



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C04B 28/14 (2024.01); E04C 2/049 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2022114705, 30.10.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.10.2020

Дата регистрации:
08.08.2024

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
22.11.2019 US 62/939,264;
18.06.2020 US 16/904,756;
26.06.2020 CA 3085151

(45) Опубликовано: 08.08.2024 Бюл. № 22

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 22.06.2022

(86) Заявка РСТ:
US 2020/058095 (30.10.2020)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2021/101691 (27.05.2021)

Адрес для переписки:

121069, Москва, Хлебный пер. 19Б, пом. 1, ООО
"ПЕТОШЕВИЧ", Нагорных Иван
Михайлович

(72) Автор(ы):

ЛИ, Цинхуа (US),
ХЕМФИЛЛ, Марк К. (US)

(73) Патентообладатель(и):

ЮНАЙТЕД СТЕЙТС ДЖИПСУМ
КОМПАНИ (US)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2019270675 A1, 05.09.2019. RU
2386538 C2, 20.04.2010. RU 2494873 C2,
10.10.2013. US 6632550 B1, 14.10.2003.

(54) ГИПСОВАЯ ПАНЕЛЬ, СОДЕРЖАЩАЯ БУМАГУ С ВЫСОКОЙ АБСОРБЦИЕЙ, И
СООТВЕТСТВУЮЩИЕ СПОСОБЫ ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к гипсовой панели и способу ее изготовления. Технический результат заключается в улучшении адгезии между отвержденным гипсовым слоем и покрывным листом панели. Гипсовая панель содержит сердцевину из отвержденного гипса, расположенную между лицевым покрывным листом и тыльным покрывным листом, где сердцевина из отвержденного гипса образована из раствора, содержащего воду, штукатурку и солевую примесь, содержащую, по меньшей мере,

150 ч./млн аниона хлорида на 1000000 массовых частей штукатурки, где тыльный покрывной лист имеет значение Кобба на стороне склеивания, по меньшей мере, 2,1 г/100 см² в соответствии с тестом Кобба. Способ изготовления гипсовой панели включает (а) смешивание, по меньшей мере, воды и штукатурки, имеющей содержание солевых примесей, включающее, по меньшей мере, 150 ч./млн аниона хлорида на 1000000 массовых частей штукатурки, с образованием первого раствора; (б) нанесение первого раствора

для формирования сердцевины панели для связывания с лицевым покрывным листом, где сердцевина панели имеет первую поверхность и вторую поверхность, где первая поверхность обращена к лицевому покрывному листу; (с) нанесение тыльного покрывного листа для связывания со второй поверхностью сердцевины

панели с образованием заготовки панели, где тыльный покрывной лист имеет значение Кобба на стороне склеивания, по меньшей мере, 2,1 г/100 см² в соответствии с тестом Кобба; (d) сушку заготовки панели с получением панели. 2 н. и 15 з.п. ф-лы, 2 ил., 3 табл.

R U 2 8 2 4 4 8 5 C 1

R U 2 8 2 4 4 8 5 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C04B 28/14 (2006.01)
E04C 2/04 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
C04B 28/14 (2024.01); E04C 2/049 (2024.01)

(21)(22) Application: **2022114705, 30.10.2020**

(24) Effective date for property rights:
30.10.2020

Registration date:
08.08.2024

Priority:

(30) Convention priority:
22.11.2019 US 62/939,264;
18.06.2020 US 16/904,756;
26.06.2020 CA 3085151

(45) Date of publication: **08.08.2024** Bull. № 22

(85) Commencement of national phase: **22.06.2022**

(86) PCT application:
US 2020/058095 (30.10.2020)

(87) PCT publication:
WO 2021/101691 (27.05.2021)

Mail address:
121069, Moskva, Khlebnyj per. 19B, pom. 1, OOO
"PETOSHEVICH", Nagornykh Ivan Michajlovich

(72) Inventor(s):

LI, Qinghua (US),
HEMPHILL, Mark K. (US)

(73) Proprietor(s):

UNITED STATES GYPSUM COMPANY (US)

(54) **GYPSUM BOARD CONTAINING PAPER WITH HIGH ABSORPTION, AND CORRESPONDING METHODS FOR PRODUCTION THEREOF**

(57) Abstract:

FIELD: construction.

SUBSTANCE: group of inventions relates to a gypsum panel and a method of making it. Gypsum panel comprises a hardened gypsum core located between a front cover sheet and a back cover sheet, where the hardened gypsum core is formed from a solution containing water, plaster and a salt impurity containing at least 150 ppm of the chloride anion per 1,000,000 parts by weight of the plaster, where the back cover sheet has a Cobb value on the gluing side of at least 2.1 g/100 cm² in accordance with the Cobb test. Method of making gypsum panel includes (a) mixing at least water and plaster having a salt content of at least

150 ppm of chloride anion per 1,000,000 parts by weight of plaster to form a first solution; (b) applying a first solution to form a core of a panel for bonding with a face cover sheet, where the panel core has a first surface and a second surface, where the first surface faces the front cover sheet; (c) applying a back cover sheet for bonding with a second surface of the core panel to form a panel blank, where the back cover sheet has a Cobb value on the gluing side of at least 2.1 g/100 cm² in accordance with the Cobb test; (d) drying the panel blank to obtain a panel.

EFFECT: improved adhesion between the cured gypsum layer and the cover sheet of the panel.

R U 2 8 2 4 4 8 5 C 1

R U 2 8 2 4 4 8 5 C 1

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА НА РОДСТВЕННУЮ ЗАЯВКУ

[0001] По этой заявке на патент испрашивается приоритет предварительной заявки на патент США №62/939,264, поданной 22 ноября 2019 г. и озаглавленной «Gypsum Board Containing High Absorption Paper and Related Methods», которая полностью включена в настоящий документ посредством ссылки.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[0002] При строительстве зданий одним из наиболее распространенных строительных элементов для строительства и реконструкции является гипсовая стеновая плита, часто известная как гипсокартон, гипсокартонные плиты, гипсовые панели, гипсовые панели и потолочные плиты. С химической точки зрения гипс представляет собой дигидрат сульфата кальция ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

[0003] Затвердевший гипс (дигидрат сульфата кальция) является хорошо известным материалом, который используется в таких продуктах. Панели, содержащие затвердевший гипс, часто называют гипсокартонными панелями, которые содержат сердцевину панели (отвержденную гипсовую сердцевину), расположенную между двумя покрывными листами, в частности бумажными покрывными листами. Такие панели обычно используются при строительстве гипсокартонных внутренних стен и потолков зданий. Одна или несколько более плотных областей, часто называемых «накрывочными слоями», могут быть включены в виде слоев на любой стороне сердцевины панели, обычно на границе раздела между сердцевиной панели и внутренней поверхностью покрывного листа или покрытия на нем. Более плотные участки могут соседствовать с менее плотными участками гипсового слоя, которые образуют гипсовый внутренний сердцевинный слой гипсокартонной панели.

[0004] Во время изготовления гипсовой панели, штукатурка (содержащая полугидрат сульфата кальция), воду и другие соответствующие ингредиенты могут быть смешаны, обычно в смесителе, с образованием водного раствора гипса. Термины, принятые в данной области техники, такие как водный гипсовый раствор или водный раствор или гипсовый раствор, обычно используются для раствора как до, так и после превращения полугидрата сульфата кальция в дигидрат сульфата кальция. Гипсовый раствор формируется и выгружается из смесителя на движущийся конвейер, несущий первый покрывный лист, необязательно имеющий накрывочный слой. Если имеется, накрывочный слой наносится спереди по ходу от места, где гипсовый раствор выгружается на первый покрывный лист. После нанесения гипсового раствора на первый покрывный лист, на гипсовый раствор наносят второй покрывный лист, также необязательно имеющий накрывочный слой, для формирования сэндвич-структуры, имеющей желаемую толщину. Формовочная пластина, валик или подобные могут помочь в установлении желаемой толщины. Затем гипсовому раствору дают затвердеть с образованием затвердевшего (т.е. регидратированного) гипса в результате реакции между кальцинированным гипсом и водой с образованием матрицы кристаллического гидратированного гипса (т.е. дигидрата сульфата кальция, также известного как отвержденный гипс). Желаемая гидратация кальцинированного гипса способствует образованию взаимосвязанной матрицы из кристаллов затвердевшего гипса, тем самым придавая гипсовой панели прочность. Можно применять тепло (например, с использованием печи) для удаления оставшейся свободной (т.е. непрореагировавшей) воды с получением сухого продукта. Затем затвердевший гипсовый продукт разрезают на гипсовые панели желаемой длины.

[0005] Гипс (дигидрат сульфата кальция и любые примеси), пригодный для использования в стеновых панелях, может быть получен как из природных источников,

так и из синтетических источников с последующей дальнейшей обработкой.

[0006] Природный гипс можно использовать путем кальцинирования его дигидрата сульфата кальция с получением полугидратной формы. Гипс из природных источников является естественным минералом и может быть добыт в форме горной породы.

5 Встречающийся в природе гипс представляет собой минерал, который обычно встречается в старых соленых озерах, вулканических отложениях и глиняных пластах. При добыче, сырой гипс обычно находится в форме дигидрата. Гипс также известен как дигидрат сульфата кальция, terra alba или природный гипс. Этот материал также производится в качестве побочного продукта в различных промышленных процессах.

10 Например, синтетический гипс представляет собой побочный продукт процессов десульфурации дымовых газов на электростанциях. В гипсе, приблизительно две молекулы воды связаны с каждой молекулой сульфата кальция.

[0007] Чистый гипс также известен как кальцинированный гипс, штукатурка, полугидрат сульфата кальция, полу-гидрат сульфата кальция или гемигидрат сульфата

15 кальция.

[0008] Когда дигидрат сульфата кальция из любого источника нагревается в достаточной степени, в процессе, называемом прокаливанием или кальцинированием, вода гидратации, по меньшей мере, частично удаляется, и может образоваться либо полугидрат сульфата кальция ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$) (обычно представленный в материале,

20 обычно называемом «штукатурка») или ангидрит сульфата кальция (CaSO_4) в зависимости от температуры и продолжительности воздействия. Используемые в настоящем документе термины «штукатурка» и «кальцинированный гипс» относятся как к полугидратной, так и к ангидридной формам сульфата кальция, которые могут в нем содержаться. Кальцинирование гипса с получением полугидратной формы

25 происходит по следующему уравнению:



[0009] Кальцинированный гипс способен вступать в реакцию с водой с образованием дигидрата сульфата кальция, который представляет собой твердый продукт и

30 упоминается в настоящем документе как «затвердевший гипс».

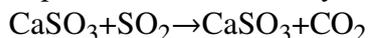
[0010] Гипс также может быть получен синтетическим путем (называемый в данной области техники «сингип») в качестве побочного продукта промышленных процессов, таких как, например, десульфурация дымовых газов на электростанциях. Природный или синтетический гипс можно кальцинировать при высоких температурах, обычно

35 выше 150°C , с образованием штукатурки (т.е. кальцинированного гипса в форме полугидрата сульфата кальция и/или ангидрита сульфата кальция), который может подвергаться последующей регидратации с образованием затвердевшего гипса желаемой формы, например, панели.

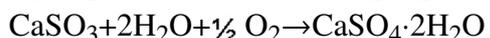
[0011] Синтетический гипс, полученный на электростанциях, обычно пригоден для

40 использования в гипсовых панелях, предназначенных для строительных объектов. Синтетический гипс является побочным продуктом процессов десульфурации дымовых газов на электростанциях (также известный как десульфуризационный гипс или десульфогипс или DSG). В частности, дымовой газ, содержащий диоксид серы, подвергается влажной очистке известью или известняком, что приводит к образованию

45 сульфита кальция в следующей реакции.



Сульфит кальция затем превращается в сульфат кальция в следующей реакции.



Полугидратная форма затем может быть получена кальцинированием по методике, подобной той, которая используется для природного гипса.

