

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045606**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.12.11

(51) Int. Cl. *E06B 3/66* (2006.01)
B32B 17/10 (2006.01)
E06B 5/16 (2006.01)

(21) Номер заявки
202291153

(22) Дата подачи заявки
2020.10.02

(54) ОГНЕСТОЙКОЕ ВАКУУМНОЕ ИЗОЛЯЦИОННОЕ ОСТЕКЛЕНИЕ

(31) **19204179.6; 20174646.8**

(56) WO-A2-03039857
WO-A1-2018024387
EP-A1-2308675
WO-A1-2008084083

(32) **2019.10.18; 2020.05.14**

(33) **EP**

(43) **2022.07.29**

(86) **PCT/EP2020/077743**

(87) **WO 2021/073903 2021.04.22**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**АГК ГЛАСС ЮРОП (BE); АГК ИНК.
(JP); АГК ФЛЭТ ГЛАСС НОРС
АМЕРИКА, ИНК. (US); АГК ВИДРОС
ДО БРАЗИЛ ЛТДА (BR)**

(72) Изобретатель:
**Мати Бертран, Леско Томас (BE),
Шнайдер Пьер (FR), Жанфилс
Жульен (BE)**

(74) Представитель:
Квашнин В.П. (RU)

(57) Настоящее изобретение относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления, содержащему: i) по меньшей мере один вакуумный изоляционный блок остекления, содержащий: а) первую стеклянную панель GP1, имеющую внутреннюю поверхность панели и внешнюю поверхность панели, и вторую стеклянную панель GP2, имеющую внутреннюю поверхность панели и внешнюю поверхность панели; б) набор отдельных подпорок, расположенных между первой и второй стеклянными панелями, сохраняющих расстояние между первой и второй стеклянными панелями; с) герметично соединяющее уплотнение, уплотняющее расстояние между первой и второй стеклянными панелями по их периметру; d) внутренний объем V, образованный первой и второй стеклянными панелями и закрытый герметично соединяющим уплотнением; причем в нем создан вакуум с абсолютным давлением менее 0,1 мбар; и при этом внутренние поверхности панелей обращены к внутреннему объему V; и ii) по меньшей мере один вспучивающийся блок, содержащий: слой вспучивающегося материала; стеклянную панель GP1u вспучивающегося блока, находящуюся в контакте со слоем вспучивающегося материала; при этом слой вспучивающегося материала обращен к одной из внешних поверхностей панелей первой или второй стеклянной панели и лишен охватывающей периферийной распорки по их периметру.

045606
B1

045606
B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к огнестойкому остеклению с улучшенными тепловыми характеристиками.

Предпосылки создания изобретения

Огнестойкие остекления хорошо известны в данной области техники и проектируются в соответствии с четко определенными спецификациями, включая такие стандарты, как европейские стандарты EN 1363-1 и 1364-1 для стен или 1634-1 для дверей и окон. Разумеется, эти характеристики направлены на свойства огнестойкости, но должны быть добавлены дополнительные технические характеристики для удовлетворения требований пользователей и/или режимов производства.

Один из способов создания огнестойкого остекления состоит в том, чтобы собрать несколько панелей из стекол, разделенных слоями вспучивающихся материалов. Вес и толщина огнестойких остеклений могут быть большими в зависимости от требуемого уровня характеристик огнестойкости, определяющего количество стеклянных панелей и слоев вспучивающегося материала. Слои вспучивающегося материала чаще состоят из гидросиликатов щелочных металлов. В качестве альтернативы можно использовать органические гидрогели, как описано, например, в документе WO2014190444. Вспучивающиеся материалы под воздействием тепла расширяются, образуя непрозрачную для излучения пену, которая удерживает стеклянные стенки на месте, даже если последние под действием тепла разрушаются.

Использование гидросиликатов щелочных металлов в производстве огнестойких остеклений в основном осуществляется согласно двум различным способам. В первом способе, известном как "процесс сушки", слой вспучивающегося материала получают нанесением растворов этих силикатов на стеклянную панель и проведением более или менее продолжительного этапа сушки до получения твердого слоя. Несколько слоев узлов/стеклянных панелей могут быть соединены друг с другом для получения изделий с требуемыми характеристиками огнестойкости. Последний образованный слой силиката покрывают заключительной стеклянной панелью.

Второй способ, известный как "процесс отливки на месте", относится к продуктам, в которых силикатный раствор модифицируют путем добавления продуктов, определяемых как "отвердители", "сшивающие вещества" или еще каким-либо образом. Такие способности обычно относятся к продуктам, которые способствуют гелеобразованию силикатного раствора. Их тщательно выбирают, чтобы после их добавления к силикатному раствору последний, оставленный в покое, самопроизвольно затвердел в течение относительно короткого времени без необходимости проведения этапа сушки. Для этих продуктов перед образованием геля раствор и его возможные добавки заливают в полость между двумя стеклянными панелями. Стеклянные панели соединяют по периферии распоркой, которая удерживает их на расстоянии друг от друга и вместе с двумя стеклянными панелями образует герметичную полость, в которую заливают раствор. Огнестойкие остекления, полученные по второму способу, содержат периферийную распорку, охватывающую вспучивающийся слой.

В изделиях, полученных по первому способу, слой вспучивающегося материала лишен охватывающей периферийной распорки по его периметру. Другими словами, слой вспучивающегося материала доходит до краев стеклянных панелей. Напротив, процесс отливки на месте предполагает наличие такой периферийной распорки, и, следовательно, слой вспучивающегося материала не доходит до краев стеклянных панелей. В настоящее время, чтобы реагировать на изменение климата, текущая рыночная тенденция заключается в повышении тепловых характеристик зданий, важной частью которых является остекление. Следовательно, существует потребность в разработке огнестойких остеклений, демонстрирующих улучшенные тепловые характеристики. Одним из решений повышения тепловых характеристик огнестойкого остекления является включение огнестойкого остекления в систему двойного остекления. Однако такие системы вызывают ряд технических проблем.

Первая проблема при проектировании огнестойкого остекления в двойном остеклении заключается в том, что это еще больше увеличивает общую толщину и вес остекления. Поэтому становится еще сложнее обрабатывать и обрамлять это остекление. Более того, конструкция огнестойкого двойного остекления по определению требует использования периферийной распорки двойного остекления. Однако обычные периферийные распорки двойного остекления не являются предпочтительными в огнестойких применениях, где требуются специальные распорки, которые должным образом противостоят условиям пожара, например распорки из нержавеющей стали. Такие распорки демонстрируют плохую теплоизоляцию и, следовательно, существенно снижают общие тепловые характеристики окна.

Было обнаружено, что предусмотрение в проекте огнестойкого остекления в двойном остеклении может не обеспечить необходимую теплозащиту слоя вспучивающегося материала, особенно при высокой температуре, когда оптические свойства могут изменяться при старении.

Другой проблемой является чувствительность к влаге гидросиликатов щелочных металлов. Если лицевые стороны слоев вспучивающегося материала защищены стеклянными панелями, их края должны быть защищены во избежание поглощения атмосферной влаги и изменения прозрачности слоя. Для огнестойких остеклений, полученных в процессе отливки на месте, эта защита обеспечивается периферийной распоркой, охватывающей слой. Напротив, огнестойкие остекления, полученные в процессе сушки, особенно чувствительны к этой технической проблеме. Обычно используются тонкие алюминиевые полосы,

которые защищают края слоев от контакта с атмосферой и препятствуют проникновению влаги. Эти клейкие полосы имеют тот недостаток, что они относительно хрупкие. Они могут быть повреждены при обращении с остеклением, при его хранении или последующем использовании. При отрыве или частичном отрыве они не могут адекватно выполнять свою роль, что приводит к потере защиты слоя вспучивающегося материала и появлению со временем дефектов в виде помутнения краев остекления. Эти дефекты особенно вызывают трудности, когда огнестойкие остекления должны быть включены в систему двойного остекления. Действительно, процесс изготовления двойного остекления включает этап промывки в промывной машине, во время которого огнестойкое остекление находится в контакте с большим количеством воды. При повреждении защитных полос часть слоя вспучивающегося материала может раствориться в воде, что приведет к порче слоя по краям и загрязнению промывной машины.

