительно 97 мас.%, приблизительно 82 мас.% до приблизительно 95 мас.%, приблизительно 85 мас.% до приблизительно 92 мас.% или приблизительно 87 мас.% до приблизительно 90 мас.% по отношению к суммарной массе твердых веществ таннина, многофункционального альдегидного соединения и кислоты Льюиса. Связующая композиция может включать многофункциональное альдегидное соединение в малом количестве, составляющем приблизительно 1 мас.%, приблизительно 3 мас.%, приблизительно 5 мас.% или приблизительно 10 мас.%, или в большом количестве, составляющем приблизительно 15 мас.%, приблизительно 25 мас.%, приблизительно 35 мас.% или приблизительно 40 мас.% по отношению к суммарной массе твердых веществ таннина, многофункционального альдегидного соединения и кислоты Льюиса. Например, связующая композиция может включать многофункциональное альдегидное соединение в количестве, составляющем от приблизительно 2 мас.% до приблизительно

22 мас.%, приблизительно 4 мас.% до приблизительно 20 мас.%, приблизительно 6 мас.% до приблизительно 18 мас.%, приблизительно 8 мас.% до приблизительно 16 мас.% или приблизительно 10 мас.% до приблизительно 14 мас.% по отношению к суммарной массе твердых веществ таннина, многофункционального альдегидного соединения и кислоты Льюиса. Связующая композиция может включать кислоту Льюиса в малом количестве, составляющем приблизительно 0,05 мас.%, приблизительно 0,1 мас.% или приблизительно 0,5 мас.%, или в большом количестве, составляющем приблизительно 2 мас.%, приблизительно 3 мас.% или приблизительно 4 мас.% по отношению к суммарной массе твердых веществ таннина, многофункционального альдегидного соединения и кислоты Льюиса. Например, связующая композиция может включать кислоту Льюиса в количестве, составляющем от приблизительно 0,2 мас.% до приблизительно 2,5 мас.%, приблизительно 0,3 мас.% до приблизительно 2,2 мас.%, приблизительно 0,5 мас.% до приблизительно 1,8 мас.%, приблизительно 0,3 мас.% до приблизительно 1,3 мас.%, приблизительно 0,4 мас.% до приблизительно 1,5 мас.% или приблизительно 0,4 мас.% до приблизительно 0,8 мас.% по отношению к суммарной массе твердых веществ таннина, многофункционального альдегидного соединения и кислоты Льюиса.

В качестве следующего примера, связующая композиция может включать от приблизительно 80 мас.% до приблизительно 95 мас.% таннина, от приблизительно 5 мас.% до приблизительно 20 мас.% многофункционального альдегидного соединения и от приблизительно 0,05 мас.% до приблизительно 4 мас.% кислоты Льюиса по отношению к суммарной массе твердых веществ таннина, многофункционального альдегидного соединения и кислоты Льюиса. В качестве еще одного примера, связующая композиция может включать от приблизительно 85 мас.% до приблизительно 90 мас.% таннина, от приблизительно 10 мас.% до приблизительно 15 мас.% многофункционального альдегидного соединения и от приблизительно 0,2 мас.% до приблизительно 1,5 мас.% кислоты Льюиса по отношению к суммарной массе твердых веществ таннина, многофункционального альдегидного соединения и кислоты Льюиса. В качестве следующего примера, связующая композиция может включать приблизительно 85 мас.%, приблизительно 86 мас.%, приблизительно 87 мас.%, приблизительно 88 мас.%, приблизительно 89 мас.% или приблизительно 90 мас.% таннина, приблизительно 14 мас.%, приблизительно 13 мас.%, приблизительно 12 мас.%, приблизительно 11 мас.% или приблизительно 10 мас.% многофункционального альдегидного соединения и от приблизительно 0,4 до приблизительно 1 мас.% кислоты Льюиса по отношению к суммарной массе твердых веществ таннина, многофункционального альдегидного соединения и кислоты Льюиса. Количество основного соединения в связующей композиции может быть достаточным, чтобы регулировать значение рН композиции, содержащей таннин, многофункциональное альдегидное соединение и кислоту Льюиса, которое, как обсуждается выше, может составлять от приблизительно 4 до приблизительно 14.

Таннин, многофункциональное альдегидное соединение, кислота Льюиса и/или основное соединение могут объединяться с жидкой средой. Например, таннин, многофункциональное альдегидное соединение, кислота Льюиса и/или основное соединение могут раздельно объединяться с жидкой средой, а затем объединяться друг с другом для изготовления связующей композиции. В качестве следующего примера, таннин, многофункциональное альдегидное соединение, кислота Льюиса и/или основное соединение могут объединяться друг с другом для изготовления связующей композиции, а жидкая среда может затем добавляться в связующую композицию. Иллюстративные

жидкие среды могут включать, но не ограничиваются этим, воду, спирты, гликоли, ацетонитрил, диметилсульфоксид, N,N-диметилформамид, N-метилпирролидон, любое их сочетание или любую их смесь. Подходящий спирты могут включать, но не ограничиваются этим, метанол, этанол, пропанол, изопропанол, бутанол, любое их  
5 сочетание или любую их смесь. Подходящие гликоли могут включать, но не ограничиваются этим, этиленгликоль, пропиленгликоль или их сочетание. При использовании в настоящем документе термины «водная среда» и «жидкость на водной основе» могут означать или включать воду и/или смеси, которые составляет вода и/или другие смешивающиеся с водой растворители. Иллюстративные смешивающиеся с  
10 водой растворители могут включать, но не ограничиваются этим, спирты, простые эфиры, амины, другие полярные апротонные растворители и т.п.

Любые один или несколько таннинов, многофункциональное альдегидное соединение, кислота Льюиса и/или основное соединение, объединенные с жидкой средой, могут иметь суммарную концентрацию твердых веществ, составляющую от приблизительно  
15 1 мас.% до приблизительно 99 мас.%. Например, таннин, объединенный с жидкой средой, могут иметь низкую концентрацию твердых веществ, составляющую приблизительно 5 мас.%, приблизительно 10 мас.%, приблизительно 15 мас.% или приблизительно 20 мас.%, или высокую концентрацию, составляющую приблизительно 40 мас.%, приблизительно 50 мас.%, приблизительно 60 мас.%, приблизительно 70 мас.%  
20 или приблизительно 80 мас.% по отношению к суммарной массе таннина и жидкой среды. Аналогичным образом, многофункциональное альдегидное соединение, объединенное с жидкой средой, могут иметь низкую концентрацию твердых веществ составляющую приблизительно 5 мас.%, приблизительно 10 мас.%, приблизительно 15  
25 мас.% или приблизительно 20 мас.%, или высокую концентрацию, составляющую приблизительно 40 мас.%, приблизительно 50 мас.%, приблизительно 60 мас.%, приблизительно 70 мас.% или приблизительно 80 мас.% по отношению к суммарной массе многофункционального альдегидного соединения и жидкая среда. Кислота Льюиса, объединенная с жидкой средой, может также иметь низкую концентрацию  
30 твердых веществ, составляющую приблизительно 5 мас.%, приблизительно 10 мас.%, приблизительно 15 мас.% или приблизительно 20 мас.%, или высокую концентрацию, составляющую приблизительно 40 мас.%, приблизительно 50 мас.%, приблизительно 60 мас.%, приблизительно 70 мас.% или приблизительно 80 мас.% по отношению к суммарной массе кислоты Льюиса и жидкой среды. Аналогичным образом, основное  
35 соединение, объединенное с жидкой средой, может также иметь низкую концентрацию твердых веществ, составляющую приблизительно 5 мас.%, приблизительно 10 мас.%, приблизительно 15 мас.% или приблизительно 20 мас.%, или высокую концентрацию, составляющую приблизительно 40 мас.%, приблизительно 50 мас.%, приблизительно  
40 60 мас.%, приблизительно 70 мас.% или приблизительно 80 мас.% по отношению к суммарной массе основного соединения и жидкая среда. В качестве, по меньшей мере, одного примера, один или несколько таннинов, многофункциональное альдегидное соединение, кислота Льюиса и основное соединение могут объединяться с водой, образуя водные смеси, и эти водные смеси могут затем объединяться для изготовления связующей композиции. Например, любые один или несколько таннинов, многофункциональное альдегидное соединение, кислота Льюиса и основное соединение могут представлять  
45 собой водный раствор, имеющий содержание твердых веществ, составляющее от приблизительно 1 мас.% до приблизительно 70 мас.%, от приблизительно 5 мас.% до приблизительно 60 мас.%, от приблизительно 10 мас.% до приблизительно 50 мас.%, от приблизительно 20 мас.% до приблизительно 60 мас.% или от приблизительно 30

мас.% до приблизительно 50 мас.%.

При использовании в настоящем документе содержание твердых веществ таннина, многофункционального альдегидного соединения, кислоты Льюиса и основного соединения, когда они объединяются с жидкой средой, как понимают специалисты в данной области техники, можно измерять посредством определения потери массы при нагревании небольшого образца, например, от 1 до 5 г образца, в котором содержатся таннин/жидкая среда, многофункциональное альдегидное соединение/жидкая среда, кислота Льюиса/жидкая среда или основное соединение/жидкая среда, при подходящей температуре, составляющей, например, 125°C, в течение достаточного времени для удаления жидкости. Путем измерения массы образца до и после нагревания процентное содержание твердых веществ в образце можно вычислять непосредственно или оценивать иным способом.

Помимо таннина, многофункционального альдегидного соединения, кислоты Льюиса и/или основного соединения и/или жидкой среды, связующая композиция может также включать одну или несколько добавок. С добавками могут объединяться таннин, многофункциональное альдегидное соединение, кислота Льюиса, основное соединение, связующая композиция, любое их сочетание или любая их смесь. Иллюстративные добавки могут представлять собой, но не ограничиваются этим, воски или другие гидрофобные добавки, вода, материалы-наполнители, расширители, поверхностно-активные вещества, антиадгезивные вещества, красители, задерживающие горение вещества, поглотители формальдегида, биоциды, любое их сочетание или любая их смесь. Для композитных древесных изделий, таких как фанера, типичные материалы-наполнители могут включать, но не ограничиваются этим, молотые скорлупки орехов пекан и/или грецких орехов, и типичные расширители могут включать, например, пшеничную муку. Другие подходящие расширители могут включать, но не ограничиваются этим, полисахариды, сульфонируемые лигнины и т.п. Иллюстративные полисахариды могут представлять собой, но не ограничиваются этим, крахмал, целлюлоза, камеди, такие как гуар и ксантан, альгинаты, пектин, желлан, любое их сочетание или любая их смесь. Подходящие полисахаридные крахмалы могут включать, например, крахмалы, для получения которых используются, маис или кукуруза, восковая кукуруза, имеющая высокое содержание амилозы кукуруза, картофель, тапиока и пшеница. Другие крахмалы, такие как полученные из генетически модифицированных растений крахмалы, могут представлять собой крахмалы из имеющего высокое содержание амилозы картофеля и/или имеющего высокое содержание амилопектина картофеля. Иллюстративные сульфонируемые лигнины могут включать, но не ограничиваются этим, лигносульфонат натрия и лигносульфонат аммония. Если связующая композиция включает одну или несколько добавок, количество каждой добавки может быть низким, составляя приблизительно 0,01 мас.%, приблизительно 0,5 мас.%, приблизительно 1, мас.%, приблизительно 3 мас.% или приблизительно 5 мас.%, или высоким, составляя 20 мас.%, приблизительно 30 мас.%, приблизительно 40 мас.% или приблизительно 50 мас.% по отношению к суммарной массе твердых веществ таннина, многофункционального альдегидного соединения и кислоты Льюиса.

Таннин, многофункциональное альдегидное соединение, кислота Льюиса, а также, в случае присутствия, основное соединение и/или жидкая среда могут смешиваться, перемешиваться или иным способом объединяться, и для этого используется любое устройство, система, аппарат или любое сочетание устройств, систем и/или аппаратов, подходящих для периодического, полупериодического и/или непрерывного смешивания

двух или более компонентов. Иллюстративные устройства, системы, аппараты или их сочетания, которые осуществляют смешивание, перемешивание или другое объединение, и которые можно называть термином «смесительное оборудование», могут включать, но не ограничиваются этим, смесители с механической мешалкой, эжекторы, статические смесители, механические/силовые смесители, сдвиговые смесители, ультразвуковые смесители или их сочетания. В смесительном оборудовании могут содержаться в единственном или множественном числе нагревательные рубашки, нагревательные змеевики, внутренние нагревательные элементы, охлаждающие рубашки, охлаждающие змеевики, внутренние охлаждающие элементы или подобные устройства, которые могут нагревать и/или охлаждать любые два или более из компонентов связующей композиции, когда они объединяются друг с другом. Кроме того, в смесительном оборудовании могут содержаться в единственном или множественном числе вводные сопла, распределяющие текучие среды системы или другие устройства, которые вводят компоненты связующей композиции в смесительное оборудование. Смесительное оборудование может представлять собой или включать один или несколько открытых резервуаров или контейнеров. Смесительное оборудование может представлять собой или включать один или несколько замкнутых элементов или контейнеров, способных осуществлять смешивание в вакууме, при атмосферном давлении и/или при давлении, превышающем атмосферное давление. Смесительное оборудование может также представлять собой или включать в единственном или множественном числе трубы, патрубки, каналы или другие конструкции, способные осуществлять смешивание любых двух или более из компонентов связующей композиции. Например, любое два или более компонентов связующей композиции можно смешивать внутри линии, например, внутри канала системы ввода или подачи связующей композиции.

Как обсуждается и описывается выше, многофункциональное альдегидное соединение, кислота Льюиса и таннин могут вступать в реакцию сшивания друг с другом при контакте. Реакции сшивания, как правило, происходят быстрее в среде щелочи или основания. Соответственно, связующая композиция предпочтительно имеет значение pH, составляющее от приблизительно 7 до приблизительно 14. Скорость, с которой могут происходить реакции сшивания, что также отмечено выше, могут зависеть, по меньшей мере, частично, от конкретного таннина и/или многофункционального альдегидного соединения. Соответственно, реакции сшивания могут происходить в кислой среде, например, при значении pH, составляющем от приблизительно 4 до приблизительно 7. Сшивание заставляет смесь таннина, кислоты Льюиса и многофункционального альдегидного соединения загустевать или превращаться в гель. Скорость, с которой происходят реакции сшивания, может влиять на то, что обычно называется терминами «срок годности» или «срок хранения» связующей композиции.

По мере того, как протекают реакции сшивания между таннином и многофункциональным альдегидным соединением, вязкость связующей композиции увеличивается. В зависимости от конкретного использования или применения связующей композиции, вязкость связующей композиции может увеличиваться до уровня, при котором становится невозможным ее рациональное или эффективное нанесение, например, на древесное и/или волокнистое композитное изделие. Когда вязкость связующей композиции увеличивает, связующая композиция становится чрезмерно густой для использования, и можно сказать, что истекает полезный срок годности связующего вещества. Вязкость связующей композиции может быть низкой, составляя приблизительно 100 сантипуаз (сП или мПа·с), приблизительно 500 сП, приблизительно 1000 сП или приблизительно 1500 сП, или высокой, составляя приблизительно 3000 сП,

приблизительно 5000 сП, приблизительно 8500 сП или приблизительно 10000 сП.

Предпочтительно вязкость связующей композиции составляет менее чем приблизительно 10000 сП, менее чем приблизительно 8000 сП, менее чем приблизительно 6500 сП или менее чем приблизительно 5000 сП. Вязкость связующей композиции можно определять,

используя вискозиметр Брукфильда (Brookfield) при температуре, составляющей 25°C.

