

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **046768**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2024.04.19**

(21) Номер заявки  
**202391702**

(22) Дата подачи заявки  
**2021.12.08**

(51) Int. Cl. **E06B 3/66** (2006.01)  
**E06B 3/663** (2006.01)  
**E06B 5/16** (2006.01)  
**B32B 17/06** (2006.01)  
**B32B 17/10** (2006.01)

---

(54) **ОГНЕСТОЙКОЕ ВАКУУМНОЕ ИЗОЛЯЦИОННОЕ ОСТЕКЛЕНИЕ**

---

(31) **20213236.1**

(32) **2020.12.10**

(33) **EP**

(43) **2023.07.28**

(86) **PCT/EP2021/084855**

(87) **WO 2022/122852 2022.06.16**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**АГК ГЛАСС ЮРОП (BE)**

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

(74) Представитель:  
**Квашнин В.П. (RU)**

(56) CN-B-101725307  
WO-A1-2018024387  
JP-A-2016506352  
EP-A1-2308675  
WO-A1-2008084083

---

(57) Настоящее изобретение относится к узлу (10) огнестойкого вакуумного изоляционного остекления, содержащему по меньшей мере один блок вакуумного изоляционного остекления и по меньшей мере один вспучивающийся блок остекления. Также предоставлено применение блока вакуумного изоляционного остекления в узле огнестойкого вакуумного изоляционного остекления для улучшения огнестойкости.

---

**B1**

**046768**

**046768**

**B1**

### **Область техники, к которой относится изобретение**

Настоящее изобретение относится к огнестойкому остеклению с улучшенными тепловыми характеристиками и улучшенной огнестойкостью.

#### **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 WO 2014190444. Вспучивающиеся материалы под воздействием тепла расширяются, образуя непрозрачную для излучения пену, которая удерживает стеклянные стенки на месте, даже если последние под действием тепла разделяются на фрагменты.

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 вспучивающегося материала покрывают заключительной стеклянной панелью.

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.

Обычно оптическая стабильность такого вспучивающегося слоя чувствительна к высоким температурам, и поэтому может быть необходим слой защиты от ультрафиолетового излучения, обеспеченный конструкцией с двойным остеклением. 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 отвердевал в течение относительно короткого времени с образованием вспучивающегося слоя, 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 с помощью этого второго способа, содержат периферийную распорку, охватывающую вспучивающийся слой, и, следовательно, слой вспучивающегося материала не проходит к краям стеклянных панелей.

Продукты, полученные с помощью второго способа, обычно характеризуются более толстыми вспучивающимися слоями, имеющими более высокое содержание воды. Следовательно, одним недостатком является ограниченная устойчивость к низким и высоким температурам полученных продуктов.

При низкой температуре, такой как  $-10^{\circ}\text{C}$  и менее, обычные огнестойкие материалы (гидросиликаты щелочных металлов) замерзают, что приводит к необратимому нарушению их оптических свойств (появлению пузырьков, трещин) и т.д. Для защиты вспучивающихся материалов от низкой температуры к вспучивающимся материалам обычно добавляют материалы, предохраняющие от замерзания, такие как этиленгликоль или глицерин. Однако их концентрацию необходимо ограничивать, поскольку их присутствие существенно изменяет характеристики огнестойкости. Как следствие этого ограничения, использование огнестойких остеклений, полученных способом литья на месте (здесь - второй способ), остается ограниченным при низких температурах.

При высоких температурах, таких как  $40^{\circ}\text{C}$  и более, стойкость вспучивающихся слоев с высоким содержанием воды склонна ухудшаться и слои вспучивающегося материала склонны оседать под собственным весом, тем самым деформируя огнестойкое остекление как при первом, так и при втором способе. Кроме того, при таких высоких температурах оптические свойства вспучивающихся слоев могут изменяться вследствие старения. Поэтому использование таких огнестойких остеклений ограничено различными применениями, за исключением установок в двойных остеклениях.

В настоящее время, чтобы реагировать на изменение климата, текущая рыночная тенденция заклю-

чается 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.

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. Дополнительной проблемой двойного остекления является утечка газа, с которой сталкиваются в течение времени, которая также отрицательно влияет на тепловые характеристики остекления. Эту проблему можно решить посредством предоставления тройного остекления, которое дополнительно улучшит тепловые характеристики, однако в определенной степени отрицательно скажется на занимаемом пространстве и весе, поскольку пространство между стеклянными листами должно иметь минимальную толщину для обеспечения тепловых характеристик, тем самым увеличивая занимаемое остеклением пространство. Крупные шпунты, необходимые для конструкции с тройным остеклением, обычно повышают стоимость и сложность установки, поскольку у них нет стандартных размеров. Проблема утечки газа также присутствует в таких тройных остеклениях.

С другой стороны, блок вакуумного изоляционного 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, то есть такой, которая имеет коэффициент теплопередачи  $U$ , составляющий  $U < 1,2$  Вт/м<sup>2</sup>К, абсолютное давление внутри блока остекления обычно составляет 0,1 мбар или меньше, и, как правило, по меньшей мере одна из двух стеклянных панелей покрыта слоем с низкой излучательной способностью. 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 намного лучшие тепловые характеристики и улучшенную огнестойкость.

#### **Сущность изобретения**

Настоящее изобретение предусматривает узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления, содержащий:

- i) по меньшей мере один блок вакуумного изоляционного 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) третью стеклянную панель GP3, имеющую внутреннюю поверхность панели и внешнюю поверхность панели; и
  - iii) по меньшей мере один вспучивающийся блок остекления, содержащий:
    - четвертую стеклянную панель GP4, имеющую внутреннюю поверхность панели и внешнюю поверхность панели;
    - слой вспучивающегося материала, расположенный между внутренними поверхностями панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4; и
    - окружающую дистанционную рамку, расположенную между внешней поверхностью панели второй стеклянной панели GP2 и внешней поверхностью панели третьей стеклянной панели GP3 по их периметру и сохраняющую расстояние между ними;
    - при этом окружающая дистанционная рамка, внешняя поверхность панели и внешняя поверхность панели образуют внутреннее пространство  $S_p$ .

#### **Краткое описание графических материалов**

На фиг. 1a и 1b показан вид в сечении узла огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно вариантам осуществления настоящего изобретения, содержащего один блок вакуумного изоляционного остекления и один вспучивающийся блок остекления.

На фиг. 2a и 2b показан вид в сечении узла огнестойкого вакуумного изоляционного остекления со-

гласно дополнительным вариантам осуществления настоящего изобретения, содержащего один блок вакуумного изоляционного остекления и два вспучивающихся блока остекления.

На фиг. 3 показан вид в сечении узла огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно дополнительному варианту осуществления настоящего изобретения, содержащего один блок вакуумного изоляционного остекления и три вспучивающихся блока остекления.

На фиг. 4а и 4б показан вид в сечении узла огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно вариантам осуществления настоящего изобретения, содержащего один вспучивающийся блок остекления и один блок вакуумного изоляционного остекления с дополнительной стеклянной панелью, наложенной на блок вакуумного изоляционного остекления.

На фиг. 5 показан вид в сечении узла огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно дополнительному варианту осуществления настоящего изобретения, содержащего один блок вакуумного изоляционного остекления и один вспучивающийся блок остекления, при этом третья стеклянная панель GP3 представляет собой слоистую стеклянную панель.

### **Подробное описание изобретения**

Настоящее изобретение относится к "узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления". Такой объект далее в равной степени именуется в целом как "FR-VIG". Он содержит блок вакуумного изоляционного остекления, далее в равной степени именуемый как "VIG", и один или несколько вспучивающихся блоков остекления, далее в равной степени именуемых как "IU".

Настоящий узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления обеспечивает остекление, имеющее высокие тепловые и энергетические характеристики с уменьшенными весом и толщиной по сравнению с тройным остеклением. Настоящий узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления также обеспечивает остекление, имеющее улучшенную огнестойкость. Хотя он собран как тройное остекление, настоящий FR-VIG имеет улучшенные тепловые характеристики благодаря блоку VIG с уменьшенным занимаемым пространством.

Тепловые характеристики также могут быть оптимизированы при помощи функциональных покрытий, предусмотренных на по меньшей мере одной поверхности стеклянной панели в стеклянной панели узла по сравнению со стандартным узлом двойного остекления. Защита от ультрафиолетового излучения также может быть обеспечена с использованием функциональных покрытий на по меньшей мере одной стеклянной панели блока VIG.

Одной целью настоящего изобретения является обеспечение огнестойкого остекления, которое демонстрирует улучшенные тепловые характеристики, причем указанные тепловые характеристики стабильны во времени, и с улучшенной огнестойкостью.

Было неожиданно обнаружено, что FR-VIG согласно настоящему изобретению демонстрирует превосходящие тепловые характеристики, одновременно избегая потери тепловых характеристик со временем, которая может потенциально возникать в обычных системах двойного или тройного остекления по причине утечки газа. Кроме того, в некоторых конкретных применениях с очень высокими показателями огнестойкости и/или высокими тепловыми характеристиками в настоящее время не существует совместимых рам по причине толщины остекления. 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®, Tirez®, Falcon®, Clearvision®, Clearlite®.

Стеклянные панели могут быть по меньшей мере частично покрыты функциональным покрытием. Под частичным покрытием подразумевается, что по меньшей мере часть по меньшей мере одной из их поверхностей может быть покрыта любым подходящим функциональным покрытием в зависимости от потребностей, таким как, например, покрытие с низкой излучательной способностью, солнцезащитное покрытие, покрытие для защиты от ультрафиолетового излучения, эмаль или любые их комбинации. В частном случае, когда функциональное покрытие находится в контакте со слоем вспучивающегося материала, подходящими покрытиями являются покрытия, совместимые со слоем вспучивающегося материала. Например, совместимые с сильно щелочным или кислотным характером таких композиций.

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). Стеклянная панель, термически обработанная в соответствии с этими стандартами, пригодна в качестве безопасного стекла. Химическая закалка особенно подходит для тонких стеклянных панелей.

В некоторых случаях по меньшей мере одна из стеклянных панелей, контактирующая со слоем вспучивающегося материала, представляет собой термически обработанную стеклянную панель. В некоторых случаях обе стеклянные панели, контактирующие со слоем вспучивающегося материала, представляют собой термически обработанные стеклянные панели.

Узел огнестойкого вакуумного остекления согласно изобретению содержит блок вакуумного изоляционного остекления VIG, 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 до 1000 мкм, предпочтительно от 50 до 500 мкм и более предпочтительно от 50 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 Z1, Z2 первой и/или второй стеклянных панелей блока VIG обычно равна или больше 2 мм ( $Z1, Z2 \geq 2$  мм), предпочтительно равна или больше 3 мм, ( $Z1, Z2 \geq 3$  мм), более предпочтительно равна или больше 4 мм ( $Z1, Z2 \geq 4$  мм), более предпочтительно равна или больше 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  $\gamma$ , составляющий от 10 до 100 мм ( $10 \text{ мм} \leq \gamma \leq 100 \text{ мм}$ ). Под шагом подразумевается интервал между отдельными распорками. В предпочтительном варианте осуществления шаг составляет от 20 до 80 мм ( $20 \text{ мм} \leq \gamma \leq 80 \text{ мм}$ ), более предпочтительно от 20 до 50 мм ( $20 \text{ мм} \leq \gamma \leq 50 \text{ мм}$ ). 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, равную или меньше  $5 \text{ мм}^2$ , предпочтительно равную или меньше  $3 \text{ мм}^2$ , более предпочтительно равную или меньше  $1 \text{ мм}^2$ . 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 температу-

ру, 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 уплотнения 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 один примерный вариант осуществления периферийного непроницаемого уплотнения второго типа для блока вакуумного изоляционного 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. Говорят, что газопоглотитель является "активируемым нагревом".

Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления настоящего FR-VIG содержит третью стеклянную панель, GP3, имеющую внутреннюю поверхность панели и внешнюю поверхность панели. Указанная стеклянная панель может представлять собой любую из них, как обсуждалось выше.

Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления дополнительно содержит по меньшей мере один вспучивающийся блок IU остекления, содержащий:

четвертую стеклянную панель GP4, имеющую внутреннюю поверхность панели и внешнюю поверхность панели;

слой вспучивающегося материала (101), расположенный между внутренними поверхностями панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4.