С другой стороны, вакуумный изоляционный блок остекления (VIG) - это новейшая технология на рынке окон с высокими изоляционными свойствами. Блоки вакуумного изоляционного остекления рекомендуются из-за их высокоэффективной теплоизоляции. Блок VIG обычно состоит по меньшей мере из двух стеклянных панелей, разделенных внутренним пространством, в котором создан вакуум. Как правило, для достижения высокоэффективной теплоизоляции (коэффициент теплопередачи U составляет $U < 1,2$ Вт/м²К) абсолютное давление внутри блока остекления обычно составляет 0,1 мбар или меньше, и, как правило, по меньшей мере одна из двух стеклянных панелей покрыта низкоэмиссионным слоем. Для получения такого давления внутри блока остекления герметично соединяющее уплотнение размещают на периферии двух стеклянных панелей, и внутри блока остекления с помощью насоса создают вакуум. Чтобы блок остекления не прогнулся под атмосферным давлением (из-за разницы давлений внутри и снаружи блока остекления), между двумя стеклянными панелями устанавливают отдельные подпорки. Вместе с тем по-прежнему существует потребность в обеспечении огнестойкого остекления, демонстрирующего очень высокие тепловые характеристики, не допуская при этом технических проблем двойного остекления.

Сущность изобретения

В связи с этим предлагается огнестойкий узел вакуумного изоляционного остекления, содержащий:

- i) по меньшей мере один вакуумный изоляционный блок остекления, содержащий:
 - a) первую стеклянную панель GP1, имеющую внутреннюю поверхность панели и внешнюю поверхность панели, и вторую стеклянную панель GP2, имеющую внутреннюю поверхность панели и внешнюю поверхность панели;
 - b) набор отдельных подпорок, расположенных между первой и второй стеклянными панелями, сохраняющих расстояние между первой и второй стеклянными панелями;
 - c) герметично соединяющее уплотнение, уплотняющее расстояние между первой и второй стеклянными панелями по их периметру;
 - d) внутренний объем V , образованный первой и второй стеклянными панелями и закрытый герметично соединяющим уплотнением; причем в нем создан вакуум с абсолютным давлением менее 0,1 мбар; и при этом внутренние поверхности панелей обращены к внутреннему объему V ; и
 - ii) по меньшей мере один вспучивающийся блок, содержащий:
 - слой вспучивающегося материала;
 - стеклянную панель GPiу вспучивающегося блока, находящуюся в контакте со слоем вспучивающегося материала;
 - при этом слой вспучивающегося материала обращен к одной из внешних поверхностей панелей первой или второй стеклянной панели и лишен охватывающей периферийной распорки по их периметру.
- Настоящее изобретение также относится к огнестойкому вакуумному изоляционному узлу, причем слой вспучивающегося материала получают способом, включающим этапы: приготовления раствора-предшественника вспучивающегося материала, нанесения раствора-предшественника вспучивающегося материала на стеклянную панель огнестойкого вакуумного изоляционного узла, расположенную в горизонтальном положении, сушки раствора-предшественника вспучивающегося материала с образованием слоя вспучивающегося материала, у которого первая сторона контактирует с указанной стеклянной панелью.

Краткое описание графических материалов

На фиг. 1 показан вид в поперечном разрезе огнестойкого вакуумного изоляционного узла согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения, содержащего один вакуумный изоляционный блок остекления и один вспучивающийся блок.

На фиг. 2 показан вид в поперечном разрезе огнестойкого вакуумного изоляционного узла согласно еще одному варианту осуществления настоящего изобретения, содержащего один вакуумный изоляционный блок остекления и вспучивающийся блок с каждой стороны вакуумного изоляционного блока остекления.

На фиг. 3 показан вид в поперечном разрезе огнестойкого вакуумного изоляционного узла согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения, содержащего один вакуумный изоляционный блок остекления и один вспучивающийся блок, добавленный посредством дополнительной стеклянной панели, наложенной на вакуумный изоляционный блок остекления.

На фиг. 4 показан вид в поперечном разрезе огнестойкого вакуумного изоляционного узла согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения, содержащего один вакуумный изоляционный блок остекления и два вспучивающихся блока, каждый из которых добавлен посредством дополнительной стеклянной панели, наложенной на вакуумный изоляционный блок остекления.

На фиг. 5 показан вид в разрезе огнестойкого вакуумного изоляционного узла согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения, содержащего один вакуумный изоляционный блок остекления и два вспучивающихся блока, один вспучивающийся блок добавлен непосредственно к вакуумному изолирующему остеклению, а другой добавлен посредством дополнительной стеклянной панели, наложенной на вакуумный изоляционный блок остекления.

На фиг. 6 показан вид в поперечном разрезе огнестойкого вакуумного изоляционного узла согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения, содержащего один вакуумный изоляционный блок остекления и два вспучивающихся блока, которые оба добавлены с одной стороны вакуумного изоляционного блока остекления.

На фиг. 7 показан вид в поперечном разрезе огнестойкого вакуумного изоляционного узла согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения, содержащего два вакуумного изоляционного блока остекления, охватывающих слой вспучивающегося материала.

Подробное описание изобретения

Настоящее изобретение относится к "узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления". Такой объект далее именуется в целом как "FR-VIG". Он содержит вакуумный изоляционный блок остекления, далее именуемый как "VIG", и один или несколько вспучивающихся блоков, далее именуемых в равной степени как "IU". Целью настоящего изобретения является создание огнестойкого остекления, которое демонстрирует улучшенные тепловые характеристики при минимальном весе и толщине, является устойчивым с течением времени и может производиться экономичным способом; в частности, за счет предотвращения разрушения краев слоя вспучивающегося материала при контакте с водой в процессе производства.

Неожиданно было обнаружено, что FR-VIG согласно настоящему изобретению демонстрирует превосходные тепловые характеристики, не допуская при этом технических недостатков системы двойного остекления или негативного воздействия этапа промывки в процессе двойного остекления. Оно обеспечивает улучшенную теплозащиту слоя вспучивающегося материала, особенно при высоких температурах, когда известно, что оптические свойства склонны к изменению при старении. Это позволяет избежать потери тепловых характеристик из-за плохой работы периферийной распорки двойного остекления, когда используются металлические распорки. Это позволяет избежать повреждения слоя вспучивающегося материала за счет исключения этапа промывки, который является частью процесса изготовления двойного остекления. Кроме того, благодаря значительному уменьшению толщины FR-VIG происходит существенное снижение его веса и облегчение обработки, существенное уменьшение габаритов рамы; все это обеспечивает существенную экономию средств. Кроме того, в некоторых конкретных применениях с очень высокими показателями огнестойкости и/или высокими тепловыми характеристиками в настоящее время не существует совместимых рам. Таким образом, настоящее изобретение предлагает техническое решение для таких специфических FR-VIG. Кроме того, ширина шпунта соответствующей рамы может быть аналогичным образом уменьшена и, следовательно, это улучшает удерживание и сохранение целостности узла остекления при воздействии опасности возгорания. Стеклянные панели, подходящие для настоящего изобретения, могут быть любого типа, например, термополированными стеклянными панелями или, в качестве альтернативы, литыми или тянутыми стеклянными панелями, и могут быть выбраны из числа всех технологий производства стекла, таких как: прозрачное термополированное стекло, сверхпрозрачное или цветное стекло, (частично) матированное кислотой или (частично) подвергнутое пескоструйной обработке стекло и их комбинации. Стекло может представлять собой натриево-известково-силикатное стекло, алюмосиликатное стекло, бесщелочное стекло, боросиликатное стекло и т.п. Оно может представлять собой лист прозрачного, сверхпрозрачного стекла, стекла с низким содержанием железа или цветного стекла. Предпочтительно стеклянные панели согласно настоящему изобретению изготовлены из известково-натриевого стекла или из алюмосиликатного стекла. Неограничивающими примерами стеклянных панелей являются Planibel® Clear, Linea Azzura®, Dragontrail®, Torex®, Falcon®, Clearvision®, Clearlite®.