Продолжительный срок годности связующих композиций может представлять собой преимущество; однако может оказаться более чем приемлемым срок годности, составляющий лишь приблизительно несколько секунд или минут. Например, связующие композиции, которые обсуждаются и описываются выше и в других частях настоящего

документа, могут иметь срок годности, составляющий приблизительно 30 секунд,

приблизительно 45 секунд, приблизительно 1 минуту, приблизительно 2 минуты,

приблизительно 3 минуты, приблизительно 4 минуты, приблизительно 5 минут,

приблизительно 7 минут, приблизительно 10 минут, приблизительно 15 минут,

приблизительно 20 минут, приблизительно 30 минут или более. Однако срок годности

связующей композиции можно увеличивать, если это желательно. Увеличение срока

годности связующей композиции может устранять нарушения технологических

параметров, которые могут потенциально возникать в процессе изготовления изделий, таких как композитные древесные изделия и/или композитные волокнистые изделия.

В качестве следующего примера, увеличение срока годности связующей композиции

может допускать изготовление связующей композиции вне места ее применения. Другими

словами, если срок годности связующей композиции является достаточно

продолжительным, связующую композицию можно изготавливать на одном предприятии

и транспортировать на другое предприятие, которое производит одно или несколько

изделий с использованием связующей композиции, например, композитные древесные

изделия и/или композитные волокнистые изделия.

Один способ, который сокращает или предотвращает реакции сшивания между

таннинами и многофункциональными альдегидными соединениями в связующей

композиции, может представлять собой уменьшение температуры связующей

композиции. Например, температура связующей композиции может уменьшаться,

составляя приблизительно 20°C или менее, приблизительно 15°C или менее,

приблизительно 10°C или менее, приблизительно 5°C или менее или приблизительно

0°C или менее. В качестве следующего примера, температура связующей композиции

может уменьшаться температуры, которая составляет менее чем окружающая или

«комнатная» температура.

Следующий способ, который сокращает или предотвращает реакции сшивания между

таннинами и многофункциональными альдегидными соединениями в связующих

композициях может включать инкапсулирование одного, двух, трех или четырех веществ,

включая таннин, многофункциональное альдегидное соединение, кислоту Льюиса и, в

случае присутствия, основное соединение. Например, многофункциональное альдегидное

соединение может содержаться внутри капсулы или другой замкнутой оболочки или

контейнера, чтобы ингибировать или предотвращать непосредственный контакт, когда

они объединяются с таннинами. В качестве следующего примера, основное соединение

может содержаться во множестве капсул или других замкнутых оболочек или

контейнеров, которые могут обеспечивать значение pH таннина и

многофункционального альдегидного соединения, находящихся в контакте друг с

другом, например, ниже приблизительно 7 или ниже приблизительно 6. В качестве

следующего примера, кислота Льюиса может содержаться во множестве капсул или

других замкнутых оболочек или контейнеров. В зависимости, по меньшей мере, частично,

от конкретных таннинов и/или многофункциональных альдегидных соединений, реакции сшивания можно замедлять, предотвращать, сокращать или ингибировать иным способом, когда значение рН таннина и многофункционального альдегидного соединения составляет, например, от приблизительно 2 до приблизительно 6 или от  
5 приблизительно 4 до приблизительно 6.

Капсулы могут разрушаться, разрываться или разламываться или иным способом обеспечивать выпуск соединения (соединений), которые содержатся в них, в желательный срок или после истечения желательного времени. Например, давление и/или нагревание, которое воздействует на древесное композитное изделие и/или композитное волокно,  
10 на которое наносится связующая композиция, может заставлять капсулы разрушаться, выпуска соединения (соединения), содержащиеся внутри капсул, и обеспечивать протекание реакций сшивания между многофункциональным альдегидным соединением и таннином.

Капсулы, если они используются, чтобы инкапсулировать таннин, многофункциональное альдегидное соединение, кислоту Льюиса и/или основное  
15 соединение, могут представлять собой микрокапсулы. Микрокапсулы могут иметь средний размер поперечного сечения, составляющий от приблизительно 0,25 мкм до приблизительно 1000 мкм. Например, микрокапсулы могут иметь малый средний размер поперечного сечения, составляющий приблизительно 1 мкм, приблизительно 5 мкм или  
20 приблизительно 10 мкм, или большой размер, составляющий приблизительно 100 мкм, приблизительно 200 мкм, приблизительно 400 мкм или приблизительно 600 мкм.

Капсулы, если они используются, чтобы инкапсулировать таннин, многофункциональное альдегидное соединение, кислоту Льюиса и/или основное соединение, могут представлять собой макрокапсулы. Макрокапсулы могут иметь средний размер поперечного сечения,  
25 составляющий от приблизительно 1000 мкм до приблизительно 10000 мкм. Например, макрокапсулы могут иметь малый средний размер поперечного сечения, составляющий приблизительно 1000 мкм, приблизительно 1500 мкм или приблизительно 2000 мкм, или большой размер, составляющий приблизительно 5000 мкм, приблизительно 7000 мкм или приблизительно 9000 мкм. Технологии инкапсулирования разнообразных  
30 соединений обсуждаются и описываются в патентах США №№ 4536524, 5435376, 5532293, 5709340, 5911923, 5919407, 5919557, 6004417, 6084,010, 6592990, 6703127, 6835334, 7286279, 7300530, 7309500, 7323039, 7344705, 7376344 и 7550200.

Изготовление капсул может включать, но не ограничивается этим, полимеризацию на границе раздела фаз, процессы фазового разделения или процессы коацервации.  
35 Способы инкапсулирования могут также включать реакции, осуществляемые в водной среде, где присутствует отрицательно заряженный карбоксилзамещенный линейный алифатический углеводородный полиэлектролитный материал, растворенный в водной среде, или реакции в присутствии арабийской камеди, или реакции в присутствии анионного полиэлектролита и соли аммония и кислоты.

В многочисленных патентах обсуждаются и описываются разнообразные технологии, которые можно использовать для инкапсулирования разнообразных соединений с использованием разнообразных инкапсулирующих материалов. Например, патент США № 7323039 описывает эмульсионные способы изготовления содержащих сердцевину и оболочку микросфер с использованием процесса высушивания внутренней  
45 воды, после чего микросферы отделяют от эмульсии, осуществляя центрифугирование, фильтрование или просеивание. Патент США № 7286279 описывает процессы микроинкапсулирования и композиции, изготовленные в растворе, включающем предшественник полимера, такой как мономер, удлинитель цепей или олигомер;

эмульгирование предшественника во фторированном растворителе и образование микрочастиц при затвердевании эмульсии, когда осуществляется полимеризация/сшивание предшественника, в том числе полимеризация/сшивание на границе раздела фаз и/или на месте применения. Патент США № 7376344 описывает термочувствительное инкапсулирование. Патент США № 7344705 описывает изготовление имеющих низкую плотность микросфер с использованием процесса теплового расширения, где микросферы включают биосовместимые синтетические полимеры или сополимеры. Патенты США №№ 7309500 и 7368130 описывают способы изготовления микрочастиц, где капли, содержащие хитозан, желатин, гидрофильные полимеры, такие как поливиниловый спирт, белки, пептиды или другие материалы, можно помещать в несмешивающийся растворитель, чтобы предотвратить их коалесценцию перед отверждением, с необязательной обработкой желатинизирующихся микрочастиц сшивающим веществом для модификации их механических свойств. Патент США № 7374782 описывает изготовление микросфер, содержащих макромолекулы, такие как белки, смешанные с растворимым в воде полимером в условиях, которые позволяют растворимому в воде полимеру отделять воду от белка в контакте с гидрофобной поверхностью. Патент США № 7297404 описывает коацервативное микроинкапсулирование, после которого осуществляются фазовое разделение и сшивание. Патент США № 7375070 описывает микроинкапсулированные частицы, имеющие внешние стенки, включающие растворимые в воде полимеры или смеси полимеров, а также ферменты. Патент США № 7294678 описывает полинитрилоксид или дисперсии полинитрилоксида, микроинкапсулированные внутри покрытия из защитного материала перед введением в каучуковый состав для предотвращения преждевременной реакции с частицами каучука. Патент США № 7368613 описывает микроинкапсулирование с использованием капсул, изготовленных из воскообразных пластических материалов, таких как поливиниловый спирт, полиуретаноподобные вещества или мягкий желатин. Патенты США №№ 4889877, 4936916 и 5741592 также относятся к микроинкапсулированию.

Подходящие для изготовления капсулы или оболочки материалы могут представлять собой или включать любой один или несколько из числа различных материалов. Например, материал капсулы или оболочки может включать натуральные полимеры, синтетические полимеры, синтетические эластомеры и т.п. Иллюстративные натуральные полимеры могут представлять собой, не ограничиваясь этим, карбоксиметилцеллюлоза, зеин, ацетатфталат целлюлозы, нитроцеллюлоза, этилцеллюлоза, пропилгидроксицеллюлоза, желатин, шеллак, аравийская камедь, сукцинированный желатин, крахмал, парафиновые воски, кора, белки, метилцеллюлоза, крафт-лигнин, арабиногалактан, натуральный каучук, любое их сочетание или любая их смесь. Иллюстративные синтетические полимеры могут представлять собой, не ограничиваясь этим, поливиниловый спирт, поливинилиденхлорид, полиэтилен, поливинилхлорид, полипропилен, полиакрилат, полистирол, полиакрилонитрил, полиакриламид, хлорированный полиэтилен, простой полиэфир, ацетальный сополимер, сложный полиэфир, полиуретан, полиамид, поливинилпирролидон, полимочевина, поли(п-ксилилен), эпоксид, полиметилметакрилат, полиэтиленвинил, полигидроксиэтил, ацетатный сополимер, полиметакрилат, поливинилацетат, любое их сочетание или любая их смесь. Иллюстративные синтетические эластомеры могут включать, но не ограничиваются этим, полибутадиен, полиакрилонитрил, полиизопрен, полинитрил, неопрен, бутилкаучук, хлоропрен, полисилоксан, стирол-бутадиеновый каучук, эпихлоргидриновый каучук, кремнийорганический каучук, этилен-пропилен-диеновые

тройные полимеры, любое их сочетание или любая их смесь.

Следующий способ продления срока годности связующих композиций может заключаться в том, чтобы блокировать многофункциональное альдегидное соединение, используя один или несколько блокирующих компонентов или блокирующих реагентов.

5 Блокирующие многофункциональные альдегидные соединения могут сокращать или ингибировать реакции сшивания между таннином и многофункциональными альдегидными соединениями. По существу, блокирование многофункционального альдегидного соединения можно использовать для изготовления устойчивой связующей композиции, которая не сшивается в значительной степени перед отверждением

10 связующей композиции. Другими словами, посредством блокирования многофункционального альдегидного соединения можно ингибировать или замедлять реакцию, которая может протекать между таннином и многофункциональным альдегидным соединением, и, таким образом, можно осуществлять регулирование, когда происходят реакции сшивания. Например, реакции сшивания можно

15 приостанавливать до тех пор, пока связующая композиция не будет нанесена на множество подложек, например, древесных подложек и/или волокон, и блокирующий компонент можно дезактивировать, например, удалять, применяя, например, нагревание и/или давление что может затем вызывать реакцию между таннином и многофункциональным альдегидным соединением.

20 Многофункциональное альдегидное соединение могут блокироваться посредством реакции с блокирующим компонентом и превращаются в блокированные многофункциональные альдегидные соединения. Подходящие блокирующие компоненты могут представлять собой, не ограничиваясь этим, мочевины, замещенные мочевины (например, диметилмочевина), разнообразные циклические мочевины (например,

25 этиленмочевина, замещенные этиленмочевины, такие как 4,5-дигидроксиэтиленмочевина, пропиленмочевина, и замещенные пропиленмочевины, такие как 4-гидрокси-5-метилпропиленмочевина), карбаматы (например, изопропилкарбамат или метилкарбамат), гликоли (например, этиленгликоль и дипропиленгликоль), полиолы (содержащие, например, по меньшей мере, три гидроксильные группы, такие как

30 глицерин).

Реакция, в которую вступают многофункциональные альдегидные соединения и блокирующий компонент, например, мочевины или циклическая мочевины, могут происходить в температурном интервале, составляющем от приблизительно 25°C до приблизительно 100°C или от приблизительно 40°C до приблизительно 80°C. Как

35 правило, значение pH, при котором реагирующие вещества могут образовывать блокированные многофункциональные альдегидные соединения, может быть низким, составляя приблизительно 2,5, приблизительно 3, приблизительно 3,5 или приблизительно 4, или высоким, составляя приблизительно 7, приблизительно 8, приблизительно 9 или приблизительно 10. Дополнительные технологические условия,

40 в которых производятся блокированные многофункциональные альдегидные соединения и подходящие блокирующие компоненты, могут быть такими, как обсуждается и описывается в патентах США №№ 4695606, 4625029, 4656296 и 7807749.

Следует отметить, что инкапсулирование, охлаждение и/или добавление блокирующих компонентов не является обязательным для изготовления связующих композиций.

45 Инкапсулирование, охлаждение и/или добавление блокирующих компонентов можно использовать, если это желательно, чтобы продлить срок годности связующих композиций.

Связующие композиции можно использовать, чтобы делать, производить или иным

способом изготавливать разнообразные изделия. Связующую композицию можно наносить на множество подложек, которым можно придавать желательную форму до или после нанесения связующей композиции, и затем связующую композицию можно, по меньшей мере, частично отверждать для изготовления изделия.

5 Подложки могут включать, но не ограничиваются этим, подложки на органической основе, подложки на неорганической основе или их сочетание. Подходящие подложки на органической основе могут представлять собой, не ограничиваясь этим, лигноцеллюлозный материал или лигноцеллюлозные подложки (подложки, в которых  
10 одновременно содержатся целлюлоза и лигнин), солома, пенька (конопля), сизаль (мексиканская агава), хлопковые стебли, пшеница, бамбук, трава сабаи (*Eulaliopsis binata*), рисовая солома, банановые листья, бумажная шелковица (т.е. лубяное волокно *Broussonetia papyrifera*), листья абаки (*Musa textilis*), ананасовые листья, листья ковыля тянущегося (трава эспарто, *Stipa tenacissima*), волокна джута (род геспералое (*Hesperaloe*) семейство агавовые (*Agavaceae*)), растущий в соленой воде тростник, пальмовые листья, лен, арахисовая скорлупа, лиственная древесина, хвойная древесина, переработанные  
15 древесно-волокнистые плиты, такие как древесно-волокнистая плита высокой плотности, древесно-волокнистая плита средней плотности, древесно-волокнистая плита низкой плотности, ориентированно-стружечная плита, древесно-стружечная плита, животные волокна (например, шерсть, волосы), переработанные бумажные изделия (например, газеты, картон, упаковки для пищи и журналы), любое их сочетание или любая их смесь. Например, подложки на органической основе могут представлять собой или включать древесину, например, такую как лиственная древесина, хвойная древесина или их  
20 сочетание. Иллюстративные типы древесины могут включать, но не ограничиваются этим, древесину таких пород как ольха, ясень, осина, липа, бук, береза, кедр, вишня, тополь дельтовидный, кипарис, вяз, пихта, эвкалипт, каркас, гикори, клен, дуб, пекан, сосна, тополь, красное дерево (секвойя), сассафрас, ель, платан, грецкий орех и ива. Волокна на неорганической основе могут включать, но не ограничиваются этим, пластмассовые волокна (например, полипропиленовые волокна, полиэтиленовые  
25 волокна, поливинилхлоридные волокна, сложнополиэфирные волокна, полиамидные волокна, полиакрилонитрильные волокна), стеклянные волокна, стекловату, минеральные волокна, минеральную вату, синтетические неорганические волокна (например, арамидные волокна, углеродные волокна), керамические волокна и любое их сочетание. Волокна на органической и неорганической основе можно объединять, чтобы изготавливать волокна в древесно-волокнистой плите.