Термины "вспучивающийся слой" и "слой вспучивающегося материала" могут использоваться взаимозаменяемо в рамках настоящего изобретения. Под вспучивающимся материалом понимают материал, который набухает или расширяется при нагревании выше температуры 100°C. Набухание обычно является следствием фазового перехода интерстициальной воды из жидкой фазы в паровую фазу внутри вспучивающегося материала. Связанное с этим увеличение объема указанной воды приводит к вспениванию материала. Таким образом, материалы будут вспучиваться под воздействием тепла с образованием непрозрачной пены. Пена предназначена для поддержания конструкции остекления и действует как барьер для излучаемого тепла. Таким образом, толщина слоя вспучивающегося материала может увеличиваться в пределах от двух до нескольких десятков раз.

В первом альтернативном варианте настоящего изобретения слой вспучивающегося материала, расположенный между внутренними поверхностями панелей третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4, лишен охватывающей периферийной распорки по его периметру. Другими словами, слой вспучивающегося материала согласно настоящему изобретению доходит до краев третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4.

В таких случаях по меньшей мере один вспучивающийся блок IU остекления содержит:

четвертую стеклянную панель GP4, имеющую внутреннюю поверхность панели и внешнюю поверхность панели;

слой вспучивающегося материала, расположенный между внутренними поверхностями панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4, лишенный охватывающей периферийной распорки.

Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно первому альтернативному вари-

анту настоящего изобретения содержит:

i) по меньшей мере один блок вакуумного изоляционного 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;

ii) третью стеклянную панель GP3, имеющую внутреннюю поверхность панели и внешнюю поверхность панели; и

iii) по меньшей мере один вспучивающийся блок остекления, содержащий:

четвертую стеклянную панель GP4, имеющую внутреннюю поверхность панели и внешнюю поверхность панели;

слой вспучивающегося материала, расположенный между внутренними поверхностями панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4, лишенный охватывающей периферийной распорки; и

iv) окружающую дистанционную рамку, расположенную между внешней поверхностью панели второй стеклянной панели GP2 и внешней поверхностью панели третьей стеклянной панели GP3 по их периметру и сохраняющую расстояние между ними; и

при этом окружающая дистанционная рамка, внешняя поверхность панели и внешняя поверхность панели образуют внутреннее пространство Sp. Вспучивающийся блок, лишенный периферийной распорки, охватывающей слой вспучивающегося материала, обычно получают с помощью процесса сушки, подробно описанного далее.

Слой вспучивающегося материала в первом альтернативном варианте настоящего изобретения может быть 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.

Таким образом, 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 WO 2014190444. Альтернативно 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 первого альтернативного варианта настоящего 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 EP 3395928 A1 раскрыта проблема пожелтения органических гидрогелей.

Силикаты щелочных металлов, используемые в композициях гидросиликатов щелочных металлов, обычно выбирают среди силикатов калия, натрия и лития. Возможно наличие смеси этих силикатов в различных пропорциях. Однако силикаты натрия или силикаты калия, или их смеси, являются предпочтительными для первого альтернативного варианта настоящего изобретения.

В настоящем первом альтернативном варианте настоящего изобретения молярное отношение  $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$  композиции силикатов щелочных металлов предпочтительно составляет от 2,5 до 8. Более предпочтительно по меньшей мере 3, наиболее предпочтительно по меньшей мере 3,2. Более предпочтительно оно составляет не более 6, наиболее предпочтительно не более 5,3. Причем M представляет собой щелочной металл, обычно калий или натрий, или их сочетание. 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 содержание воды в слое композиции гидросиликата щелочного металла в первом альтернативном варианте настоящего изобретения обычно составляет от 18 до 50 вес.% в пересчете на

общий вес слоя, предпочтительно составляет не более 45 вес.%, наиболее предпочтительно не более 42 вес.%. Предпочтительными слоями композиций гидросиликата щелочного металла в первом альтернативном варианте настоящего изобретения 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 содержание воды от 18 до 50 вес.% слоя.

Слой вспучивающегося материала, подходящего для первого альтернативного варианта настоящего 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.

Во втором альтернативном варианте настоящего изобретения слой вспучивающегося материала, расположенный между внутренними поверхностями панелей третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4, охвачен периферийной распоркой. Указанная периферийная распорка ограничивает пространство или объем (Vi) между указанными третьей и четвертой стеклянными панелями, причем указанное пространство заполнено указанным вспучивающимся материалом. В таких случаях по меньшей мере один вспучивающийся блок IU остекления содержит:

четвертую стеклянную панель GP4, имеющую внутреннюю поверхность панели и внешнюю поверхность панели;

периферийную распорку, образующую объем Vi блока IU между внутренними поверхностями панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4;

слой вспучивающегося материала, расположенный между внутренними поверхностями панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4 в объеме Vi.

Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно второму альтернативному варианту настоящего изобретения содержит:

i) по меньшей мере один блок вакуумного изоляционного 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) третью стеклянную панель GP3, имеющую внутреннюю поверхность панели и внешнюю поверхность панели; и

iii) по меньшей мере один вспучивающийся блок остекления, содержащий:

четвертую стеклянную панель GP4, имеющую внутреннюю поверхность панели и внешнюю поверхность панели;

периферийную распорку, образующую объем Vi блока IU между внутренними поверхностями панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4;

слой вспучивающегося материала, расположенный между внутренними поверхностями панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4 в объеме Vi; и

iv) окружающую дистанционную рамку, расположенную между внешней поверхностью панели второй стеклянной панели GP2 и внешней поверхностью панели третьей стеклянной панели GP3 по их периметру и сохраняющую расстояние между ними; и

при этом окружающая дистанционная рамка, внешняя поверхность панели и внешняя поверхность панели образуют внутреннее пространство Sp. Таким образом, объем Vi охватывает слой вспучивающегося материала, обращенный ко внутренним поверхностям панелей GP3 и GP4. Из-за наличия периферийной распорки слой вспучивающегося материала не проходит к краям стеклянных панелей. Такой вспучивающийся блок, содержащий периферийную распорку, охватывающую слой вспучивающегося материала, обычно получают с помощью процесса литья на месте, описанного ниже.

Подобно первому альтернативному варианту, слой вспучивающегося материала согласно второму альтернативному варианту может представлять собой слой композиции гидросиликата щелочного металла или слой органического гидрогеля. Альтернативно слой вспучивающегося материала также может представлять собой слой, содержащий как органический гидрогель, так и композицию гидросиликата щелочного металла. В этом случае органический гидрогель и композиция гидросиликата щелочного металла предпочтительно присутствуют в форме смеси. Подслои органического гидрогеля и композиции гидросиликата щелочного металла обычно могут и не быть получены с помощью процесса литья на месте. В предпочтительном варианте осуществления второго альтернативного варианта настоящего 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, как раскрыто ранее со ссылкой на первый альтернативный вариант настоящего изобретения.

Силикаты щелочных металлов, используемые в композициях гидросиликатов щелочных металлов согласно второму альтернативному варианту настоящего изобретения, обычно выбраны из силикатов калия, натрия и/или лития. Возможно наличие смеси этих силикатов в различных пропорциях. Однако предпочтительными являются силикаты калия. Силикаты калия для идентичного отношения  $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ , которое является отношением между количеством молей силиката и количеством молей оксида щелочного металла, присутствующих в композиции гидросиликата щелочного металла, имеют более высокую температуру стеклования ( $T_g$ ) пены, чем силикаты натрия. Поэтому их использование способствует огнестойким свойствам. В дополнение они обеспечивают лучшую прозрачность. Силикаты калия, особенно образованные синтетически посредством реакции коллоидного кремнезема с гидроксидом калия, остаются довольно прозрачными независимо от содержания воды, по сравнению с подобными свойствами силикатов натрия. Поэтому у силикатов калия более широкие возможности применения. Также возможно использование смесей силикатов калия и натрия. Однако такие смеси приводят к уменьшению  $T_g$  пенообразования по сравнению с наблюдаемой только у силикатов калия. Смесь с эквивалентными пропорциями силикатов калия и натрия даже может приводить к меньшей  $T_g$ , чем у двух силикатов, используемых по отдельности, при этом полагают, что эта смесь образует эвтектическую систему. Предпочтительно силикаты калия составляют по меньшей мере 60% по весу, более предпочтительно по меньшей мере 80% по весу всех силикатов. Предпочтительные силикаты щелочных металлов представляют собой смеси силикатов калия и натрия, более предпочтительно смеси с содержанием более 90% по весу силикатов калия и менее 10% по весу силикатов натрия.

Содержание воды в слое вспучивающегося материала оказывает влияние на "отражающий" характер слоя и частично обуславливает его огнестойкие свойства. Для улучшения этого отражающего характера, ослабляемого этим содержанием воды, предпочтительно выбирать композиции, в которых молярное соотношение  $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ , где М является щелочью, обычно калием или натрием, или сочетанием их двух, является относительно высоким (т.е. выше 4). В предпочтительном варианте осуществления слой вспучивающегося материала во втором альтернативном варианте настоящего изобретения основан на гидросиликатах щелочных металлов, предпочтительно с молярным отношением  $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$  от 3 до 8. Более предпочтительно оно составляет по меньшей мере 4, наиболее предпочтительно по меньшей мере 4,5. Более предпочтительно оно составляет не более 6, наиболее предпочтительно не более 5,3.

Слой композиции гидросиликата щелочного металла получают из смеси предшественников гидросиликата щелочного металла, также в равной степени именуемой смесью предшественников силиката. Для получения смеси предшественников силиката, предназначенной для заливания в объем Vi согласно второму альтернативному варианту настоящего изобретения, предпочтительно начинать с суспензий коллоидного кремнезема и щелочного гидроксида. Последний имеет форму раствора или по меньшей мере частично имеет форму твердых гранул, чтобы насколько возможно больше ограничить содержание воды в смеси. Если суспензии кремнезема, как правило, содержат не более 50% по весу кремнезема, композиции, полученные посредством реакции этих суспензий со щелочным гидроксидом, могут иметь существенно меньшее содержание воды, чем у промышленных силикатов, и поэтому имеют намного большие отношения  $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ . Если же по экономическим причинам предпочтительно использовать, по меньшей мере частично, промышленные силикаты, остается необходимость в их модификации путем существенного добавления коллоидного кремнезема для получения смесей, обладающих желаемыми молярными отношениями, без необходимости в удалении излишнего количества воды.

Кроме того, отверждение смесей предшественников силиката, в которых используется суспензия кремнезема, также зависит, по меньшей мере частично, от размера используемых частиц кремнезема. В общем увеличение размера частиц, в определенных пределах, позволяет замедлить слеживание смеси. Поэтому путем увеличения размера частиц кремнезема можно получить уменьшенное содержание воды, при этом сохраняя необходимую вязкость смеси для дальнейшей обработки. Обычное содержание воды для смесей со стандартным размером частиц кремнезема составляет 44-55% по весу смесей предшественников вспучивающегося материала. Смеси, содержащие кремнезем с частицами большего размера, могут достичь значительно меньшего содержания воды, до 30% по весу, одновременно сохраняя необходимые реологические свойства.

Очевидно, что увеличение размера частиц ограничено, поскольку за пределами определенного размера смеси уже не демонстрируют требуемых оптических свойств, и в частности прозрачности. Слишком большие размеры частиц кремнезема приводят к рассеиванию света и образованию замутнения. На практике частицы кремнезема, используемые для образования смеси предшественников силиката, имеют средний диаметр не менее 40 нм и предпочтительно не менее 50 нм. Эти частицы также имеют средние размеры, которые не превышают преимущественно 150 нм и предпочтительно 130 нм. Особенно предпочтительный средний диаметр составляет от 60 до 120 нм. Обычно смесь предшественников силиката имеет содержание воды от 44 до 55% перед последующим необязательным этапом дегидратации. Однако

наличие этого относительно избыточного количества воды может привести к отсутствию когезии остекления. При воздействии сил сдвига в плоскости остекления стеклянные панели, даже при обычной температуре, скорее всего будут двигаться навстречу друг к другу. Более того, высокое содержание воды также может создавать очень неоднородную "пену", что ухудшает целостность вспучивающегося блока. Высокое содержание воды в слое вспучивающегося материала может требовать упрочнения защиты краев, чтобы предотвратить изменение с течением времени, которое является следствием, например, постепенного высушивания, проходящего от этих краев. Поэтому во втором альтернативном варианте настоящего изобретения такая смесь предшественников необязательно проходит через этап частичной дегидратации с достижением уровня содержания воды от 35 до 48% по весу смеси предшественников силиката, перед заливанием в объем вспучивающегося блока вспучивающегося блока. Содержание воды составляет предпочтительно по меньшей мере 40%, более предпочтительно по меньшей мере 42%. Предпочтительно оно составляет не более 48%, более предпочтительно не более 46%.