Стеклянные панели могут быть по меньшей мере частично покрыты. Под частичным покрытием подразумевается, что по меньшей мере часть по меньшей мере одной из их поверхностей может быть покрыта любым подходящим покрытием в зависимости от потребностей, таким как, например, низкоэмиссионное покрытие, солнцезащитное покрытие, эмаль или любые их комбинации. В частном случае, когда покрытие должно находиться в контакте со слоем вспучивающегося материала, подходящими покрытиями являются покрытия, совместимые со слоем вспучивающегося материала, например, совместимые с сильнощелочным характером композиций гидросиликата щелочного металла.

Можно использовать термически обработанные или химически закаленные стеклянные панели. Термически обработанная стеклянная панель может быть подвергнута любой термической обработке,

известной специалисту в данной области техники, такой как термическое упрочнение (в соответствии с EN 1863-1:2011), термическая закалка (в соответствии с EN 12150-2:2015) или термическая закалка и выдержка для прогревания (согласно EN 14179-2:2005). Стеклопанель, термически обработанная в соответствии с этими стандартами, пригодна в качестве безопасного стекла. Химическая закалка особенно подходит для тонких стеклянных панелей.

Узел огнестойкого вакуумного остекления согласно изобретению содержит вакуумный изоляционный блок остекления VTG, который содержит первую стеклянную панель GP1 и вторую стеклянную панель GP2, которые разнесены друг от друга с помощью набора отдельных подпорок, герметически соединяющее уплотнение и внутренний объем. Набор отдельных подпорок удерживает указанные стеклянные панели на определенном расстоянии друг от друга. Это расстояние обычно находится в диапазоне от 50 мкм до 1000 мкм, предпочтительно от 50 мкм до 500 мкм и более предпочтительно от 50 мкм до 150 мкм. Между указанными стеклянными панелями внутренний объем V, в котором существует вакуум с абсолютным давлением менее 0,1 мбар, закрыт герметично соединяющим уплотнением, размещенным по периферии стеклянных панелей вокруг указанного внутреннего пространства.

Каждая из первой и второй стеклянных панелей имеет внутреннюю поверхность панели и внешнюю поверхность панели. Каждая внутренняя поверхность панели обращена к внутреннему объему V. В одном варианте осуществления толщина первой стеклянной панели Z1 идентична толщине второй стеклянной панели Z2 ($Z1=Z2$). В другом варианте осуществления толщина первой стеклянной панели Z1 больше или меньше толщины второй стеклянной панели Z2 ($Z1>Z2$ или $Z1<Z2$). Толщина первой и/или второй стеклянных панелей Z1, Z2 блока VIG обычно равна или превышает 2 мм ($Z1, Z2 \geq 2$ мм), предпочтительно равна или превышает 3 мм, ($Z1, Z2 \geq 3$ мм), более предпочтительно равна или превышает 4 мм, ($Z1, Z2 \geq 4$ мм), более предпочтительно равна или превышает 6 мм ($Z1, Z2 \geq 6$ мм). Обычно толщина первой и второй стеклянных панелей составляет не более 12 мм, предпочтительно не более 10 мм, более предпочтительно не более 8 мм. VIG согласно настоящему изобретению содержит набор отдельных подпорок, расположенных между GP1 и GP2, чтобы поддерживать внутренний объем V. Отдельные подпорки расположены между GP1 и GP2, поддерживая расстояние между ними и образуя массив, имеющий шаг λ , составляющий от 10 мм до 100 мм ($10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 100 \text{ мм}$). Под шагом подразумевается интервал между отдельными распорками. В предпочтительном варианте осуществления шаг составляет от 20 мм до 80 мм ($20 \text{ мм} \leq \lambda \leq 80 \text{ мм}$), более предпочтительно от 20 мм до 50 мм ($20 \text{ мм} \leq \lambda \leq 50 \text{ мм}$). Массив обычно представляет собой регулярный массив на основе равносторонней треугольной, квадратной или шестиугольной схемы, предпочтительно на основе квадратной схемы. Отдельные подпорки могут иметь различную форму, такую как цилиндрическая, сферическая, нитевидная, форма песочных часов, С-образная, крестообразная, призматическая форма... Предпочтительно использовать небольшие подпорки, т.е. подпорки, имеющие общую поверхность контакта со стеклянной панелью, образованную их внешней окружностью, равную или меньше 5 мм^2 , предпочтительно равную или меньше 3 мм^2 , более предпочтительно равную или меньше 1 мм^2 . Эти значения могут обеспечить хорошую механическую прочность, в то же время, оставаясь эстетически несвязанными. Отдельные распорки обычно выполнены из материала, имеющего прочность, способную выдерживать давление, прилагаемое поверхностями стеклянных панелей, способного выдерживать высокотемпературный процесс, такой как прокаливание и отверждение при нагревании, и незначительно выделяющего газ после изготовления стеклянной панели. Такой материал является предпочтительно твердым металлическим материалом, кварцевым стеклом или керамическим материалом, в частности металлическим материалом, например, железом, вольфрамом, никелем, хромом, титаном, молибденом, углеродистой сталью, хромовой сталью, никелевой сталью, нержавеющей сталью, никелево-хромистой сталью, марганцевой сталью, хромомарганцевой сталью, хромомолибденовой сталью, кремнистой сталью, нихромом, дюралем и т.п., или керамическим материалом, например, корундом, оксидом алюминия, муллитом, магниезией, оксидом иттрия, нитридом алюминия, нитридом кремния и т.п. Внутренний объем V, ограниченный между стеклянными панелями VIG, закрыт герметично соединяющим уплотнением, расположенным по периферии стеклянных панелей вокруг указанного внутреннего объема. Указанное герметично соединяющее уплотнение является непроницаемым и твердым. Термин "непроницаемый" в данном документе понимается как означающий непроницаемый для воздуха или любого другого газа, присутствующего в атмосфере.

Существуют различные технологии герметично соединяющего уплотнения. Первый тип уплотнения (наиболее распространенный) является уплотнением на основе стеклянного припоя, для которого температура плавления ниже, чем температура плавления стекла стеклянных панелей блока остекления. Использование этого типа уплотнения ограничивает выбор низкоэмиссионных слоев теми слоями, которые не разрушаются в результате теплого цикла, необходимого для изготовления припойного стекла, т.е. теми слоями, которые способны выдерживать температуру, возможно, до 250°C. Второй тип уплотнения представляет собой металлическое уплотнение, например, металлическую полосу небольшой толщины (<500 мкм), припаянную по периферии блока остекления с помощью грунтовочного подслоя, покрытого по меньшей мере частично слоем пригодного к пайке материала, например, мягкого оловянного припоя. Одним существенным преимуществом этого второго типа уплотнения относительно первого типа уплот-

нения является то, что он способен частично деформироваться для частичного поглощения относительного расширения, создаваемого между двумя стеклянными панелями. Существуют различные типы грунтовочных подслоев на стеклянной панели.