[0012] Однако многие традиционные угольные электростанции закрываются в пользу более экологически чистых источников энергии. Закрытие угольных электростанций привело к растущей нехватке синтетического гипса, пригодного для производства гипсовых панелей. Синтетический гипс более низкого качества доступен на электростанциях и из других источников, но такой гипс из альтернативных источников часто содержит довольно высокие концентрации посторонних солей, особенно солей магния или натрия, в частности хлорида магния и хлорида натрия. Небольшие количества хлорида калия и хлорида кальция также могут присутствовать в синтетическом гипсе из альтернативных источников. Посторонние соли могут быть проблематичными из-за их тенденции уменьшать адгезию между сердцевиной панели и покровными листами, в частности тыльным бумажным покрывным листом.

[0013] Следует понимать, что это описание уровня техники было создано изобретателями в помощь читателю и не является ни ссылкой на предшествующий уровень техники, ни указанием на то, что какие-либо из указанных проблем сами по себе были поняты в данной области техники. Хотя описанные принципы могут, в некоторых отношениях и вариантах осуществления, смягчить проблемы, присущие другим системам, следует понимать, что объем охраняемой правом инновации определяется прилагаемой формулой изобретения, а не способностью заявленного изобретения решать любую конкретную проблему, отмеченную в настоящем документе.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0014] Изобретение относится к гипсовой панели и способу получения гипсовой панели, где панель демонстрирует хорошую адгезию между отвержденным гипсовым слоем и покрывным листом панели. Изобретение особенно применимо к панелям, изготовленным из гипса с высоким содержанием солевых примесей. Как правило, штукатурка образуется путем кальцинирования гипса из природных или синтетических источников. В природе это широко распространенный минерал, который можно добывать из земли. Синтетическая форма гипса может быть получена как побочный продукт процессов десульфурации дымовых газов (FGD), связанных с угольными электростанциями, которые сжигают уголь с высоким содержанием серы. На электростанциях выбросы двуокиси серы удаляются с помощью процесса мокрой очистки. Впрыск известняковой суспензии приводит к осаждению синтетического гипса после удаления летучей золы. Например, некоторые формы синтетического гипса содержат большое количество солевых примесей, которые затем остаются в штукатурке, образующейся в виде кальцинированного гипса. Примеси солей в синтетическом гипсе могут возникать, например, из углей с высоким содержанием солей. Было обнаружено, что эти солевые примеси отрицательно влияют на сцепление между покрывным листом (например, сформированным из бумаги) и отвержденным гипсовым слоем (например, сердцевиной панели) в панели.

[0015] Изобретение предлагает продукт и способ изготовления, где, по меньшей мере, один слой отвержденного гипса расположен между двумя покрывными листами, где, по меньшей мере, один из покрывных листов представляет собой бумагу с высокой абсорбцией. Таким образом, изобретение позволяет улучшить адгезию, даже когда отвержденные гипсовые слои сформированы из штукатурки, полученной из синтетического гипса низкого качества, например, содержащего нежелательные посторонние соли, включая хлориды, такие как NaCl, KCl, MgCl₂ и/или CaCl₂, которые, как было установлено ранее, мешают связыванию бумаги с сердцевиной.

[0016] Таким образом, в одном аспекте, изобретение предлагает гипсовую панель, содержащую сердцевину из отвержденного гипса, расположенную между передним покрывным листом и тыльным покрывным листом, где сердцевина из отвержденного гипса образована из раствора, содержащего воду, штукатурку и высокое содержание солевых примесей (например, хлоридная). По меньшей мере, один из покрывных листов представляет собой бумагу с высокой абсорбцией. Используемый здесь термин «бумага с высокой абсорбцией» относится к бумаге, которая абсорбирует больше воды по сравнению с обычными сортами бумаги. При желании, лицевой накрывочный слой может быть расположен между первой поверхностью отвержденной гипсовой сердцевины и лицевым покрывным листом, и тыльный накрывочный слой может быть расположен между второй поверхностью отвержденной гипсовой сердцевины и тыльным покрывным листом. В некоторых вариантах осуществления, по меньшей мере, тыльный покрывной лист представляет собой бумагу с высокой абсорбционной способностью.

[0017] В другом аспекте, изобретение предлагает способ изготовления гипсовой панели. Способ включает смешивание, по меньшей мере, воды и штукатурки, содержащей высокое содержание солевых примесей, с образованием первого раствора. Первый раствор применяют для получения отвержденной сердцевины гипсовой панели для связывания с лицевым покрывным листом. Сердцевина панели имеет первую сторону и вторую сторону. Первая сторона обращена к лицевому покрывному листу. Тыльный покрывной лист наносят для связывания со второй поверхностью сердцевины панели с получением предшественника (заготовки) панели. По меньшей мере, один из покрывных листов представляет собой бумагу с высокой абсорбцией (например, по меньшей мере, тыльный покрывной лист в некоторых вариантах осуществления). Заготовку панели сушат с получением панели. При желании, лицевой накрывочный слой и тыльный накрывочный слой могут быть предоставлены любым подходящим образом на любой стороне сердцевины панели. Например, в некоторых вариантах осуществления, второй раствор, содержащий, по меньшей мере, штукатурку и воду, наносят на лицевую бумагу перед нанесением первого раствора на лицевую бумагу. Второй раствор образует лицевой накрывочный слой, расположенный между лицевым покрывным листом и сердцевиной панели. Аналогично, при желании, третий раствор, содержащий, по меньшей мере, штукатурку и воду, можно нанести на тыльную бумагу до того, как тыльный покрывной лист будет наложен на сердцевину панели. Третий раствор образует тыльный накрывочный слой, расположенный между тыльным покрывочным листом и сердцевиной панели. Вторым и третьим раствором могут быть одинаковыми или разными и обычно имеют более высокую плотность, чем первый раствор, в предпочтительных вариантах осуществления.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0018] На ФИГ. 1 представлены фотографии трех панелей после испытания стыкового соединения, как описано в Примере 1.

[0019] На ФИГ. 2 представлены фотографии трех панелей после испытания стыкового соединения, как описано в Примере 1.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0020] Изобретение основано, по меньшей мере, частично, на панели, содержащей, по меньшей мере, один слой отвержденного гипса, расположенный между двумя покрывными листами, где, по меньшей мере, один из покрывных листов представляет собой бумагу с высокой абсорбцией для улучшения адгезии между отвержденным гипсовым слоем и покрывным листом. Изобретение особенно полезно для гипсовых панелей, где отвержденный гипсовый(ые) слой(и) образованы из раствора штукатурки,

содержащего заметные количества посторонних солей. Например, в некоторых вариантах осуществления, соли представляют собой хлориды, например, хлорид натрия (NaCl), хлорид калия (KCl), хлорид магния (MgCl₂) и/или хлорид кальция (CaCl₂).

5 [0021] Такие соли можно найти, например, в растворах штукатурки, где штукатурку получают из низкокачественного синтетического гипса. В связи с этим, как правило, на заводе по производству плит используется гипс, который затем кальцинируют для образования штукатурки. Затем штукатурка взаимодействует с водой с образованием слоя гипса (т.е. дигидрата сульфата кальция) желаемых размеров. Если синтетический гипс низкого качества содержит заметные количества примесей солей, было обнаружено, что такие соли остаются в гипсе после кальцинирования и, следовательно, присутствуют в растворе штукатурки. В некоторых вариантах осуществления, раствор штукатурки содержит соли высокого качества, например, по меньшей мере, примерно 150 ч/млн аниона хлорида на 1000000 массовых частей указанного полугидрата сульфата кальция, например, от примерно 150 до примерно 2000 ч/млн аниона хлорида на 1000000 массовых частей указанного полугидрата сульфата кальция. Было обнаружено, что присутствие солевых примесей в заметных количествах препятствует адгезии между сердцевиной плиты и бумажным покрывным листом.

[0022] Бумага с высокой абсорбцией поглощает больше воды, чем обычная бумага. Когда используется штукатурка с высоким содержанием соли, соль мигрирует на поверхность бумажного покрывного листа, между слоями бумажного покрывного листа и на поверхность между бумажным покрывным листом и сердцевиной панели, что приводит к плохой адгезии и возможному расслаиванию. Не желая быть связанными какой-либо конкретной теорией, считается, что использование бумаги с высокой абсорбцией увеличивает количество солевых примесей, мигрирующих на внешнюю сторону покрывной бумаги, и, соответственно, уменьшает количество соли, мигрирующей на поверхность между покрывным листом и сердцевиной. Кроме того, считается, что во время процесса сушки в печи, когда вода испаряется с поверхности плиты, бумага с высокой абсорбцией имеет тенденцию абсорбировать воду и испарять воду быстрее, чем обычная бумага, что приводит к миграции большего количества соли на внешнюю сторону бумаги.

[0023] Бумага с высокой абсорбцией может иметь любой подходящий вес и толщину. Как правило, вес бумаги определяется по плотности бумаги, которая относится к весу на единицу площади. Она может быть выражена в фунтах на 1000 кв. футов в качестве веса бумаги. В некоторых вариантах осуществления, бумага с высокой абсорбцией имеет плотность от примерно 30 ф/т.кв.фт. до примерно 70 ф/т.кв.фт., например, от примерно 42 ф/т.кв.фт. до примерно 60 ф/т.кв.фт., например от примерно 45 ф/т.кв.фт. до примерно 55 ф/т.кв.фт. В некоторых вариантах осуществления, бумага с высокой абсорбцией имеет толщину от примерно 7 до примерно 20 мил, например от примерно 10 до примерно 15 мил (например, примерно 12 мил). Абсорбция воды поверхностью в течение 60 секунд, выраженная в г/м², измеряют с помощью теста Кобба. Тест определяет, на поверхности 100 см² бумаги, сколько граммов воды поглощается на основе теста Кобба. Стандарты измерения для теста Кобба объясняются в TAPPI T 441.

45 [0024] Бумага с высокой абсорбцией может иметь любую подходящую водопоглощающую способность выше, чем у обычной бумаги. Значение Кобба на стороне сцепления относится к внутренней стороне бумаги, которая находится в контакте с гипсовым раствором, а значение Кобба на внешней стороне относится к

внешней стороне бумаги, которая не контактирует с раствором, где измеряются значения Кобба в соответствии со стандартами TAPPI, изложенными в процедуре тестирования TAPPI T441. Например, в некоторых вариантах осуществления, бумага с высокой абсорбцией имеет значение Кобба на стороне склеивания, по меньшей мере, примерно 1,8 г/100 см², например, от примерно 1,8 г/100 см² до примерно 3 г/100 см², например, от примерно 1,8 г/100 см² до примерно 2,9 г/100 см², от примерно 1,8 г/100 см² до примерно 2,7 г/100 см², от примерно 1,8 г/100 см² до примерно 2,5 г/100 см², от примерно 2 г/100 см² до примерно 3 г/100 см², от примерно 2 г/100 см² до примерно 2,9 г/100 см², от примерно 2 г/100 см² до примерно 2,7 г/100 см², от примерно 2 г/100 см² до примерно 2,5 г/100 см², от примерно 2,1 г/100 см² до примерно 3 г/100 см², от примерно 2,1 г/100 см² до примерно 2,9 г/100 см², от примерно 2,1 г/100 см² до примерно 2,7 г/100 см², от примерно 2,1 г/100 см² до примерно 2,5 г/100 см², от примерно 2,2 г/100 см² до примерно 3 г/100 см², от примерно 2 г/100 см² до примерно 2,9 г/100 см², от примерно 2,2 г/100 см² до примерно 2,7 г/100 см² или от примерно 2,2 г/100 см² до примерно 2,5 г/100 см², от примерно 2,4 г/100 см² до примерно 3 г/100 см², от примерно 2,4 г/100 см² до примерно 2,9 г/100 см², от примерно 2,4 г/100 см² до примерно 2,7 г/100 см² и т.д.