35 Исходный материал, из которого можно изготавливать подложки, можно измельчать до надлежащего размера, осуществляя разнообразные процессы, такие как дробление, растирание, измельчение в молотковой мельнице, разрывание, резание на полосы и/или расслаивание. Подходящие формы подложек могут включать, но не ограничиваются этим, стружки, волокна, щепки, опилки или пыль и т.п. Подложки могут иметь малую  
40 длину, составляющую приблизительно 0,05 мм, приблизительно 0,1 мм или приблизительно 0,2 мм, или большую длину, составляющую приблизительно 1 мм, приблизительно 5 мм, приблизительно 10 мм, приблизительно 20 мм, приблизительно 30 мм, приблизительно 40 мм, приблизительно 50 мм или приблизительно 100 мм.

Иллюстративные композитные древесные продукты или изделия, изготовленные с  
45 использованием связующих композиций, могут представлять собой, не ограничиваясь этим, древесно-стружечная плита, древесно-волокнистая плита, такая как древесно-волокнистая плита средней плотности (MDF) и/или древесно-волокнистая плита высокой плотности (HDF), фанера, такая как лиственная фанера и/или хвойная фанера,

ориентированно-стружечная плита (OSB), ламинированный брус из клееного шпона (LVL), ламинированная плита из клееного шпона (LVB) и т.п.

Изготовление содержащих древесину и содержащих другие подложки изделий может включать приведение в контакт множества подложек со связующей композицией.

5 Подложки можно приводить в контакт со связующей композицией, осуществляя разбрызгивание, покрытие, смешивание, окрашивание, погружение, замачивание, используя метод падающей пленки или устройство для нанесения покрытий поливом и т.п. После приведения в контакт множества подложек со связующей композицией связующая композиция может, по меньшей мере, частично отверждаться. По меньшей мере, 10 частичное отверждение связующей композиции может включать воздействие на нее нагревания и/или давления. Связующая композиция может также, по меньшей мере, частично отверждаться при комнатной температуре и давлении. Подложкам, которые приводятся в контакт со связующей композицией, можно придавать желательную форму, например, такую как доска, тканый мат или нетканый мат. Подложкам, которые 15 приводятся в контакт со связующей композицией, можно придавать желательную форму до, в процессе и/или после частичного отверждения связующей композиции. В зависимости конкретного изделия, подложки, которые приводятся в контакт со связующей композицией, можно подвергать прессованию до, в процессе и/или после того, как связующая композиция, по меньшей мере, частично отверждается. Например, 20 подложки, которые приводятся в контакт со связующей композицией, можно уплотнять или иным способом превращать в желательную форму, если оказывается желательным сжатие до конкретной плотности и толщины, и нагревать, чтобы, по меньшей мере, частично отверждать связующую композицию. В качестве следующего примера, смешанный материал, т.е. смесь подложек и связующей композиции, можно 25 экструдировать через матрицу (в процессе экструзии) и нагревать, чтобы, по меньшей мере, частично отверждать связующую композицию.

Применяемое давление в процессе изготовления изделия может зависеть, по меньшей мере, частично, от конкретного изделия. Например, величина применяемого давления в процессе изготовления древесно-стружечной плиты, может составлять от 30 приблизительно 1 МПа до приблизительно 5 МПа или от приблизительно 2 МПа до приблизительно 4 МПа. В качестве следующего примера, величина применяемого давления в процессе изготовления MDF может составлять от приблизительно 2 МПа до приблизительно 14 МПа, от приблизительно 2 МПа до приблизительно 7 МПа или от приблизительно 3 МПа до приблизительно 6 МПа. Температура, до которой можно 35 осуществлять нагревание, чтобы производить, по меньшей мере, частично отвержденное изделие, может быть низким, составляя приблизительно 100°C, приблизительно 125°C, приблизительно 150°C или приблизительно 170°C, или высоким, составляя приблизительно 180°C, приблизительно 200°C, приблизительно 220°C, приблизительно 250°C или приблизительно 300°C. Период времени, в течение которого можно применять 40 давление, может быть коротким, составляя приблизительно 30 секунд, приблизительно 1 минуту, приблизительно 3 минуты, приблизительно 5 минут или приблизительно 7 минут, или продолжительным, составляя приблизительно 10 минут, приблизительно 15 минут, приблизительно 20 минут или приблизительно 30 минут, что может зависеть, по меньшей мере, частично, от конкретного изделия и/или от конкретных размеров, 45 например, от толщины изделия.

Для изделий, имеющих древесную основу или содержащих древесину, таких как древесно-стружечная плита, древесно-волоконная плита, фанера и ориентированно-стружечная плита, количество связующей композиции, наносимой на целлюлозный

материал, может быть низким, составляя приблизительно 3 мас.%, приблизительно 4 мас.%, приблизительно 5 мас.% или приблизительно 6 мас.%, или высоким, составляя приблизительно 10 мас.%, приблизительно 12 мас.%, приблизительно 15 мас.% или приблизительно 20 мас.% по отношению к массе материала, имеющего древесную основу или содержащего древесину. Например, древесное композитное изделие может содержать от приблизительно 5 мас.% до приблизительно 15 мас.%, приблизительно 8 мас.% до приблизительно 14 мас.%, приблизительно 10 мас.% до приблизительно 12 мас.% или приблизительно 7 мас.% до приблизительно 10 мас.% связующей композиции по отношению к массе материала, имеющего древесную основу или содержащего древесину.

Изделия, имеющих древесную основу или содержащих древесину, такие как древесно-стружечная плита, древесно-волоконная плита, фанера и ориентированно-стружечная плита, могут иметь малую толщину, составляющую приблизительно 1,5 мм, приблизительно 5 мм, или приблизительно 10 мм, или большую толщину, составляющую приблизительно 30 мм, приблизительно 50 мм, или приблизительно 100 мм. Изделия, имеющих древесную основу или содержащих древесину, можно изготавливать в форме листов или плит. Эти листы или плиты могут иметь длину, составляющую приблизительно 1,2 м, приблизительно 1,8 м, приблизительно 2,4 м, приблизительно 3 м или приблизительно 3,6 м. Листы или плиты могут иметь ширину, составляющую приблизительно 0,6 м, приблизительно 1,2 м, приблизительно 1,8 м, приблизительно 2,4 м или приблизительно 3 м.

При использовании в настоящем документе термины «отверждение», «отвержденный» и аналогичные термины предназначаются для описания структурных и/или морфологических изменений, которые происходят в связующей композиции, таких как химическая реакция с образованием ковалентных связей (сшивание), ионное взаимодействие или образование кластеров, улучшенная адгезия к подложке, фазовое превращение или обращение и/или образование водородных связей, когда связующая композиция, по меньшей мере, частично отверждается, что позволяет изменять свойства гибкой пористой подложки, такой как мат или полотно из волокон, в частности, стеклянных волокон, и/или жесткой или полужесткой подложки, такой как изготовленные из древесины или другие содержащие целлюлозу плиты или листы, на которые наносится эффективное количество связующей композиции.

Следующий класс или тип изделий, для изготовления или производства которых может быть использована связующая композиция, может включать волокнистые маты и другие изделия, содержащие волокна. Волокнистые маты можно изготавливать, осуществляя процесс влажной укладки или сухой укладки. В случае процесса влажной укладки рубленые пучки волокон, которые имеют подходящую длину и диаметр, можно вводить в водную диспергирующую среду, чтобы получить водную суспензию волокон, которая известна в технике как «оборотная вода». Как правило, обратная вода может содержать приблизительно 0,5 мас.% волокон. В качестве примера, волокна могут иметь диаметр, составляющий от приблизительно 0,5 мкм до приблизительно 30 мкм, и длину, составляющую от приблизительно 5 мм до приблизительно 50 мм. Волокна могут быть шлихтованными или нешлихтованными, влажными или сухими, при том условии, что волокна могут быть надлежащим образом диспергированы в водной суспензии волокон.

Разбавленная или неразбавленная суспензия волокон может поступать в устройство для изготовления матов, которое может включать сито для формования матов, например, проволочное сито или полотняное сито, которое способно формовать

волокнистое изделие и позволяет отделять от него избыток воды, и в результате этого образуется мокрый или влажный волокнистый мат. Волокна могут собираться на сите в форме влажного волокнистого мата, а избыточная вода отделяется под действием силы тяжести и/или посредством вакуумной обработки. Отделение избыточной воды с помощью вакуума может включать однократную или многократную вакуумную обработку.

Связующую композицию можно изготавливать в форме жидкости и наносить на обезвоженный влажный волокнистый мат. Нанесение связующей композиции можно производить любым традиционным способом, осуществляя, например, замачивание мата в избытке раствора или суспензии связующей композиции, разбрызгивание или погружение, используя метод падающей пленки или устройство для нанесения покрытий поливом и т.п. Избыток связующей композиции можно удалять, например, в вакууме.

Связующая композиция после нанесения на волокна может подвергаться, по меньшей мере, частичному отверждению. Например, волокнистое изделие можно нагревать, чтобы осуществлять окончательное высушивание и полное отверждение.

Продолжительность и температура нагревания может влиять на степень технологичности и обрабатываемости, степень отверждения и проявление свойств обработанной подложки. Температура отверждения может составлять от приблизительно 50°C до приблизительно 300°C и предпочтительно от приблизительно 90°C до приблизительно 230°C, а продолжительность отверждения составляет, как правило, от приблизительно одной секунды до приблизительно 15 минут. В процессе нагревания испаряется вода, которая присутствует в связующей композиции, и композиция претерпевает отверждение.

Высушивание и отверждение связующей композиции можно проводить, осуществляя две или более отдельные стадии. Например, связующая композиция может подвергаться только частичному отверждению на первой стадии, а затем осуществляется ее дополнительное или полное отверждение. Например, можно добавлять недостаточное количество кислоты Льюиса к связующей композиции для изготовления связующей композиции, чтобы иметь возможность очень медленного достижения состояния полного отверждения связующей композиции. Такую предварительную процедуру, называемую термином «промежуточное выдерживание», можно использовать, чтобы изготавливать обработанные связующей композицией изделия, например, в форме рулонов, которые могут на последующей стадии подвергаться полному отверждению, с формованием или без формования или превращения в конкретную конфигурацию, одновременно с процессом отверждения. Это делает возможным, например, использование волокнистых изделий, которые можно подвергать формованию и отверждению в любом месте. Если связующая композиция содержит недостаточное количество кислоты Льюиса, и в результате этого осуществляется только частичное отверждение связующей композиции, то впоследствии дополнительную кислоту Льюиса можно добавлять, по меньшей мере, в частично отвержденное композитное изделие. После введения дополнительной кислоты Льюиса связующая композиция может подвергаться затем дополнительному или полному отверждению.

Связующую композицию можно смешивать с другими добавками или ингредиентами, которые обычно используются в композициях для изготовления волокнистых изделий, и разбавлять дополнительным количеством воды до желательной концентрации, которая обеспечивает легкое нанесение на волокна, например, используя устройство для нанесения покрытий поливом. Иллюстративные добавки могут представлять собой, но не ограничиваются этим, диспергаторы, биоциды, модификаторы вязкости,

регуляторы кислотности, аппретирующие вещества, поверхностно-активные вещества, смазочные вещества, пеногасители и т.п. Например, связующая композиция или связующее вещество может добавляться в водный раствор (оборотную воду), где содержится полиакриламид (РАА), аминоксид (АО) или гидроксипропилцеллюлоза (НЕС).

5 В качестве следующего примера, аппретирующее вещество (например, силановое аппретирующее вещество, такое как кремнийорганическое масло) может также добавляться в раствор. В качестве следующего примера, аппретирующее вещество можно вводить при нанесении покрытия на волокна.

10 Волокнистое изделие можно изготавливать как относительно тонкое изделие, у которого толщина составляет от приблизительно 0,1 мм до приблизительно 6 мм. В качестве следующего примера, может быть изготовлено относительно толстое волокнистое изделие, у которого толщина составляет от приблизительно 10 см до приблизительно 50 см, или от приблизительно 15 см до приблизительно 30 см, или от приблизительно 20 см до приблизительно 30 см. В качестве следующего примера, 15 волокнистое изделие может иметь малую толщину, составляющую приблизительно 0,1 мм, приблизительно 1 мм, приблизительно 1,5 мм или приблизительно 2 мм, или большую толщину, составляющую приблизительно 5 мм, приблизительно 1 см, приблизительно 5 см, приблизительно 10 см, приблизительно 20 см, приблизительно 30 см, приблизительно 40 см или приблизительно 50 см. В зависимости от условий 20 изготовления, плотность изделия может также изменяться от относительно низкой плотности рыхлого изделия до более высокой плотности, составляя от приблизительно 6 до приблизительно 10 фунтов на кубический фут (от 96,11 до 160,2 кг/м<sup>3</sup>) или более. Изделие в форме волокнистого мата может иметь низкую поверхностную плотность, составляющую приблизительно 0,1, приблизительно 0,5 или приблизительно 0,8 фунта 25 на 100 квадратных футов (4,877, 24,43 или 39,09 г/м<sup>2</sup>), или высокую поверхностную плотность, составляющую приблизительно 3, приблизительно 4 или приблизительно 5 фунтов на 100 квадратных футов (144,6, 195,1 или 244,3 г/м<sup>2</sup>). Например, изделие в форме волокнистого мата может иметь поверхностную плотность, составляющую от 30 приблизительно 0,6 фунта на 100 квадратных футов (29,26 г/м<sup>2</sup>) до приблизительно 2,8 фунтов на 100 квадратных футов (133,6 г/м<sup>2</sup>), от приблизительно 1 фунта на 100 квадратных футов (48,77 г/м<sup>2</sup>) до приблизительно 2,5 фунтов на 100 квадратных футов (119,3 г/м<sup>2</sup>) или от приблизительно 1,5 фунта на 100 квадратных футов (73,16 г/м<sup>2</sup>) до 35 приблизительно 2,2 фунтов на 100 квадратных футов (107,3 г/м<sup>2</sup>). Согласно, по меньшей мере, одному конкретному варианту осуществления, изделие в форме волокнистого мата может иметь поверхностную плотность, составляющую приблизительно 1,2 фунта на 100 квадратных футов (58,52 г/м<sup>2</sup>), приблизительно 1,8 фунта на 100 квадратных 40 футов (87,79 г/м<sup>2</sup>) или приблизительно 2,4 фунта на 100 квадратных футов (117,0 г/м<sup>2</sup>).

Волокна могут представлять собой основной материал нетканых волокнистых изделий, таких как изделие в форме волокнистого мата. Например, волокна могут составлять от приблизительно 60 мас.% до приблизительно 95 мас.% волокнистого изделия по отношению к суммарной массе связующей композиции и волокон.