В заявке на патент WO 2011/061208 A1 описан примерный вариант осуществления периферийного непроницаемого уплотнения второго типа для вакуумного изоляционного блока остекления. В этом варианте осуществления уплотнением является металлическая полоска, например, выполненная из меди, которая припаяна посредством пригодного к пайке материала к клейкой ленте, предусмотренной на периферии стеклянных панелей. Вакуум с абсолютным давлением менее 0,1 мбар, предпочтительно менее 0,01 мбар создан во внутреннем объеме V, образованном GP1 и GP2, и закрыт герметично соединяющим уплотнением. Вакуум значительно снижает передачу энергии через VIG. Для создания вакуума во внутреннем пространстве блока остекления на основной поверхности одной из стеклянных панелей обычно предусмотрена полая стеклянная трубка, обеспечивающая сообщение между внутренним пространством и наружной частью. Таким образом, частичный вакуум создается во внутреннем объеме за счет откачки газов, находящихся во внутреннем пространстве, с помощью насоса, соединенного с внешним концом стеклянной трубки.

Для поддержания заданного уровня вакуума в VIG в блоке остекления может быть использован газопоглотитель. В частности, внутренние поверхности стеклянных панелей, составляющих блок остекления, могут со временем выделять газы, предварительно абсорбированные стеклом, тем самым увеличивая внутреннее давление в вакуумной изоляционной панели остекления и тем самым снижая характеристики вакуума. В целом, такой газопоглотитель выполнен из сплавов циркония, ванадия, железа, кобальта, алюминия и т.д. и нанесен в виде тонкого слоя (толщиной несколько микрон) или выполнен в виде бруска, размещенного между стеклянными панелями панели остекления так, что его не видно (например, скрыт наружной эмалью или частью периферийного непроницаемого уплотнения). Газопоглотитель на своей поверхности при комнатной температуре образует пассивирующий слой, и, следовательно, он должен быть нагрет для устранения пассивирующего слоя и, таким образом, активации газопоглощающих свойств его сплава. Газопоглотитель указан как "активируемый при нагревании". FR-VIG согласно настоящему изобретению дополнительно содержит по меньшей мере один вспучивающийся блок IU, содержащий слой вспучивающегося материала и стеклянную панель IU, GPiU.

Под вспучивающимся материалом понимают материал, который набухает при нагревании выше температуры 100°C. Набухание обычно является следствием фазового перехода внутримолекулярной воды из жидкой фазы в паровую фазу внутри вспучивающегося материала. Связанное с этим увеличение объема указанной воды приводит к вспениванию геля. Таким образом, толщина слоя геля может увеличиваться в пределах от двух до нескольких десятков раз.

GPiU находится в контакте со слоем вспучивающегося материала. Слой вспучивающегося материала обращен к одной из внешних поверхностей первой или второй стеклянной панели VIG. Другими словами, слой вспучивающегося материала не обращен наружу FR-VIG. Разные стеклянные панели FR-VIG по существу параллельны друг другу. Слой вспучивающегося материала также лишен охватывающей периферийной распорки по его периметру. Другими словами, слой вспучивающегося материала согласно настоящему изобретению доходит до краев GPiU. Вспучивающийся блок, лишенный периферийной распорки, охватывающей слой вспучивающегося материала, обычно получают с помощью процесса сушки, который будет подробно описан ниже. Напротив, вспучивающийся блок, полученный в процессе отливки на месте, предполагает наличие такой периферийной распорки, и, следовательно, слой вспучивающегося материала не доходит до краев GPiU.

Слой вспучивающегося материала может представлять собой слой композиции гидросиликата щелочного металла. В качестве альтернативы, он может представлять собой слой органического гидрогеля, такой как описан, например, в документе WO2014190444. В качестве альтернативы, слой вспучивающегося материала также может представлять собой слой, содержащий как органический гидрогель, так и композицию гидросиликата щелочного металла, присутствующие в виде смеси или в виде различных подслоев. Под этим последним вариантом подразумевается, что слой вспучивающегося материала может содержать по меньшей мере один подслой органического гидрогеля и один подслой композиции гидросиликата щелочного металла.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения слой вспучивающегося материала представляет собой слой композиции гидросиликата щелочного металла. По сравнению с органическими гидрогелями гидросиликаты щелочных металлов обладают лучшей термической стабильностью и лучшей стойкостью к старению, например, лучшей стойкостью к пожелтению. Например, в документе EP3395928A1 раскрыта проблема пожелтения органических гидрогелей.

Слой вспучивающегося материала, подходящего для изобретения, обычно имеет толщину в диапазоне от 1 до 30 мм. Ниже 1 мм показатели огнестойкости ограничены, а выше 30 мм время высыхания для получения слоя становится слишком большим. Толщина слоя органического гидрогеля обычно составляет от 5 до 30 мм. Толщина слоя композиции гидросиликата щелочного металла обычно составляет от 1 до 10 мм, предпочтительно от 1,2 до 6 мм.

Силикаты щелочных металлов, используемые в композициях гидросиликатов щелочных металлов,

обычно выбирают среди силикатов калия, натрия и лития. Возможна смесь этих силикатов в различных пропорциях. Однако силикаты натрия или силикаты калия или их смеси являются предпочтительными.

Силикаты щелочных металлов обычно характеризуются молярным отношением $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$, которое представляет собой соотношение между количеством молей кремнезема и количеством молей оксида щелочного металла, присутствующего в композиции гидросиликата щелочного металла.

В настоящем варианте осуществления молярное отношение $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ предпочтительно находится в диапазоне от 2,5 до 8. Более предпочтительно по меньшей мере 3, наиболее предпочтительно по меньшей мере 3,2. Более предпочтительно не более 6, наиболее предпочтительно не более 5,3.

Выбор количества содержания воды зависит не только от огнезащитных свойств, но и от оптического качества получаемых остеклений. При высоком содержании воды слой композиции гидросиликата щелочного металла имеет тенденцию быть менее стабильным при старении. Трудно гарантировать, что эти продукты останутся идеально прозрачными.

В нем часто образуется помутнение, которое со временем становится более выраженным.

По этой причине массовая доля воды в слое композиции гидросиликата щелочного металла обычно составляет от 18 до 50% от общей массы слоя, предпочтительно не более 45%, наиболее предпочтительно не более 42%.

Предпочтительными слоями композиций гидросиликата щелочного металла являются композиции гидросиликата щелочного металла, содержащие силикаты калия и/или натрия с молярным отношением $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ в диапазоне от 2,5 до 8 и имеющие массовую долю содержания воды от 18 до 50%.

Помимо силикатов щелочных металлов и воды в композиции гидросиликата щелочного металла могут присутствовать различные добавки, такие как полиолы и, в частности, этиленгликоль или глицерин. Полиолы предназначены для компенсации недостаточной пластичности гидросиликатов щелочных металлов. В свою очередь, присутствие полиолов отрицательно влияет на скорость высыхания композиции, поэтому их содержание необходимо тщательно контролировать. Полиолы обычно присутствуют в слое композиции гидросиликата щелочного металла в концентрации в диапазоне от 0 до 22 вес.%. Предпочтительные уровни гликолей составляют от 3 до 18 вес.% слоя композиции гидросиликата щелочного металла.

Традиционно слой композиции гидросиликата щелочного металла также содержит другие добавки в небольших количествах, такие как агенты, стабилизирующие силикаты. Это, например, продукты азота (мочевина, амины...), которые способствуют образованию регулярной пены, или поверхностно-активные вещества, которые способствуют смачиванию стеклянных панелей, с которыми контактирует слой композиции гидросиликата щелочного металла. Преимущественно слой композиции гидросиликата щелочного металла содержит гидроксид тетраметиламмония (ТМАН) в массовой доле не более 2% от массы слоя.

Для улучшения адгезии слоя композиции гидросиликата щелочного металла со стеклянными панелями могут присутствовать усилители адгезии, такие как, например, силаны и функционализированные силаны, такие как аminosиланы.