Смесь предшественников силиката во втором альтернативном варианте настоящего изобретения обычно содержит отвердители, также известные как отверждающие вещества или сшивающие вещества. Термином "отвердители, или отверждающее вещество, или сшивающие вещества" обычно обозначают продукты, способствующие образованию геля из смеси предшественников силиката. В особенности отвердители выбирают так, чтобы после их добавления к смеси предшественников силиката смесь самопроизвольно отвердевала за сравнительно короткое время, не требуя сушки. Отсутствие этапа сушки является бесспорным преимуществом, поскольку слой вспучивающегося материала очевидно сохраняет относительно высокое содержание воды.

Когда смесь предшественников силиката получена и готова к заливанию в объем вспучивающегося блока, т.е. после необязательной частичной дегидратации, во втором альтернативном варианте настоящего изобретения, ее композиция по существу подобна композиции слоя вспучивающегося материала, полученного после отвердевания смеси. Действительно, после того как смесь заливают в объем вспучивающегося блока, высыхание по существу не происходит. Поэтому слой гидросиликата щелочного металла согласно второму альтернативному варианту настоящего изобретения предпочтительно имеет содержание воды от 35 до 48% по весу слоя. Содержание воды составляет предпочтительно по меньшей мере 40%, более предпочтительно по меньшей мере 42%. Предпочтительно оно составляет не более 48%, более предпочтительно не более 46%.

Предпочтительными слоями композиций гидросиликата щелочного металла во втором альтернативном варианте настоящего изобретения 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 3 до 8 и имеющие содержание воды от 35 до 48 вес.% слоя.

Слой вспучивающегося материала, подходящий для второго альтернативного варианта настоящего изобретения, обычно имеет толщину в диапазоне от 2 до 30 мм. Толщина предпочтительно находится в диапазоне от 3 до 15 мм, более предпочтительно от 3 до 8 мм. Ниже 2 мм характеристики огнестойкости ограничены, а выше 30 мм дополнительная толщина не приводит ни к какому существенному улучшению характеристик огнестойкости, но скорее может привести к увеличению недостатка ползучести.

Вспучивающийся блок остекления согласно второму альтернативному варианту настоящего изобретения содержит периферийную распорку вспучивающегося блока. Периферийная распорка проходит по периметру между внутренними поверхностями панелей третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4 и плотно приклеивается к ним. Вместе с указанными внутренними поверхностями панелей она образует объем Vi вспучивающегося блока, который охватывает слой вспучивающегося материала. Периферийная распорка обычно содержит отверстие, позволяющее заливать смесь предшественников вспучивающегося материала в объем вспучивающегося блока. Это отверстие герметично закрывают в конце процесса изготовления.

В своей роли поддержания слоя вспучивающегося материала внутри Vi периферийная распорка, разумеется, должна обеспечивать надлежащие свойства герметичности, по меньшей мере во избежание высвобождения смеси предшественников вспучивающегося материала и полученного слоя вспучивающегося материала. Также необходимо, чтобы материал периферийной распорки вспучивающегося блока не изменялся ни из-за контакта со смесью предшественников вспучивающегося материала, ни из-за контакта со слоем вспучивающегося материала. В частности, он не должен изменяться ни композицией гидросиликата щелочного металла, которая, как известно, является сильно основной, ни органическим гидрогелем, который, как известно, является кислотным, ни их соответствующими смесями предшественников. Периферийная распорка вспучивающегося блока также должна крепко приклеиваться к стеклянным панелям, чтобы противостоять возможной деформации FR-VIG вследствие потенциальной ползучести слоя вспучивающегося материала с течением времени.

Примеры периферийных распорок включают металлическую распорку, керамическую распорку, стеклянную распорку, полимерную распорку и их комбинации или композиты.

Полимерные периферийные распорки включают смесь полиизобутилен-бутил, экструдированное бутилкаучуковое уплотнение, силиконовый каучук, полиметилметакрилат, поликарбонат, полистирол, полиамид, сложный полиэфир и их смеси или комбинации.

Смесь полиизобутилен-бутил (также известная как термопластичная распорка, или TPS) или экструдированное бутилкаучуковое уплотнение обладают присущими им герметичными и клейкими свойствами. Они предлагают преимущество, заключающееся в обеспечении хорошего прилипания к стеклянным панелям и в компенсации неровностей плоскости этих панелей, таким образом обеспечивая хорошее уплотнение. Они также предлагают преимущество, заключающееся в приспособливании ко всем возможным формам. Чтобы придать таким термопластичным распоркам или экструдированному бутилкаучуковому уплотнению хорошую устойчивость к УФ-излучению и достаточную жесткость, чтобы поддерживать расстояние между стеклянными панелями, их иногда усиливают различными наполнителями, включая технический углерод, минеральные порошки, такие как стеклянные порошки.

Силиконовые каучуки существуют как альтернативы бутилкаучукам для улучшенной химической устойчивости в щелочных условиях.

Среди полимерных периферийных распорок некоторые могут обеспечить прозрачность вдоль краев остекления, например те, которые содержат полиметилметакрилат (PMMA), поликарбонат, полистирол, полиамид или сложный полиэфир.

Другие подходящие периферийные распорки вспучивающегося блока описаны в документе WO 2009/007452, где распорка изготовлена из жесткого или полужесткого материала, устойчивого к силикату щелочного металла, и образует профиль, в котором по меньшей мере части, обращенные к стеклянным панелям, покрыты клеем, также устойчивым к силикату щелочного металла.

Металлические, керамические или стеклянные периферийные распорки являются более жесткими материалами. Металлические распорки имеют коэффициент теплового расширения, который существенно отличается от имеющегося у стеклянных панелей, и они обладают высокой теплопроводностью. По этой причине также могут использоваться распорки, изготовленные из керамического материала, имеющего коэффициент расширения, подобный имеющемуся у стеклянных панелей, или даже стеклянная распорка.

В случаях, когда периферийная распорка не обладает присущими клейкими свойствами, первое периферийное уплотнение должно плотно приклеивать периферийную распорку к стеклянным панелям. Первое периферийное уплотнение соединяет периферийную распорку с внутренними поверхностями панелей третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4. Первое периферийное уплотнение может быть непрозрачным или прозрачным, или полупрозрачным.

Примеры первого периферийного уплотнения включают полиизобутилен, силикон, акриловую смолу, эпоксидную смолу, полиуретановую смолу и их смеси или комбинации.

В дополнение к роли, заключающейся в поддержании слоя вспучивающегося материала внутри объема вспучивающегося блока, периферийная распорка вспучивающегося блока также должна защищать слой вспучивающегося материала от внешних воздействий, которые могут изменить свойства, особенно оптические свойства. Компоненты силикатов чувствительны к возможному перемещению воды из внешней атмосферы. Локальное изменение содержания воды в силикате может привести к помутнению на периферии остекления.

Таким образом, может быть предоставлено второе периферийное уплотнение, чтобы закрывать края остекления материалом, который предотвращает проникновение водяного пара.

Примеры второго периферийного уплотнения включают полиизобутилен, силикон, полисульфид, полиуретан или их смеси или комбинации. Может предпочтительно быть выбран полисульфид, так как он хорошо приклеивается к стеклянным панелям и совместим с другими материалами периферийной распорки. Некоторые смолы, такие как полиизобутилен, могут быть пригодными в качестве первого периферийного уплотнения или второго периферийного уплотнения в зависимости от их молекулярного веса, как хорошо известно специалисту в данной области техники.

В любом из первого и второго альтернативных вариантов настоящего изобретения, когда слой вспучивающегося материала представляет собой слой композиции гидросиликата щелочного металла, то в композиции могут присутствовать различные добавки, такие как полиолы, и в частности этиленгликоль или глицерол. Полиолы предназначены для компенсации недостаточной пластичности гидросиликатов щелочных металлов. В первом альтернативном варианте настоящего изобретения полиолы обычно присутствуют в слое композиции гидросиликата щелочного металла в концентрации от 0 до 22 вес.%, альтернативно от 3 до 18 вес.% композиции силиката. Во втором альтернативном варианте настоящего изобретения полиолы обычно присутствуют в слое композиции гидросиликата щелочного металла в концентрации в диапазоне от 0 до 20 вес.%, альтернативно от 0 до 10 вес.%, альтернативно от 3 до 8 вес.% композиции силиката.

В любом из первого и второго альтернативных вариантов настоящего изобретения слой композиции гидросиликата щелочного металла также содержит другие добавки в малых пропорциях, такие как вещества, 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) с содержанием не более 2 вес.% композиции силиката.

В любом из первого и второго альтернативных вариантов настоящего изобретения для улучшения приклеивания слоя вспучивающегося материала к стеклянным панелям могут присутствовать усилители адгезии, такие как, например, силаны и функционализированные силаны, такие как аminosиланы. Используемая в настоящем изобретении формулировка "в контакте с" не исключает наличия покрытия, подобного описанному выше (например, с низкой излучающей способностью, солнцезащитного покрытия, эмали), или усилителя адгезии на поверхности стеклянной панели, которые в данном документе рассматриваются как часть стеклянной панели.

Настоящий узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления дополнительно содержит окружающую дистанционную рамку, расположенную между внешней поверхностью панели второй стеклянной панели GP2 и внешней поверхностью панели третьей стеклянной панели GP3 по их периметру и поддерживающую расстояние между ними, при этом окружающая дистанционная рамка и указанные внешние поверхности панелей образуют внутреннее пространство Sp.

Окружающая дистанционная рамка означает жесткий элемент, расположенный между стеклянными панелями, который удерживает их на определенном расстоянии и который проходит вдоль краев остекления, образуя внутреннее пространство (Sp). В своей роли поддержания внутреннего пространства Sp окружающая дистанционная рамка, разумеется, должна обеспечивать надлежащие свойства герметичности. Для окружающей дистанционной рамки является критичным предотвращение высвобождения газа из внутреннего пространства Sp и также предотвращение проникновения водяного пара.

Окружающая дистанционная рамка обычно представляет собой объект удлиненной формы и постоянного поперечного сечения, который поддерживает расстояние между внешней поверхностью панели второй стеклянной панели GP2 и внешней поверхностью панели третьей стеклянной панели GP3 по их периметру. Окружающая дистанционная рамка может быть сплошным или полым элементом. Примеры окружающей дистанционной рамки включают металлическую распорку, керамическую распорку, стеклянную распорку, полимерную распорку и их комбинации или композиты.

Примеры полимерной окружающей распорки включают смесь полиизобутилен-бутил, бутилкаучуковое уплотнение, силиконовый каучук, полиметилметакрилат, поликарбонат, полистирол, полиамид, сложный полиэфир и их смеси или комбинации.

Дополнительные примеры полимерной окружающей распорки включают прозрачные жесткие материалы, такие как полиметилметакрилат (PMMA), поликарбонат, полистирол, полиамид или сложный полиэфир, которые могут обеспечить прозрачность вдоль краев. Это более жесткие материалы, чем экструдированные полимеры.

Металлические, керамические или стеклянные окружающие распорки также являются более жесткими материалами.

Примеры металлов включают оцинкованную сталь, нержавеющую сталь, алюминиевый сплав.

Примеры композитной окружающей распорки включают полипропилен/нержавеющую сталь.

Окружающая дистанционная рамка обычно может быть обеспечена влагопоглотителем или влагопоглощающим материалом.

Когда окружающая дистанционная рамка представляет собой полую рамку, влагопоглощающий материал будет по меньшей мере частично заполнять полое пространство. Примерами влагопоглощающих материалов, способных заполнять полое пространство, являются силикагели и молекулярные сита.

Когда окружающая дистанционная рамка представляет собой сплошную полимерную рамку, влагопоглощающий материал может быть включен в полимерную матрицу. Примером такого влагопоглощающего полимера является полимер, содержащий интегрированное молекулярное сито.