[0025] В некоторых вариантах осуществления, бумага с высокой абсорбцией имеет значение Кобба с внешней стороны, по меньшей мере, примерно 0,5 г/100 см², например, от примерно 0,5 г/100 см² до примерно 1,5 г/100 см², например, примерно от 0,5 г/100 см² до примерно 1,2 г/100 см², от примерно 0,7 г/100 см² до примерно 1,5 г/100 см², от примерно 0,7 г/100 см² до примерно 1,2 г/100 см², от примерно 0,9 г/100 см² до примерно 1,5 г/100 см², от примерно 0,9 г/100 см² до примерно 1,2 г/100 см² и т.д. Примеры бумаги с высокой абсорбцией включают Newsline Hi-Abs и News SHW HiAbs от USG. Newsline Hi Abs имеет плотность от примерно 45 ф/т.кв.фт. до примерно 48 ф/т.кв.фт. Newsline SHW Hi Abs представляет собой сверхплотную бумагу с высокой абсорбцией, имеющую плотность от примерно 53 до примерно 63,5 ф/т.кв.фт.

[0026] В вариантах осуществления, в которых панель имеет только один покрывной лист с высокой абсорбцией (например, тыльный покрывной лист), другой покрывной лист (например, лицевой покрывной лист) может иметь любую подходящую плотность и толщину. Например, в некоторых вариантах осуществления, другой покрывной лист может иметь плотность от примерно 10 ф/т.кв.фт. до примерно 60 ф/т.кв.фт., например, от примерно 10 фунтов/тыс. до примерно 55 ф/т.кв.фт., от примерно 10 фунтов/тыс. до примерно 50 ф/т.кв.фт., от примерно 10 ф/т.кв.фт. до примерно 40 ф/т.кв.фт., от примерно 20 ф/т.кв.фт. до примерно 60 ф/т.кв.фт., от примерно 20 ф/т.кв.фт. до примерно 55 ф/т.кв.фт., от примерно 20 ф/т.кв.фт. до примерно 50 ф/т.кв.фт., от примерно 20 ф/т.кв.фт. до примерно 40 ф/т.кв.фт., от примерно 30 ф/т.кв.фт. до примерно 60 ф/т.кв.фт., от примерно 30 ф/т.кв.фт. до примерно 55 ф/т.кв.фт., от примерно 30 ф/т.кв.фт. до примерно 50 ф/т.кв.фт., от примерно 30 ф/т.кв.фт. до примерно 40 ф/т.кв.фт. и т.д. В некоторых вариантах осуществления, другой покрывной лист имеет вес от примерно 15 ф/т.кв.фт. до примерно 35 ф/т.кв.фт., например, от примерно 20 ф/т.кв.фт. до примерно 33 ф/т.кв.фт., от примерно 20 ф/т.кв.фт. до примерно 31 ф/т.кв.фт., от примерно 20 ф/т.кв.фт. до примерно 29 ф/т.кв.фт., от примерно 20 ф/т.кв.фт. до примерно 27 ф/т.кв.фт., от примерно 15 ф/т.кв.фт. до примерно 31 ф/т.кв.фт. и т.д. Бумага при таком весе может иметь

номинальную толщину от примерно 0,005 дюйма до примерно 0,015 дюйма, например, от 0,007 до примерно 0,03 дюйма (например, примерно 0,01 дюйма). В некоторых вариантах осуществления, другой покрывной лист может иметь форму бумаги, имеющей толщину от примерно 0,008 дюйма до примерно 0,013 дюйма.

5 [0027] При желании, панель может иметь лицевой накрывочный слой и/или тыльный накрывочный слой. В предпочтительных вариантах осуществления, накрывочные слои обычно имеют более высокую плотность и являются очень тонкими по сравнению
отвержденной гипсовой сердцевинной. В некоторых вариантах осуществления, слой(и),
образующий(ие) отвержденную гипсовую сердцевину, вносит(ят) наибольший вклад в
10 толщину гипсовых слоев в совокупности и в панель в целом. В некоторых вариантах
осуществления, сердцевина из отвержденного гипса составляет значительную толщину
(например, по меньшей мере, примерно 90%, по меньшей мере, примерно 92%, по
меньшей мере, примерно 95% или по меньшей мере, примерно 97%) от общей толщины
15 всех гипсовых слоев. В некоторых вариантах осуществления, лицевой и/или тыльный
накрывочный слой имеет толщину в сухом состоянии от примерно 0,125 дюйма (1/8
дюйма) до примерно 0,016 дюйма (1/64 дюйма). В предпочтительных вариантах
осуществления, по меньшей мере, один накрывочный слой имеет толщину от примерно
0,08 дюйма до примерно 0,02 дюйма, например, от примерно 0,08 дюйма до примерно
0,03 дюйма, от примерно 0,07 дюйма до примерно 0,02 дюйма, от примерно 0,07 дюйма
20 до примерно 0,03 дюйма, от примерно 0,06 дюйма до примерно 0,02 дюйма, от примерно
0,06 дюйма до примерно 0,03 дюйма, от примерно 0,05 дюйма до примерно 0,02 дюйма,
от примерно 0,05 дюйма до примерно 0,03 дюйма, от примерно 0,04 дюйма до примерно
0,02 дюйма или от примерно 0,04 дюйма до примерно 0,03 дюйма.

[0028] В некоторых вариантах осуществления, один или оба накрывочных слоя могут
25 быть получены из раствора, содержащего крахмал накрывочного слоя, как описано в
патентной заявке США 62/930,965, поданной 5 ноября 2019, включенной в настоящий
документ посредством ссылки. Удивительно и неожиданно было обнаружено, что
включение крахмала накрывочного слоя в очень тонкий тыльный накрывочный слой
дополнительно обеспечивает улучшенное связывание между сердцевинной и тыльным
30 покрывным листом. Не желая, чтобы это было доказано какой-либо конкретной
теорией, присутствие крахмала накрывочного слоя в тонком накрывочном слое
эффективно для улучшения связывания покрывного листа с гипсовой сердцевинной,
поскольку считается, что крахмал действует как клей для плотного связывания
бумажных волокон и кристаллов гипса в сердцевине.

35 [0029] При сборке стены, панель может быть прикреплена к подложке, обычно к
стойкам каркасной конструкции. При сборке стены, тыльная поверхность панели (т.е.
внешняя поверхность тыльного покрывного листа) обращена внутрь к стойкам, в то
время как лицевая поверхность панели (т.е. внешняя поверхность лицевого покрывного
листа) видна, когда панель висит при установке для использования.

40 [0030] Раствор штукатурки, применяемый при получении отвержденного(ых)
гипсового(ых) слоя(ев) панели содержит штукатурку, например, в форме альфа
полугидрата сульфата кальция, бета полугидрата сульфата кальция и/или ангидрита
сульфата кальция. В дополнение к штукатурке и воде, сердцевина панели
предпочтительно формируется из агента, который способствует ее более низкой
45 плотности, предпочтительно, пенообразователей, хотя в некоторых вариантах
осуществления, может применяться наполнитель низкой плотности (например, перлит,
агрегат низкой плотности или подобный). Различные режимы пенообразователей
хорошо известны в данной области техники. Пенообразователь может быть включен

для формирования распределения воздушных пустот в кристаллической матрице затвердевшего гипса. В некоторых вариантах осуществления, пенообразователь содержит основную массовую часть нестабильного компонента и меньшую массовую часть стабильного компонента (например, когда сочетаются нестабильный компонент и смесь стабильного/нестабильного). Массовое отношение нестабильного компонента к стабильному компоненту является эффективным для формирования распределения воздушных пустот внутри затвердевшей гипсовой сердцевины. См., например, патенты США 5,643,510; 6,342,284; и 6,632,550. В некоторых вариантах осуществления, пенообразователь содержит поверхностно-активное вещество на основе алкилсульфата.

[0031] Многие коммерчески известные пенообразователи доступны и могут быть использованы в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения, такие как линейка мыльных продуктов NYONIC (например, 25AS) от GEO Specialty Chemicals, Ambler, PA. Другие коммерчески доступные мыла включают Polystep B25 от Stepan Company, Northfield, Illinois. Описанные в настоящем документе пенообразователи можно использовать отдельно или в сочетании с другими пенообразователями. Пена может быть предварительно получена, а затем добавлена к раствору штукатурки. Предварительное получение может происходить путем подачи воздуха в водный пенообразователь. Способы и аппараты для получения пены хорошо известны. См., например, патенты США 4,518,652; 2,080,009; и 2,017,022.

[0032] В некоторых вариантах осуществления, пенообразователь содержит, состоит из или по существу состоит из, по меньшей мере, одного алкилсульфата, по меньшей мере, одного сульфата алкилового эфира или любой их комбинации, но по существу не содержит олефин (например, сульфат олефина) и/или алкин. По существу не содержит олефин или алкин означает, что пенообразователь содержит либо (i) 0% масс, в расчете на массу штукатурки, либо не содержит олефин и/или алкин, либо (ii) неэффективное или (iii) незначительное количество олефина и/или алкина. Примером неэффективного количества является количество ниже порогового количества для достижения предполагаемой цели использования олефинового и/или алкинового пенообразователя, что понятно специалисту в данной области техники. Несущественное количество может быть, например, ниже примерно 0,001% масс, например, ниже примерно 0,0005% масс, ниже примерно 0,001% масс, ниже примерно 0,00001% масс, и т.д., в расчете на массу штукатурки, что понятно специалисту в данной области техники.

[0033] Некоторые типы нестабильных мыл в соответствии с вариантами осуществления изобретения, представляют собой алкилсульфатные поверхностно-активные вещества с различной длиной цепи и различными катионами. Подходящие длины цепей могут составлять, например, C₈-C₁₂, например, C₈-C₁₀ или C₁₀-C₁₂. Подходящие катионы включают, например, натрий, аммоний, магний или калий. Примеры нестабильных мыл включают, например, додецилсульфат натрия, додецилсульфат магния, децилсульфат натрия, додецилсульфат аммония, додецилсульфат калия, децилсульфат калия, октилсульфат натрия, децилсульфат магния, децилсульфат аммония, их смеси и любые их комбинации.

[0034] Некоторые типы стабильных мыл в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения представляют собой алкоксилированные (например, этоксилированные) алкилсульфатные поверхностно-активные вещества с различной (обычно более длинной) длиной цепи и различными катионами. Подходящие длины цепи могут составлять, например, C₁₀-C₁₄, например, C₁₂-C₁₄ или C₁₀-C₁₂. Подходящие катионы включают, например, натрий, аммоний, магний или калий. Примеры стабильных мыл включают, например, лауретсульфат натрия, лауретсульфат калия,

лауретсульфат магния, лауретсульфат аммония, их смеси и любую их комбинацию. В некоторых вариантах осуществления, можно использовать любую комбинацию стабильных и нестабильных мыл из этих списков.

[0035] Примеры комбинаций пенообразователей и их добавления при получении 5 продуктов из вспененного гипса описаны в патенте США 5,643,510, включенном в настоящий документ в качестве ссылки. Например, можно комбинировать первый пенообразователь, который образует стабильную пену, и второй пенообразователь, который образует нестабильную пену. В некоторых вариантах осуществления, первый 10 пенообразователь представляет собой мыло, например, с алкоксилированным алкилсульфатным мылом с длиной алкильной цепи 8-12 атомов углерода и длиной алкоксигруппы (например, этокси) 1-4 единицы. Второй пенообразователь необязательно представляет собой не алкоксилированное (например, не этоксилированное) 15 алкилсульфатное мыло с длиной алкильной цепи 6-20 атомов углерода, например, 6-18 или 6-16 атомов углерода. Считается, что регулирование соответствующих количеств этих двух мыл в соответствии с некоторыми вариантами осуществления позволяет контролировать структуру пены плиты до тех пор, пока не будет достигнуто примерно 100% стабильного мыла или примерно 100% нестабильного мыла.