В первом конкретном варианте осуществления изобретения слой вспучивающегося материала FR-VIG обращен к внешней поверхности панели первой (GP1) или второй (GP2) стеклянной панели и находится в контакте с ними. В этом варианте осуществления слой вспучивающегося материала находится в контакте с внешней поверхностью панели GP1 или с внешней поверхностью панели GP2.

Используемая в настоящем изобретении формулировка "в контакте с" не исключает наличия на поверхности стеклянной панели покрытия, например, как описанные выше (например, низкоэмиссионное, солнцезащитное покрытие, эмаль), или усилителя адгезии, которое в данном документе рассматривается как часть стеклянной панели. На фиг. 1 показана иллюстрация этого варианта осуществления, в котором FR-VIG (10) содержит VTG и один IU (60). VIG содержит GP1, имеющую внутреннюю поверхность (11) панели и внешнюю поверхность (12) панели, и GP2, имеющую внутреннюю поверхность (21) панели и внешнюю поверхность (22) панели. На внутренней поверхности (21) панели GP2 предусмотрено покрытие (8). VIG дополнительно содержит набор отдельных подпорок (4), расположенных между GP1 и GP2, поддерживающих расстояние между ними и герметично соединяющим уплотнением (5), уплотняющим расстояние между GP1 и GP2 по их периметру. Внутренний объем V образован GP1 и GP2 и закрыт герметично соединяющим уплотнением (5). Внутренние поверхности (11, 21) панелей обращены к внутреннему объему V. Вспучивающийся блок (60) содержит слой вспучивающегося материала (61), который контактирует с одной стороны с внешней поверхностью (22) панели GP2, а с другой стороны со стеклянной панелью (GPiu) вспучивающегося блока. Слой вспучивающегося материала (61) лишен охватывающей периферийной распорки по его периметру.

В варианте этого варианта осуществления FR-VIG может дополнительно содержать по меньшей мере второй вспучивающийся блок, причем слой вспучивающегося материала этого второго IU обращен к другой внешней поверхности панели GP1 или GP2 и находится в контакте с ней. В этом конкретном случае внешняя поверхность панели каждой из GP1 и GP2 находится в контакте с вспучивающимся слоем. Другими словами, FR-VIG содержит вспучивающийся блок с каждой стороны VTG.

На фиг. 2 представлена иллюстрация этого варианта, в котором FR-VIG (10) содержит VIG и IU

(60), как уже описано со ссылкой на фиг. 1. FR-VIG дополнительно содержит еще один IU (60b), содержащий слой вспучивающегося материала (61b) и стеклянную панель (GP1ub) IU, причем слой вспучивающегося материала (61b) контактирует с одной стороны с внешней поверхностью (12) панели GP1, а с другой стороны - со стеклянной панелью (GP1ub) вспучивающегося блока. Слой вспучивающегося материала (61b) лишен охватывающей периферийной распорки по его периметру.

Во втором конкретном варианте осуществления изобретения слой вспучивающегося материала обращен к внешней поверхности панели первой (GP1) или второй (GP2) стеклянной панели и отделен от нее дополнительной стеклянной панелью GP3 с наслоенным промежуточным полимерным слоем на указанную внешнюю поверхность панели. В отличие от предыдущих вариантов осуществления в данном документе слой вспучивающегося материала отделен от внешней поверхности панели GP1 или GP2 промежуточным полимерным слоем и GP3. Этот вариант осуществления представляет особый интерес, поскольку такой FR-VIG можно, например, легко изготовить путем наслоения промежуточного полимерного слоя на:

существующее VIG и

существующее огнестойкое остекление, обычно состоящее из 2 стеклянных панелей, разделенных слоем вспучивающегося материала.

Эта конструкция позволяет соединить существующий компонент VIG с существующим огнестойким остеклением, необязательно в месте, которое совпадает или отличается от места, где обрабатываются отдельные компоненты.

Преимуществом такой конструкции является достижение более высокого класса безопасного остекления за счет механического усиления остекления в соответствии с EN12600 (Европейским стандартом безопасного остекления). Еще одним преимуществом является улучшенное поглощение механического напряжения между компонентами в случае коробления.

Промежуточный полимерный слой, подлежащий использованию в этом варианте осуществления, обычно содержит материал, выбранный из группы, включающей этиленвинилацетат (EVA), полиизобутилен (PIB), полиацетали, например поливинилбутираль (PVB), полиуретан (PU), поливинилхлорид (PVC), полиэфир, циклоолефиновые полимеры (COP), иономеры и/или активируемые ультрафиолетом клеи и другие известные из уровня техники производственные многослойные стекла. Также подходящими могут быть смешанные материалы, в которых используется любая совместимая комбинация этих материалов. Предпочтительно промежуточный полимерный слой содержит материал, выбранный из группы, включающей этиленвинилацетат и/или поливинилбутираль. Более предпочтительно промежуточный полимерный слой содержит материал, который можно обрабатывать при более низком давлении, такой как этиленвинилацетат.

Промежуточный полимерный слой действует как "связующий промежуточный слой", поскольку промежуточный полимерный слой и стеклянная панель образуют связь, которая приводит к склеиванию стеклянной панели и промежуточного полимерного слоя.

Промежуточный полимерный слой, подлежащий использованию в настоящем изобретении, может представлять собой прозрачный или полупрозрачный полимерный промежуточный слой. Однако для декоративных применений промежуточный полимерный слой может быть окрашен или на него может быть нанесен узор. Типичная толщина промежуточного полимерного слоя составляет от 0,15 мм до 3,5 мм, предпочтительно от 0,30 мм до 1,75 мм, более предпочтительно от 0,5 мм до 1,75 мм. Обычные коммерчески доступные полимерные пленки представляют собой слои поливинилбутираля (PVB) толщиной 0,38 мм и 0,76 мм, 1,52 мм, 2,28 мм и 3,04 мм. Для достижения требуемой толщины могут использоваться одна или несколько из тех пленок. Усиленная звукоизоляция может быть обеспечена за счет использования промежуточного полимерного слоя с особыми акустическими характеристиками, такого как специальные PVB: например, акустический промежуточный слой PVB Saflex® от Eastman или акустический слой PVB Trosifol® от Kuraray.

За счет соответствующего выбора промежуточного полимерного слоя также может быть обеспечена защита вспучивающегося материала от ультрафиолетового излучения. Если в FR-VIG присутствует несколько промежуточных полимерных слоев, они могут быть выполнены из одного или разных материалов. По практическим соображениям они предпочтительно выполнены из одного и того же материала.

На фиг. 3 представлена иллюстрация этого варианта осуществления, в котором FR-VIG (10) содержит VIG и IU (60), как уже описано со ссылкой на фиг. 1, но в данном документе на внутренней поверхности (11) панели GP1 предусмотрено покрытие (8). FR-VIG, показанное на фиг. 3, дополнительно содержит дополнительную стеклянную панель GP3 и промежуточный полимерный слой (7). GP3 и промежуточный полимерный слой (7) разделяют VIG и IU. Стеклянная панель GP3 с одной стороны наслоена на внешнюю поверхность (22) панели GP2, а с другой стороны находится в контакте с вспучивающимся слоем (61).

В варианте этого второго варианта осуществления FR-VIG может дополнительно содержать по меньшей мере второй вспучивающийся блок, в котором слой вспучивающегося материала обращен к

другой из внешних поверхностей панелей GP1 или GP2 и отделен от него дополнительной стеклянной панелью GP4 с наложенным промежуточным полимерным слоем на внешнюю поверхность панели. Другими словами, FR-VIG содержит вспучивающийся блок с каждой стороны VTG.