45 Связующую композицию можно наносить в таком количестве, чтобы отвержденная связующая композиция составляла от приблизительно 1 мас.% до приблизительно 40 мас.% конечного изделия на основе стеклянных волокон. Связующую композицию можно наносить в таком количестве, чтобы отвержденный полимер имел низкое

содержание, составляя приблизительно 1 мас.%, приблизительно 5 мас.% или приблизительно 10 мас.%, или высокое содержание, составляя приблизительно 15 мас.%, приблизительно 20 мас.% или приблизительно 25 мас.% по отношению к суммарной массе полимера и волокон.

5 При использовании в настоящем документе термины «волокно», «волокнистый», «стекловолокно», «стекловата», «стеклянное волокно» и т.п. означают материалы или подложки, которые имеют удлинённую форму, которую характеризует соотношение  
10 размеров (длины и толщины), составляющее более чем 100, как правило, более чем 500 и часто более чем 1000. По существу, является возможным соотношение размеров, которое составляет более чем 10000. Подходящие волокна могут представлять собой  
15 стеклянные волокна, натуральные волокна, синтетические волокна, минеральные волокна, керамические волокна, металлические волокна, углеродные волокна, любое их сочетание или любая их смесь. Иллюстративные стеклянные волокна могут включать, но не ограничиваются этим, стеклянные волокна типа А, стеклянные волокна типа С,  
20 стеклянные волокна типа Е, стеклянные волокна типа S, стеклянные волокна типа ЕС, волокна стекловаты и любое их сочетание. Термин «натуральные волокна» при использовании в настоящем документе означает растительные волокна, изготовленные из любой части растения, включая, но не ограничиваясь этим, стебель, семена, листья, корни или луб. Для изготовления иллюстративных натуральных волокна могут быть  
25 использованы, не ограничиваясь этим, хлопок, джут, бамбук, рами (китайская крапива), багасса, конопля, кокос, лен, кенаф, сизаль, генекен (агава) и любое их сочетание. Иллюстративные синтетические волокна могут включать, но не ограничиваются этим, синтетические полимеры, такие как сложный полиэфир, полиамид, арамид и любое их сочетание. Согласно, по меньшей мере, одному конкретному варианту осуществления,  
30 волокна могут представлять собой стеклянные волокна, которые изготавливают, используя во влажном состоянии рубленые (WUCS) стеклянные волокна. Используемые во влажном состоянии рубленые стеклянные волокна можно изготавливать, осуществляя традиционные процессы, известные в технике. Используемые во влажном состоянии рубленые стеклянные волокна могут иметь низкое влагосодержание, составляющее  
35 приблизительно 5%, приблизительно 8% или приблизительно 10%, или высокое влагосодержание, составляющее приблизительно 20%, приблизительно 25% или приблизительно 30%.

Перед использованием волокон для изготовления волокнистого изделия волокна можно выдерживать в течение некоторого периода времени. Например, волокна можно  
35 выдерживать в течение периода, составляющего от нескольких часов до нескольких недель, перед использованием для изготовления волокнистого изделия. В случае некоторых изделий в форме волокнистого мата, например, изделий из стеклянных волокон, эти волокна можно, как правило, выдерживать в течение от приблизительно 3 до приблизительно 30 суток. Выдерживание волокон представляет собой простое  
40 хранение волокон при комнатной температуре в течение желательного периода времени перед использованием для изготовления волокнистого изделия.

Связующую композицию, которая обсуждается и описывается выше или в других частях настоящего документа, можно использовать для изготовления разнообразных  
45 волокнистых изделий. Эти волокнистые изделия можно использовать сами по себе или включать в другие разнообразные изделия. Например, волокнистые изделия можно использовать в изготовленной форме или включать в изоляционные коврики или рулоны, композитные напольные покрытия, асфальтовые кровельные плитки, облицовочные плитки, гипсовые стенные плиты, жгуты, стеклянные микроподложки для печатных

монтажных плат, аккумуляторные сепараторы, фильтровальный материал, ленточный материал, основы ковровых покрытий, а также применять в качестве армирующего холста в цементных и нецементных покрытиях для каменной кладки.

Любую одну или несколько из связующих композиций, которые обсуждаются и описываются выше, можно объединять с одним или несколькими из дополнительных или вторых связующих веществ или связующих композиций для изготовления связующего вещества или связующей системы (многокомпонентной связующей системы). Одна или несколько вторых связующих композиций или связующих веществ могут отличаться от одной или нескольких связующих композиций, которые обсуждаются и описываются выше. Например, во втором связующем веществе или во второй связующей композиции может не содержаться, по меньшей мере, одно вещество, такое как таннин, многофункциональное соединение и кислота Льюиса.

Иллюстративные дополнительные или вторые связующие вещества или связующие композиции могут включать, но не ограничиваются этим, содержащий альдегид или имеющий альдегидную основу полимер; смесь продуктов реакции Майяра; сополимер, содержащий звенья на основе одного или нескольких виниловых ароматических соединений и, по меньшей мере, одного соединения из малеинового ангидрида и малеиновой кислоты; сополимер полиамидоамина и эпихлоргидрина; смесь и/или продукт реакции полиамидоамина и аддукта аммиака и эпихлоргидрина связующее вещество; смесь и/или продукт реакции сополимера полиамидоамина и эпихлоргидрина и, по меньшей мере, одного белка, такого как соевый белок, пшеничный белок, гороховый белок, кукурузный белок и гуаровый белок; аддукт или полимер, содержащий стирол, по меньшей мере, одно соединение из малеинового ангидрида и малеиновой кислоты, и, по меньшей мере, одно соединение из акриловой кислоты и акрилата; связующее вещество на основе полиакриловой кислоты; поливинилацетат; полимерный метилendiизоцианат (pMDI); крахмал; белок; лигнин; или любое их сочетание. Иллюстративные содержащие альдегид или имеющие альдегидную основу полимеры могут включать, но не ограничиваются этим, полимеры мочевины и альдегида, полимеры меламина и альдегида, полимеры фенола и альдегида, полимеры резорцина и альдегида, любое их сочетание или любые их смеси. Сочетания полимеров на альдегидной основе могут включать, например, меламин, мочевины и альдегид; фенол, мочевины и альдегид; фенол, меламин и альдегид.

Иллюстративные полимеры на альдегидной основе могут включать, но не ограничиваются этим, один или несколько полимеров, таких как полимеры амина и альдегида, полимеры фенола и альдегида, полимеры дигидроксибензола (резорцина) и альдегида, любое их сочетание или любую их смесь. Аминные компоненты полимеров аминов и альдегидов могут представлять собой или включать, но не ограничивается этим, мочевины, меламин или их сочетание. Полимеры на альдегидной основе могут включать, но не ограничиваются этим, полимеры мочевины и формальдегида (UF), полимеры фенола и формальдегида (PF), полимеры меламина и формальдегида (MF), полимеры резорцина и формальдегида (RF), сополимеры стирола и акриловой кислоты, сополимеры акриловой кислоты и малеиновая кислота, любое их сочетание или любую их смесь. Сочетания полимеров аминов и альдегидов может включать, например, полимеры меламина, мочевины и формальдегида (MUF), фенола, мочевины и формальдегида (PUF), полимеры фенола, меламина и формальдегида (PMF), полимеры фенола, резорцина и формальдегида (PRF) и т.п.

Подходящие альдегидные соединения, из которых производятся полимеры аминов и альдегидов, полимеры фенола и альдегида и/или полимеры дигидроксибензола

(резорцина) и альдегида могут включать, но не ограничиваются этим, незамещенные альдегидные соединения и/или замещенные альдегидные соединения. Например, подходящие альдегидные соединения может представлять формула  $RCHO$ , в которой  $R$  представляет собой атом водорода или углеводородный радикал. Иллюстративные углеводородные радикалы могут содержать от 1 до приблизительно 8 атомов углерода. В качестве следующего примера, подходящие альдегидные соединения могут также включать так называемые защищенные альдегиды или альдегидные эквиваленты, такие как ацетали или полуацетали. Иллюстративные альдегидные соединения могут включать, но не ограничиваются этим, формальдегид, параформальдегид, ацетальдегид, пропионовый альдегид, масляный альдегид, фурфуральдегид, бензальдегид, любое их сочетание или любые их смеси. Один или несколько из других альдегидов, таких как глиоксаль, можно использовать в качестве альтернативы или в сочетании с формальдегидом и/или другими альдегидами. В качестве, по меньшей мере, одного примера, альдегидное соединение может включать формальдегид, UFC или их сочетание.

Иллюстративные альдегидные соединения может также включать так называемые защищенные альдегиды или альдегидные эквиваленты, такие как ацетали или полуацетали. Подходящие альдегиды может представлять общая формула  $R'CHO$ , где  $R'$  представляет собой атом водорода или углеводородный радикал, содержащий, как правило, от 1 до 8 атомов углерода. Конкретные примеры подходящих альдегидных соединений могут включать, но не ограничиваются этим, формальдегид, ацетальдегид, пропионовый альдегид, масляный альдегид, фурфуральдегид, бензальдегид, любое их сочетание или любые их смеси. При использовании в настоящем документе термин «формальдегид» может означать формальдегид, производные формальдегида, другие альдегиды или их сочетания. Предпочтительный альдегидный компонент представляет собой формальдегид. Один или несколько дифункциональных альдегидов можно также использовать, чтобы изготавливать новолачные полимеры, и их можно преимущественно использовать, чтобы осуществлять окончательное сшивание, по меньшей мере, частично отвержденной связующей композиции.

Альдегид можно использовать во множестве форм, таких как твердая, жидкая и/или газообразная формы. Если рассматривать формальдегид в качестве конкретного примера, формальдегид могут представлять собой или включать параформу (твердый полимеризованный формальдегид), растворы формалина (водные растворы формальдегида, иногда содержащие метанол, где концентрация формальдегида составляет 37%, 44% или 50%), концентрат мочевины и формальдегида (UFC), и/или можно также использовать газообразный формальдегид в качестве альтернативы или в качестве дополнения других форм формальдегида. В качестве следующего примера, альдегид может представлять собой или включать предварительно прореагировавшую смесь мочевины и формальдегида, в которой массовое соотношение мочевины и формальдегида составляет от приблизительно 1:2 до приблизительно 1:3.

Подходящие полимеры мочевины и формальдегида можно получать, используя мономеры мочевины и формальдегида или предварительные конденсаты мочевины и формальдегида такими способами, которые хорошо известны специалистам в данной области техники. Аналогичным образом, полимеры меламина и формальдегида, фенола и формальдегида, резорцина и формальдегида можно изготавливать, используя мономеры меламина и формальдегида, фенола и формальдегида, резорцина и формальдегида, соответственно, или предварительные конденсаты меламина и формальдегида, фенола и формальдегида, резорцина и формальдегида. Мочевина, фенол, меламин, резорцин и формальдегид как реагирующие вещества имеются в

продаже в многочисленных формах, и любая форма, которая может реагировать с другими реагирующими веществами и не вводит посторонние вещества, которые неблагоприятно воздействуют на желательную реакцию и продукт реакции, может быть использована для изготовления второго сополимера. Один подходящий класс полимеров мочевины и формальдегида может быть таким, как обсуждается и описывается в патенте США № 5362842.

Мочевина в случае ее содержания во втором связующем веществе может присутствовать в разнообразных формах. Например, мочевина может представлять собой твердую мочевины, в том числе в форме гранул, и/или растворы мочевины, например, водные растворы, которые являются общедоступными. Кроме того, мочевина может объединяться с другим веществом, например, формальдегидом и аддуктами мочевины и формальдегида, часто в водном растворе. Любую форму мочевины или сочетания мочевины с формальдегидом можно использовать для изготовления полимера мочевины и формальдегида. Предпочтительными являются как гранулы мочевины, так и содержащие сочетания мочевины и формальдегида продукты, такие как концентрат мочевины и формальдегида. Эти типы изделий могут быть такими, как обсуждается и описывается, например, в патентах США № 5362842 и № 5389716.

В продаже имеются многочисленные подходящие полимеры мочевины формальдегида. Можно использовать полимеры мочевины и формальдегида, такие как полимеры, которые продает компания Georgia-Pacific Chemicals LLC. (например, GP®-2928 и GP®-2980), для нанесения на маты из стеклянных волокон, полимеры, которые продает компания Hexion Specialty Chemicals и компания Arclin Company. Подходящие полимеры фенола и формальдегида и полимеры меламина и формальдегида могут включать полимеры, которые продает компания Georgia Pacific Polymers, Inc. (например, GP®-2894 и GP®-4878, соответственно). Эти полимеры производятся согласно хорошо известным способам и содержат реакционноспособные метилольные группы, которые при отверждении образуют метиленовые или простоэфирные связи. Такие метилолсодержащие аддукты могут включать N,N'-диметиллол, дигидроксиметиллолэтилен; N,N'-бис(метоксиметил), N,N'-диметиллолпропилен; 5,5-диметил-N,N'-диметиллолэтилен; N,N'-диметиллолэтилен и т.п.

Полимеры мочевины и формальдегида могут содержать от приблизительно 45% до приблизительно 70% и предпочтительно, от приблизительно 55% до приблизительно 65% твердых веществ, иметь вязкость, составляющую, как правило, от приблизительно 50 сП до приблизительно 600 сП и предпочтительно от приблизительно 150 до приблизительно 400 сП, проявлять значение pH, составляющее обычно от приблизительно 7 до приблизительно 9 и предпочтительно от приблизительно 7,5 до приблизительно 8,5, и часто иметь содержание свободного формальдегида, составляющее не более чем приблизительно 3,0%, и возможную степень разбавления водой, составляющую от приблизительно 1:1 до приблизительно 100:1 и предпочтительно приблизительно 5:1 и выше.

Фенол может представлять собой фенол и/или разнообразные замещенные фенольные соединения, незамещенные фенольные соединения или любое сочетание замещенных и/или незамещенных фенольных соединений. Например, фенольный компонент может представлять собой сам фенол (т.е. моногидроксibenзол). Примеры замещенных фенолов могут включать, но не ограничиваются этим, алкилзамещенные фенолы, такие как крезолы и ксиленолы; циклоалкилзамещенные фенолы, такие как циклогексилфенол; алкенилзамещенные фенолы; арилзамещенные фенолы, такие как п-фенилфенол; алкоксизамещенные фенолы, такие как 3,5-диметоксифенол; арилоксифенолы, такие

как п-феноксифенол; и галогензамещенные фенолы, такие как п-хлорфенол. Кроме того, можно использовать двухатомные фенолы, такие как катехин, резорцин, гидрохинон, бисфенол А и бисфенол F. Конкретные примеры подходящих фенольных соединений (фенольных компонентов) для полной или частичной замены фенола, используемого в изготовлении новолачных полимеров, могут включать, но не ограничиваются этим, бисфенол А, бисфенол F, о-крезол, м-крезол, п-крезол, 3,5-5 ксиленол, 3,4-ксиленол, 3,4,5-триметилфенол, 3-этилфенол, 3,5-диэтилфенол, п-бутилфенол, 3,5-дибутилфенол, п-амилфенол, п-циклогексилфенол, п-октилфенол, 3,5-дициклогексилфенол, п-фенилфенол, п-фенол, 3,5-диметоксифенол, 3,4,5-триметоксифенол, п-этоксифенол, п-бутоксифенол, 3-метил-4-метоксифенол, п-феноксифенол, нафтол, антранол и соответствующие замещенные производные. Фенол (моногоксибензол) предпочтительно составляет приблизительно 80 мас.% или более, приблизительно 90 мас.% или более или приблизительно 95 мас.% или более фенольного компонента. Подходящие полимеры фенола и формальдегида может включать резольные полимеры и/или новолачные полимеры.