Внутреннее пространство Sp граничит с окружающей дистанционной рамкой и может быть заполнено газом. Газ внутреннего пространства обычно является инертным газом, способным выполнять теплоизоляцию остекления. Внутреннее пространство Sp может быть заполнено по меньшей мере одним из сухого воздуха, азота, аргона, ксенона, криптона или их смесей. Обычно внутреннее пространство Sp может быть заполнено по меньшей мере одним из сухого воздуха, аргона или смеси воздуха и аргона. Преимуществом настоящего изобретения является то, что характеристики теплоизоляции остекления являются менее чувствительными к содержанию газа во внутреннем пространстве благодаря наличию VIG. Как следствие, утечка газа на протяжении срока службы остекления не оказывает существенного влияния на его функцию теплоизоляции или тепловые характеристики. По той же причине другим преимуществом является то, что можно использовать более тонкие окружающие распорки, образующие меньшие внутренние пространства Sp, чем для стандартного многократного остекления, без значительного ухудшения тепловых характеристик остекления. Такой узел позволяет уменьшить ширину рамы по сравнению со стандартным тройным остеклением, для улучшения тепловых характеристик и тем самым уменьшения общей стоимости.

Окружающая дистанционная рамка может обладать такими клейкими свойствами, что она приклеивается непосредственно к поверхностям стеклянных панелей, контактирующих с ней. Например, смесь полиизобутилен-бутил (также известная как термопластичная распорка, или TPS) или бутилкаучуковое уплотнение в экструдированной форме обладают присущими им герметичными и клейкими свойствами. Они предлагают преимущество, заключающееся в обеспечении хорошего прилипания к стеклянным па-

нелям и в компенсации неровностей плоскости этих панелей, таким образом обеспечивая хорошее уплотнение. Они также предлагают преимущество, заключающееся в приспособливании ко всем возможным формам. Чтобы придать таким термопластичным распоркам или экструдированному бутилкаучуковому уплотнению хорошую устойчивость к УФ-излучению и достаточную жесткость, чтобы поддерживать расстояние между стеклянными панелями, их иногда усиливают различными наполнителями, включая технический углерод, минеральные порошки, такие как стеклянные порошки.

В других случаях, если окружающая дистанционная рамка не обладает свойствами прилипания, необходимо окружающее уплотнение.

Окружающее уплотнение расположено вокруг внутреннего пространства, обеспечивая герметичность и внося вклад в механическую прочность конструкции. Окружающее уплотнение может быть сочетанием по меньшей мере двух разных уплотнений. Первое окружающее уплотнение может присутствовать на каждой поверхности сопряжения между окружающей распоркой и стеклянными панелями и служить для приклеивания распорки к стеклянным панелям. Это первое окружающее уплотнение может служить для непроницаемости для воздуха и непроницаемости для водяного пара. Второе окружающее уплотнение может присутствовать между двумя стеклянными листами и покрывать распорку остекления и первое периферийное уплотнение в направлении наружу. Это второе окружающее уплотнение может служить для непроницаемости для воздуха внутреннего пространства и для механической опоры остекления. Второе окружающее уплотнение обычно имеет очень хорошую механическую прочность, в дополнение к свойствам водонепроницаемости и воздухонепроницаемости и приклеивания к стеклу.

Окружающее уплотнение может быть непрозрачным или прозрачным, или полупрозрачным.

Примеры материалов первого окружающего уплотнения включают полиизобутилен, силикон, акриловую смолу, эпоксидную смолу, полиуретановую смолу и их смеси или комбинации.

Примеры материалов второго окружающего уплотнения включают полиизобутилен, силикон, полисульфид, полиуретан или их смеси или комбинации.

Первое и второе окружающие уплотнения могут соответственно быть подобными или отличными от первого и второго периферийных уплотнений периферийной распорки IU, обсужденных выше.

Некоторые смолы, такие как полиизобутилен, могут быть пригодными в качестве первого окружающего уплотнения или в качестве второго окружающего уплотнения в зависимости от их молекулярного веса, как хорошо известно специалисту в данной области техники.

Процесс установки VIG и изоляционных блоков остекления эквивалентен стандартным способам установки, используемым для обычных систем многослойного остекления, и не будет описан в данном документе.

На фиг. 1a и 1b предоставлены иллюстрации варианта осуществления настоящего изобретения, в котором FR-VIG (10) содержит один VIG, третью стеклянную панель GP3 и один IU (100). VIG содержит 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. 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 (100) содержит четвертую стеклянную панель GP4, имеющую внутреннюю поверхность (41) панели и внешнюю поверхность (42) панели, и слой вспучивающегося материала (101), который контактирует с внутренними поверхностями (31) и (41) панелей GP3 и GP4.

FR-VIG (10) содержит окружающую дистанционную рамку (9), необязательно содержащую периферийное уплотнение (не показано) между внешней поверхностью (22) панели GP2 и внешней поверхностью (32) панели GP3, образующую внутреннее пространство Sp.

На фиг. 1a конкретно предоставлен FR-VIG (10), содержащий VIG и один IU (100), при этом слой вспучивающегося материала (101) в IU (100) лишен охватывающей периферийной распорки, согласно первому альтернативному варианту настоящего изобретения.

На фиг. 1b конкретно предоставлен FR-VIG (10), содержащий VIG и один IU (100), при этом слой вспучивающегося материала (101) в IU (100) охвачен периферийной распоркой (102) по его периметру, согласно второму альтернативному варианту настоящего изобретения.

Конструкция настоящего узла позволяет соединить существующий VIG с существующим огнестойким остеклением, необязательно в месте, которое совпадает с или отличается от места, где обрабатываются отдельные остекления. Конструкция настоящего узла дополнительно позволяет выполнять замену или восстановление существующего огнестойкого остекления, установленного в конфигурации многослойного остекления, будь то двойное или тройное остекление. Действительно, в таком существующем огнестойком узле внешний лист блока двойного остекления можно заменить на блок VIG, чтобы предоставить настоящую сборку FR-VIG. Таким образом, в таких случаях стеклянный лист существующего огнестойкого остекления можно заменить на VIG. Затем можно предоставить окружающую дистанцион-

ную рамку такой толщины, что внутреннее пространство Sp будет тоньше, чем в первоначальном огнестойком остеклении, установленном в двойном остеклении, поскольку теплоизоляция будет в основном обеспечена блоком VIG. Такой вариант может обеспечить улучшенные тепловые характеристики по сравнению с первоначальным существующим огнестойким узлом. Когда существующее огнестойкое остекление устанавливается в конфигурации тройного остекления, его можно преимущественно заменить на узел FR-VIG, такой как проиллюстрировано на фиг. 1a и 1b, с уменьшением общей толщины остекления и улучшенными тепловыми характеристиками. Такой узел позволяет уменьшить ширину рамы по сравнению с конфигурацией тройного остекления для улучшения тепловых характеристик и тем самым уменьшения общей стоимости.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения настоящий FR-VIG может содержать более одного вспучивающегося блока, например узел FR-VIG может содержать от 1 до 15 вспучивающихся блоков, предпочтительно от 1 до 6 вспучивающихся блоков.

На фиг. 2a и 2b предоставлены иллюстрации вариантов осуществления настоящего изобретения, в которых FR-VIG (10) содержит один VIG, один IU (100), одну третью панель GP3 и окружающую дистанционную рамку (9), как уже описано со ссылкой на фиг. 1a и 1b) FR-VIG также содержит дополнительный вспучивающийся блок IUa (100a), содержащий слой вспучивающегося материала (101a) и IUa стеклянную панель (GP5), при этом слой вспучивающегося материала (101a) контактирует с одной стороны с внешней поверхностью (42) панели GP4, а с другой стороны - с внутренней поверхностью (51) панели GP5.

На фиг. 2a конкретно предоставлен FR-VIG (10), в котором и слой вспучивающегося материала (101) в IU (100), и (101a) в IUa (100a) каждый лишены охватывающей периферийной распорки, согласно первому альтернативному варианту настоящего изобретения.

На фиг. 2b конкретно предоставлен FR-VIG (10), в котором слои вспучивающегося материала (101) в IU (100) и (101a) в IUa (100a) оба охвачены периферийной распоркой (102, 102a) по их периметру, согласно второму альтернативному варианту настоящего изобретения.

На фиг. 3 представлена иллюстрация варианта осуществления настоящего изобретения, в котором FR-VIG (10) содержит один VIG, один IU (100), одну третью панель GP3 и окружающую дистанционную рамку (9), (как уже описано со ссылкой на фиг. 1a и 1b) FR-VIG также содержит два дополнительных IUa (100a и 100a'), содержащих 2 слоя вспучивающегося материала (101a) и (101a'), и две стеклянные панели (GP5) и (GP7) IUa, при этом слой вспучивающегося материала (101a) контактирует с одной стороны с внешней поверхностью (42) панели GP4, а с другой стороны - с внутренней поверхностью (51) панели GP5, тогда как слой вспучивающегося материала (101a') контактирует с одной стороны с внешней поверхностью (52) панели GP5, а с другой стороны - с внутренней поверхностью (71) панели GP7.

Таким образом, на фиг. 3 предоставлен вариант осуществления, в котором FR-VIG (10) содержит один VIG, третью стеклянную панель GP3, три вспучивающихся блока и окружающую дистанционную рамку (9), и где каждый слой вспучивающегося материала лишен охватывающей периферийной распорки. Это не исключает вариантов осуществления, в которых каждый слой вспучивающегося материала содержит охватывающую периферийную распорку по их периметру.

В вариантах осуществления настоящего изобретения, где FR-VIG содержит более 1 вспучивающегося блока, 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. В некоторых случаях, когда присутствует несколько вспучивающихся блоков, каждый слой вспучивающегося материала может содержать охватывающую периферийную распорку по своему периметру. В других случаях, когда присутствует несколько вспучивающихся блоков, все слои вспучивающихся материалов могут быть лишены охватывающей периферийной распорки по их периметру. В еще других случаях, когда присутствует несколько вспучивающихся блоков, некоторые слои вспучивающихся материалов могут содержать охватывающую периферийную распорку по их периметру, тогда как некоторые из слоев вспучивающегося материала могут быть лишены охватывающей периферийной распорки по их периметру.

В вариантах осуществления настоящего изобретения, где FR-VIG содержит более 1 вспучивающегося блока, все вспучивающиеся блоки предпочтительно обращены к одной и той же стеклянной панели VIG. Другими словами, VIG предпочтительно не зажат между вспучивающимися блоками.

Это представляет особый интерес, когда FR-VIG используется для закрытия отверстия в стене. Эта стена отделяет внешнее пространство от внутреннего пространства, обычно это стена, отделяющая внешнюю атмосферу от внутреннего пространства здания. Действительно, в этом случае вспучивающиеся блок(и) должны быть защищены от внешней среды и от высоких и/или низких температур (наружные погодные условия), и поэтому FR-VIG предпочтительно располагать так, чтобы вспучивающиеся блоки были обращены ко внутреннему пространству, а VIG был обращен ко внешней атмосфере. По той же причине FR-VIG, содержащее один вспучивающийся блок, используется для закрытия проема в перегородке, отделяющей внешнюю атмосферу от внутреннего пространства здания, предпочтительно распола-

гать так, чтобы вспучивающийся блок был обращен во внутреннее пространство, а VIG - во внешнюю атмосферу.

В некоторых вариантах осуществления FR-VIG согласно настоящему изобретению может также содержать на одном или обоих концах одну или несколько дополнительных стеклянных панелей, наложенных с помощью полимерных промежуточных слоев(ев). Это является особенно предпочтительным для улучшения характеристик безопасности, таких как противовзломные и пуленепробиваемые характеристики, защита от дефенестрации.

На фиг. 4а представлена иллюстрация варианта осуществления настоящего изобретения, в котором FR-VIG (10) содержит VIG, третью стеклянную панель GP3, IU (100), при этом слой вспучивающегося материала (101) лишен охватывающей периферийной распорки по его периметру, и окружающую дистанционную рамку (9), как уже описано со ссылкой на фиг. 1а. VIG также содержит дополнительную стеклянную панель GP6, наложенную на внешнюю поверхность (12) панели стеклянной панели GP1 посредством полимерного промежуточного слоя (7).

На фиг. 4б представлена иллюстрация варианта осуществления настоящего изобретения, в котором FR-VIG (10) содержит VIG, третью стеклянную панель GP3, IU (100), при этом слой вспучивающегося материала (101) охвачен периферийной распоркой (102) по его периметру, и окружающую дистанционную рамку (9), как уже описано со ссылкой на фиг. 1б) VIG также содержит дополнительную стеклянную панель GP6, наложенную на внешнюю поверхность (12) панели стеклянной панели GP1 посредством полимерного промежуточного слоя (7).

Преимуществом таких конструкций, содержащих дополнительную наложенную стеклянную панель GP6, 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.