На фиг. 4 представлена иллюстрация этого варианта, в котором FR-VIG (10) содержит VIG и IU (60), как уже описано со ссылкой на фиг. 1. На фиг. 4 слой вспучивающегося материала (61) отделен от VIG стеклянной панелью GP3 и промежуточным полимерным слоем (7). Кроме того, FR-VIG, показанное на фиг. 4, содержит еще один вспучивающийся блок (60b) со слоем вспучивающегося материала (61b) и стеклянную панель (GPiub) вспучивающегося блока, причем слой вспучивающегося материала (61b) обращен к внешней поверхности (12) GP1 и отделен от нее дополнительной стеклянной панелью GP4 с наложенным промежуточным полимерным слоем (7b) на указанную внешнюю поверхность панели. Другими словами, FR-VIG содержит вспучивающийся блок с каждой стороны VIG.

Третий конкретный вариант осуществления изобретения представляет собой комбинацию двух первых вариантов осуществления, в которой VIG FR-VIG окружен вспучивающимся блоком с каждой стороны. С одной стороны, одна из GP1 или GP2 имеет наружную поверхность панели, контактирующую со слоем вспучивающегося материала первого вспучивающегося блока, а с другой стороны, другая из GP1 или GP2 имеет внешнюю поверхность панели, отделенную от слоя вспучивающегося материала второго вспучивающегося блока стеклянной панелью с наложенным промежуточным полимерным слоем на указанную внешнюю поверхность панели.

На фиг. 5 представлена иллюстрация этого варианта осуществления, в котором FR-VIG (10) содержит VIG и два вспучивающихся блока (60, 60b), как уже описано со ссылкой на фиг. 2. FR-VIG, показанное на фиг. 5, дополнительно содержит дополнительную стеклянную панель GP3 и промежуточный полимерный слой (7), которые отделяют вспучивающийся блок (60b) от внешней поверхности (12) панели GP1. В четвертом конкретном варианте осуществления изобретения, который также применим к трем предыдущим вариантам, FR-VIG дополнительно содержит по меньшей мере один дополнительный вспучивающийся блок, причем вспучивающийся слой дополнительного вспучивающегося блока обращен к стеклянной панели IU предыдущего вспучивающегося блока. Дополнительный вспучивающийся блок может быть обращен к стеклянной панели IU и находиться в контакте с ней, или он может быть обращен к стеклянной панели IU предыдущего вспучивающегося блока и быть отделенной от нее дополнительной стеклянной панелью с наложенным промежуточным полимерным слоем на указанную стеклянную панель IU. FR-VIG в этом варианте может также содержать несколько дополнительных вспучивающихся блоков. Если FR-VIG состоит из нескольких вспучивающихся блоков, противопожарные характеристики FR-VIG предпочтительно улучшаются с увеличением количества вспучивающихся блоков, однако толщина и вес FR-VIG также увеличиваются, и в зависимости от потребностей необходимо достичь правильного баланса. В настоящем варианте осуществления количество IU обычно составляет от 2 до 15, предпочтительно от 2 до 6.

На фиг. 6 представлена иллюстрация этого варианта осуществления, в котором FR-VIG (10) содержит VIG и IU (60), как уже описано со ссылкой на фиг. 1. FR-VIG, показанный на фиг. 6, дополнительно содержит один дополнительный вспучивающийся блок (60b), в котором слой вспучивающегося материала (61b) находится в контакте с GPiu предыдущего вспучивающегося блока.

В пятом конкретном варианте осуществления изобретения слой вспучивающегося материала FR-VIG обращен к одной из внешних поверхностей панелей первой (GP1) или второй (GP2) стеклянной панели и находится в контакте с ней, и FR-VIG дополнительно содержит:

- i) другую стеклянную панель GP2b;
- ii) другой набор отдельных подпорок, расположенных между стеклянной панелью GPiu и GP2b вспучивающегося блока, сохраняющих расстояние между GPiu и GP2b;
- iii) другое герметично соединяющее уплотнение, уплотняющее расстояние между GPiu и GP2b по их периметру;
- iv) другой внутренний объем Vb, образованный GPiu и другой стеклянной панелью GP2b и закрытый другим герметично соединяющим уплотнением, в котором создан абсолютный вакуум с давлением менее 0,1 мбар.

Таким образом, в этом варианте осуществления образовано второе VIG, содержащее GP2b, стеклянную панель IU, набор отдельных подпорок, герметически склеивающее уплотнение и внутренний объем. GPiu одновременно представляет собой стеклянную панель вспучивающегося блока и второго VIG.

FR-VIG этого варианта можно получить, например, путем соединения двух VIG слоем вспучивающегося материала.

FR-VIG согласно этому варианту осуществления показан на фиг. 7, где FR-VIG (10) содержит VIG и IU (60), как уже описано со ссылкой на фиг. 1. FR-VIG, показанное на рис. 7, дополнительно содержит дополнительную стеклянную панель GP2b, дополнительный набор отдельных подпорок (4b) между стеклянной панелью GPiu IU и GP2b, дополнительное герметическое уплотнение (5b) и дополнительный внутренний объем Vb, образованный GPiu и GP2b и закрытый соединяющим уплотнением (5b). Таким образом, второе VIG образовано GP2b, GPiu, набором отдельных подпорок (4b), герметично соединяю-

щим уплотнением (5b) и внутренним объемом Vb. GPiu одновременно представляет собой стеклянную панель вспучивающегося блока (60) и второго VTG, и слой вспучивающегося материала (61) заключен между первым и вторым VIG. В вариантах осуществления изобретения, где FR-VIG содержит несколько вспучивающихся блоков, слои вспучивающихся материалов могут быть одинаковыми или разными. Несколькими не исчерпывающими примерами использования различных слоев вспучивающихся материалов являются FR-VIG со слоями гидросиликатов щелочных металлов различного состава, FR-VIG со слоями органических гидрогелей различного состава, FR-VIG с некоторыми слоями гидросиликатов щелочных металлов и некоторых органических гидрогелей. Если присутствует несколько вспучивающихся блоков, все слои вспучивающихся материалов предпочтительно лишены охватывающей периферийной распорки по их периметру. Все они предпочтительно представляют собой слои композиций гидросиликата щелочного металла с одинаковым или различным составом. В вариантах осуществления настоящего изобретения, где FR-VIG содержит несколько вспучивающихся блоков, все вспучивающиеся блоки предпочтительно обращены к одной и той же стеклянной панели VIG. Другими словами, VTG не зажато между вспучивающимися блоками.

Это представляет особый интерес, когда FR-VIG используется для закрытия проема в перегородке. Эта перегородка отделяет внешнее пространство от внутреннего пространства, обычно это перегородка, отделяющая внешнюю атмосферу от внутреннего пространства здания. Действительно, в этом случае вспучивающиеся блоки должны быть защищены от внешней среды и высоких температур, поэтому FR-VIG предпочтительно располагать таким образом, чтобы вспучивающиеся блоки были обращены во внутреннее пространство, а VIG - во внешнюю атмосферу. По той же причине FR-VIG, содержащее один вспучивающийся блок, используемое для закрытия проема в перегородке, отделяющей внешнюю атмосферу от внутреннего пространства здания, предпочтительно располагать так, чтобы вспучивающийся блок был обращен во внутреннее пространство, а VIG - во внешнюю атмосферу.

FR-VIG согласно настоящему изобретению может также содержать на одном или обоих концах одну или несколько дополнительных стеклянных панелей с наслоенным промежуточным полимерным слоем (слоями). Промежуточные полимерные слои описаны выше. Это является особенно предпочтительным для улучшения характеристик безопасности, таких как противовзломные и пуленепробиваемые характеристики, защита от дефенестрации.

В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения на внутренней поверхности первой и/или второй стеклянных панелей по меньшей мере одного VIG предусмотрено покрытие, такое как покрытие, отражающее тепловые лучи, или низкоэмиссионное покрытие. Например, это проиллюстрировано покрытием (8) на фиг. 1 и 2.

Количество вспучивающихся блоков FR-VIG обычно составляет от 1 до 15 и предпочтительно от 1 до 6.