Меламин в случае содержания во втором связующем веществе может присутствовать в разнообразных формах. Например, можно использовать твердый меламин, в том числе в форме гранул, и/или растворы меламина. Хотя конкретно упоминается меламин, можно полностью или частично заменять меламин, используя другие аминотриазиновые соединения. Другие подходящие аминотриазиновые соединения могут включать, но не ограничиваются этим, замещенные меламины, циклоалифатические гуанамины или их сочетания. Замещенные меламины включают алкилмеламины и арилмеламины, которые могут содержать один, два или заместителя. В алкилзамещенных меламинах, каждая алкильная группа может содержать от 1 до 6 атомов углерода и предпочтительно от 1 до 4 атомов углерода. Иллюстративные примеры алкилзамещенных меламинов могут включать, но не ограничиваются этим, монометилмеламин, диметилмеламин, триметилмеламин, моноэтилмеламин и 1-метил-3-пропил-5-бутилмеламин. В арилзамещенных меламинах каждая арильная группа может содержать один или два фенильных радикала и предпочтительно один фенильный радикал. Иллюстративные примеры арилзамещенных меламинов могут включать, но не ограничиваются этим, монофенилмеламин и дифенилмеламин. Можно также использовать любой из циклоалифатических гуанаминов. Подходящие циклоалифатические гуанамины могут включать соединения, содержащие 15 или менее атомов углерода. Иллюстративные циклоалифатические гуанамины могут включать, но не ограничиваются этим, тетрагидробензогуанамин, гексагидробензогуанамин, 3-метил-тетрагидробензогуанамин, 3-метилгексагидробензогуанамин, 3,4-диметил-1,2,5,6-тетрагидробензогуанамин и 3,4-диметилгексагидробензогуанамин, а также их смеси. Смеси аминотриазиновых соединений могут включать, например, меламин и алкилзамещенный меламин, такой как диметилмеламин, или меламин и циклоалифатический гуанамин, такой как тетрагидробензогуанамин.

Резорциновый компонент в случае содержания во втором связующем веществе может присутствовать в разнообразных формах. Например, можно использовать резорциновый компонент как белое/беловатое твердое вещество или хлопья, и/или резорциновый компонент можно нагревать и использовать в форме жидкости. Можно использовать любую форму резорцина с любой формой альдегидного компонента для изготовления сополимера резорцина и альдегида. Резорциновый компонент может представлять собой собственно резорцин (т.е. бензол-1,3-диол). Подходящие резорциновые соединения можно также описать как замещенные фенолы. Содержание твердых веществ в жидком

компоненте сополимера резорцина и формальдегида может составлять от приблизительно 45 мас.% до приблизительно 75 мас.%. Жидкие сополимеры резорцина и формальдегида могут иметь вязкость по Брукфильду при 25°C, которая изменяется в широких пределах, например, от приблизительно 200 сП до приблизительно 20000 сП. Жидкие резорциновые сополимеры могут иметь темно-янтарный цвет.

Смесь реагентов Майяра может включать, но не ограничивается этим, источник углевода (углеводное реагирующее вещество) и аминное реагирующее вещество, способное принимать участие в реакции Майяра с углеводным реагирующим веществом. В качестве следующего примера, смесь реагентов Майяра может включать частично предварительно прореагировавшую смесь углеводного реагирующего вещества и аминного реагирующего вещества. Степень любой предварительной реакции может сохранять способность смеси реагентов Майяра смешиваться с любыми другими компонентами, которые оказываются желательными для введения в композицию, такими как одна или несколько добавки. Подходящие реагенты Майяра и продукты реакции Майяра могут быть такими, как обсуждается и описывается в публикациях патентных заявок США №№ 2007/0027283, 2007/0123679, 2007/0123680, 2007/0142596 и 2011/0060095.

Полимер (полимеры) на альдегидной основе и/или связующее вещество на основе реагента Майяра можно модифицировать посредством объединения с одним или несколькими модификаторами. Модификатор может представлять собой или включать сополимер, содержащий звенья на основе одного или нескольких виниловых ароматических соединений и, по меньшей мере, одного соединения из малеинового ангидрида и малеиновой кислоты, необязательно модифицированный посредством реакции с одним или несколькими основными соединениями. В качестве следующего примера, модификатор могут представлять собой или включать аддукт стирола, по меньшей мере, одного соединения из малеинового ангидрида и малеиновой кислоты, а также, по меньшей мере, одного соединения из акриловой кислоты и акрилата. В качестве следующего примера, модификатор может представлять собой или включать один или несколько латексов. В качестве следующего примера, модификатор может включать два или более из следующих соединений: (1) сополимер, включающий один или несколько звеньев на основе виниловых ароматических соединений и, по меньшей мере, одно соединение из малеинового ангидрида и малеиновой кислоты; (2) аддукт стирола, по меньшей мере, одного соединения из малеинового ангидрида и малеиновой кислоты, а также, по меньшей мере, одного соединения из акриловой кислоты и акрилата; и (3) один или несколько латексов. Добавление одного или нескольких модификаторов в связующее вещество на альдегидной основе и/или в связующее вещество на основе реагента Майяра может быть таким, как обсуждается и описывается в публикации патентной заявки США № 2011/0060095.

Сополимер, содержащий звенья на основе одного или нескольких виниловых ароматических соединений и, по меньшей мере, одного соединения из малеинового ангидрида и малеиновой кислоты, можно изготавливать, используя любые подходящие реагирующие вещества. Аналогичным образом, сополимер, в котором содержатся одна или несколько ненасыщенных карбоновых кислот, один или несколько ангидридов ненасыщенных карбоновых кислот или их сочетание, одно или несколько звеньев на основе виниловых ароматических соединений, а также одно или несколько основных соединений, можно изготавливать, используя любые подходящие реагирующие вещества. Аналогичным образом, сополимер, модифицированный посредством реакции с одним или несколькими основными соединениями, где в сополимере содержатся одна или

несколько ненасыщенных карбоновых кислот, один или несколько ангидридов ненасыщенных карбоновых кислот или их сочетание, одно или несколько звеньев на основе виниловых ароматических соединений, можно изготавливать, используя любые подходящие реагирующие вещества. Иллюстративные звенья на основе виниловых ароматических соединений могут включать, но не ограничиваются этим, стирол, альфа-метилстирол, винилтолуол и их сочетания. Предпочтительно звенья на основе виниловых ароматических соединений изготавливают, используя стирол и/или его производные. Предпочтительнее звенья на основе виниловых ароматических соединений изготавливают, используя стирол, чтобы получать сополимер стирола и малеинового ангидрида (малеиновой кислоты) или SMA. Подходящие сополимеры SMA включают полимеры, в которых содержатся чередующиеся мономерные звенья стирола и малеинового ангидрида (малеиновой кислоты), которые располагаются в статистической, чередующейся и/или блочной формах. Соплимер, в котором содержатся одна или несколько ненасыщенных карбоновых кислот, один или несколько ангидридов ненасыщенных карбоновых кислот или их сочетание, один или несколько звеньев на основе виниловых ароматических соединений, а также один или несколько аминов, может быть таким, как обсуждается и описывается в публикации патентной заявки США № 2011/0165398 и в патентной заявке США № 13/228917.

Полимеры полиамида и эпихлоргидрина можно изготавливать посредством реакции эпихлоргидрина и полиамида в основной среде (т.е. при значении pH, составляющем от приблизительно 7 до приблизительно 11). Получаемый в результате полимер можно затем вводить в контакт с кислотой, чтобы стабилизировать продукт. См., например, патенты США № 3311594 и № 3442754. Непрореагировавший эпихлоргидрин в изделии можно гидролизовать кислотой, получая 1,3-дихлор-2-пропанол (1,3-DCP), 3-хлор-1,2-пропандиол (CPD), и 2,3-дихлор-1-пропанол (2,3-DCP). Продукт 1,3-DCP представляет собой преобладающий продукт гидролиза CPD, образующийся на уровне, составляющем приблизительно 10% относительно 1,3-DCP, а 2,3-DCP образуется на уровне, составляющем приблизительно 1% относительно 1,3-DCP. Хотя конечный продукт может включать несколько других типов органических хлоридов (что измеряется по разности между суммарным содержанием хлора и содержанием неорганических хлоридов), концентрации 1,3-DCP и CPD можно точно определять методами спектроскопии ЯМР  $^{13}\text{C}$  и сочетания газовой хроматографии и масс-спектрометрии, которые известны в технике. Однако концентрации 2,3-DCP, как правило, оказываются ниже предела обнаружения методом спектроскопии ЯМР  $^{13}\text{C}$ , и, таким образом 1,3-DCP и CPD, как правило, используются в качестве меры продуктов гидролиза эпихлоргидрина, которые присутствуют в полимере. В частности, используются полимеры полиамида и эпихлоргидрина, и соответствующие примерные полимеры продаются компанией Hercules, Inc. под товарными наименованиями Kymene 557LX и Kymene 557H и компанией Georgia-Pacific Polymers, Inc. под товарным наименованием AMRES®. Эти полимеры и способы изготовления полимеров обсуждаются и описываются в патентах США № 3700623 и № 3772076. Подробное описание полимеров эпигалогидрина представляет глава 2 «Щелочное отверждение полимеров аминов и эпихлоргидрина» (автор Н. Н. Espy) книги «Влагопрочные полимеры и их применение» (редактор L. Chan), 1994 г.

Иллюстративный полимер полиамидамина и эпихлоргидрина; смесь и/или продукт реакции полиамидамина и связующего вещества на основе аддукта аммиака и эпихлоргидрина; и/или смесь и/или продукт реакции сополимера полиамидамина и эпихлоргидрина и, по меньшей мере, одного белка, такого как соевый белок, пшеничный

белок, гороховый белок, кукурузный белок и гуаровый белок, могут представлять собой предметы, обсуждаемые и описанные в патентах США № 7736559 и № 7781501, а также в публикациях патентных заявок США №№ 2006/0142433, 2007/0054144 и 2008/0027159.

5 Аддукт или полимер, содержащий стирол, по меньшей мере, одно соединение из малеинового ангидрида и малеиновой кислоты, а также, по меньшей мере, одно  
соединение из акриловой кислоты и акрилата, можно изготавливать, используя любые  
подходящие реагирующие вещества. Можно использовать акриловую кислоту или  
любой подходящий акрилат, такой как метилметакрилат, бутилакрилат, метакрилат,  
10 любое их сочетание или любую их смесь. Предпочтительный акрилат представляет  
собой метилметакрилат (ММА). С аддуктом могут объединяться полимер на альдегидной  
основе, реагенты Майяра или их сочетание. В качестве следующего примера, с  
компонентами аддукта можно смешивать полимер на альдегидной основе, смесь  
реагентов Майяра или их сочетание.

15 Аддукт можно изготавливать посредством растворения компонентов аддукта в  
подходящем растворе. Иллюстративные растворы могут включать, но не  
ограничиваются этим, водные растворы, содержащие гидроксид натрия, аммония  
гидроксид, гидроксид калия и их сочетания. Раствор можно нагревать до температуры,  
составляющей от приблизительно 70°C до приблизительно 90°C. Раствор можно  
20 выдерживать при повышенной температуре до тех пор, пока все компоненты, по  
меньшей мере, частично не переходят в раствор. Раствор можно затем добавлять в  
полимер фенола и альдегида, смесь реагентов Майяра или сочетание полимера фенола  
и альдегида и смеси реагентов Майяра.

Аддукт можно изготавливать, объединяя стирол, по меньшей мере, одно соединение  
25 из малеинового ангидрида и малеиновой кислоты, а также, по меньшей мере, одно  
соединение из акриловой кислоты и акрилата, чтобы образовался тройной полимер.  
Содержание стирола в аддукте может быть низким, составляя приблизительно 50 мас.%,  
приблизительно 55 мас.% или приблизительно 60 мас.%, или высоким, составляя  
приблизительно 75 мас.%, приблизительно 80 мас.% или приблизительно 85 мас.% по  
30 отношению к суммарной массе аддукта. Содержание малеинового ангидрида и/или  
малеиновой кислоты в аддукте может быть низким, составляя приблизительно 15 мас.%,  
приблизительно 20 мас.% или приблизительно 25 мас.%, или высоким, составляя  
приблизительно 40 мас.%, приблизительно 45 мас.% или приблизительно 50 мас.% по  
отношению к суммарной массе аддукта. Содержание акриловой кислоты и/или акрилата  
35 в аддукте может быть низким, составляя приблизительно 1 мас.%, приблизительно 3  
мас.% или приблизительно 5 мас.%, или высоким, составляя приблизительно 10 мас.%,  
приблизительно 15 мас.% или приблизительно 20 мас.% по отношению к суммарной  
массе аддукта.

В качестве следующего примера, акриловую кислоту или акрилат может объединяться  
40 с сополимером, содержащий звенья на основе одного или нескольких виниловых  
ароматических соединений и, по меньшей мере, одного соединения из малеинового  
ангидрида и малеиновой кислоты, чтобы получить модификатор. Например, при  
объединении акриловой кислоты или акрилата с SMA можно получить тройной полимер,  
содержащий стирол, малеиновый ангидрид и метилметакрилат. В качестве следующего  
45 примера, модификатор может также включать физическую смесь, содержащую стирол,  
акриловую кислоту и/или сополимер стирола и акрилата и сополимер SMA. Аддукт  
или полимер, содержащий стирол, по меньшей мере, одно соединение из малеинового  
ангидрида и малеиновой кислоты, и, по меньшей мере, одно соединение из акриловой

кислоты и акрилата, и физическую смесь, содержащую стирол, акриловую кислоту и/или сополимер стирола и акрилата и сополимер SMA можно изготавливать, осуществляя способы, которые обсуждаются и описываются в патенте США № 6642299.

5 Связующее вещество на основе полиакриловой кислоты может включать водный раствор, содержащий поликарбоксиполимер, мономерный трехатомный спирт, катализатор и регулятор кислотности. Поликарбоксиполимер может представлять собой органический полимер или олигомер, в котором содержится более чем одна карбоксильная группа в боковой цепи. Поликарбоксиполимер может представлять собой гомополимер или сополимер, который образуют ненасыщенные карбоновые  
10 кислоты, в том числе, но не ограничиваясь этим, акриловая кислота, метакриловая кислота, кротоновая кислота, изокротоновая кислота, малеиновая кислота, коричная кислота, 2-метилмалеиновая кислота, итаконовая кислота, 2-метилитаконовая кислота,  $\alpha,\beta$ -метиленглутаровая кислота и т.п. Другие подходящие поликарбоксиполимеры можно изготавливать, используя ненасыщенные ангидриды, в том числе, но не  
15 ограничиваясь этим, малеиновый ангидрид, итаконовый ангидрид, акриловый ангидрид, метакриловый ангидрид и подобные вещества, а также их смеси.

Иллюстративные трехатомные спирты могут включать, но не ограничиваются этим, глицерин, триметилпропан, триметилэтан, триэтаноламин, 1,2,4-бутантриол и т.п. Один или несколько трехатомных спиртов можно смешивать с другими многоатомными  
20 спиртами. Другие многоатомные спирты могут включать, но не ограничиваются этим, этиленгликоль, 1,3-пропандиол, 1,4-бутандиол, 1,6-гександиол, 2-бутен-1, эритрит, пентаэритрит, сорбит и т.п. Катализатор может включать соли щелочных металлов и фосфорсодержащих органических кислот; в частности, соли щелочных металлов и фосфорной кислоты, фосфорноватистой кислоты и полифосфорной кислот.