[0036] В некоторых вариантах осуществления жирный спирт необязательно может 20 быть включен в пенообразователь, например, в предварительную смесь для приготовления пены, как описано в патентных публикациях США US 2017/0096369 A1, US 2017/0096366 A1 и US 2017/0152177 A1. Это может привести к улучшению стабильности пены, тем самым позволяя лучше контролировать размер и распределение 25 пустот пены (воздуха). Жирный спирт может представлять собой любой подходящий алифатический жирный спирт. Следует понимать, что, как определено в настоящем документе, «алифатический» относится к алкилу, алкенилу или алкинилу и может быть замещенным или незамещенным, разветвленным или неразветвленным, насыщенным 30 или ненасыщенным, и в отношении некоторых вариантов осуществления, обозначается углеродными цепями, представленными в настоящем документе, например, C_x-C_y , где x и y представляют собой целые числа. Таким образом, термин алифатическая также 35 относится к цепям с замещением гетероатомом, которое сохраняет гидрофобность группы. Жирный спирт может представлять собой отдельное соединение или может представлять собой комбинацию двух или нескольких соединений. В некоторых вариантах осуществления, необязательный жирный спирт представляет собой C_6-C_{20} жирный спирт (например, C_6-C_{18} , C_6-C_{116} , C_6-C_{14} , C_6-C_{12} , C_6-C_{10} , C_6-C_8 , C_8-C_{16} , C_8-C_{14} , 40 C_8-C_{12} , C_8-C_{10} , $C_{10}-C_{16}$, $C_{10}-C_{14}$, $C_{10}-C_{12}$, $C_{12}-C_{16}$, $C_{12}-C_{14}$ или $C_{14}-C_{16}$ алифатический жирный спирт и т.д.). Примеры включают октанол, нонанол, деканол, ундеканол, додеканол или любую их комбинацию.

[0037] В некоторых вариантах осуществления, необязательный стабилизатор пены 40 содержит жирный спирт и по существу не содержит алкиламида жирных кислот или тауриды карбоновых кислот. В некоторых вариантах осуществления, необязательный стабилизатор пены по существу не содержит гликоль, хотя в некоторые варианты осуществления могут быть включены гликоли, например, для обеспечения более 45 высокого содержания поверхностно-активного вещества. По существу не содержит какого-либо из вышеупомянутых ингредиентов означает, что стабилизатор пены содержит либо (i) 0% масс, в расчете на массу любого из этих ингредиентов, либо (ii) неэффективное или (iii) незначительное количество любого из этих ингредиентов. Примером неэффективного количества является количество ниже порогового количества

для достижения предполагаемой цели использования любого из этих ингредиентов, что понятно специалисту в данной области техники. Несущественное количество может быть, например, ниже примерно 0,0001% масс., например, ниже примерно 0,00005% масс., ниже примерно 0,00001% масс., ниже примерно 0,000001% масс., и т.д., в расчете на массу штукатурки, что понятно специалисту в данной области техники.

[0038] Было обнаружено, что подходящее распределение пустот и толщина стенки (независимо) могут быть эффективными для повышения прочности, особенно в плитах с более низкой плотностью (например, менее примерно 35 фунтов на куб. фут). См., например, US 2007/0048490 и US 2008/0090068. Поры, образующиеся при испарении воды, обычно имеющие пустоты диаметром примерно 5 мкм или менее, также вносят свой вклад в общее распределение пустот наряду с вышеупомянутыми воздушными (пенными) пустотами. В некоторых вариантах осуществления, объемное отношение пустот с размером пор более примерно 5 микрон к пустотам с размером пор примерно 5 микрон или менее составляет от примерно 0,5:1 до примерно 9:1, например, от примерно 0,7:1 до примерно 9:1, от примерно 0,8:1 до примерно 9:1, от примерно 1,4:1 до примерно 9:1, от примерно 1,8:1 до примерно 9:1, от примерно 2,3:1 до примерно 9:1, от примерно 0,7:1 до примерно 6:1, от примерно 1,4:1 до примерно 6:1, от примерно 1,8:1 до примерно 6:1, от примерно 0,7:1 до примерно 4:1, от примерно 1,4:1 до примерно 4:1, от примерно 1,8:1 до примерно 4:1, от примерно 0,5:1 до примерно 2,3:1, от примерно 0,7:1 до примерно 2,3:1, от примерно 0,8:1 до примерно 2,3:1, от примерно 1,4:1 до примерно 2,3:1, от примерно 1,8:1 до примерно 2,3:1 и т.д.

[0039] Используемый в настоящем документе размер пустот рассчитывается исходя из наибольшего диаметра отдельной пустоты в сердцевине. Наибольший диаметр равен диаметру Ферета. Наибольший диаметр каждой определенной пустоты можно получить из изображения образца. Изображения могут быть получены с использованием любого подходящего метода, такого как сканирующая электронная микроскопия (SEM), которая позволяет получать двухмерные изображения. На изображении SEM можно измерить большое количество размеров пор пустот, так что случайность поперечных сечений (пор) пустот может обеспечить средний диаметр. Выполнение измерений пустот на нескольких изображениях, случайно расположенных по всей сердцевине образца, может улучшить этот расчет. Кроме того, построение трехмерной стереологической модели сердцевины на основе нескольких двумерных изображений SEM также может улучшить расчет размеров пустот. Другим способом является рентгеновское КТ сканирование (ХМТ), которое обеспечивает трехмерное изображение. Другим методом является оптическая микроскопия, в которой можно использовать световое контрастирование для помощи в определении, например, глубины пустот. Пустоты можно измерить либо вручную, либо с помощью программного обеспечения для анализа изображений, например, ImageJ, разработанного НИИ. Специалисту в данной области техники понятно, что ручное определение размеров и распределения пустот по изображениям может быть определено путем визуального наблюдения за размерами каждой пустоты. Образец можно получить путем разрезания гипсовой панели.

[0040] Вспенивающий агент может быть включен в раствор штукатурки в любом подходящем количестве, например, в зависимости от желаемой плотности. Раствор пенообразователя готовят, например, с концентрацией примерно 0,5% (масс./масс.). Соответствующее количество воздуха смешивается с соответствующим количеством раствора пенообразователя и добавляется в раствор. В зависимости от требуемого количества воздуха, концентрация раствора пенообразователя может варьироваться от примерно 0,1% до примерно 1% (масс./масс.). Поскольку накрывочные слои имеют

более высокую плотность, раствор для формирования накрывочного слоя может быть изготовлена с меньшим количеством пены (или без нее).

[0041] Жирный спирт может присутствовать, если он включен, в растворе штукатурки в любом подходящем количестве. В некоторых вариантах осуществления, жирный спирт присутствует в растворе сердцевины в количестве от примерно 0,0001% до примерно 0,03% по массе штукатурки, например, от примерно 0,0001% до примерно 0,025% по массе штукатурки, от примерно 0,0001% до примерно 0,02% по массе штукатурки или от примерно 0,0001% до примерно 0,01% по массе штукатурки. Поскольку растворы для накрывочных слоев могут иметь меньше или вообще не иметь пены, жирный спирт не требуется в накрывочных слоях, или также может быть включен в более низком количестве, например, от примерно 0,0001% до примерно 0,004% по массе, штукатурки, например, от примерно 0,00001% до примерно 0,003% по массе штукатурки, от примерно 0,00001% до примерно 0,0015% по массе штукатурки или от примерно 0,00001% до примерно 0,001% по массе штукатурки.

[0042] Другие ингредиенты, известные в данной области техники, также могут быть включены в раствор сердцевины панели, включая, например, ускорители, замедлители схватывания и т.д. Ускоритель может быть в различных формах (например, ускоритель влажного гипса, термостойкий ускоритель и ускоритель, стабилизированный климатом). См., например, патенты США 3,573,947 и 6,409,825. В некоторых вариантах осуществления, где включены ускоритель и/или замедлитель схватывания, каждый ускоритель и/или замедлитель схватывания может находиться в растворе штукатурки в количестве, в пересчете на твердую основу, например, от примерно 0% до примерно 10% по массе штукатурки (например, от примерно 0,1% до примерно 10%), например, от примерно 0% до примерно 5% по массе штукатурки (например, от примерно 0,1% до примерно 5%).

[0043] Кроме того, гипсовый(ые) слой(и) может(могут) быть дополнительно получен(ы), по меньшей мере, из одного диспергатора для повышения текучести в некоторых вариантах осуществления. Диспергаторы могут быть включены в сухую форму с другими сухими ингредиентами и/или в жидкую форму с другими жидкими ингредиентами в раствор штукатурки. Примеры диспергаторов включают нафталинсульфонаты, такие как полинафталинсульфоновая кислота и ее соли (полинафталинсульфонаты) и производные, которые являются продуктами конденсации нафталинсульфоновой кислоты и формальдегида; а также поликарбоксилатные диспергаторы, такие как поликарбоновые эфиры, например, PCE211, PCE111, 1641, 1641F или диспергаторы типа PCE 2641, например, диспергаторы MELFLUX 2641F, MELFLUX 2651 F, MELFLUX 1641 F, MELFLUX 2500L (BASF) и COATEX. Ethacryl M, доступный от Coatex, Inc.; и/или лигносульфонаты или сульфированный лигнин. Лигносульфонаты представляют собой водорастворимые анионные полиэлектролитные полимеры, побочные продукты производства древесной пульпы с использованием сульфитной варки. Одним примером лигнина, используемого для применения на практике принципов вариантов осуществления настоящего описания, является Marasperse C-21, доступный от Reed Lignin Inc.

[0044] Обычно предпочтительны диспергаторы с более низкой молекулярной массой. Для нафталинсульфонатных диспергаторов, в некоторых вариантах осуществления, они выбраны так, чтобы они имели молекулярную массу от примерно 3000 до примерно 10000 (например, от примерно 8000 до примерно 10000). В некоторых вариантах осуществления, могут использоваться нафталинсульфонаты с более высоким водопотреблением, например, имеющие молекулярную массу выше 10000. В качестве

другой иллюстрации, для диспергаторов типа PCE211, в некоторых вариантах осуществления, молекулярная масса может составлять от примерно 20000 до примерно 60000, которые проявляют меньшее замедление, чем диспергаторы с молекулярной массой выше 60000.

5 [0045] Одним из примеров нафталинсульфоната является DILOFLO, доступный от GEO Specialty Chemicals. DILOFLO представляет собой 45% раствор нафталинсульфоната в воде, хотя другие водные растворы, например, с содержанием твердых веществ в диапазоне от примерно 35% до примерно 55% по массе, также легко доступны. Нафталинсульфонаты можно использовать в виде сухого твердого вещества или
10 порошка, такого как LOMAR D, доступный, например, от GEO Specialty Chemicals. Другим примером нафталинсульфоната является DAXAD, доступный от GEO Specialty Chemicals, Ambler, PA.

[0046] Если он включен, диспергатор может быть предоставлен в любом подходящем количестве. В некоторых вариантах осуществления, например, диспергатор может
15 присутствовать в растворе штукатурки в количестве, например, от примерно 0% до примерно 0,5%, например, от примерно 0,01% до примерно 0,7%, например, от примерно 0,01% до примерно 0,4% по массе штукатурки, от примерно 0,1% до примерно 0,2% и т.д.

[0047] В некоторых вариантах осуществления, гипсовый(ые) слой(и) может(могут)
20 быть дополнительно сформирован(ы), по меньшей мере, из одного фосфатсодержащего соединения, если это желательно, для повышения прочности в сыром состоянии, стабильности размеров и/или устойчивости к провисанию. Например, фосфатсодержащие компоненты, используемые в некоторых вариантах осуществления, включают
25 водорастворимые компоненты и могут быть в форме иона, соли или кислоты, а именно, конденсированные фосфорные кислоты, каждая из которых содержит две или несколько единиц фосфорной кислоты; соли или ионы конденсированных фосфатов, каждый из которых включает две или несколько фосфатных единиц; и одноосновные соли или
30 одновалентные ионы ортофосфатов, а также водорастворимую ациклическую полифосфатную соль. См., например, патенты США 6,342,284; 6,632,550; 6,815,049; и 6,822,033.

[0048] Фосфатные композиции, добавленные в некоторых вариантах осуществления, могут повысить прочность в сыром состоянии, резистентность к остаточной деформации (например, прогибу), стабильность размеров и т.д. Прочность в сыром состоянии
35 относится к прочности панели во влажном состоянии во время производства. Из-за жесткости производственного процесса без достаточной прочности в сыром состоянии, предшественник панели может быть поврежден на производственной линии.