Слой вспучивающегося материала, лишенный периферийной распорки, обычно может быть получен способом, включающим этапы:

приготовления раствора-предшественника вспучивающегося материала, нанесения раствора-предшественника вспучивающегося материала на стеклянную панель FR-VIG, расположенную в горизонтальном положении, сушки раствора-предшественника вспучивающегося материала с образованием слоя вспучивающегося материала, у которого первая сторона контактирует с указанной стеклянной панелью.

Этап приготовления раствора-предшественника вспучивающегося материала может быть осуществлен любым способом, известным специалисту в данной области. Предшественники можно, например, вводить в смесительный бак через расходомеры. Раствор-предшественник вспучивающегося материала может представлять собой раствор-предшественник гидросиликата щелочного металла, или раствор-предшественник органического гидрогеля, или раствор, содержащий как предшественники гидросиликата щелочного металла, так и предшественники органического гидрогеля. Этот процесс особенно подходит для растворов-предшественников гидросиликата щелочного металла. В случае раствора-предшественника гидросиликатов щелочных металлов раствор может быть приготовлен, например, исходя из коммерческих водных растворов силикатов щелочных металлов или из смесей коллоидного кремнезема с добавлением гидроксидов щелочных металлов или из них обоих.

Гидросиликаты щелочных металлов описаны выше. Смеси коллоидного кремнезема с гидроксидами щелочных металлов могут иметь значительно более низкое содержание воды, чем в промышленных силикатах, и, следовательно, гораздо более высокие отношения $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$. Следовательно, их использование может обеспечить преимущество для сокращения времени сушки и обеспечить лучшую огнестойкость в случае пожара. Тем не менее, по экономическим причинам предпочтительно использовать промышленные силикаты щелочных металлов с добавлением коллоидного кремнезема, если желательны растворы, имеющие высокое молярное отношение, без необходимости удаления избыточного количества воды.

При использовании смесей коллоидного кремнезема и гидроксидов щелочных металлов свойства раствора-предшественника вспучивающегося материала зависят от размера частиц. В целом увеличение размера частиц в определенных пределах позволяет отсрочить нежелательное спекание раствора перед

его нанесением на стеклянную панель узла. Другими словами, увеличение размера частиц кремнезема позволяет поддерживать необходимую вязкость раствора-предшественника вспучивающегося материала для дальнейшей обработки.

Очевидно, что увеличение размера частиц ограничено, поскольку за пределами определенного размера смеси уже не обладают требуемыми оптическими свойствами и, в частности, прозрачностью. Слишком большие размеры частиц кремнезема приводят к рассеиванию света и образованию замутнения. На практике частицы диоксида кремния, используемые для образования смеси вспучивающегося материала на основе силиката, имеют средний диаметр не менее 40 нм и предпочтительно не менее 50 нм. Эти частицы также имеют средние размеры, которые преимущественно не превышают 150 нм и предпочтительно не превышают 130 нм. Особенно предпочтительный средний диаметр составляет от 60 нм до 120 нм.

Молярное отношение $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ в растворе-предшественнике гидросиликата щелочного металла также является таким, как описано выше для слоя композиции гидросиликата щелочного металла.

Массовая доля содержания воды в растворе-предшественнике гидросиликата щелочного металла обычно составляет от 40 до 65% от массы раствора.

Полиолы обычно добавляют в растворы-предшественники гидросиликатов щелочных металлов в концентрации не более 15 вес.%, предпочтительно не более 10 вес.% от массы раствора. Предпочтительными полиолами являются гликоли, особенно этиленгликоль или глицерин.

Традиционно раствор-предшественник гидросиликата щелочного металла также включает другие добавки в небольших количествах, такие как продукты азота (мочевина, амины...), поверхностно-активные вещества или усилители адгезии, такие как силаны и функционализированные силаны, такие как аminosиланы, как описано выше в связи с композицией гидросиликатов щелочных металлов. Предпочтительно раствор-предшественник содержит гидроксид массовую долю тетраметиламмония (ТМАН) в количестве не более 1,5% от массы раствора.

Необязательный этап дегидратации раствора-предшественника вспучивающегося материала может иметь место между этапом приготовления раствора и этапом нанесения раствора на стеклянную панель узла для уменьшения количества воды в растворе. Этот этап дегидратации отличается от этапа сушки, который происходит после нанесения раствора на горизонтальную стеклянную панель.

Раствор после дегидратации достаточно стабилен при обычных условиях температуры окружающей среды. Он может храниться в течение нескольких часов или даже дней при необходимости при охлаждении без риска образования геля. Эту стабильность можно использовать для устранения пузырьков, которые могли появиться при приготовлении раствора.

На следующем этапе раствор-предшественник вспучивающегося материала наносят на стеклянную панель узла, помещенную в горизонтальное положение.

Этап сушки раствора-предшественника вспучивающегося материала обычно выполняют путем помещения стеклянной панели, снабженной раствором-предшественником вспучивающегося материала, в нагретую камеру при контролируемых условиях температуры и влажности. Время сушки может варьироваться в зависимости от условий сушки, обычно оно составляет от нескольких часов до 48 часов. Время сушки не только дорого обходится, но и влияет на качество получаемых продуктов. При температурах порядка ста^оС длительный контакт стеклянных листов с сильнощелочными составами может привести к поверхностному разъеданию стекла. Сушку также можно проводить, помещая стеклянную панель с покрытием на конвейер, движущийся в печи, такой как подогреваемый туннель. Сушку проводят до тех пор, пока не образуется слой вспучивающегося материала, первая сторона которого находится в контакте с указанной стеклянной панелью узла.

В конкретном варианте осуществления слой вспучивающегося материала может состоять из нескольких подслоев, полученных из раствора-предшественника вспучивающегося материала, которые могут быть одинаковыми или разными. Несколько неисчерпывающих примеров слоя вспучивающегося материала, состоящего из различных подслоев, представляют собой слой, состоящий из:

- подслоев гидросиликатов щелочных металлов различного состава,
- подслоев органических гидрогелей разного состава,
- подслоя (подслоев) гидросиликатов щелочных металлов и подслоя (подслоев) органических гидрогелей.

Первый подслоем образуется на одной стеклянной панели узла, последующий (последующие) последовательно образуются на предыдущем.

Специалисту в данной области техники понятно, что настоящее изобретение никоим образом не ограничено вариантами осуществления или фигурами, описанными выше. Напротив, многие модификации и вариации возможны в пределах объема прилагаемой формулы изобретения. Следует дополнительно отметить, что изобретение относится ко всем возможным комбинациям признаков и предпочтительным признакам, описанным в настоящем документе и перечисленным в формуле изобретения. Фигуры выполнены не в масштабе и представлены только в иллюстративных целях.

Ссылочные позиции.