Иллюстративные катализаторы могут включать, но не ограничиваются этим, фосфит натрия, фосфит калия, динатрийпирофосфат, тетранатрийпирофосфат, триполифосфат натрия, гексаметафосфат натрия, фосфат калия, полиметафосфат калия, полифосфат калия, триполифосфат калия, триметафосфат натрия и траметафосфат натрия, любое  
25 их сочетание или любую их смесь. Иллюстративные полимеры на основе полиакриловой кислоты могут быть такими, как обсуждается и описывается в патенте США № 7026390.

Подходящие белки могут представлять собой или, в качестве альтернативы, включать, но не ограничиваются этим, кукурузную муку, соевую муку, пшеничную муку, лиофилизированную кровь, любое их сочетание или любые их смеси. Соевая мука может представлять собой неочищенный соевый белок и/или модифицированный соевый  
35 белок, как обсуждается и описывается в патенте США № 6497760. Неочищенный соевый белок может присутствовать в такой форме, как дробленые цельные бобы (включая оболочку, масло, белок, минеральные вещества и т.д.), тонкоизмельченный материал (экстрагированный или частично экстрагированный), мука (как правило, содержащий менее чем приблизительно 1,5% жиров и приблизительно от 30 до 35% углеводов), или  
40 изолят (т.е. практически чистая белковая мука, содержащая менее чем приблизительно 0,5% жиров и менее чем приблизительно 5% углеводов). Подходящий соевый белок можно изготавливать, используя любой источник соевого белка, такой как соевый концентрат или тонкоизмельченная соевая мука. Можно использовать обогащенные белком произведенные из соевой муки продукты, такие как соевый белковый изолят,  
45 белковый концентрат и обычная обезжиренная соевая мука, которая может содержать приблизительно от 20 до 95% белка. Их этих источников обычная соевая мука является наиболее доступной и экономичной. В источнике соевого белка (соевой муке) могут практически отсутствовать функциональные мочевины. Информацию о соевом белке

может представлять собой, например, Энциклопедия по химической технологии Kirk-Othmer, четвертое издание, 1997 г., т. 22, с. 591-619. Модифицированный соевый белок можно модифицировать, используя любой из двух классов модификаторов. Первый класс модификаторов может включать насыщенные и ненасыщенные C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub>-сульфатные и сульфонатные соли щелочных металлов. Два предпочтительных модификатора данного класса представляют собой додецилсульфат натрия и додецилбензолсульфонат натрия. Второй класс модификаторов включает соединения, имеющие формулу R<sub>2</sub>NC(=X)NR<sub>2</sub>, где каждый радикал R индивидуально выбирается из группы, которую составляют Н и насыщенные и ненасыщенные C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-группы, и X выбирается из группы, которую составляют О, NH и S. Насыщенные C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-группы означают алкильные группы (в том числе группы, имеющие линейные и разветвленные цепи), а ненасыщенные группы означают алкенильные и алкинильные группы (в том числе группы, имеющие линейные и разветвленные цепи). Иллюстративные модификаторы второй группы могут включать, но не ограничиваются этим, мочевины и гидрохлорид гуанидина. Другие подходящие соевые белки и способы их изготовления могут включать, но не ограничиваются этим, те, которые обсуждаются и описываются в патентах США №№ 2507465, 2492510, 2781286, 3285805, 3957703, 4070314, 4244846 и 4778530.

Подходящие полисахаридные крахмалы могут включать, например, крахмалы, для получения которых используются, маис или кукуруза, восковая кукуруза, имеющая высокое содержание амилозы кукуруза, картофель, тапиока и пшеница, любое их сочетание или любую их смесь. Другие крахмалы, такие как полученные из генетически модифицированных растений крахмалы, могут представлять собой крахмалы из имеющего высокое содержание амилозы картофеля и/или имеющего высокое содержание амилопектина картофеля.

Лигнин представляет собой полимерное вещество, в котором могут содержаться замещенные ароматические соединения, входящие в состав растений и растительных материалов, которые связаны с целлюлозой и другими составляющими веществами растений. Иллюстративные растения и растительные материалы могут представлять собой, не ограничиваясь этим следующие: солома, пенька (конопля), сизаль (мексиканская агава), хлопковые стебли, пшеница, бамбук, трава сабаи (*Eulaliopsis binata*), рисовая солома, банановые листья, бумажная шелковица (т.е. лубяное волокно *Broussonetia papyrifera*), листья абаки (*Musa textilis*), ананасовые листья, листья ковыля тянущегося (трава эспарто, *Stipa tenacissima*), волокна джута (род геспералоэ (*Hesperaloe*) семейство агавовые (*Agavaceae*)), растущий в соленой воде тростник, пальмовые листья, лен, арахисовая скорлупа, листовенная древесина, хвойная древесина, переработанные древесно-волокнистые плиты, такие как древесно-волокнистая плита высокой плотности, древесно-волокнистая плита средней плотности, древесно-волокнистая плита низкой плотности, ориентированно-стружечная плита, древесно-стружечная плита, любое их сочетание или любая их смесь. Иллюстративные типы древесины могут включать, но не ограничиваются этим, древесину таких пород как ольха, ясень, осина, липа, бук, береза, кедр, вишня, тополь дельтовидный, кипарис, вяз, пихта, эвкалипт, каркас, гикори, клен, дуб, pekan, сосна, тополь, красное дерево (секвойя), сассафрас, ель, платан, грецкий орех и ива.

Лигнин можно экстрагировать или иным способом извлекать из растений и/или растительных материалов, используя любой подходящий процесс или сочетание процессов. Например, в целлюлозно-бумажной промышленности лигнинсодержащие материалы, такие как древесина, солома, кукурузные стебли, багасса, а также и другие

растения и растительные ткани подвергаются обработке для извлечения целлюлозы или древесной массы. По существу, остаточные растворы от переработки целлюлозы, в которых содержится лигнин как побочный продукт, могут представлять собой источник лигнина. Может наблюдаться изменчивость химической структуры лигнина. Эта изменчивость химической структуры лигнина может зависеть, по меньшей мере, частично, от конкретных растений, из которых извлекается лигнин, от места, где были выращены данные растения, и/или от конкретного способа, используемого для извлечения или выделения лигнина из растений и/или растительных материалов. Лигнин может включать активные группы, такие как активные атомы водорода и/или фенольные гидроксильные группы, посредством которых может осуществляться сшивание или образование мостиковых связей.

Поскольку лигнин, выделенный из растений, может в некоторой степени отличаться по химической структуре от своего состояния в составе растений, термин «лигнин» может также означать лигниновые продукты, получаемые посредством отделения от целлюлозы или извлечения из растительного материала. Например, в процессе сульфитной варки целлюлозы лигноцеллюлозный материал может гидролизироваться бисульфитом или сульфитом, что приводит, по меньшей мере, к частичному сульфонированию лигнина. По существу, лигнин может необязательно подвергаться дальнейшей деградации или модификации, такой как щелочная обработка или реакция с другими ингредиентами, в результате чего уменьшаться содержание сульфонатной серы или увеличивается содержание активных групп. Например, лигнин можно обрабатывать таким образом, чтобы он имел содержание фенольных гидроксильных групп, составляющее от приблизительно 1,5 мас.% до приблизительно 5 мас.%, и менее чем приблизительно 3 мас.% сульфонатной серы. Согласно другим способам извлечения или выделения лигнина из растительной ткани, лигнин может не подвергаться сульфонированию, но может подвергаться химическому изменению некоторым иным образом. Например, в остаточных варочных растворах, получаемых в процессах сульфатной или другой щелочной варки целлюлозы, лигнин может присутствовать в форме соли щелочного металла, растворенной в щелочном водном растворе, и может, как правило, иметь достаточное содержание фенольных гидроксильных групп, которые являются необходимыми для последующей модификации. Однако щелочной лигнин или крафт-лигнин может далее реагировать с другими ингредиентами, что дополнительно увеличивает содержание активных групп. «Гидролизный лигнин», который можно получать, осуществляя гидролиз лигноцеллюлозных материалов в производстве сахара, может также изменяться в некоторой степени по сравнению с его состоянием в составе растений. Такой гидролизный лигнин может дополнительно модифицироваться для солюбилизации лигнина, а также для увеличения содержания фенольных гидроксильных групп. Кроме того, лигниновые продукты, такие как остаточный варочный раствор, можно подвергать разнообразным видам обработки, таким как, например, кислотная, щелочная или термическая обработка, или вводить в реакции с другими химическими веществами, что может также приводить к некоторому изменению составляющих лигнина. Иллюстративные сульфонированные лигнины могут включать, но не ограничиваются этим, лигносульфонат натрия и лигносульфонат аммония.

Остаточные варочные растворы или лигниновые продукты, которые образуются в результате выделения или извлечения лигнина из растительного материала, могут содержать лигнин, имеющий различные молекулярные массы, составляющие приблизительно от 300 и превышающие 100000. Растворы, из которых можно извлекать

лигнин, могут также содержать один или несколько других ингредиентов помимо лигнина. Например, в процессе сульфитной варки целлюлозы отработавший сульфитный раствор может содержать лигносульфонаты, которые могут присутствовать в форме солей, содержащих катионы, такие как катионы магния, кальция, аммония, натрия и/или другие катионы. Твердые вещества отработавшего сульфитного раствора могут включать от приблизительно 40 мас.% до приблизительно 65 мас.% лигносульфонатов, а остальную массу составляют углеводы и другие органические и неорганические ингредиенты, растворенные в растворе. Лигниновые продукты, которые образуются в других процессах варки целлюлозы, могут также содержать другие материалы, такие как углеводы, продукты разложения углеводов и полимерные материалы, которые отделяются от целлюлозных материалов с лигнином. Следует отметить, что не является обязательным отделение лигнина от других ингредиентов, которые могут присутствовать.

Со связующими композициями могут объединяться одно или несколько вторых связующих веществ или связующих композиций в любом желательном количестве по отношению друг к другу, и образуется связующая система. Например, содержание каждой из первой связующей композиции и второй связующей композиции в связующей системе можно составлять от приблизительно 0,1 мас.% до приблизительно 99 мас.% по отношению к суммарной массе твердых веществ первой и второй связующих композиций. В качестве следующего примера, связующая система может содержать первую связующую композицию в низкой концентрации, составляющей от приблизительно 0,5 мас.%, приблизительно 1 мас.%, приблизительно 2 мас.%, приблизительно 3 мас.% или приблизительно 4 мас.%, или в высокой концентрации, составляющей от приблизительно 10 мас.%, приблизительно 20 мас.%, приблизительно 30 мас.%, приблизительно 40 мас.%, приблизительно 50 мас.%, приблизительно 60 мас.%, приблизительно 70 мас.%, приблизительно 80 мас.% или приблизительно 90 мас.% по отношению к суммарной массе твердых веществ первой и второй связующих композиций. В качестве следующего примера, связующая система может содержать первую связующую композицию в концентрации, составляющей от приблизительно 10 мас.% до приблизительно 90 мас.%, и вторую связующую композицию в концентрации, составляющей от приблизительно 90 мас.% до приблизительно 10 мас.% по отношению к суммарной массе твердых веществ в первой связующей композиции и второй связующей композиции.

В связующих композициях может отсутствовать или практически отсутствовать формальдегид. При использовании в настоящем документе термин «практическое отсутствие формальдегида» означает, что в связующей композиции не включаются и не содержатся преднамеренно добавленные формальдегид или какие-либо соединения, которые могут в результате разложения, реакции или иным способом образовывать формальдегид. Другими словами, термин «практическое отсутствие формальдегида» означает, что в связующей композиции не содержатся формальдегид или соединения, которые могут образовывать формальдегид, но может содержаться формальдегид, присутствующий в качестве примеси. Соответственно, в зависимости от конкретного многофункционального альдегидного соединения (соединений), которые используются для изготовления связующих композиций, связующая композиция может называться термином «связующая композиция, не содержащая добавленный формальдегид» (NAF).

Связующие композиции могут удовлетворять или превышать стандарты выбросов формальдегида, которые устанавливает Совет по воздушным ресурсам штата Калифорния (CARB) в отношении уровня 1 (менее чем 0,18 части на миллион

формальдегида для древесно-стружечной плиты) и уровня 2 (менее чем 0,09 части на миллион формальдегида для древесно-стружечной плиты). Связующие композиции могут также удовлетворять или превышать уровни выбросов формальдегида, которые устанавливаются японские промышленные стандарты/японские сельскохозяйственные стандарты (JIS/JAS) в отношении уровня F\*\*\* (менее чем 0,5 мг/л формальдегида для древесно-стружечной плиты и уровня F\*\*\*\* (менее чем 0,3 мг/л формальдегида для древесно-стружечной плиты), а также европейские стандарты E1 и E2.

По существу, композитные древесные изделия и/или композитные волокнистые изделия, для изготовления которых используются связующие композиции и/или связующие системы, могут проявлять низкий уровень выбросов формальдегида. Подходящее исследование для определения выбросов формальдегида из композитного древесного изделия, в составе которого содержится, по меньшей мере, частично отвержденная связующая композиция и/или связующая система, может включать исследования согласно стандартам ASTM D6007-02 и ASTM E1333-10. Подходящая методика исследований для определения выбросов формальдегида из волокнистых изделий, в составе которых содержится, по меньшей мере, частично отвержденная связующая композиция и/или связующая система, может включать исследования согласно стандартам ASTM D5116-10 и ASTM D6670-01. Например, композитные древесные изделия и/или волокнистые изделия, в составе которых содержится, по меньшей мере, частично отвержденная связующая композиция и/или связующая система, могут проявлять нулевые выбросы формальдегида. В качестве следующего примера, композитные древесные изделия и/или волокнистые изделия, в составе которых содержится, по меньшей мере, частично отвержденная связующая композиция и/или связующая система, могут проявлять выбросы формальдегида, составляющие менее чем приблизительно 1 часть на миллион, менее чем приблизительно 0,9 части на миллион, менее чем приблизительно 0,08 частей на миллион, менее чем приблизительно 0,07 части на миллион, менее чем приблизительно 0,06 части на миллион, менее чем приблизительно 0,05 части на миллион, менее чем приблизительно 0,04 части на миллион, менее чем приблизительно 0,03 части на миллион, менее чем приблизительно 0,02 части на миллион, менее чем приблизительно 0,01 части на миллион или менее чем приблизительно 0,005 части на миллион.

#### Примеры

Чтобы обеспечить лучшее понимание приведенного выше обсуждения, предлагаются следующие неограничительные примеры. Хотя данные примеры могут относиться к конкретным вариантам осуществления, их не следует рассматривать как ограничивающие настоящее изобретение в каком-либо определенном отношении. Все части, пропорции и процентные доли приведены по отношению к массе, если не определены другие условия.

#### Пример I

Таннин черной акации, глиоксаль и силикат натрия объединяли друг с другом, чтобы изготовить связующие композиции. Таннин черной акации приобретали от компании Bondtite Adhesives Ltd. как продукт № 345. Глиоксаль представлял собой 40 мас.% водный раствор, который приобретали от компании Sigma-Aldrich как продукт № 128465. Силикат натрия представлял собой 10 мас.% водный раствор, который приобретали от компании Sigma-Aldrich как продукт № 338443.