Полимерный промежуточный слой обычно содержит материал, выбранный из группы, состоящей из этиленвинилацетата (EVA), полиизобутилена (PIB), полиацеталей, таких как поливинилбутираль (PVB), полиуретана (PU), поливинилхлорида (PVC), сложных полиэфиров, циклоолефиновых полимеров (COP), иономеров и/или отверждаемых ультрафиолетом клеев и других известных из уровня техники производственных слоистых стекол. 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 полимерный промежуточный слой содержит материал, который можно обрабатывать при более низком давлении, такой как этиленвинилацетат.

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

Обычные толщины для полимерного промежуточного слоя составляют от 0,15 до 3,5 мм, предпочтительно от 0,30 до 1,75 мм, более предпочтительно от 0,5 до 1,75 мм. Обычные коммерчески доступные полимерные пленки являются слоями поливинилбутираля (PVB) 0,38 мм и 0,76, 1,52, 2,28 и 3,04 мм. Для достижения требуемой толщины могут использоваться одна или несколько из тех пленок.

Усиленная звукоизоляция может быть обеспечена использованием полимерного промежуточного слоя с особыми акустическими характеристиками, такого как особые PVB, например акустического промежуточного слоя PVB Saflex® от "Eastman" или акустического слоя PVB Grosifol® от "Kuraray".

За счет соответствующего выбора полимерного промежуточного слоя также может быть обеспечена защита слоя 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. В некоторых вариантах осуществления, совместимых со всеми ранее обсужденными вариантами осуществления, по меньшей мере одна стеклянная панель узла FR-VIG может представлять собой слоистую стеклянную панель. Указанная стеклянная панель может быть любой из стеклянных панелей GP1, GP2, GP3 или GP4, предпочтительно слоистая стеклянная панель является третьей стеклянной панелью GP3.

На фиг. 5 представлена иллюстрация варианта осуществления настоящего изобретения, в котором FR-VIG (10) содержит один VIG, третью стеклянную панель GP3, один IU (100) и окружающую дистанционную рамку (9), при этом третья стеклянная панель GP3 является слоистой стеклянной панелью, содержащей два слоя стекла GP3а и GP3б, покрытых полимерным промежуточным слоем (7б), при этом полимерный промежуточный слой может необязательно обеспечивать защиту от ультрафиолета вспучивающемуся материалу (101), который здесь лишен охватывающей периферийной распорки по его пери-

метру.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения, совместимых с ранее обсужденными вариантами осуществления, по меньшей мере одна поверхность панели стеклянных панелей узла может быть снабжена функциональным покрытием. Под функциональным покрытием понимают покрытие, которое улучшает или модифицирует свойства стеклянной подложки и обеспечивает несколько важных свойств, таких как свойство противодействия отражению, низкой излучательной способности, химической устойчивости, защиты от ультрафиолета, устойчивости к царапинам, износостойкости, блеска, гидрофобности, самостоятельного очищения, антистатичности и/или антибактериальности, для стеклянной подложки. Обычно функциональное покрытие, подходящее для настоящего изобретения, содержит по меньшей мере один слой металла или оксида, (окси)нитрида, сульфида или карбида металла, нанесенный на поверхность стеклянной панели обычными способами нанесения, такими как CVD, PECVD, PVD или магнетронное распыление. Функциональное покрытие может представлять собой прозрачное покрытие, характеризующееся пропусканием света  $>50\%$ . В частном случае, когда функциональное покрытие находится в контакте со слоем вспучивающегося материала, подходящими покрытиями являются покрытия, совместимые со слоем вспучивающегося материала.

Например, совместимые с сильно щелочным или кислотным характером таких композиций.

Примеры функционального покрытия включают покрытия, отражающие инфракрасное излучение, содержащие по меньшей мере один слой на основе серебра, покрытия с низкой излучательной способностью, противоотражающие покрытия. Такие покрытия представлены на фигурах ссылкой 8 на внутренней поверхности 21 панели стеклянной панели GP2. Другие варианты включают наличие покрытия на внешней поверхности (32) панели стеклянной панели GP3 и/или на внешней поверхности (22) панели стеклянной панели GP2.

Функциональное покрытие может быть выбрано из покрытия с низкой излучательной способностью, покрытия, отражающего инфракрасное излучение, или противоотражающего покрытия.

Одним крупным преимуществом настоящего изобретения является то, что на стеклянных панелях может присутствовать более одного функционального покрытия, так, чтобы оптимизировать тепловые характеристики. Также могут быть предусмотрены другие функциональные возможности, такие как гидрофобность, защита от ультрафиолета, среди прочего. По сравнению с огнестойким остеклением, установленным в конфигурации двойного остекления, узел FR-VIG согласно настоящему изобретению обеспечивает две дополнительные поверхности панелей, на которые можно нанести функциональные покрытия.

Например, покрытие для защиты от ультрафиолета может быть предоставлено на любой из GP1, GP2, GP3 или GP4. Примеры покрытия для защиты от ультрафиолета включают те функциональные покрытия, которые отражают ультрафиолетовые лучи, и те, которые поглощают ультрафиолетовые лучи, на длинах волн от 250 до 400 нм. Примеры таких покрытий для защиты от ультрафиолета включают те, которые состоят по существу из оксида и/или нитрида одного или более из титана, ванадия, хрома, циркония, ниобия, тантала и вольфрама; или те, которые состоят из чередующегося расположения слоев с высоким и низким показателем преломления, где высокий составляет обычно  $>2,0$ , а низкий составляет обычно  $<1,7$ , необязательно структурированных. Такое покрытие для защиты от ультрафиолета позволяет защитить вспучивающийся слой согласно первому альтернативному варианту настоящего изобретения и, как такое, обеспечивает улучшенную оптическую стабильность без необходимости использования полимерного промежуточного слоя, когда другие свойства такого промежуточного слоя не являются необходимыми, уменьшая таким образом стоимость и толщину конечной конструкции.

В качестве дополнительного примера, покрытие с низкой излучательной способностью или покрытие, отражающее инфракрасное излучение, может быть предоставлено на любой из GP1, GP2, GP3 или GP4. Такие функциональные покрытия позволяют защищать вспучивающийся слой согласно второму альтернативному варианту настоящего изобретения от более низких или более высоких температур. Слой вспучивающегося материала FR-VIG согласно первому альтернативному варианту настоящего изобретения обычно получают с помощью процесса, включающего этапы:

получение смеси предшественников вспучивающегося материала;

нанесение смеси предшественников вспучивающегося материала на стеклянную панель вспучивающегося блока узла FR-VIG, расположенную в горизонтальном положении;

высушивание смеси предшественников вспучивающегося материала с образованием слоя вспучивающегося материала, у которого первая сторона контактирует с указанной стеклянной панелью.

Этап получения смеси предшественников вспучивающегося материала может быть выполнен с помощью любого способа, известного специалисту. Предшественники можно, например, вводить в смесительный бак через расходомеры. Смесь предшественников вспучивающегося материала может представлять собой смесь предшественников гидросиликата щелочного металла, или смесь предшественников органического гидрогеля, или смесь, содержащую как предшественники гидросиликата щелочного металла, так и предшественники органического гидрогеля. Этот процесс в особенности подходит для смесей предшественников гидросиликата щелочного металла.

В случае смеси предшественников гидросиликата щелочного металла смесь может быть получена,

например, на основе коммерческих водных растворов силикатов щелочных металлов или на основе смесей коллоидного кремнезема с добавлением гидроксидов щелочных металлов, или на основе их обоих.

Гидросиликаты щелочных металлов являются теми, которые описаны выше со ссылкой на первый альтернативный вариант настоящего изобретения. Смесей 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 смеси, имеющие высокие молярные отношения, без необходимости удаления избыточного количества воды. При использовании смесей коллоидного кремнезема и гидроксидов щелочных металлов свойства смеси предшественников вспучивающегося материала зависят от размера частиц. В целом увеличение размера частиц в определенных пределах позволяет отсрочить нежелательное слеживание смеси перед ее нанесением на стеклянную панель узла. Другими словами, увеличение размера частиц кремнезема позволяет поддерживать необходимую вязкость смеси предшественников вспучивающегося материала для дальнейшей обработки.

Очевидно, что увеличение размера частиц ограничено, поскольку за пределами определенного размера смеси уже не демонстрируют требуемых оптических свойств, и в частности прозрачности. Слишком большие размеры частиц кремнезема приводят к рассеиванию света и образованию замутнения. На практике частицы кремнезема, используемые для образования смеси предшественников силиката, имеют средний диаметр не менее 40 нм и предпочтительно не менее 50 нм. Эти частицы также имеют средние размеры, которые не превышают преимущественно 150 нм и предпочтительно 130 нм. Особенно предпочтительный средний диаметр составляет от 60 до 120 нм. Молярное отношение  $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$  смеси предшественников гидросиликата щелочного металла также является таким, как описано выше для слоя композиции гидросиликата щелочного металла.

Содержание воды в смеси предшественников гидросиликата щелочного металла обычно находится в диапазоне от 40 до 65 вес.% в пересчете на вес смеси. Полиолы обычно добавляют в смеси предшественников гидросиликата щелочного металла в концентрации не более 15 вес.%, предпочтительно не более 10 вес.% в пересчете на вес смеси. Предпочтительными полиолами являются гликоли, особенно этиленгликоль или глицерин.

Традиционно смесь предшественников гидросиликата щелочного металла также включает другие добавки в малых пропорциях, такие как продукты азота (мочевина, амины ...), поверхностно-активные вещества или усилители адгезии, такие как силаны и функционализированные силаны, такие как аминоксиланы, как описано выше в связи с композицией гидросиликатов щелочных металлов. Предпочтительно смесь предшественников содержит гидроксид тетраметиламмония (ТМАН) с содержанием не более 1,5 вес.% в пересчете на вес смеси.

Необязательный этап дегидратации смеси предшественников вспучивающегося материала может иметь место между этапом получения смеси и этапом нанесения смеси на стеклянную панель узла, для уменьшения количества воды в смеси. Этот этап дегидратации отличается от этапа высушивания, который происходит после нанесения смеси на горизонтальную стеклянную панель.

Смесь после дегидратации является достаточно стойкой при обычной температуре окружающей среды. Она может храниться в течение нескольких часов или даже дней, если необходимо, при охлаждении без риска образования геля. Эту стабильность можно использовать для удаления пузырьков, которые могли появиться во время получения смеси.

На следующем этапе смесь предшественников вспучивающегося материала наносят на стеклянную панель узла, размещенную в горизонтальном положении.

Этап высушивания смеси предшественников вспучивающегося материала обычно выполняют путем внесения стеклянной панели, снабженной смесью предшественников 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 ч. Время сушки не только дорого обходится, но и влияет на качество получаемых продуктов. При температурах порядка 100°C длительный контакт стеклянных листов с сильнощелочными составами может привести к поверхностному разведанию 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 смесей предшественников 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 подслоя образуется на одной стеклянной панели узла, последующий (последующие) последовательно образуются на предыдущем.

Слой вспучивающегося материала FR-VIG согласно второму альтернативному варианту настоящего изобретения обычно получают с помощью процесса, включающего этапы:

- получение смеси предшественников вспучивающегося материала;
- заливание смеси в объем  $V_i$  вспучивающегося блока;
- отверждение смеси с образованием слоя вспучивающегося материала.

Как описано ранее, смесь предшественников вспучивающегося материала может представлять собой смесь предшественников гидросиликата щелочного металла или смесь предшественников органического гидрогеля. Этот процесс в особенности подходит для смесей предшественников гидросиликата щелочного металла. Этап получения смеси предшественников вспучивающегося материала может быть выполнен с помощью любого способа, известного специалисту. Состав смеси предшественников вспучивающегося материала описан выше со ссылкой на второй альтернативный вариант настоящего изобретения. Предшественники можно, например, вводить в смесительный бак через расходомеры.

Процесс может необязательно включать этап частичной дегидратации смеси между этапом получения смеси и этапом ее заливания в объем вспучивающегося блока.

Целью этого этапа является достижение подходящего содержания воды в смеси предшественников вспучивающегося материала, как описано выше.

Смесь после необязательной дегидратации является достаточно стабильной при обычной температуре окружающей среды. Она может храниться в течение нескольких часов или даже дней, если необходимо, при охлаждении без риска образования геля. Эту стабильность можно использовать для удаления пузырьков, которые могли появиться во время получения смеси. Удаление пузырьков можно осуществлять, просто оставляя смесь в покое, или любым известным методом, таким как использование ультразвука или дегазация под парциальным давлением, например.