[0049] Можно использовать триметафосфатные соединения, включая, например, триметафосфат натрия, триметафосфат калия, триметафосфат лития и триметафосфат аммония. Предпочтительным является триметафосфат натрия (STMP), хотя могут быть
40 подходящими и другие фосфаты, включая, например, тетраметафосфат натрия, гексаметафосфат натрия, содержащий от примерно 6 до примерно 27 повторяющихся фосфатных единиц, и имеющий молекулярную формулу $\text{Na}_{n+2}\text{PnO}_{n+1}$, где $n=6-27$, пиррофосфат тетракалия, имеющий молекулярную формулу $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$, триполифосфат
45 тринатрия и дикалия, имеющий молекулярную формулу $\text{Na}_3\text{K}_2\text{P}_3\text{O}_{10}$, триполифосфат натрия, имеющий молекулярную формулу $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, пиррофосфат тетранатрия, имеющий молекулярную формулу $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, триметафосфат алюминия, имеющий молекулярную формулу $\text{Al}(\text{PO}_3)_3$, кислый пиррофосфат натрия, имеющий молекулярную формулу

$\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$, полифосфат аммония, имеющий 1000-3000 повторяющихся фосфатных звеньев и имеющий молекулярную формулу $(\text{NH}_4)_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$, где $n=1000-3000$, или полифосфорную кислоту, имеющую две или несколько повторяющихся единицы фосфорной кислоты и имеющую молекулярную формулу $\text{H}_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$, где n равно двум или более.

[0050] Если он включен, полифосфат может присутствовать в любом подходящем количестве. Для иллюстрации, в некоторых вариантах осуществления, полифосфат может присутствовать в растворе в количестве, например, от примерно 0,1% до примерно 1%, например, от примерно 0,2% до примерно 0,4% по массе штукатурки, от примерно 0% до примерно 0,5%, например, от примерно 0% до примерно 0,2% по массе штукатурки. Таким образом, диспергатор и полифосфат необязательно могут находиться в любом подходящем количестве в растворе штукатурки.

[0051] Сердцевина панели может иметь любую подходящую плотность, подходящую для достижения желаемой общей плотности композитной панели, такую как, например, плотность сердцевины от примерно 16 фунтов на куб. фут (примерно 260 кг/м^3) до примерно 40 фунтов на куб. фут, например, от примерно от 18 до примерно 40 фунтов на куб. фут, от 18 до примерно 38 фунтов на куб. фут, от 18 до примерно 36 фунтов на куб. фут, от 18 до примерно 32 фунтов на куб. фут, от 20 до примерно 40 фунтов на куб. фут, от 20 до примерно 36 фунтов на куб. фут, от 20 до примерно 32 фунтов на куб. фут, 22 до примерно 40 фунтов на куб. фут, от 22 до примерно 36 фунтов на куб. фут, от 22 до примерно 32 фунтов на куб. фут, от 26 до примерно 40 фунтов на куб. фут, от 26 до примерно 36 фунтов на куб. фут или от 26 до примерно 32 фунтов на куб. фут. В некоторых вариантах осуществления, сердцевина панели имеет еще более низкую плотность, например, примерно 30 фунтов на куб. фут или менее, примерно 29 фунтов на куб. фут (примерно 460 кг/м^3) или менее, примерно 28 фунтов на куб. фут или менее, примерно 27 фунтов на куб. фут (примерно 430 кг/м^3) или менее, примерно 26 фунтов на куб. фут или меньше и т.д. Например, в некоторых вариантах осуществления, плотность сердцевины составляет от примерно 12 фунтов на куб. фут (примерно 190 кг/м^3) до примерно 30 фунтов на куб. фут, примерно от 14 фунтов на куб. фут (примерно 220 кг/м^3) до примерно 30 фунтов на куб. фут, от 16 до фунтов на куб. фут примерно 30 фунтов на куб. фут, от 16 фунтов на куб. фут до примерно 28 фунтов на куб. фут, от 16 фунтов на куб. фут до примерно 26 фунтов на куб. фут, от 16 фунтов на куб. фут до примерно 22 фунтов на куб. фут (примерно 350 кг/м^3), от 18 фунтов на куб. фут до примерно 30 фунтов на куб. фут, от 18 фунтов на куб. фут до примерно 28 фунтов на куб. фут, от 18 фунтов на куб. фут до примерно 26 фунтов на куб. фут, от 18 фунтов на куб. фут до примерно 24 фунтов на куб. фут, от 20 фунтов на куб. фут до примерно 30 фунтов на куб. фут, от 20 фунтов на куб. фут до примерно 28 фунтов на куб. фут, от 20 фунтов на куб. фут до примерно 26 фунтов на куб. фут, от 20 фунтов на куб. фут до примерно 24 фунтов на куб. фут, от 22 фунтов на куб. фут до 28 фунтов на куб. фут и т.д.

[0052] В некоторых вариантах осуществления композитная панель, изготовленная в соответствии с изобретением, соответствует протоколам испытаний согласно стандарту ASTM C473-10. Например, в некоторых вариантах осуществления, когда плита отливается толщиной 1/2 дюйма, сухая плита имеет сопротивление вытаскиванию гвоздей, по меньшей мере, примерно 67 ф/с (фунт-сила), как определено в соответствии со стандартом ASTM C473-10 (способ B), например, по меньшей мере, примерно 68 ф/

с, по меньшей мере, примерно 70 ф/с, по меньшей мере, примерно 72 ф/с, по меньшей мере, примерно 74 ф/с, по меньшей мере, примерно 75 ф/с, по меньшей мере, примерно 76 ф/с, по меньшей мере, примерно 77 ф/с и т.д. В различных вариантах осуществления, сопротивление вытягиванию гвоздей может составлять от примерно 67 ф/с до примерно 100 ф/с, от примерно 67 ф/с до примерно 95 ф/с, от примерно 67 ф/с до примерно 90 ф/с, от примерно 67 ф/с до примерно 85 ф/с, от примерно 67 ф/с до примерно 80 ф/с, от примерно 67 ф/с до примерно 75 ф/с, от примерно 68 ф/с до примерно 100 ф/с, от примерно 68 ф/с до примерно 95 ф/с, от примерно 68 ф/с до примерно 90 ф/с, от примерно 68 ф/с до примерно 85 ф/с, от примерно 68 ф/с до примерно 80 ф/с, от примерно 70 ф/с до примерно 100 ф/с, от примерно 70 ф/с до примерно 95 ф/с, от примерно 70 ф/с до примерно 90 ф/с, от примерно 70 ф/с до примерно 85 ф/с, от примерно 70 ф/с до примерно 80 ф/с, от примерно 72 ф/с до примерно 100 ф/с, от примерно 72 ф/с до примерно 95 ф/с, от примерно 72 ф/с до примерно 90 ф/с, от примерно 72 ф/с до примерно 85 ф/с, от примерно 72 ф/с до примерно 80 ф/с, от примерно 72 ф/с до примерно 77 ф/с, от примерно 72 ф/с до примерно 75 ф/с, от примерно 75 ф/с до примерно 100 ф/с, от примерно 75 ф/с до примерно 95 ф/с, от примерно 75 ф/с до примерно 90 ф/с, от примерно 75 ф/с до примерно 85 ф/с, от примерно 75 ф/с до примерно 80 ф/с, от примерно 75 ф/с до примерно 77 ф/с, от примерно 77 ф/с до примерно 100 ф/с, от примерно 77 ф/с до примерно 95 ф/с, от примерно 77 ф/с до примерно 90 ф/с, от примерно 77 ф/с до примерно 85 ф/с или от примерно 77 ф/с до примерно 80 ф/с.

[0053] В некоторых вариантах осуществления композитная гипсовая панель может иметь среднюю твердость сердцевины, по меньшей мере, примерно 11 ф/с, например, по меньшей мере, примерно 12 ф/с, по меньшей мере, примерно 13 ф/с, по меньшей мере, примерно 14 ф/с, по меньшей мере, примерно 15 ф/с. фунт силы, по меньшей мере, примерно 16 ф/с, по меньшей мере, примерно 17 ф/с, по меньшей мере, примерно 18 ф/с, по меньшей мере, примерно 19 ф/с, по меньшей мере, примерно 20 ф/с, по меньшей мере, примерно 21 фунт силы или по меньшей мере, примерно 22 ф/с, как определено в соответствии с ASTM C473-10, способ В. В некоторых вариантах осуществления панель может иметь твердость сердцевины от примерно 11 ф/с до примерно 25 ф/с, например, от примерно 11 ф/с до примерно 22 ф/с, от примерно 11 ф/с до примерно 21 ф/с, от примерно 11 ф/с до примерно 20 ф/с, от примерно 11 ф/с до примерно 19 ф/с, от примерно 11 ф/с до примерно 18 ф/с, от примерно 11 ф/с до примерно 17 ф/с, от примерно 11 ф/с до примерно 16 ф/с, от примерно 11 ф/с до примерно 15 ф/с, от примерно 11 ф/с до примерно 14 ф/с, от примерно 11 ф/с до примерно 13 ф/с, от примерно от 11 ф/с до примерно 12 ф/с, от примерно 12 ф/с до примерно 25 ф/с, от примерно 12 ф/с до примерно 22 ф/с, от примерно 12 ф/с до примерно 21 ф/с, от примерно 12 ф/с до примерно 20 ф/с, от примерно 12 ф/с до примерно 19 ф/с, от примерно 12 ф/с до примерно 18 ф/с, от примерно 12 ф/с до примерно 17 ф/с, от примерно 12 ф/с до примерно 16 ф/с, от примерно 12 ф/с до примерно 15 ф/с, от примерно 12 ф/с до примерно 14 ф/с, от примерно 12 ф/с до примерно 13 ф/с, от примерно 13 ф/с до примерно 25 ф/с, от примерно 13 ф/с до примерно 22 ф/с, от примерно 13 ф/с до примерно 21 ф/с, от примерно 13 ф/с до примерно 20 ф/с, от примерно 13 ф/с до примерно 19 ф/с, от примерно 13 ф/с до примерно 18 ф/с, от примерно 13 ф/с до примерно 17 ф/с, от примерно 13 ф/с до примерно 16 ф/с, от примерно от примерно 13 ф/с до примерно 15 ф/с, от примерно 13 ф/с до примерно 14 ф/с, от примерно 14 ф/с до примерно 25 ф/с, от примерно 14 ф/с до примерно 22 ф/с, от примерно 14 ф/с до примерно 21 ф/с, от примерно 14 ф/с до примерно 20 ф/с, от примерно 14 ф/с до примерно 19 ф/с, от примерно 14 ф/с до примерно 18 ф/с, от примерно 14 ф/с до примерно 17 ф/с, от примерно 14 ф/с до примерно 16 ф/с, от примерно 14 ф/с до

примерно 15 ф/с, от примерно 15 ф/с до примерно 25 ф/с, от примерно 15 ф/с до примерно 22 ф/с, от примерно 15 ф/с до примерно 21 ф/с, от примерно 15 ф/с до примерно 20 ф/с, от примерно 15 ф/с до примерно 19 ф/с, от примерно 15 ф/с до примерно 18 ф/с, от примерно 15 ф/с до примерно 17 ф/с, от примерно 15 ф/с до примерно 16 ф/с, от примерно 16 ф/с до примерно 25 ф/с, от примерно 16 ф/с до примерно 22 ф/с, от примерно 16 ф/с до примерно 21 ф/с, от примерно 16 ф/с до примерно 20 ф/с, от примерно 16 ф/с до примерно 19 ф/с, от примерно 16 ф/с до примерно 18 ф/с, от примерно 16 ф/с до примерно 17 ф/с, от примерно 17 ф/с до примерно 25 ф/с, от примерно 17 ф/с до примерно 22 ф/с, от примерно 17 ф/с до примерно 21 ф/с, от примерно 17 ф/с до примерно 20 ф/с, от примерно 17 ф/с до примерно 19 ф/с, от примерно 17 ф/с до примерно 18 ф/с, от примерно 18 ф/с до примерно 25 ф/с, от примерно 18 ф/с до примерно 22 ф/с, от примерно 18 ф/с до примерно 21 ф/с, от примерно 18 ф/с до примерно 20 ф/с, от примерно 18 ф/с до примерно 19 ф/с, от примерно 19 ф/с до примерно 25 ф/с, от примерно 19 ф/с до примерно 22 ф/с, от примерно 19 ф/с до примерно 21 ф/с, от примерно 19 ф/с до примерно 20 ф/с, от примерно 21 ф/с до примерно 25 ф/с, от примерно 21 ф/с до примерно 22 ф/с или от примерно 22 ф/с до примерно 25 ф/с.