Ряд связующих композиций (примеры 1-16) получали согласно следующей процедуре. Значение pH раствора 13,5 г таннин черной акации (50 мас.% водный раствор) устанавливали на желательном уровне, который составлял от 7,9 до 12,3 в зависимости

от конкретного примера, посредством добавления достаточного количества водного раствора 50 мас.% гидроксида натрия. Измеритель рН Orion 2 Star использовали для измерения значения рН таннина черной акации. В таннин черной акации добавляли 1,5 г глиоксаля (водный раствор 40 мас.%) и 1,5 г силиката натрия (раствор 10 мас.%) для получения связующих композиций. По существу, все связующие композиции в примерах 1-16 содержали таннин черной акации в концентрации, составляющей приблизительно 90 мас.%, концентрация глиоксаля составляла приблизительно 8 мас.%, и концентрация силиката натрия составляла приблизительно 2 мас.% по отношению к суммарной массе таннина черной акации, глиоксаля и силиката натрия. Связующие композиции получали при температуре, составляющей приблизительно 25°C.

Исследования гелеобразования проводили согласно следующей процедуре. Приблизительно по 10 г каждой связующей композиции (примеры 1-16) добавляли в пробирки из стекла пирекс диаметром 18 мм и длиной 150 мм. В каждую пробирку вставляли деревянную палочку для внесения (Fisher, 01-340). Измеритель геля, используемый для определения продолжительности гелеобразования, представлял собой измеритель геля GT-4 от компании Techne Incorporated. Переключатель «выдерживание/работа» устанавливали в положение «работа», и плунжер на измерителе геля перемещался для включения красного света, таким образом, что измеритель оказывался в остановленном положении. Переключатель «выдерживание/работа» устанавливали в положение «выдерживание», и кнопку «ноль» нажимали, чтобы обнулить показатель времени. Пробирку затем помещали в ванну с кипящей водой при 100°C, используя пробку для выравнивания, и нажимали кнопку «старт». Деревянную палочку соединяли с плунжером, вставляя верхнюю часть палочки в соединитель. Высоту образца регулировали посредством регулирования подъемной опоры или перемещения высоты измерителя, таким образом, что палочка находилась на 0,25 дюйма (6,35 мм) от дна пробирки в своем наиболее нижнем положении и в середине пробирки, не касаясь стенок. Переключатель «выдерживание/работа» устанавливали в положение «работа», чтобы привести в действие датчик температуры гелеобразования. Таймер и мотор автоматически останавливались, когда достигалась температура гелеобразования, и записывалось соответствующее время. Результаты представлены в таблице 1.

Пример	Значение рН таннина черной акации	Продолжительность гелеобразования (минут)
1	7,9	Отсутствие гелеобразования в течение 30 минут
2	7,9	Отсутствие гелеобразования в течение 30 минут
3	9	3,6
4	9	3
5	9	4,1
6	9,5	1,5
7	9,5	1,4
8	10	0,9
9	10	1,3
10	10	1,1
11	10	0,8
12	11,1	1,2
13	11,1	1,1
14	11,1	0,9
15	12,3	Отсутствие гелеобразования в течение 30 минут
16	12,3	Отсутствие гелеобразования в течение 30 минут

Как представлено в таблице 1, во всех примерах 3-14 гелеобразование происходило в течение менее чем 5 минут. Интервал значений рН, при которых начиналось гелеобразование связующих композиций составлял от приблизительно 8 до приблизительно 9, причем гелеобразование связующей композиции происходило в интервале значений рН, составляющем от приблизительно 11,1 до приблизительно 12,2.

#### Пример II

Определяли влияние изменения содержания силиката натрия. Более конкретно, изготавливали ряд примерных связующих композиций (примеры 17-27), содержащих в одинаковых количествах таннин черной акации и глиоксаль, но переменное количество силиката натрия. Связующие композиции изготавливали таким же образом, как в примерах 1-16. Результаты исследования представлены ниже в таблице 2.

Пример	Значение рН таннина черной акации	Силикат натрия (10 мас.%, г)	Силикат натрия (мас.% в расчете на твердые вещества)	Продолжительность гелеобразования (минут)
17	10,07	0,3	0,41	>30
18	10,07	0,39	0,53	9,6
19	10,07	0,45	0,61	6,2
20	10,07	0,5	0,68	2,5
21	10,07	0,5	0,68	2,5
22	10,07	0,6	0,82	1,4
23	10,07	0,6	0,82	1,5
24	10,07	0,75	1,02	0,6
25	10,03	0,75	1,02	0,5
26	10,03	1,5	2,04	0,3
27	10,03	1,5	2,04	0,3

Как представлено в таблице 2, когда содержание силиката натрия уменьшается ниже уровня, составляющего от приблизительно 0,41 мас.% до приблизительно 0,53 мас.% в расчете на твердые вещества, гелеобразование связующей композиции не происходило в течение 30 минут. Когда силикат натрия присутствовал в связующей композиции в количестве, составляющем от приблизительно 0,5 мас.% или более в расчете на твердые вещества, гелеобразование связующей композиции происходило в течение менее чем 10 минут. Кроме того, как представлено в таблице 2, когда содержание силиката натрия увеличивалось до уровня, составляющего от приблизительно 0,53 мас.% до приблизительно 2,04 мас.% в расчете на твердые вещества, продолжительность гелеобразования продолжала уменьшаться. По существу, наблюдалось, что силикат катализирует или ускоряет реакции сшивания между таннином черной акации и глиоксалем.

#### Пример III

Исследовали влияние изменения соотношения таннина черной акации и глиоксаля. Более конкретно, изготавливали ряд связующих композиций (примеры 28-39), содержащих в различных количествах таннин черной акации (все при значении рН, составляющем приблизительно 10,01) и глиоксаля, и сохраняли содержание силиката натрия на постоянном уровне, составляющем приблизительно 0,6 г раствора 10 мас.%. Связующие композиции изготавливали, осуществляя такую же процедуру, которую использовали в описанном выше примере I. Результаты исследования представлены ниже в таблице 3.

Таблица 3  
Влияние соотношения таннина и глиоксаля на продолжительность гелеобразования

Пример	Таннин черной акации (раствор 50 мас.%, рН 10,01, г)	Глиоксаль (раствор 40 мас.%, г)	Силикат натрия (раствор 10 мас.%, г)	Продолжительность гелеобразования (минут)
28	12	3	0,6	1,6
29	12	3	0,6	1,8
30	12,75	2,25	0,6	2
31	12,75	2,25	0,6	2,2
32	13,5	1,5	0,6	2,5
33	13,5	1,5	0,6	2,5
34	13,8	1,2	0,6	3,7
35	13,8	1,2	0,6	1,5
36	13,8	1,2	0,6	1,6
37	13,8	1,2	0,6	7,2
38	14,25	0,75	0,6	11,9
39	14,25	0,75	0,6	14,7

Как представлено в таблице 3, когда содержание силиката натрия поддерживалось на постоянном, уровне, составляющем приблизительно 0,6 г раствора 10 мас.%, продолжительность гелеобразования составляла от приблизительно 1,5 до приблизительно 4 минут, в то время как содержание таннинов составляло от приблизительно 80 мас.% (примеры 28 и 29) до приблизительно 92 мас.% (примеры 34-37) по отношению к суммарной массе таннинов и глиоксаля. Когда количество таннинов составляло приблизительно 95 мас.% (примеры 38 и 39) по отношению к суммарной массе таннинов и глиоксаля, продолжительность гелеобразования существенно увеличивалась, составляя более чем 11 минут.

Кроме того, варианты осуществления настоящего изобретения относятся к любому одному или нескольким из следующих параграфов:

1. Способ получения композитного изделия, включающий: приведение в контакт множества подложек со связующей композицией, причем данную связующую композицию составляют: один или несколько таннинов; одна или несколько кислот Льюиса; и одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений, причем одно или несколько данных многофункциональных альдегидных соединений включают: (1) два или более атомов углерода и две или более альдегидных функциональных групп, или (2) два или более атомов углерода, по меньшей мере, одну альдегидную функциональную группу, и, по меньшей мере, одну функциональную группу, которая не представляет собой альдегидную функциональную группу; и, по меньшей мере, частичное отверждение связующей композиции с получением композитного изделия, в котором атом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы в отвержденной связующей композиции имеет первую связь с первой молекулой таннина из одного или нескольких таннинов и вторую связь, которую образует (а) первая молекула таннина, (б) вторая молекула таннина из одного или нескольких таннинов или (с) атом кислорода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы.

2. Композитное изделие, включающее: множество подложек и, по меньшей мере, частично отвержденную связующую композицию, причем данную связующую композицию перед отверждением составляют: один или несколько таннинов; одна или несколько кислот Льюиса; и одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений, причем одно или несколько данных многофункциональных альдегидных соединений включают: (1) два или более атомов углерода и две или более альдегидных функциональных групп, или (2) два или более атомов углерода, по меньшей мере, одну альдегидную функциональную группу, и, по меньшей мере, одну функциональную группу, которая не представляет собой альдегидную функциональную группу, в котором атом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы в

отвержденной связующей композиции имеет первую связь с первой молекулой таннина из одного или нескольких таннинов и вторую связь, которую образует (а) первая молекула таннина, (б) вторая молекула таннина из одного или нескольких таннинов

5 3. Способ или композитное изделие по п. 1 или 2, в котором, по меньшей мере, одна функциональная группа, которая не представляет собой альдегидную функциональную группу, присутствует и выбирается из группы, включающей: карбоксильную группу, сложноэфирную группу, амидную группу, иминную группу, эпоксидную группу, азиридиновую группу, азетидиниевую группу и гидроксильную группу.

10 4. Способ или композитное изделие по любому из пп. 1-3, в котором один или несколько таннинов присутствуют в количестве, составляющем от приблизительно 60 мас.% до приблизительно 99 мас.% по отношению к суммарной массе твердых веществ одного или нескольких таннинов и одного или нескольких многофункциональных альдегидных соединений.

15 5. Способ или композитное изделие по любому из пп. 1-4, в котором один или несколько таннинов, одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений, и одна или несколько кислот Льюиса объединяют друг с другом в жидкой среде.

20 6. Способ или композитное изделие по п. 5, в котором жидкая среда включает воду, и в котором связующая композиция имеет концентрацию воды, составляющую от приблизительно 1 мас.% до приблизительно 70 мас.% по отношению к суммарной массе одного или нескольких таннинов, одного или нескольких многофункциональных альдегидных соединений, одной или нескольких кислот Льюиса и воды.

25 7. Способ или композитное изделие по п. 5, в котором связующая композиция имеет концентрацию воды, составляющую от приблизительно 40 мас.% до приблизительно 70 мас.% по отношению к суммарной массе таннина, многофункционального альдегидного соединения, кислоты Льюиса и воды.

8. Способ или композитное изделие по любому из пп. 1-7, в котором в связующей композиции практически отсутствует формальдегид.

30 9. Способ или композитное изделие по любому из пп. 1-8, в котором один или несколько таннинов извлекают из деревьев, принадлежащих к одному или нескольким родам, выбранным из группы, которую составляют: акация (*Acacia*), каштан (*Castanea*), мимоза (*Vachellia*), сенегалия (*Senegalia*), терминалия (*Terminalia*), филлантус (*Phyllanthus*), цезальпиния (*Caesalpinia*), дуб (*Quercus*), схинописис (*Schinopsis*), тсуга (*Tsuga*), сумах (*Rhus*), орех (*Juglans*), гикори (*Carya*) и сосна (*Pinus*).

35 10. Способ или композитное изделие по любому из пп. 1-9, в котором один или несколько таннинов извлекают из деревьев, принадлежащих к одному или нескольким родам, выбранным из группы, которую составляют схинописис (*Schinopsis*), акация (*Acacia*) или их сочетание.

40 11. Способ или композитное изделие по любому из пп. 1-10, в котором одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений представляют собой глиоксаль, глутаровый альдегид, глиоксиловая кислота, малоновый диальдегид, адипиновый альдегид, фталевый альдегид, 5-(гидроксиметил)фурфураль или любое их сочетание.

45 12. Способ или композитное изделие по любому из пп. 1-11, в котором, по меньшей мере, одно соединение из одного или нескольких таннинов, одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений, и одно или несколько соединений кислоты Льюиса инкапсулируются во множестве капсул.

13. Способ или композитное изделие по п. 12, дополнительно включающий разрушение, по меньшей мере, части капсул, в результате чего оказываются в непосредственном контакте один или несколько таннинов, один или несколько

5 14. Способ или композитное изделие по п. 12 или 13, в котором капсулы имеют средний размер поперечного сечения, составляющий от приблизительно 1 мкм до приблизительно 1000 мкм.

10 15. Способ или композитное изделие по любому из пп. 1-14, в котором одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений блокируются блокирующим веществом.

16. Способ или композитное изделие по п. 15, в котором блокирующее вещество включает мочевины, циклические мочевины, гликоли, полиолы или любое их сочетание.

17. Способ или композитное изделие по любому из пп. 1-16, в котором связующая композиция дополнительно включает одно или несколько основных соединений.

15 18. Способ или композитное изделие по п. 15, в котором одно или несколько основных соединений включают гидроксид калия, гидроксид натрия, карбонат калия, карбонат натрия или любое их сочетание.

19. Способ или композитное изделие по п. 18, в котором одно или несколько основных соединений присутствуют в достаточном количестве для получения связующей

20 композиции, у которой значение pH составляет от приблизительно 4 до приблизительно 14.

20. Способ или композитное изделие по любому из пп. 1-19, в котором одна или несколько кислот Льюиса включают борную кислоту, тетраборат натрия, гидроксид алюминия, диоксид кремния, силикат натрия или любое их сочетание.

25 21. Способ или композитное изделие по любому из пп. 1-20, в котором один или несколько таннинов включает таннины, полученные из черной акации или квебрахового дерева, или их сочетания, в котором одно или несколько многофункциональных

30 альдегидных соединений представляют собой глиоксаль, глутаровый альдегид или их сочетание, и в котором одна или несколько кислот Льюиса включают силикат натрия, борную кислоту или их сочетание.

22. Способ или композитное изделие по любому из пп. 1-21, дополнительно включающие объединение второй связующей композиции со связующей композицией для получения связующей системы, в котором множество подложек приводятся в

35 23. Способ или композитное изделие по п. 22, в котором вторая связующая композиция включает полимер на альдегидной основе; продукт реакции реагентов Майяра; полимер, полученный из звеньев на основе одного или нескольких виниловых ароматических соединений и, по меньшей мере, одного соединения из малеинового ангидрида и малеиновой кислоты; полимер полиамидоамина и эпихлоргидрина; смесь

40 связующих веществ, в которой содержатся полиамидоамин и аддукт аммиака и эпихлоргидрина; смесь, в которой содержатся полимер полиамидоамина и эпихлоргидрина и, по меньшей мере, один белок, в том числе соевый белок, пшеничный белок, гороховый белок, кукурузный белок и гуаровый белок; аддукт или полимер, содержащий стирол, по меньшей мере, одно соединение из малеинового ангидрида и

45 малеиновой кислоты, и, по меньшей мере, одно соединение из акриловой кислоты и акрилата; связующее вещество на основе полиакриловой кислоты; поливинилацетат; полимерный метилendiизоцианат; крахмал; соевый белок, лигнин; или любое их сочетание.

24. Способ или композитное изделие по п. 22, в котором присутствует вторая связующая композиция, и в котором вторая связующая композиция выбирается из группы, которую составляют: мочевины и альдегид; меламин и альдегид; фенол и альдегид; меламин, мочевины и альдегид; фенол, мочевины и альдегид; фенол, меламин и альдегид; и любое их сочетание.