На следующем этапе смесь заливают в объем  $V_i$  вспучивающегося блока, который позже охватит слой вспучивающегося материала. Периферийная распорка плотно приклеивается к третьей GP3 и четвертой GP4 стеклянным панелям.

Обычное расстояние, разделяющее две стеклянные панели, составляет от 2 до 30 мм, предпочтительно от 3 до 15 мм, более предпочтительно от 3 до 8 мм.

Периферийная распорка обычно содержит отверстие, позволяющее заливать смесь предшественников вспучивающегося материала в объем вспучивающегося блока.

После введения необходимого количества смесь распределяют или разливают по всему объему вспучивающегося блока, например, с помощью вращающегося стола. Затем отверстие закрывают и уплотняют.

Затем выполняют отверждение смеси предшественников вспучивающегося материала, причем отверждение не включает высушивание. Отверждение может осуществляться, например, в печи при температуре, обычно составляющей 60-90°C, в течение нескольких часов, для получения геля с достаточной твердостью и образования слоя вспучивающегося материала.

В этом процессе образованный слой вспучивающегося материала охвачен периферийной распоркой, а следовательно слой вспучивающегося материала не проходит вплотную к краям стеклянных панелей.

Настоящее изобретение также относится к применению по меньшей мере одного блока вакуумного изоляционного остекления в узле огнестойкого остекления для улучшения тепловых характеристик (значение  $U$ ) вместе с огнестойкостью, причем узел огнестойкого остекления представляет собой узел многослойного остекления, содержащий внутреннее пространство  $S_p$ .

Таким образом, настоящее изобретение относится к применению по меньшей мере одного блока вакуумного изоляционного остекления в узле огнестойкого остекления для улучшения тепловых характеристик (значение  $U$ ) вместе с огнестойкостью, причем узел огнестойкого остекления представляет собой узел многослойного остекления, содержащий внутреннее пространство  $S_p$ , при этом узел (10) огнестойкого вакуумного изоляционного остекления содержит:

- i) по меньшей мере один блок вакуумного изоляционного 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) третью стеклянную панель GP3, имеющую внутреннюю поверхность (31) панели и внешнюю поверхность (32) панели; и

iii) по меньшей мере один вспучивающийся блок (100) остекления, содержащий:

четвертую стеклянную панель GP4, имеющую внутреннюю поверхность (41) панели и внешнюю поверхность (42) панели;

слой вспучивающегося материала (101), расположенный между внутренними поверхностями (31, 41) панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4; и

iv) окружающую дистанционную рамку (9), расположенную между внешней поверхностью (22) панели второй стеклянной панели GP2 и внешней поверхностью (32) панели третьей стеклянной панели GP3 по их периметру и сохраняющую расстояние между ними; и

при этом окружающая дистанционная рамка, внешняя поверхность (22) панели и внешняя поверхность (32) панели образуют указанное внутреннее пространство Sp.

Оценки настоящего узла огнестойкого остекления согласно стандартам EN1363-1 и EN1364-1 показали повышение характеристик огнестойкости на приблизительно 20% по сравнению со стандартным двойным остеклением, что показывает неожиданный синергетический эффект.

Тепловые характеристики обозначены теплопередачей узла огнестойкого вакуумного изоляционного остекления, также известной как значение U.

Теплопередача представляет собой скорость передачи тепла через конструкцию (которая может состоять из одного материала или представлять собой композит), разделенную на разность температур по всей этой конструкции. Единицами измерения являются Вт/м<sup>2</sup>К. Чем лучше изоляция конструкции, тем ниже будет значение U.

Теплопередача учитывает тепловые потери из-за проводимости, конвекции и излучения.

Наличие блока вакуумного изоляционного остекления в настоящем узле огнестойкого вакуумного изоляционного остекления позволяет сохранять тепловые характеристики остекления даже в случае утечки газа из внутреннего пространства Sp.

Конструкция из нескольких стеклянных панелей позволяет включать функциональные покрытия на одной или более поверхностях панели.

Настоящее изобретение также относится к способу предоставления узла огнестойкого вакуумного изоляционного остекления, включающему этапы:

1) предоставление по меньшей мере одного блока вакуумного изоляционного остекления, содержащего вторую стеклянную панель GP2, имеющую внешнюю поверхность (22) панели;

2) предоставление по меньшей мере одного вспучивающегося модуля остекления, содержащего третью стеклянную панель GP3, имеющую внешнюю поверхность (32) панели;

3) и сборку по меньшей мере одного блока вакуумного изоляционного остекления и по меньшей мере одного вспучивающегося модуля остекления посредством окружающей дистанционной рамки (9), расположенной между внешней поверхностью (22) панели второй стеклянной панели GP2 и внешней поверхностью (32) панели третьей стеклянной панели GP3 по их периметру и поддерживающей расстояние между ними;

при этом окружающая дистанционная рамка, внешняя поверхность (22) панели и внешняя поверхность (32) панели образуют внутреннее пространство Sp. По меньшей мере один блок вакуумного изоляционного остекления является раскрытым выше и содержит:

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.

По меньшей мере один вспучивающийся модуль остекления содержит третью стеклянную панель и по меньшей мере один вспучивающийся блок остекления, раскрытый выше, и, таким образом, содержит:

a) третью стеклянную панель GP3, имеющую внутреннюю поверхность (31) панели и внешнюю поверхность (32) панели; и

b) по меньшей мере один вспучивающийся блок (100) остекления, содержащий:

четвертую стеклянную панель GP4, имеющую внутреннюю поверхность (41) панели и внешнюю поверхность (42) панели;

слой вспучивающегося материала (101), расположенный между внутренними поверхностями (31, 41) панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4.

Согласно первому альтернативному варианту, раскрытому выше, по меньшей мере один вспучи-

вающийся модуль остекления содержит третью стеклянную панель и по меньшей мере один вспучивающийся блок остекления, раскрытый выше, и, таким образом, содержит:

а) третью стеклянную панель GP3, имеющую внутреннюю поверхность (31) панели и внешнюю поверхность (32) панели; и

б) по меньшей мере один вспучивающийся блок (100) остекления, содержащий:

четвертую стеклянную панель GP4, имеющую внутреннюю поверхность (41) панели и внешнюю поверхность (42) панели;

слой вспучивающегося материала (101), расположенный между внутренними поверхностями (31, 41) панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4, лишенный охватывающей периферийной распорки.

Согласно второму альтернативному варианту, раскрытому выше, по меньшей мере один вспучивающийся модуль остекления содержит третью стеклянную панель и по меньшей мере один вспучивающийся блок остекления, раскрытый выше, и, таким образом, содержит:

а) третью стеклянную панель GP3, имеющую внутреннюю поверхность (31) панели и внешнюю поверхность (32) панели; и

б) по меньшей мере один вспучивающийся блок (100) остекления, содержащий:

четвертую стеклянную панель GP4, имеющую внутреннюю поверхность (41) панели и внешнюю поверхность (42) панели;

периферийную распорку, образующую объем  $V_i$  блока IU между внутренними поверхностями (31, 41) панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4;

слой вспучивающегося материала (101), расположенный между внутренними поверхностями (31, 41) панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4 в объеме  $V_i$ .

Этап сборки согласно данному способу подобен тому, который используют для предоставления многослойных остеклений, и известен специалисту в данной области техники.

Настоящий способ позволяет присоединять блок вакуумного изоляционного остекления к существующему вспучивающемуся модулю остекления. Указанный вспучивающийся модуль остекления может уже находиться на месте в здании или комнате, или он может также ожидать размещения в своем окончательном расположении, как обсуждалось выше, и/или в рамках замены или восстановления. Таким образом, такой способ полезен в тех случаях, когда существующий вспучивающийся модуль требует ремонта, замены и/или изменения. Посредством добавления блока вакуумного изоляционного остекления к вспучивающемуся модулю остекления тепловые характеристики существующего остекления улучшаются, так, что имеющийся узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления приобретает лучшие тепловые характеристики, чем исходное остекление. Такое добавление позволяет выполнять усовершенствование со сниженной стоимостью, поскольку изменяется только часть остекления, в то время как существующий вспучивающийся модуль может оставаться тем же.

Таким образом, первый способ предоставления узла огнестойкого вакуумного изоляционного остекления может включать этапы:

1) предоставление по меньшей мере одного блока вакуумного изоляционного остекления, содержащего:

а) 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;

б) набор отдельных подпорок (4), расположенных между первой и второй стеклянными панелями, поддерживающих расстояние между первой и второй стеклянными панелями;

с) герметично соединяющее уплотнение (5), уплотняющее расстояние между первой и второй стеклянными панелями по их периметру;

2) предоставление по меньшей мере одного вспучивающегося модуля остекления, содержащего:

а) третью стеклянную панель GP3, имеющую внутреннюю поверхность (31) панели и внешнюю поверхность (32) панели; и

б) по меньшей мере один вспучивающийся блок (100) остекления, содержащий:

четвертую стеклянную панель GP4, имеющую внутреннюю поверхность (41) панели и внешнюю поверхность (42) панели;

слой вспучивающегося материала (101), расположенный между внутренними поверхностями (31, 41) панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4;

3) и сборку по меньшей мере одного блока вакуумного изоляционного остекления и по меньшей мере одного вспучивающегося модуля остекления посредством окружающей дистанционной рамки (9), расположенной между внешней поверхностью (22) панели второй стеклянной панели GP2 и внешней поверхностью (32) панели третьей стеклянной панели GP3 по их периметру и поддерживающей расстояние между ними, при этом окружающая дистанционная рамка, внешняя поверхность (22) панели и внешняя поверхность (32) панели образуют внутреннее пространство Sp.

По меньшей мере один вспучивающийся модуль остекления для этого первого способа обычно получают с помощью процесса, описанного выше для первого альтернативного варианта, включающего

этапы:

получение смеси предшественников вспучивающегося материала;  
нанесение смеси предшественников вспучивающегося материала на стеклянную панель вспучивающегося блока узла FR-VIG, расположенную в горизонтальном положении;  
высушивание смеси предшественников вспучивающегося материала с образованием слоя вспучивающегося материала, у которого первая сторона контактирует с указанной стеклянной панелью.

Согласно этому обычному процессу получения вспучивающегося модуля остекления слой вспучивающегося материала обычно лишен охватывающей периферийной распорки.

Второй способ предоставления узла огнестойкого вакуумного изоляционного остекления может включать этапы:

1) предоставление по меньшей мере одного блока вакуумного изоляционного остекления, содержащего:

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;

2) предоставление по меньшей мере одного вспучивающегося модуля остекления, содержащего:

a) третью стеклянную панель GP3, имеющую внутреннюю поверхность (31) панели и внешнюю поверхность (32) панели; и

b) по меньшей мере один вспучивающийся блок (100) остекления, содержащий:  
четвертую стеклянную панель GP4, имеющую внутреннюю поверхность (41) панели и внешнюю поверхность (42) панели;

периферийную распорку, образующую объем  $V_i$  блока IU между внутренними поверхностями (31, 41) панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4;

слой вспучивающегося материала (101), расположенный между внутренними поверхностями (31, 41) панелей указанной третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4 в объеме  $V_i$ ;

3) и сборку по меньшей мере одного блока вакуумного изоляционного остекления и по меньшей мере одного вспучивающегося модуля остекления посредством окружающей дистанционной рамки (9), расположенной между внешней поверхностью (22) панели второй стеклянной панели GP2 и внешней поверхностью (32) панели третьей стеклянной панели GP3 по их периметру; и

поддерживающей расстояние между ними, при этом окружающая дистанционная рамка, внешняя поверхность (22) панели и внешняя поверхность (32) панели образуют внутреннее пространство  $S_p$ .

По меньшей мере один вспучивающийся модуль остекления для этого второго способа обычно получают с помощью процесса, описанного выше для второго альтернативного варианта, включающего этапы:

получение смеси предшественников вспучивающегося материала;

заливание смеси в объем  $V_i$  вспучивающегося блока;

отверждение смеси с образованием слоя вспучивающегося материала.