[0054] Что касается прочности на изгиб, то в некоторых вариантах осуществления, при отливке панели толщиной $\frac{1}{2}$ дюйма, сухая панель имеет прочность на изгиб, по меньшей мере, примерно 36 ф/с в направлении обработки (например, по меньшей мере, примерно 38 ф/с, по меньшей мере, примерно 40 ф/с и т.д.) и/или, по меньшей мере, примерно 107 ф/с (например, по меньшей мере, примерно 110 ф/с, по меньшей мере, примерно 112 ф/с и т.д.) в поперечном направлении, как определено в соответствии со стандартом ASTM C473-10. В различных вариантах осуществления, панель может иметь прочность на изгиб в направлении обработки от примерно 36 ф/с до примерно 60 ф/с, e.g., от примерно 36 ф/с до примерно 55 ф/с, от примерно 36 ф/с до примерно 50 ф/с, от примерно 36 ф/с до примерно 45 ф/с, от примерно 36 ф/с до примерно 40 ф/с, от примерно 36 ф/с до примерно 38 ф/с, от примерно 38 ф/с до примерно 60 ф/с, от примерно 38 ф/с до примерно 55 ф/с, от примерно 38 ф/с до примерно 50 ф/с, от примерно 38 ф/с до примерно 45 ф/с, от примерно 38 ф/с до примерно 40 ф/с, от примерно 40 ф/с до примерно 60 ф/с, от примерно 40 ф/с до примерно 55 ф/с, от примерно 40 ф/с до примерно 50 ф/с, от примерно 40 ф/с до примерно 45 ф/с. In various embodiments, the board can have a flexural strength in a cross-machine direction of от примерно 107 ф/с до примерно 130 ф/с, e.g., от примерно 107 ф/с до примерно 125 ф/с, от примерно 107 ф/с до примерно 120 ф/с, от примерно 107 ф/с до примерно 115 ф/с, от примерно 107 ф/с до примерно 112 ф/с, от примерно 107 ф/с до примерно 110 ф/с, от примерно 110 ф/с до примерно 130 ф/с, от примерно 110 ф/с до примерно 125 ф/с, от примерно 110 ф/с до примерно 120 ф/с, от примерно 110 ф/с до примерно 115 ф/с, от примерно 110 ф/с до примерно 112 ф/с, от примерно 112 ф/с до примерно 130 ф/с, от примерно 112 ф/с до примерно 125 ф/с, от примерно 112 ф/с до примерно 120 ф/с или от примерно 112 ф/с до примерно 115 ф/с.

[0055] Преимущественно, в различных вариантах осуществления при различной плотности плиты, как описано в настоящем документе, сухая композитная гипсовая плита может иметь прочность на сжатие, по меньшей мере, примерно 170 фунтов на кв. дюйм (1170 кПа), например, от примерно 170 фунтов на кв. дюйм до примерно 1,000 фунтов на кв. дюйм (6900 кПа), от примерно 170 фунтов на кв. дюйм до примерно 900 фунтов на кв. дюйм (6200 кПа), от примерно 170 фунтов на кв. дюйм до примерно 800 фунтов на кв. дюйм (5500 кПа), от примерно 170 фунтов на кв. дюйм до примерно 700 фунтов на кв. дюйм (4800 кПа), от примерно 170 фунтов на кв. дюйм до примерно 600 фунтов на кв. дюйм (4100 кПа), от примерно 170 фунтов на кв. дюйм до примерно 500

фунтов на кв. дюйм (3450 кПа), от примерно 170 фунтов на кв. дюйм до примерно 450 фунтов на кв. дюйм (3100 кПа), от примерно 170 фунтов на кв. дюйм до примерно 400 фунтов на кв. дюйм (2760 кПа), от примерно 170 фунтов на кв. дюйм до примерно 350 фунтов на кв. дюйм (2410 кПа), от примерно 170 фунтов на кв. дюйм до примерно 300 фунтов на кв. дюйм (2070 кПа) или от примерно 170 фунтов на кв. дюйм до примерно 250 фунтов на кв. дюйм (1720 кПа). В некоторых вариантах осуществления, панель имеет прочность на сжатие, по меньшей мере, примерно 450 фунтов на кв. дюйм (3100 кПа), по меньшей мере, примерно 500 фунтов на кв. дюйм (3450 кПа), по меньшей мере, примерно 550 фунтов на кв. дюйм (3800 кПа), по меньшей мере, примерно 600 фунтов на кв. дюйм (4100 кПа), по меньшей мере, примерно 650 фунтов на кв. дюйм (4500 кПа), по меньшей мере, примерно 700 фунтов на кв. дюйм (4800 кПа), по меньшей мере, примерно 750 фунтов на кв. дюйм (5200 кПа), по меньшей мере, примерно 800 фунтов на кв. дюйм (5500 кПа), по меньшей мере, примерно 850 фунтов на кв. дюйм (5850 кПа), по меньшей мере, примерно 900 фунтов на кв. дюйм (6200 кПа), по меньшей мере, примерно 950 фунтов на кв. дюйм (6550 кПа) или, по меньшей мере, примерно 1,000 фунтов на кв. дюйм (6900 кПа). Кроме того, в некоторых вариантах осуществления, прочность на сжатие может быть ограничена любыми двумя из предыдущих пунктов. Например, прочность на сжатие может составлять от примерно 450 до примерно 1000 фунтов на кв. дюйм (например, от примерно 500 до примерно 900 фунтов на кв. дюйм, от примерно 600 до примерно 800 фунтов на кв. дюйм и т.д.). Используемая в настоящем документе прочность на сжатие измеряется с использованием системы испытания материалов, коммерчески доступной как машина ATS модели 1610 от Applied Test Systems в Butler, PA. Нагрузка прикладывается непрерывно и без толчков со скоростью 1 дюйм/мин.

[0056] Гипсовая панель в соответствии с вариантами осуществления изобретения может быть изготовлена на обычных линиях по производству гипсовых стеновых панелей. Например, технологии изготовления панелей описаны, например, в патенте США 7,364,676, публикации заявки на патент США 2010/0247937 и заявке на патент США номер 16/581,070. Коротко, процесс обычно включает выгрузку покрывного листа на движущийся конвейер. Поскольку гипсовая панель обычно формируется «лицевой стороной вниз», этот покрывной лист является «лицевым» покрывным листом в таких вариантах осуществления. Лицевой и/или тыльный накрывочные слои, как известно в данной области техники, могут быть включены при желании.

[0057] В некоторых вариантах осуществления, один или оба накрывочных слоя имеют среднюю твердость в сухом состоянии, которая, по меньшей мере, примерно в 1,5 раза выше, чем средняя твердость в сухом состоянии сердцевины панели, где среднюю твердость сердцевины измеряют в соответствии со стандартом ASTM C-473-07, например, по меньшей мере, примерно в 2 раза больше, в 2,5 раза больше, в 3 раза больше, в 3,5 раза больше, в 4 раза больше, в 4,5 раза больше и т.д., где каждый из этих диапазонов может иметь любой математически подходящий верхний предел, например, 8, 7, 6, 5, 4, 3 или 2.

[0058] Растворы для формирования сердцевины панели и для формирования накрывочного слоя могут быть получены любым подходящим способом. Например, один смеситель можно использовать для приготовления обоих потоков растворов. Смеситель может быть, например, в форме «лопастных смесителей» или «безлопастных смесителей», по желанию, в которых перемешивается сырье. Альтернативно можно использовать два или несколько отдельных смесителя. Множество смесителей могут быть соединены последовательно или не соединены. Примеры смесителей описаны в

Европейском патенте 1 637 302 В1, Европейском патенте 2 929 996 В1, заявке на европейский патент 3 342 571 А1 и заявке на патент США 2017/0008192 А1. Если требуется для эффективности, смеситель, используемый для накрывочного слоя(ев), может иметь меньшую объемную емкость смешивания в некоторых вариантах осуществления, поскольку количество раствора, необходимое для нанесения на накрывочный слой, меньше, чем количество раствора, наносимого для формирования сердцевины плиты. «Основной» смеситель (т.е. для формирования раствора сердцевины плиты) содержит основной корпус и выпускной трубопровод (например, устройство «затвор-бак-воронка», известное в данной области техники, или устройство с модифицированной конструкцией выпускного отверстия (MOD), как описано в патентах США 6,494,609 и 6,874,930). Пенообразователь можно добавлять в выпускной канал смесителя (например, в затвор, как описано, например, в патентах США 5,683,635 и 6,494,609).

[0059] В некоторых вариантах осуществления будет понятно, что выпускной трубопровод может включать в себя распределитель раствора либо с одним впускным отверстием, либо с несколькими впускными отверстиями, как описано в публикации заявки на патент США 2012/0168527 А1 (заявка №13/341,016) и публикации заявки на патент США 2012/0170403 А1 (заявка №13/341,209). В этих вариантах осуществления, использующих распределитель раствора с несколькими впускными отверстиями, выпускной трубопровод может включать подходящий делитель потока, такой как описан в публикации заявки на патент США 2012/0170403 А1.

[0060] Панель формируется в сэндвич-структуру, обычно одновременно и непрерывно, как будет понятно специалистам в данной области техники. Лицевой покрывной лист движется в виде непрерывной ленты на движущемся конвейере. После выгрузки из смесителя, раствор лицевого накрывочного слоя наносится на поверхность (например, движущегося) лицевого покрывного листа. Кроме того, твердые кромки, как известно в данной области техники, могут быть образованы, например, из того же потока раствора, образующего накрывочный слой (например, лицевой и/или тыльный накрывочный слой) для удобства, по желанию.

[0061] Затем раствор сердцевины панели наносится поверх накрывочного слоя и покрывается вторым покрывным листом (как правило, «тыльным» покрывным листом) для формирования влажной сборки в виде сэндвич-структуры, которая является заготовкой панели для конечного продукта. Тыльный (нижний) покрывной лист может иметь тыльный накрывочный слой, который может необязательно содержать крахмал накрывочного слоя, как описано в настоящем документе, для улучшения связывания между тыльным листом и сердцевиной панели. Тыльный накрывочный слой может быть сформирован из того же или другого гипсового раствора, что и лицевой накрывочный слой. В некоторых вариантах осуществления, накрывочный слой наносится на тыльную сторону панели, т.е. в месте связывания с нижним (тыльным) покрывным листом, но между сердцевиной и верхним покрывным листом накрывочный слой не наносится.

[0062] В некоторых вариантах осуществления, лицевой лист (который находится лицевой стороной вниз в мокрой части картоноделательной машины) может быть сделан немного шире, чем ширина конечной панели, поскольку края бумаги могут быть загнуты вверх и за края панели, чтобы наложиться на тыльный лист (лицевой стороной вверх в мокрой части картоноделательной машины), чтобы сформировать картонный конверт. Например, для панели номинальной ширины 48 дюймов лицевая слой может иметь ширину примерно 50 дюймов или более (например, от примерно 50

до примерно 52 дюймов, например примерно 50,375 дюймов). Соответственно, в некоторых вариантах осуществления, тыльный слой может быть сделан более узким, чем ширина панели. Таким образом, для панели номинальной ширины 48 дюймов, тыльный слой может иметь ширину менее примерно 48 дюймов (например, от примерно 5 46,5 дюймов до примерно 47,5 дюймов, например, примерно 47,125 дюймов).