25. Способ или композитное изделие по любому из пп. 22-24, в котором вторая связующая композиция присутствует в количестве, составляющем от приблизительно 10 мас.% до приблизительно 90 мас.% по отношению к суммарной массе первой и второй связующих композиций.

26. Способ или композитное изделие по любому из пп. 1-25, в котором композитное изделие представляют собой древесно-стружечная плита, древесно-волокнистая плита, фанера, ориентированно-стружечная плита, ламинированный брус из клееного шпона, ламинированная плита из клееного шпона или нетканый стекловолоконный материал.

27. Способ или композитное изделие по любому из пп. 1-26, в котором один или несколько таннинов присутствуют в количестве, составляющем от приблизительно 80 мас.% до приблизительно 95 мас.% по отношению к суммарной массе твердых веществ таннина и многофункционального альдегидного соединения.

28. Способ или композитное изделие по любому из пп. 1-27, в котором таннин присутствует в количестве, составляющем от приблизительно 85 мас.% до приблизительно 91 мас.% по отношению к суммарной массе твердых веществ таннина и многофункционального альдегидного соединения.

29. Способ или композитное изделие по любому из пп. 1-28, в котором таннин, многофункциональное альдегидное соединение, и кислота Льюиса объединяются друг с другом в воде.

30. Способ изготовления композитного изделия, включающий: приведение в контакт множества лигноцеллюлозных подложек со связующей композицией, причем данная связующая композиция включает: один или несколько таннинов, произведенных из черной акации или квебрахового дерева, или их сочетание; одна или несколько кислот Льюиса, в том числе борная кислота, тетраборат натрия, гидроксид алюминия, диоксид кремния, силикат натрия или любое их сочетание; одно или несколько основных соединений включающий гидроксид калия, гидроксид натрия, карбонат калия, карбонат натрия или любое их сочетание; и одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений, причем одно или несколько данных многофункциональных альдегидных соединений включают: (1) два или более атомов углерода и две или более альдегидных функциональных групп, или (2) два или более атомов углерода, по меньшей мере, одну альдегидную функциональную группу, и, по меньшей мере, одну функциональную группу, которая не представляет собой альдегидную функциональную группу; и, по меньшей мере, частичное отверждение связующей композиции для изготовления композитного изделия, в котором атом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы в отвержденной связующей композиции имеет первую связь с первой молекулой таннина из одного или нескольких таннинов и вторую связь, которую образует (а) первая молекула таннина, (б) вторая молекула таннина из одного или нескольких таннинов или (с) атом кислорода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы.

31. Способ по п. 30, в котором одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений представляют собой глиоксаль, глутаровый альдегид, глиоксиловая кислота, малоновый диальдегид, адипиновый альдегид, фталевый альдегид, 5-(гидроксиметил)фурфураль или любое их сочетание.

32. Способ по п. 30 или 31, в котором, по меньшей мере, одна функциональная группа, которая не представляет собой альдегидную функциональную группу, присутствует и выбирается из группы, включающей: карбоксильную группу, сложноэфирную группу, амидную группу, иминную группу, эпоксидную группу, азиридиновую группу, азетидиниевую группу и гидроксильную группу.

33. Способ по любому из пп. 30-32, в котором, по меньшей мере, одно соединение из одного или нескольких таннинов, одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений, и одно или несколько соединений кислоты Льюиса инкапсулируются во множестве капсул.

34. Способ по любому из пп. 30-33, в котором одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений блокируются блокирующим веществом.

35. Способ по п. 34, в котором блокирующее вещество включает мочевины, циклические мочевины, гликоли, полиолы или любое их сочетание.

36. Способ по любому из пп. 30-35, дополнительно включающий объединение второй связующей композиции со связующей композицией для изготовления связующей системы, в котором множество подложек приводятся в контакт со связующей системой.

37. Способ по п. 36, в котором вторая связующая композиция включает полимер на альдегидной основе; продукт реакции реагентов Майяра; сополимер, включенный из звеньев на основе одного или нескольких виниловых ароматических соединений и, по меньшей мере, одного соединения из малеинового ангидрида и малеиновой кислоты; сополимер полиамидоамина и эпихлоргидрина; смесь связующих веществ, в которой содержатся полиамидоамин и аддукт аммиака и эпихлоргидрина; смесь, в которой содержатся сополимер полиамидоамина и эпихлоргидрина и, по меньшей мере, один белок, в том числе соевый белок, пшеничный белок, гороховый белок, кукурузный белок и гуаровый белок; аддукт или полимер, содержащий стирол, по меньшей мере, одно соединение из малеинового ангидрида и малеиновой кислоты, и, по меньшей мере, одно соединение из акриловой кислоты и акрилата; связующее вещество на основе полиакриловой кислоты; поливинилацетат; полимерный метилендиизоцианат; крахмал; соевый белок, лигнин; или любое их сочетание.

38. Способ по п. 37, в котором присутствует вторая связующая композиция, и в котором вторая связующая композиция выбирается из группы, включающей: мочевины и альдегид; меламин и альдегид; фенол и альдегид; меламин, мочевины и альдегид; фенол, мочевины и альдегид; фенол-меламин и альдегид; и любое их сочетание.

39. Способ по любому из пп. 30-38, в котором композитное изделие представляют собой древесно-стружечную плиту, древесно-волоконную плиту, фанеру, ориентированно-стружечную плиту, ламинированный брус из клееного шпона, ламинированную плиту из клееного шпона или нетканый стекловолоконный материал.

40. Способ по любому из пп. 30-39, в котором один или несколько таннинов присутствуют в количестве, составляющем от приблизительно 80 мас.% до приблизительно 95 мас.% по отношению к суммарной массе твердых веществ таннина и многофункционального альдегидного соединения.

41. Способ по любому из пп. 30-40, в котором таннин присутствует в количестве, составляющем от приблизительно 85 мас.% до приблизительно 91 мас.% по отношению к суммарной массе твердых веществ таннина и многофункционального альдегидного соединения.

Определенные варианты осуществления и отличительные признаки описаны с использованием множества численных верхних предельных значений и множества численных нижних предельных значений. Следует понимать, что предусматриваются

интервалы, представляющие собой сочетание любых двух значений, например, сочетание любого нижнего значения с любым верхним значением, сочетание любых двух нижних значений, и/или сочетание любых двух верхних значений, если не определены другие условия. Определенные нижние предельные значения, верхние предельные значения и интервалы представлены ниже в одном или нескольких пунктах формулы настоящего изобретения. Все численные значения представляют собой «приблизительно» или «примерно» указанные значения и учитывают экспериментальные ошибки и отклонения, которые может предусматривать обычный специалист в данной области техники.

Выше приведены определения разнообразных терминов. В том случае, если термин, используемый в формуле настоящего изобретения, не определен выше, он должен получить наиболее широкое определение, которое предусматривают для данного термина специалисты в соответствующей области техники, и которое отражается, по меньшей мере, в одной печатной публикации или в выданном патенте. Кроме того, все патенты, методики исследований и другие документы, процитированные в настоящей заявке, во всей своей полноте включаются в нее посредством ссылки в такой степени, в которой их описания не противоречат настоящей заявке, и для всех юрисдикций, в которых разрешается такое включение.

Несмотря на представленные выше варианты осуществления настоящего изобретения могут быть разработаны другие и дополнительные варианты осуществления настоящего изобретения без выхода за пределы его основного объема, причем данный объем определяется в приведенной ниже формуле настоящего изобретения.

#### Формула изобретения

1. Способ получения композитного изделия, включающий: приведение в контакт множества подложек со связующей композицией, причем данная связующая композиция включает: один или несколько таннинов; одна или несколько кислот Льюиса; и одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений, причем одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений включают: (1) два или более атомов углерода и две или более альдегидных функциональных групп, или (2) два или более атомов углерода, по меньшей мере, одну альдегидную функциональную группу, и, по меньшей мере, одну функциональную группу, которая не представляет собой альдегидную функциональную группу; и по меньшей мере, частичное отверждение связующей композиции с получением композитного изделия, в котором атом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы в отвержденной связующей композиции имеет первую связь с первой молекулой таннина из одного или нескольких таннинов и вторую связь, которую образует (а) первая молекула таннина, (b) вторая молекула таннина из одного или нескольких таннинов или (с) атом кислорода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы.

2. Способ по п. 1, в котором, по меньшей мере, одна функциональная группа, которая не представляет собой альдегидную функциональную группу, присутствует и выбирается из группы, включающей: карбоксильную группу, сложноэфирную группу, амидную группу, иминную группу, эпоксидную группу, азиридиновую группу, азетидиниевую группу и гидроксильную группу.

3. Способ по п. 1, в котором один или несколько таннинов присутствуют в количестве, составляющем от приблизительно 60 мас.% до приблизительно 99 мас.% по отношению к суммарной массе твердых веществ одного или нескольких таннинов и одного или нескольких многофункциональных альдегидных соединений.

4. Способ по п. 1, в котором один или несколько таннинов, одно или несколько

многофункциональных альдегидных соединений и одна или несколько кислот Льюиса объединяют друг с другом в жидкой среде.

5 5. Способ по п. 4, в котором жидкая среда включает воду, и в котором связующая композиция имеет концентрацию воды, составляющую от приблизительно 1 мас.% до приблизительно 70 мас.% по отношению к суммарной массе одного или нескольких таннинов, одного или нескольких многофункциональных альдегидных соединений, одной или нескольких кислот Льюиса и воды.

10 6. Способ по п. 1, в котором один или несколько таннинов извлекают из деревьев, принадлежащих к одному или нескольким родам, выбранным из группы, включающей: акацию (*Acacia*), каштан (*Castanea*), мимозу (*Vachellia*), сенегалию (*Senegalia*), терминалию (*Terminalia*), филлантус (*Phyllanthus*), цезальпинию (*Caesalpinia*), дуб (*Quercus*), схинописис (*Schinopsis*), тсугу (*Tsuga*), сумах (*Rhus*), орех (*Juglans*), гикори (*Carya*) и сосну (*Pinus*).

15 7. Способ по п. 1, в котором одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений представляют собой глиоксаль, глутаровый альдегид, глиоксиловую кислоту, малоновый диальдегид, адипиновый альдегид, фталевый альдегид, 5-(гидроксиметил) фурфураль или любое их сочетание.

20 8. Способ по п. 1, в котором, по меньшей мере, одно соединение из одного или нескольких таннинов, одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений и одно или несколько соединений кислоты Льюиса инкапсулируются во множестве капсул.

9. Способ по п. 8, дополнительно включающий разрушение, по меньшей мере, части капсул, в результате чего оказываются в непосредственном контакте один или несколько таннинов, один или несколько многофункциональных альдегидных соединений и одна или несколько кислот Льюиса.

25 10. Способ по п. 1, в котором одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений блокируются блокирующим веществом.

11. Способ по п. 10, в котором блокирующее вещество включает мочевины, циклические мочевины, гликоли, полиолы или любое их сочетание.

30 12. Способ по п. 1, в котором связующая композиция дополнительно включает одно или несколько основных соединений, и в котором одно или несколько основных соединений включают гидроксид калия, гидроксид натрия, карбонат калия, карбонат натрия или любое их сочетание.

35 13. Способ по п. 1, в котором одна или несколько кислот Льюиса включают борную кислоту, тетраборат натрия, гидроксид алюминия, диоксид кремния, силикат натрия или любое их сочетание.

40 14. Способ по п. 1, в котором один или несколько таннинов включают таннины, полученные из черной акации или квебрахового дерева, или их сочетание, в котором одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений представляют собой глиоксаль, глутаровый альдегид или их сочетание, и в котором одна или несколько кислот Льюиса включают силикат натрия, борную кислоту или их сочетание.

15. Способ по п. 1, дополнительно включающий объединение второй связующей композиции со связующей композицией для получения связующей системы, в котором множество подложек приводятся в контакт со связующей системой.

45 16. Способ по п. 15, в котором вторая связующая композиция включает полимер на альдегидной основе; продукт реакции реагентов Майяра; сополимер, содержащий звенья, полученные из одного или нескольких виниловых ароматических соединений и, по меньшей мере, одного соединения из малеинового ангидрида и малеиновой кислоты; полимер полиамидоамина и эпихлоргидрина; смесь связующих веществ, в

которой содержатся полиамидоамин и аддукт аммиака и эпихлоргидрина; смесь, в которой содержатся полимер полиамидоamina и эпихлоргидрина и, по меньшей мере, один белок, в том числе соевый белок, пшеничный белок, гороховый белок, кукурузный белок и гуаровый белок; аддукт или полимер, содержащий стирол, по меньшей мере, одно соединение из малеинового ангидрида и малеиновой кислоты, и, по меньшей мере, одно соединение из акриловой кислоты и акрилата; связующее вещество на основе полиакриловой кислоты; поливинилацетат; полимерный метилendiизоцианат; крахмал; соевый белок, лигнин; или любое их сочетание.

17. Способ по п. 1, в котором композитное изделие представляет собой древесностружечную плиту, древесноволокнистую плиту, фанеру, ориентированно-стружечную плиту, ламинированный брус из клееного шпона, ламинированную плиту из клееного шпона или нетканый стекловолоконный материал.

18. Способ получения композитного изделия, включающий: приведение в контакт множества лигноцеллюлозных подложек со связующей композицией, причем данная связующая композиция включает: один или несколько таннинов, полученных из черной акации или квебрахового дерева, или их сочетание; одну или несколько кислот Льюиса, включающих борную кислоту, тетраборат натрия, гидроксид алюминия, диоксид кремния, силикат натрия или любое их сочетание; одно или несколько основных соединений, включающих гидроксид калия, гидроксид натрия, карбонат калия, карбонат натрия или любое их сочетание; и одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений, причем одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений включают: (1) два или более атомов углерода и две или более альдегидных функциональных групп, или (2) два или более атомов углерода, по меньшей мере, одну альдегидную функциональную группу, и, по меньшей мере, одну функциональную группу, которая не представляет собой альдегидную функциональную группу; и по меньшей мере, частичное отверждение связующей композиции с получением композитного изделия, в котором атом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы в отвержденной связующей композиции имеет первую связь с первой молекулой таннина из одного или нескольких таннинов и вторую связь, которую образует (а) первая молекула таннина, (б) вторая молекула таннина из одного или нескольких таннинов или (с) атом кислорода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы.

19. Способ по п. 18, в котором одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений включают глиоксаль, глутаровый альдегид, глиоксиловую кислоту, малоновый диальдегид, адипиновый альдегид, фталевый альдегид, 5-(гидроксиметил)фурфураль или любое их сочетание.

20. Композитное изделие, включающее: множество подложек и, по меньшей мере, частично отвержденную связующую композицию, причем данная связующая композиция перед отверждением включает: один или несколько таннинов; одна или несколько кислот Льюиса; и одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений, причем одно или несколько многофункциональных альдегидных соединений включают: (1) два или более атомов углерода и две или более альдегидных функциональных групп, или (2) два или более атомов углерода, по меньшей мере, одну альдегидную функциональную группу, и, по меньшей мере, одну функциональную группу, которая не представляет собой альдегидную функциональную группу, в котором атом углерода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы в отвержденной связующей композиции имеет первую связь с первой молекулой таннина из одного или нескольких таннинов и вторую связь, которую образует (а) первая молекула таннина,

(b) вторая молекула таннина из одного или нескольких таннинов или (с) атом кислорода, по меньшей мере, одной альдегидной функциональной группы.

5

10

15

20

25

30

35

40

45