#### Пункты

Пункт 1 относится к узлу (10) огнестойкого вакуумного изоляционного остекления, содержащему:

i) по меньшей мере один блок вакуумного изоляционного 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) третью стеклянную панель GP3, имеющую внутреннюю поверхность (31) панели и внешнюю поверхность (32) панели; и

iii) по меньшей мере один вспучивающийся блок (100) остекления, содержащий:  
четвертую стеклянную панель GP4, имеющую внутреннюю поверхность (41) панели и внешнюю поверхность (42) панели;

слой вспучивающегося материала (101), расположенный между внутренними поверхностями (31, 41) панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4; и

iv) окружающую дистанционную рамку (9), расположенную между внешней поверхностью (22) па-

нели второй стеклянной панели GP2 и внешней поверхностью (32) панели третьей стеклянной панели GP3 по их периметру и сохраняющую расстояние между ними; и

при этом окружающая дистанционная рамка, внешняя поверхность (22) панели и внешняя поверхность (32) панели образуют внутреннее пространство Sp.

Пункт 2 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно пункту 1, при этом 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.

Пункт 3 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно пункту 1 или 2, при этом слой вспучивающегося материала представляет собой слой, содержащий композицию гидросиликата щелочного металла, имеющую молярное отношение  $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$  предпочтительно в диапазоне от 2,5 до 8.

Пункт 4 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно любому из пунктов 1-3, при этом слой вспучивающегося материала представляет собой слой гидросиликата щелочного металла, имеющий содержание воды в диапазоне от 18 до 50 вес.% в пересчете на общий вес слоя.

Пункт 5 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно любому из пунктов 1-4, при этом слой вспучивающегося материала имеет толщину в диапазоне от 1 до 30 мм.

Пункт 6 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно пункту 1, при этом по меньшей мере один вспучивающийся блок Щ остекления дополнительно содержит периферийную распорку (102), образующую объем Vi блока IU между внутренними поверхностями (31, 41) панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4, и при этом слой вспучивающегося материала (101) расположен в объеме Vi.

Пункт 7 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно пункту 6, при этом 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.

Пункт 8 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно пункту 6 или 7, при этом слой вспучивающегося материала представляет собой слой, содержащий композицию гидросиликата щелочного металла, имеющую молярное отношение  $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$  предпочтительно в диапазоне от 3 до 8.

Пункт 9 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно любому из пунктов 6-8, при этом слой вспучивающегося материала представляет собой слой гидросиликата щелочного металла, имеющий содержание воды в диапазоне от 35 до 48 вес.% в пересчете на общий вес слоя.

Пункт 10 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно любому из пунктов 6-9, при этом слой вспучивающегося материала имеет толщину в диапазоне от 2 до 30 мм.

Пункт 11 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно любому из предыдущих пунктов, при этом окружающая распорка выбрана из полимерной, металлической, керамической, стеклянной или их сочетания и композитов.

Пункт 12 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно любому из предыдущих пунктов, при этом окружающая распорка дополнительно содержит окружающее уплотнение.

Пункт 13 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно любому из предыдущих пунктов, при этом внутреннее пространство Sp заполнено по меньшей мере одним из сухого воздуха, азота, аргона, ксенона, криптона или их смесей.

Пункт 14 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно любому из предыдущих пунктов, содержащему от 1 до 15 вспучивающихся блоков.

Пункт 15 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно любому из предыдущих пунктов, при этом по меньшей мере одна из стеклянных панелей представляет собой слоистую стеклянную панель.

Пункт 16 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно любому из предыдущих пунктов, при этом третья стеклянная панель GP3 представляет собой слоистую стеклянную панель.

Пункт 17 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно любому из предыдущих пунктов, при этом по меньшей мере одна из поверхностей стеклянной панели снабжена функциональным покрытием (8).

Пункт 18 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно любому из предыдущих пунктов, при этом функциональное покрытие (8) выбрано из покрытия с низкой излучательной способностью, отражающего инфракрасное излучение покрытия или противоотражающего покрытия.

Пункт 19 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно пункту 1,

при этом слой вспучивающегося материала получен с помощью процесса, включающего этапы:

- получение смеси предшественников вспучивающегося материала;
- нанесение смеси предшественников вспучивающегося материала на стеклянную панель огнестойкого вакуумного изоляционного узла, расположенную в горизонтальном положении;
- высушивание смеси предшественников вспучивающегося материала с образованием слоя вспучивающегося материала, у которого первая сторона контактирует с указанной стеклянной панелью.

Пункт 20 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно пункту 19, при этом процесс получения слоя вспучивающегося материала дополнительно включает этап частичной дегидратации между этапом получения смеси и этапом нанесения смеси на стеклянную панель огнестойкого вакуумного изоляционного узла.

Пункт 21 относится к узлу огнестойкого вакуумного изоляционного остекления согласно пункту 6, при этом слой вспучивающегося материала получен с помощью процесса, включающего этапы:

- получение смеси предшественников вспучивающегося материала;
- заливание смеси в объем  $V_i$  вспучивающегося блока;
- отверждение смеси с образованием слоя вспучивающегося материала.

Пункт 22 относится к применению по меньшей мере одного блока вакуумного изоляционного остекления в узле огнестойкого вакуумного изоляционного остекления для улучшения огнестойкости, причем узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления представляет собой узел многослойного остекления, содержащий внутреннее пространство  $S_p$ .

Пункт 23 относится к применению по меньшей мере одного блока вакуумного изоляционного остекления в узле огнестойкого остекления для улучшения тепловых характеристик (значение  $U$ ) вместе с огнестойкостью, причем узел огнестойкого остекления представляет собой узел многослойного остекления, содержащий внутреннее пространство  $S_p$ , при этом узел (10) огнестойкого вакуумного изоляционного остекления содержит:

- i) по меньшей мере один блок вакуумного изоляционного 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) третью стеклянную панель GP3, имеющую внутреннюю поверхность (31) панели и внешнюю поверхность (32) панели; и
  - iii) по меньшей мере один вспучивающийся блок (100) остекления, содержащий:
    - четвертую стеклянную панель GP4, имеющую внутреннюю поверхность (41) панели и внешнюю поверхность (42) панели;
    - слой вспучивающегося материала (101), расположенный между внутренними поверхностями (31, 41) панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4; и
    - iv) окружающую дистанционную рамку (9), расположенную между внешней поверхностью (22) панели второй стеклянной панели GP2 и внешней поверхностью (32) панели третьей стеклянной панели GP3 по их периметру и сохраняющую расстояние между ними; и
    - при этом окружающая дистанционная рамка, внешняя поверхность (22) панели и внешняя поверхность (32) панели образуют указанное внутреннее пространство  $S_p$ .

### Примеры

#### Пример 1.

Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления, содержащий:

- i) по меньшей мере один блок вакуумного изоляционного 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, каждая из которых имеет толщину 6 мм;
  - b) набор отдельных подпорок (4), расположенных между первой и второй стеклянными панелями, поддерживающих расстояние 100 мкм между первой и второй стеклянными панелями;
  - c) герметично соединяющее уплотнение (5) из стеклотемента, 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; при этом в нем создан вакуум с абсолютным давлением  $10^{-6}$  мбар; и при этом внутренние поверхности панелей обращены к внутреннему объему  $V$ ; и
  - ii) третью стеклянную панель GP3, имеющую внутреннюю поверхность (31) панели и внешнюю по-

верхность (32) панели, в форме 2 стеклянных слоев, каждый толщиной 3 мм, покрытых 2 листами PVB, каждый толщиной 0,38 мм; и

iii) первый вспучивающийся блок (100) остекления, содержащий:

четвертую стеклянную панель GP4, имеющую внутреннюю поверхность (41) панели и внешнюю поверхность (42) панели, имеющую толщину 8 мм;

первый слой вспучивающегося материала (101) из композиции гидросиликата щелочного металла, расположенный между внутренними поверхностями (31, 41) панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4, имеющий толщину 1,5 мм;

iv) второй вспучивающийся блок (100a) остекления, содержащий:

пятую стеклянную панель, GP5, имеющую внутреннюю поверхность (51) панели и внешнюю поверхность (52) панели, имеющую толщину 3 мм,

второй слой вспучивающегося материала (101a) из композиции гидросиликата щелочного металла, расположенный между внешней поверхностью (42) панели указанной четвертой стеклянной панели GP4 и внутренней поверхностью (51) панели указанной пятой стеклянной панель GP5, имеющий толщину 1,5 мм; и

v) окружающую дистанционную рамку (9), выполненную из алюминия, дополненную первым окружающим уплотнением из бутилкаучука и вторым окружающим уплотнением из силикона, расположенную между внешней поверхностью (22) панели второй стеклянной панели GP2 и внешней поверхностью (32) панели третьей стеклянной панели GP3 по их периметру и поддерживающую расстояние 20 мм между ними;

при этом окружающая дистанционная рамка, внешняя поверхность (22) панели и внешняя поверхность (32) панели образуют внутреннее пространство Sp, заполненное воздухом, они были установлены в изолированной стальной раме и оценены на предмет огнестойкости согласно стандартам EN1363-1 и EN1364-1.

Сравнительный пример 1.

Было предоставлено сравнительный пример 1 с узлом огнестойкого остекления, содержащим, вместо блока VIG согласно примеру 1, один лист стекла. Вспучивающиеся блоки остекления и окружающая дистанционная рамка (9) были такими же, как и в примере 1, что касается толщин и материалов. Внутреннее пространство между одним листом стекла и внешней поверхностью (22) панели GP2 заполнено воздухом подобным образом. Узел огнестойкого остекления также был подобным образом установлен в изолированной стальной раме.

Результаты, представленные в табл. I, указывают, что узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления обеспечивает большую огнестойкость, чем сравнительный пример 1. Действительно, FR-VIG согласно примеру 1 способен выдерживать воздействие огня на протяжении большего времени с любой из сторон узла по сравнению со сравнительным примером 1, будь то со стороны вспучивающегося блока или со стороны VIG. Дополнительно теплоизоляция, как указано значением U, также демонстрирует улучшение над сравнительным примером 1.

Таблица I

	Огонь	Время (мин.)	Значение U (Вт/м <sup>2</sup> К)
Пример 1a	Сторона VIG	48	0,7
Пример 1b	Сторона IU	46	0,7
Сравнительный пример 1a	Стеклопанельная сторона	37	2,5
Сравнительный пример 1b	Сторона IU	36	2,5

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.

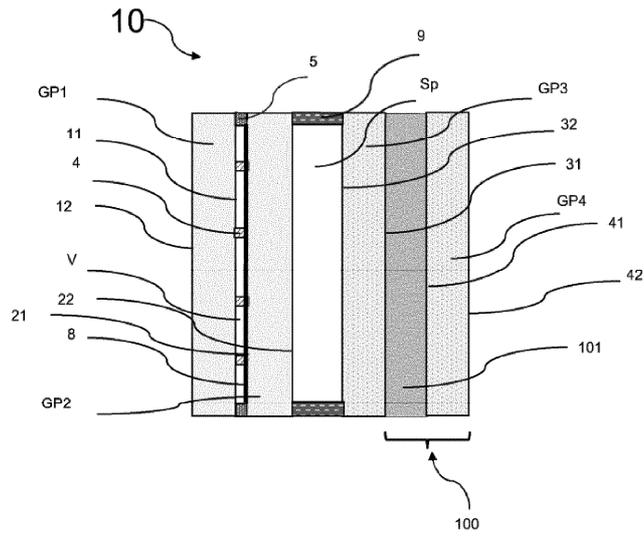
## Ссылочные позиции

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
31	внутренняя поверхность панели третьей стеклянной панели
32	внешняя поверхность панели третьей стеклянной панели
4	Отдельная подпорка
41	внутренняя поверхность панели четвертой стеклянной панели
42	внешняя поверхность панели четвертой стеклянной панели
5	Герметично соединяющее уплотнение
51	внутренняя поверхность панели пятой стеклянной панели
52	внешняя поверхность панели пятой стеклянной панели
100, 100a, 100a'	Вспучивающийся блок
101, 101a, 101a'	Слой вспучивающегося материала
102	Периферийная распорка
7, 7b	Промежуточный полимерный слой
8	Функциональное покрытие
9	Окружающая дистанционная рамка
GPx	Стеклянная панель x, с x = от 1 до 7
GP3a, GP3b	Стеклянные слои
V	Внутренний объем
$V_i, V_i'$	Объем $IU$
Sp	Внутреннее пространство