[0063] Полученная таким образом влажная конструкция транспортируется к формовочной станции, где продукту придается желаемая толщина (например, с помощью формирующей плиты), и к одной или нескольким ножевым секциям, где он разрезается на желаемую длину. Мокрой конструкции дают затвердеть, чтобы образовать 10 взаимосвязанную кристаллическую матрицу затвердевшего гипса, и избыток воды удаляют с помощью процесса сушки (например, путем транспортировки конструкции через печь).

[0064] При производстве гипсовой панели также обычно используют вибрацию для устранения больших пустот или воздушных карманов из осажденного раствора. Каждая 15 из вышеперечисленных стадий, а также процессы и оборудование для выполнения таких стадий известны в данной области техники.

[0065] Изобретение дополнительно иллюстрируется следующими типовыми пунктами. Однако изобретение не ограничивается следующими пунктами.

[0066] (1) Гипсовая панель или способ изготовления гипсовой панели, как описано 20 в настоящем документе.

[0067] (2) Гипсовая панель, содержащая сердцевину из отвержденного гипса, расположенную между лицевым покрывным листом и тыльным покрывным листом, где сердцевина из отвержденного гипса сформирована из раствора, содержащего воду, штукатурку и высокое содержание солевых примесей, где, по меньшей мере, один из 25 покрывных листов представляет собой бумагу с высокой абсорбцией.

[0068] (3) Гипсовая панель по пункту 2, дополнительно содержащая накрывочный слой, расположенный между лицевым покрывным листом и сердцевиной из отвержденного гипса.

[0069] (4) Гипсовая панель по пункту 2 или 3, дополнительно содержащая тыльный накрывочный слой, расположенный между тыльным покрывным листом и сердцевиной 30 из отвержденного гипса.

[0070] (5) Гипсовая панель по любому из пунктов 2-4, в которой тыльный покрывной лист представляет собой бумагу с высокой абсорбцией.

[0071] (6) Гипсокартон по любому из пунктов 3-5, в котором лицевой и/или тыльный 35 накрывочный слой имеет толщину в сухом состоянии от примерно 0,125 дюйма (1/8 дюйма) до примерно 0,016 дюйма (1/64 дюйма), например, от примерно 0,08 дюйма (1/12 дюйма) до примерно 0,03 дюйма (1/32 дюйма).

[0072] (7) Гипсовая панель по любому из пунктов 2-6, в которой высокая солевая примесь включает, по меньшей мере, примерно 150 ч./млн аниона хлорида на 1000000 40 массовых частей указанной штукатурки.

[0073] (8) Гипсовая панель по любому из пунктов 2-7, в которой солевая примесь представляет собой хлорид, такой как хлорид натрия, хлорид калия, хлорид магния или хлорид кальция.

[0074] (9) Гипсовая панель по любому из пунктов 2-8, где бумага с высокой 45 абсорбцией имеет значение Кобба на стороне склеивания, по меньшей мере, примерно 2,1 г/100 см² в соответствии с тестом Кобба.

[0075] (10) Гипсовая панель по любому из пунктов 2-9, где бумага с высокой абсорбцией имеет значение Кобба на стороне склеивания от примерно 2,1 г/100 см² до

примерно 3,1 г/100 см² в соответствии с тестом Кобба.

5 [0076] (11) Гипсовая панель по любому из пунктов 2-10, где бумага с высокой абсорбцией имеет плотность от примерно 35 ф/т.кв.фт. до примерно 65 ф/т.кв.фт., например, от примерно 38 ф/т.кв.фт. до примерно 60 ф/т.кв.фт., например, от примерно 42 ф/т.кв.фт. до примерно 55 ф/т.кв.фт.

[0077] (12) Гипсовая панель по любому из пунктов 2-11, где бумага с высокой абсорбцией имеет толщину от примерно 10 до примерно 15 мил.

10 [0078] (13) Способ изготовления гипсовой панели, включающий: (а) смешивание, по меньшей мере, воды и штукатурки, имеющей высокое содержание солевых примесей, с образованием первого раствора; (b) нанесение первого раствора для формирования сердцевины панели для связывания с лицевым покрывным листом, где сердцевина панели имеет первую поверхность и вторую стороны, где первая сторона обращена к лицевому покрывному листу; (с) нанесение тыльного покрывного листа для связывания со второй стороной сердцевины панели с образованием заготовки панели, где, по 15 меньшей мере, один из покрывных листов представляет собой бумагу с высокой абсорбцией; (d) сушку заготовки панели с получением панели.

[0079] (14) Способ по пункту 13, дополнительно включающий нанесение второго раствора, содержащего, по меньшей мере, штукатурку и воду, на лицевую бумагу для образования лицевого накрывочного слоя, расположенного между лицевым покрывным 20 листом и сердцевиной панели.

[0080] (15) Способ по пункту 13 или 14, дополнительно включающий нанесение третьего раствора, содержащего, по меньшей мере, штукатурку и воду, на тыльную бумагу с образованием тыльного накрывочного слоя, расположенного между тыльным покрывным листом и сердцевиной панели, где второй и третий растворы являются 25 одинаковыми или разными.

[0081] (16) Способ по любому из пунктов 13-15, где тыльный покрывной лист представляет собой бумагу с высокой абсорбцией.

30 [0082] (17) Способ по любому из пунктов 13-16, где лицевой и/или тыльный накрывочный слой имеет толщину в сухом состоянии от примерно 0,125 дюйма (1 /8 дюйма) до примерно 0,016 дюйма (1 /64 дюйма), например от примерно 0,08 дюйма (1 /12 дюйма) до примерно 0,03 дюйма (1 /32 дюйма).

[0083] (18) Способ по любому из пунктов 13-17, где примесь с высоким содержанием солей содержит, по меньшей мере, примерно 150 ч./млн. хлорида аниона на 1000000 массовых частей указанной штукатурки.

35 [0084] (19) Способ по любому из пунктов 13-18, где солевая примесь представляет собой хлорид, такой как хлорид натрия, хлорид калия, хлорид магния или хлорид кальция.

40 [0085] (20) Способ по любому из пунктов 13-19, где бумага с высокой абсорбцией имеет значение Кобба на стороне сцепления, по меньшей мере, примерно 2,1 г/100 см² в соответствии с тестом Кобба.

[0086] (21) Способ по любому из пунктов 13-20, где бумага с высокой абсорбцией имеет значение Кобба на стороне сцепления от примерно 2,1 г/100 см² до примерно 3,1 г/100 см² в соответствии с тестом Кобба.

45 [0087] (22) Способ по любому из пунктов 13-21, где бумага с высокой абсорбцией имеет плотность от примерно 40 ф/т.кв.фт. до примерно 65 ф/т.кв.фт., например, от примерно 42 ф/т.кв.фт. до примерно 60 ф/т.кв.фт., например, от примерно 45 ф/т.кв.фт. до примерно 55 ф/т.кв.фт.

[0088] (23) Способ по любому из пунктов 13-22, где бумага с высокой абсорбцией имеет толщину от примерно 10 мил до примерно 15 мил.

[0089] Следует отметить, что предыдущие пункты являются иллюстративными и не ограничивающими. Другие иллюстративные варианты осуществления очевидны из
5 всего описания в настоящем документе. Специалисту в данной области техники также будет понятно, что каждый из этих вариантов осуществления можно использовать в различных комбинациях с другими вариантами осуществления, представленными в настоящем документе.

[0090] Следующие примеры дополнительно иллюстрируют изобретение, но, конечно,
10 их не следует рассматривать как ограничивающие каким-либо образом его объем.

ПРИМЕР 1

[0091] Этот пример демонстрирует эффект использования бумаги с высокой абсорбцией в качестве покрывного листа в стеновой панели, содержащей слой отвержденного гипса, полученной из штукатурки, содержащей высокое содержание
15 солевых примесей. Бумага с высокой абсорбцией улучшает связь между бумагой и сердцевиной из отвержденного гипса, когда слой отвержденного гипса сформирован из раствора, содержащего высокую концентрацию соли.

[0092] В частности, на производственной линии по производству стеновых панелей изготавливают три плиты толщиной 1/2 дюйма (1А-1С). Панели содержат слой
20 отвержденного гипса, приготовленный в соответствии с составом из таблицы 1, расположенный между лицевым и тыльным покрывными листами. Панель 1А представляет собой контрольную панель, так как сердцевина из отвержденного гипса была приготовлена без каких-либо высоких солевых примесей. Отвержденные гипсовые сердцевинные плиты 1В и 1С, соответственно, получают с введением 600 ч./млн. ионов
25 хлорида путем добавления смеси хлорида натрия и хлорида магния в состав, указанный в таблице 1. Количества ингредиентов в таблице 1 указаны в ф/т.кв.фт.

Таблица 1: Состав для слоя отвержденного гипса панелей 1А-1С

Ингредиент	Панель 1А (контрольная)	Панель 1В	Панель 1С
Штукатурка	961	961	961
НРА	13	13	13
Прежелатинизированный крахмал	15	15	15
Сырой крахмал	20	20	20
NaCl	0	0,48	0,48
MgCl ₂ •6H ₂ O	0	0,83	0,83
Диспергатор	0,3	0,3	0,3
Замедлитель схватывания	0,48	0,48	0,48
10% STMP	10	10	10
Масса пены	3,7	3,7	3,7
Вода	811	820	820

[0093] В таблице 1, НРА относится к термостойкому ускорителю.
45 Прежелатинизированный крахмал представляет собой прежелатинизированный крахмал из кукурузной муки с вязкостью в холодной воде 90 сантипуаз. Сырой крахмал представляет собой модифицированный кислотой кукурузный крахмал, имеющий вязкость в горячей воде 180 ВU. Диспергатор представляет собой нафталинсульфоновые

кислоты. Замедлитель схватывания представляет собой диэтилентриаминпентаацетат пентанатрия. STMP относится к триметафосфату натрия. Пену получают с использованием линии NYONIC (например, 25AS) мыльных продуктов от GEO Specialty Chemicals, Ambler, PA. и Polystep B25 от Stepan Company, Northfield, Illinois.

5 [0094] Лицевой покрывной лист (Manila) для каждой из плит 1A-1C представляет собой бумагу, имеющую плотность 50 фунтов, и он имеет обычный (типовой) состав без
10 высокой абсорбции. Тыльный покрывной лист (Newslime) для сравнительной панели 1A и панели 1B представляет собой бумагу с плотностью 47 фунтов с обычной композицией, в то время как тыльный покрывной лист для панели 1C представляет
15 собой бумагу с высокой абсорбцией, имеющую плотность 47 фунтов. Сравнительная панель 1A имеет вес 1307 ф/т.кв.фт., в то время как панели 1B и 1C имеют вес 1305 ф/т.кв.фт.

[0095] Проводят тест для определения влияния на сцепление между каждым покрывным листом и слоем отвержденного гипса в соответствующих панелях. После
15 того, как панели выходят из печи производственной линии, их разрезают на образцы размером 5,5×5,875 дюймов. На лицевой поверхности каждой панели делают прямую насечку глубиной в одну восьмую дюйма на расстоянии 1,0 дюйма от одной из кромок шириной 5,875 дюйма и параллельно ей, и каждую панель была выдерживают в помещении при 75°F/50% относительной влажности («ОВ») в течение ночи.

20 Кондиционированные образцы затем помещают в помещение при 90°F/90% относительной влажности. Тестирование сцепления во влажном состоянии проводят как на лицевой, так и на тыльной стороне панелей через три часа, шестнадцать часов и одну неделю в помещении при 90°F/90% относительной влажности, соответственно. Увлажненные панели тестируют в соответствии с тестом увлажненных панелей
25 следующим образом.

[0096] Увлажненную панель надрезали по насечке, не ломая и не напрягая бумагу на тыльной стороне панели, и затем больший (4,5×5,875 дюйма) кусок образца панели поворачивали и прижимали вниз лицевой поверхностью вверх, в попытке заставить
30 тыльную бумагу на тыльной стороне панели отделиться от более крупных частей. Силу увеличивают до тех пор, пока две части панели полностью не разделялись. Более высокая нагрузка связывания во влажном состоянии указывает на лучшую связь между бумагой и сердцевинной. Затем исследуют тыльную поверхность большего куска, чтобы определить долю поверхности задней бумаги, которая полностью оторвалась от сердцевины (называется «% отказа»).