Ссылочная позиция	Элемент
10	огнестойкий вакуумный изоляционный блок остекления
11	внутренняя поверхность панели первой стеклянной панели
12	внешняя поверхность панели первой стеклянной панели
21	внутренняя поверхность панели второй стеклянной панели
22	внешняя поверхность панели второй стеклянной панели
4, 4b	Отдельная подпорка
5, 5b	Герметично соединяющее уплотнение
60, 60b	Вспучивающийся блок
61, 61b	Слой вспучивающегося материала
7, 7b	Промежуточный полимерный слой
8	Пленка, отражающая тепловые лучи, или низкоэмиссионная пленка
GP1	Первая стеклянная панель
GP2, GP2b	Вторая стеклянная панель
GP3, GP4	Дополнительная стеклянная панель
GPiu, GPiub,	Стеклянная панель вспучивающегося блока
V, Vb	Внутренний объем

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Узел (10) огнестойкого вакуумного изоляционного остекления, содержащий:
 - i) по меньшей мере один вакуумный изоляционный блок остекления, содержащий:
 - a) первую стеклянную панель GP1, имеющую внутреннюю поверхность (11) панели и внешнюю поверхность (12) панели, и вторую стеклянную панель GP2, имеющую внутреннюю поверхность (21) панели и внешнюю поверхность (22) панели;
 - b) набор отдельных подпорок (4), расположенных между первой и второй стеклянными панелями, поддерживающих расстояние между первой и второй стеклянными панелями;
 - c) герметично соединяющее уплотнение (5), уплотняющее расстояние между первой и второй стеклянными панелями по их периметру;
 - d) внутренний объем V, образованный первой и второй стеклянными панелями и закрытый герметично соединяющим уплотнением; причем в нем создан вакуум с абсолютным давлением менее 0,1 мбар; и при этом внутренние поверхности панелей обращены к внутреннему объему V; и
 - ii) по меньшей мере один вспучивающийся блок (60), содержащий:
 - слой вспучивающегося материала (61);
 - стеклянную панель GPiu вспучивающегося блока, находящуюся в контакте со слоем вспучивающегося материала;
 - при этом слой вспучивающегося материала обращен к одной из внешних поверхностей (12, 22) панелей первой или второй стеклянной панели (GP1, GP2) и лишен периферийной распорки, охватывающей вспучивающийся блок по их периметру.
2. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по п.1, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала находится в контакте с внешней поверхностью (12, 22) панели.
3. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по п.1, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала отделен от внешней поверхности (12, 22) панели дополнительной стеклянной панелью GP3 с наслоенным промежуточным полимерным слоем (7) на указанную внешнюю поверхность (12,22) панели.
4. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по п.3, отличающийся тем, что промежуточный полимерный слой содержит материал, выбранный из группы, включающей этиленвинилацетат (EVA), полиизобутилен (PIB), полиацетали, например поливинилбутираль (PVB), полиуретан (PU), поливинилхлорид (PVC), сложные полиэфиры, циклоолефиновые полимеры (COP), иономеры и/или активируемые ультрафиолетом клеи.
5. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по п.2, отличающийся тем, что дополнительно содержит:
 - a) другую стеклянную панель GP2b;

b) другой набор отдельных подпорок (4b), расположенных между стеклянной панелью GP1u вспучивающегося блока и дополнительной стеклянной панелью GP2b и поддерживающих расстояние между ними;

c) другое герметично соединяющее уплотнение (5b), уплотняющее расстояние между стеклянной панелью вспучивающегося блока и дополнительной стеклянной панелью по их периметру;

d) другой внутренний объем Vb, образованный стеклянной панелью вспучивающегося блока и дополнительной стеклянной панелью и закрытый дополнительным герметично соединяющим уплотнением, и при этом в нем создан абсолютный вакуум с давлением менее 0,1 мбар.

6. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала выбран из:

слоя композиции гидросиликата щелочного металла,

слоя органического гидрогеля,

слоя, содержащего композицию гидросиликата щелочного металла и органический гидрогель, присутствующих в виде смеси или в виде различных подслоев.

7. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала представляет собой слой композиции гидросиликата щелочного металла.

8. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по предыдущему пункту, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала содержит массовую долю воды от 18 до 50% слоя вспучивающегося материала.

9. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по любому из п.7 или 8, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала имеет молярное отношение $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ от 2,5 до 8.

10. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по любому из пп.7-9, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала дополнительно содержит полиолы в концентрации от 0 до 22 вес.% слоя вспучивающегося материала.

11. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по любому из пп.7-10, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала дополнительно содержит по меньшей мере одно вещество для стабилизации силикатов.

12. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по любому из пп.7-11, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала имеет толщину в диапазоне от 1 до 10 мм.

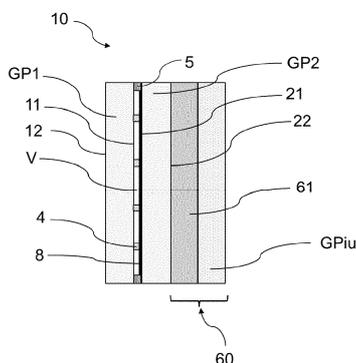
13. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала получают способом, включающим этапы:

приготовления раствора-предшественника вспучивающегося материала,

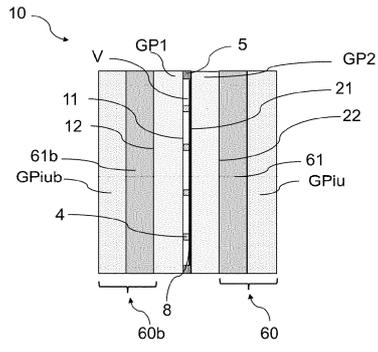
нанесения раствора-предшественника вспучивающегося материала на стеклянную панель огнестойкого вакуумного изоляционного узла, расположенную в горизонтальном положении,

сушки раствора-предшественника вспучивающегося материала с образованием слоя вспучивающегося материала, у которого первая сторона контактирует с указанной стеклянной панелью.

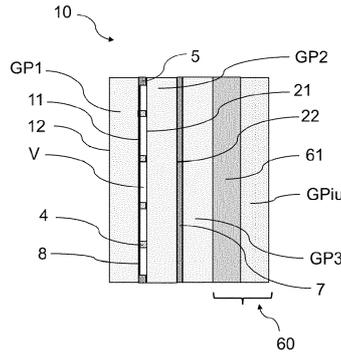
14. Огнестойкий вакуумный изоляционный узел по предыдущему пункту, отличающийся тем, что способ получения слоя вспучивающегося материала дополнительно включает этап частичной дегидратации между этапом приготовления раствора и этапом нанесения раствора на стеклянную панель узла огнестойкого вакуумного изоляционного остекления.



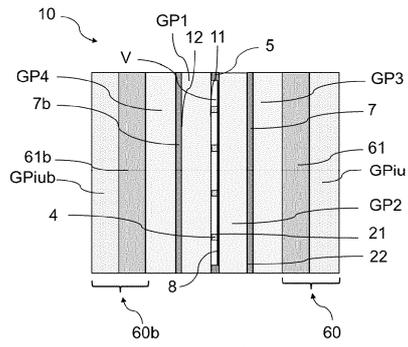
Фиг. 1



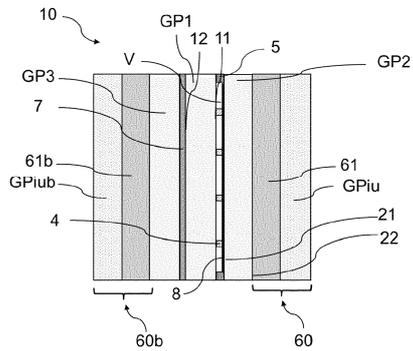
Фиг. 2



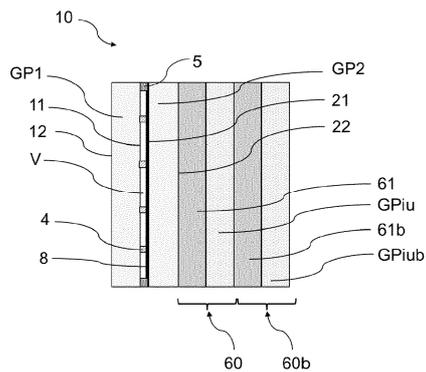
Фиг. 3



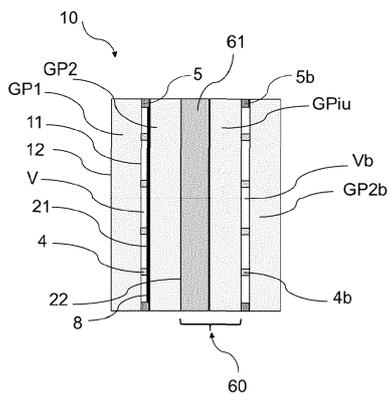
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