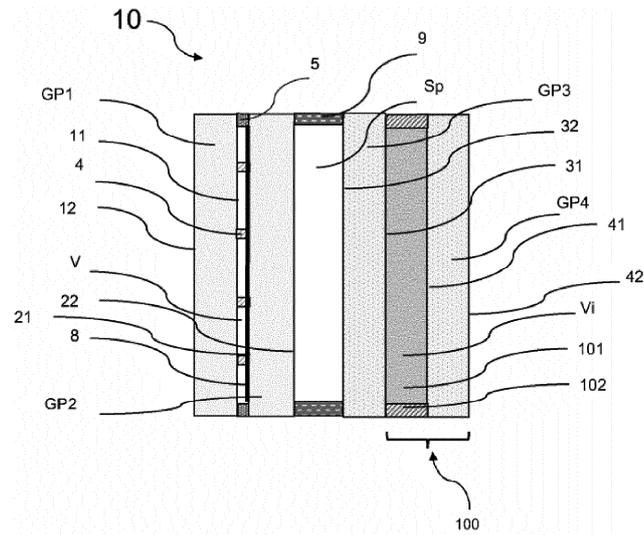
## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Узел (10) огнестойкого вакуумного изоляционного остекления, содержащий:
- i) по меньшей мере один блок вакуумного изоляционного 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) третью стеклянную панель GP3, имеющую внутреннюю поверхность (31) панели и внешнюю поверхность (32) панели; и
    - iii) по меньшей мере один вспучивающийся блок (100) остекления, содержащий:
      - четвертую стеклянную панель GP4, имеющую внутреннюю поверхность (41) панели и внешнюю поверхность (42) панели,
      - слой вспучивающегося материала (101), расположенный между внутренними поверхностями (31, 41) панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4; и
      - iv) окружающую дистанционную рамку (9), расположенную между внешней поверхностью (22) панели второй стеклянной панели GP2 и внешней поверхностью (32) панели третьей стеклянной панели GP3 по их периметру и сохраняющую расстояние между ними; и
  - при этом окружающая дистанционная рамка, внешняя поверхность (22) панели и внешняя поверхность (32) панели образуют внутреннее пространство Sp.
2. Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления по п.1, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала выбран из:
- слоя композиции гидросиликата щелочного металла;

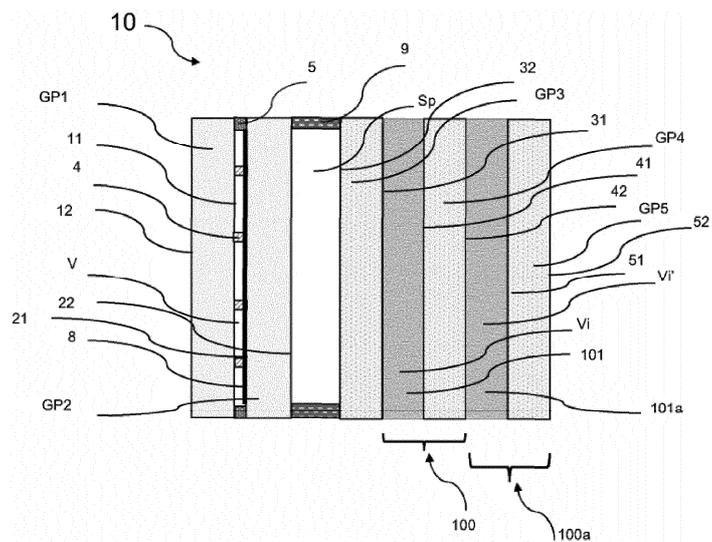
- слоя органического гидрогеля;  
слоя, содержащего композицию гидросиликата щелочного металла и органический гидрогель, присутствующих в виде смеси или в виде различных подслоев.
3. Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления по п.1 или 2, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала представляет собой слой, содержащий композицию гидросиликата щелочного металла, имеющую молярное отношение  $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$  предпочтительно в диапазоне от 2,5 до 8.
4. Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала представляет собой слой гидросиликата щелочного металла, имеющий содержание воды в диапазоне от 18 до 50 вес.% в пересчете на общий вес слоя.
5. Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере один вспучивающийся блок остекления IU дополнительно содержит периферийную распорку (102), образующую объем Vi блока IU между внутренними поверхностями (31, 41) панелей указанных третьей и четвертой стеклянных панелей GP3 и GP4, и при этом слой вспучивающегося материала (101) расположен в объеме Vi.
6. Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления по п.5, 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.
7. Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления по п.5 или 6, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала представляет собой слой, содержащий композицию гидросиликата щелочного металла, имеющую молярное отношение  $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$  предпочтительно в диапазоне от 3 до 8.
8. Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления по любому из пп.5-7, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала представляет собой слой гидросиликата щелочного металла, имеющий содержание воды в диапазоне от 35 до 48 вес.% в пересчете на общий вес слоя.
9. Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что окружающая распорка дополнительно содержит окружающее уплотнение.
10. Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что содержит от 1 до 15 вспучивающихся блоков.
11. Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что по меньшей мере одна из стеклянных панелей представляет собой слоистую стеклянную панель.
12. Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что третья стеклянная панель GP3 представляет собой слоистую стеклянную панель.
13. Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что по меньшей мере одна из поверхностей стеклянной панели снабжена функциональным покрытием (8).
14. Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления по п.1, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала получен с помощью процесса, включающего этапы:  
получение смеси предшественников вспучивающегося материала;  
нанесение смеси предшественников вспучивающегося материала на стеклянную панель огнестойкого вакуумного изоляционного узла, расположенную в горизонтальном положении;  
высушивание смеси предшественников вспучивающегося материала с образованием слоя вспучивающегося материала, у которого первая сторона контактирует с указанной стеклянной панелью.
15. Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления по п.14, отличающийся тем, что процесс получения слоя вспучивающегося материала дополнительно включает этап частичной дегидратации между этапом получения смеси и этапом нанесения смеси на стеклянную панель огнестойкого вакуумного изоляционного узла.
16. Узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления по п.5, отличающийся тем, что слой вспучивающегося материала получен с помощью процесса, включающего этапы:  
получение смеси предшественников вспучивающегося материала;  
заливание смеси в объем Vi вспучивающегося блока;  
отверждение смеси с образованием слоя вспучивающегося материала.
17. Применение по меньшей мере одного блока вакуумного изоляционного остекления в узле огнестойкого вакуумного изоляционного остекления для улучшения огнестойкости, причем узел огнестойкого вакуумного изоляционного остекления представляет собой узел многослойного остекления, содержащий внутреннее пространство Sp.



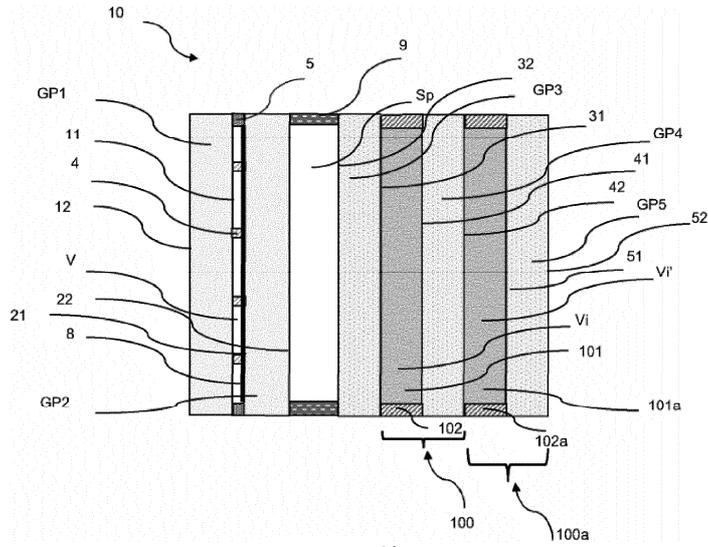
Фиг. 1а



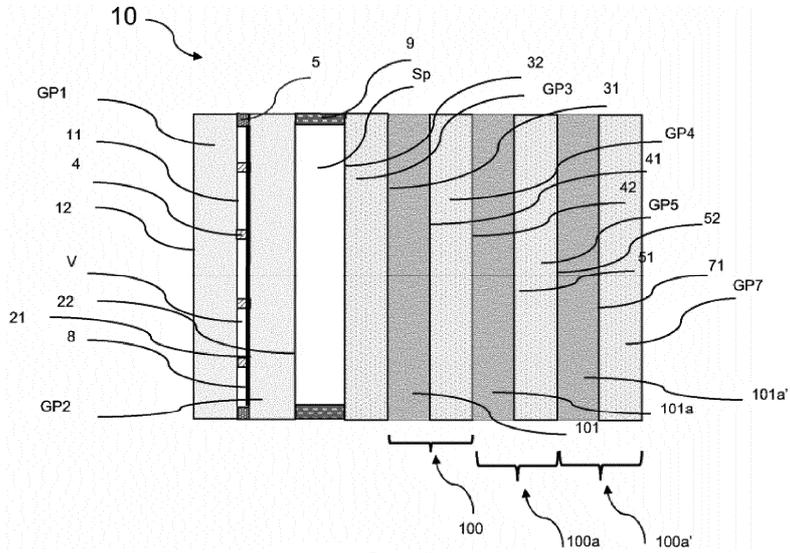
Фиг. 1б



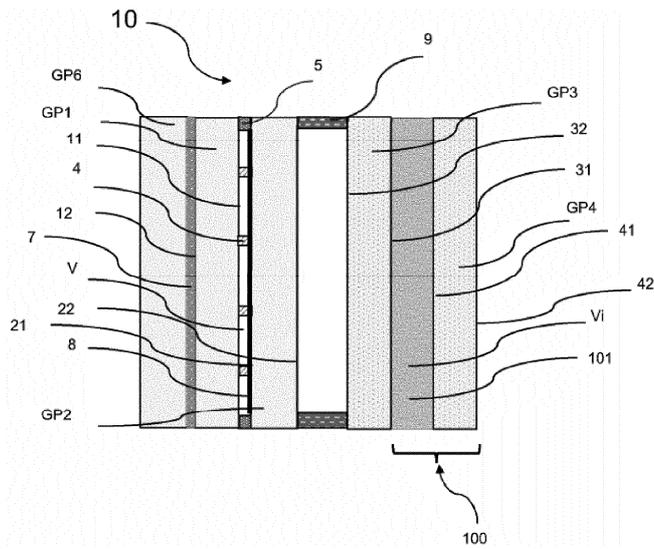
Фиг. 2а



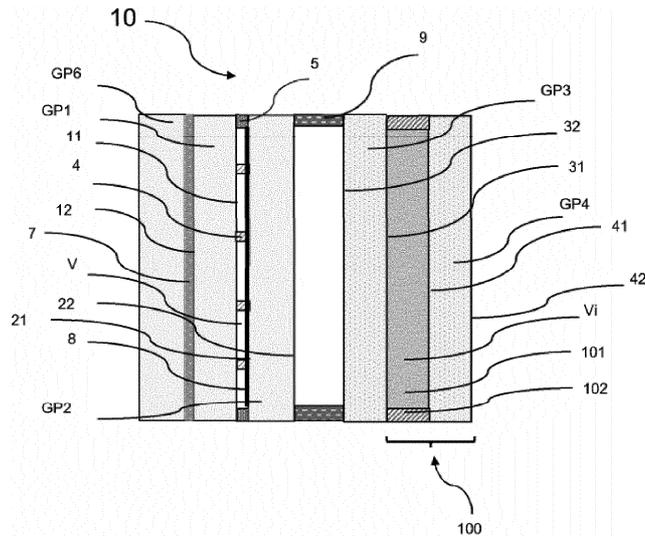
Фиг. 2b



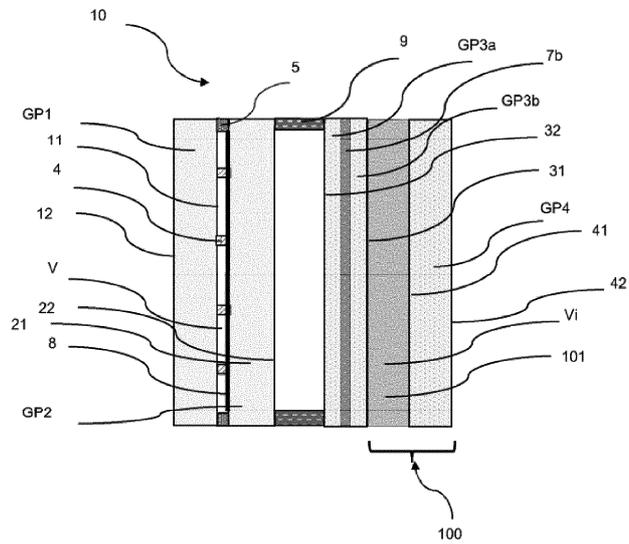
Фиг. 3



Фиг. 4a



Фиг. 4b



Фиг. 5