35 [0097] Лицевая сторона панелей во всех трех условиях показала одинаковую нагрузку связывания во влажном состоянии и 0% разрушения между соединением бумаги с сердцевинной, как показано в таблице 2. На ФИГ. 1 показаны изображения всех трех состояний после теста на сцепление. Как видно на ФИГ. 1, хорошее сцепление между бумагой и сердцевинной наблюдается в каждом состоянии.

40

45

Таблица 2: Сцепление во влажном состоянии и доля разрыва лицевой стороны панелей в условиях 90°F/90% ОВ

Панель	Три часа		Шестнадцать часов		Одна неделя	
	Сцепление во влажном состоянии (фунты)	Разрыв %	Сцепление во влажном состоянии (фунты)	Разрыв %	Сцепление во влажном состоянии (фунты)	Разрыв %
1А (контрольная)	19,5	0	16,6	0	15,4	0
1В	22,8	0	16,6	0	15,9	0
1С	18,9	0	16,4	0	15,2	0

[0098] Однако сцепление во влажном состоянии с тыльной стороны панелей дало другие результаты, как показано в таблице 3. На ФИГ. 2 показаны изображения всех трех состояний после теста на сцепление. Как видно на ФИГ. 2, кондиционированная панель 1 В показала плохое сцепление между бумагой и сердцевинной, в то время как кондиционированные панели 1А и 1С показали хорошую связь между бумагой и сердцевинной. Контрольная панель 1А без добавления соли характеризуется высокой нагрузкой связывания во влажном состоянии и 0% разрыва между тыльной обычной бумагой и гипсовой сердцевинной. Однако когда в гипсовый раствор добавляют 600 ч./млн. хлорида, панель 1 В продемонстрировала гораздо более низкую нагрузку связывания во влажном состоянии и >60% разрушения между тыльной обычной бумагой Newslite и гипсовой сердцевинной.

Таблица 3: Сцепление во влажном состоянии и доля отказа тыльной стороны панелей в условиях 90°F/90% ОВ

Панель	Три часа		Шестнадцать часов		Одна неделя	
	Сцепление во влажном состоянии (фунты)	Разрыв %	Сцепление во влажном состоянии (фунты)	Разрыв %	Сцепление во влажном состоянии (фунты)	Разрыв %
1А (контрольная)	19	0	14,2	0	14,7	0
1В	7,31	60%	4,9	80%	3,8	100%
1С	19,3	0	14,5	0	14,1	0

[0099] В отличие от панели 1 В, где в качестве тыльной бумаги используют бумагу с высокой абсорбцией, панель 1С, который получена из того же состава раствора штукатурки, что и панель 1В, показала гораздо более высокую нагрузку связывания во влажном состоянии и 0% разрушения сцепления бумаги с сердцевинной. Это указывает на то, что бумага с высокой абсорбцией увеличивает сцепление бумаги с сердцевинной, в частности, когда стеновая панель содержит высокую концентрацию соли.

[0100] Все ссылки, включая публикации, заявки на патенты и патенты, цитируемые в настоящем документе, настоящим включены посредством ссылки в той же степени, как если бы каждая ссылка была отдельно и специально указана для включения посредством ссылки и изложена в настоящем документе полностью.

[0101] Использование терминов «а» и «an», «the» и «по меньшей мере, один» и

подобных ссылок в контексте описания изобретения (особенно в контексте следующей формулы изобретения) должно толковаться как охватывающее как единственное, так и множественное число, если иное не указано в настоящем документе или явно не противоречит контексту. Использование термина «по меньшей мере, один», за которым следует список из одного или нескольких элементов (например, «по меньшей мере, один из А и В»), следует понимать как означающий один элемент, выбранный из перечисленных элементов (А или В) или любую комбинацию двух или нескольких перечисленных элементов (А и В), если иное не указано в настоящем документе или явно не противоречит контексту. Термины «содержащий», «имеющий», «включающий» и «содержащий» следует толковать как открытые термины (т.е. означающие «включающий, но не ограниченный»), если не указано иное. Перечисление диапазонов значений в настоящем документе предназначено лишь для использования в качестве сокращенного способа ссылки на каждое отдельное значение, попадающее в диапазон, если иное не указано в настоящем документе, и каждое отдельное значение включено в спецификацию, как если бы оно было приведено в настоящем документе по отдельности. Все способы, описанные в настоящем документе, могут быть выполнены в любом подходящем порядке, если иное не указано в настоящем документе или иным образом явно не противоречит контексту. Использование любых и всех примеров или иллюстративного языка (например, «такой как»), представленных в настоящем документе, предназначено только для лучшего освещения изобретения и не налагает ограничения на объем изобретения, если не заявлено иное. Никакая формулировка в описании не должна толковаться как указывающая на какой-либо не заявленный элемент как существенный для практического применения изобретения.

[0102] В настоящем документе описаны предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения, включая наилучший способ осуществления изобретения, известный изобретателям. Вариации этих предпочтительных вариантов осуществления могут стать очевидными для специалистов в данной области техники после прочтения вышеприведенного описания. Изобретатели ожидают, что специалисты в данной области техники будут использовать такие варианты по мере необходимости, и изобретатели предполагают, что изобретение будет осуществлено иначе, чем конкретно описано в настоящем документе. Соответственно, это изобретение включает в себя все модификации и эквиваленты предмета, изложенного в прилагаемой формуле изобретения, как это разрешено применимым законодательством. Более того, любое сочетание вышеописанных элементов во всех их возможных вариантах охватывается изобретением, если иное не указано в настоящем документе или иным образом явно не противоречит контексту.

(57) Формула изобретения

1. Гипсовая панель, содержащая сердцевину из отвержденного гипса, расположенную между лицевым покрывным листом и тыльным покрывным листом, где сердцевина из отвержденного гипса образована из раствора, содержащего воду, штукатурку и солевую примесь, содержащую, по меньшей мере, 150 ч./млн аниона хлорида на 1000000 массовых частей штукатурки, где тыльный покрывной лист имеет значение Кобба на стороне склеивания, по меньшей мере, $2,1 \text{ г/100 см}^2$ в соответствии с тестом Кобба.

2. Гипсовая панель по п.1, дополнительно содержащая лицевой накрывочный слой, расположенный между лицевым покрывным листом и сердцевиной из отвержденного гипса, и/или тыльный накрывочный слой, расположенный между тыльным покрывным листом и отвержденной гипсовой сердцевиной.

3. Гипсовая панель по п.2, отличающаяся тем, что лицевой и/или тыльный накрывочный слой имеет толщину в сухом состоянии от 0,125 (1/8 дюйма) до 0,016 дюйма (1/64 дюйма), например от 0,08 (1/12 дюймов) до 0,03 дюйма (1/32 дюйма).

4. Гипсовая панель по п.2, отличающаяся тем, что солевая примесь содержит хлорид натрия, хлорид калия, хлорид магния, хлорид кальция или любую их комбинацию.

5. Гипсовая панель по п.1, отличающаяся тем, что бумага имеет значение Кобба на стороне склеивания от 2,1 до 3,1 г/100 см² в соответствии с тестом Кобба.

6. Гипсовая панель по п.1, отличающаяся тем, что бумага имеет плотность от 35 до 65 ф/т.кв.фт., например от 38 до 60 ф/т.кв.фт., например от 42 до 55 ф/т.кв.фт.

7. Гипсовая панель по п.1, отличающаяся тем, что бумага имеет толщину от 10 до 15 мил.

8. Гипсовая панель по п.1, отличающаяся тем, что бумага имеет значение Кобба со стороны прокладки, по меньшей мере, 0,5 г/100 см² в соответствии с тестом Кобба.

9. Способ изготовления гипсовой панели, включающий:

(а) смешивание, по меньшей мере, воды и штукатурки, имеющей содержание солевых примесей, включающее, по меньшей мере, 150 ч./млн аниона хлорида на 1000000 массовых частей штукатурки, с образованием первого раствора;

(b) нанесение первого раствора для формирования сердцевины панели для связывания с лицевым покрывным листом, где сердцевина панели имеет первую поверхность и вторую поверхность, где первая поверхность обращена к лицевому покрывному листу;

(с) нанесение тыльного покрывного листа для связывания со второй поверхностью сердцевины панели с образованием заготовки панели, где тыльный покрывной лист имеет значение Кобба на стороне склеивания, по меньшей мере, 2,1 г/100 см² в соответствии с тестом Кобба;

(d) сушку заготовки панели с получением панели.

10. Способ по п.9, дополнительно включающий нанесение второго раствора, содержащего, по меньшей мере, штукатурку и воду, на лицевую бумагу для образования лицевого накрывочного слоя, расположенного между лицевым покрывным листом и сердцевиной панели.

11. Способ по п.9, дополнительно включающий нанесение третьего раствора, содержащего, по меньшей мере, штукатурку и воду, на тыльную бумагу с образованием тыльного накрывочного слоя, расположенного между тыльным покрывным листом и сердцевиной панели, где вторая и третья растворы являются одинаковыми или разными.

12. Способ по п.9, отличающийся тем, что лицевой и/или тыльный накрывочный слой имеет толщину в сухом состоянии от 0,125 (1/8 дюйма) до 0,016 дюйма (1/64 дюйма), например от 0,08 (1/12 дюйма) до 0,03 дюйма (1/32 дюйма).

13. Способ по п.9, отличающийся тем, что солевая примесь представляет собой хлорид натрия, хлорид калия, хлорид магния или хлорид кальция, или любую их комбинацию.

14. Способ по п.9, отличающийся тем, что бумага имеет значение Кобба на стороне склеивания от 2,1 до 3,1 г/100 см² в соответствии с тестом Кобба.

15. Способ по п.9, отличающийся тем, что бумага имеет плотность от 40 до 65 ф/т.кв.фт., например от 42 до 60 ф/т.кв.фт., например от 45 до 55 ф/т.кв.фт.

16. Способ по п.9, отличающийся тем, что бумага имеет толщину от 10 до 15 мил.

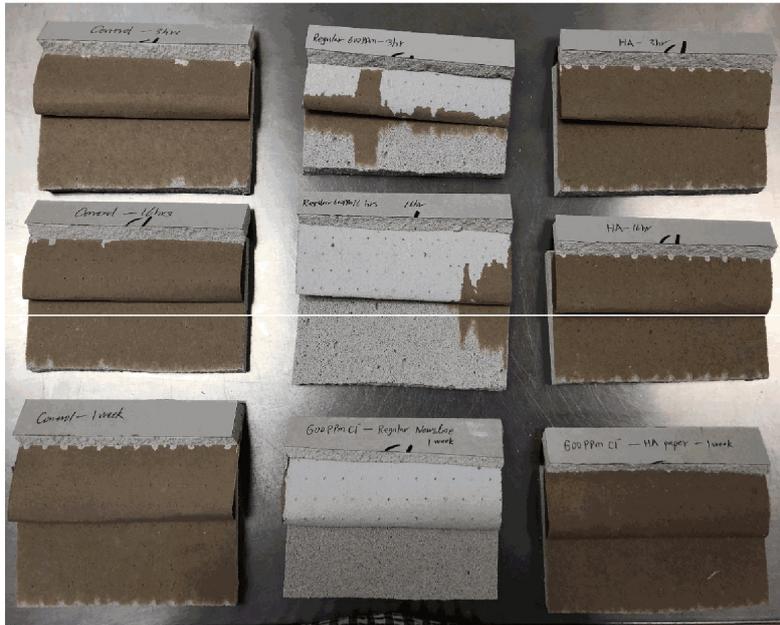
17. Способ по п.9, отличающийся тем, что бумага имеет значение Кобба со стороны прокладки, по меньшей мере, 0,5 г/100 см² в соответствии с тестом Кобба.

1



Фиг. 1

2



Фиг. 2