

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **043457**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.05.25**

(51) Int. Cl. **B32B 17/10** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**202191080**

(22) Дата подачи заявки  
**2019.10.22**

---

(54) **БЕЗОПАСНОЕ ОСТЕКЛЕНИЕ**

---

(31) **18202087.5**

(56) CA-A1-3032373  
CN-A-104924705  
WO-A1-2008084083  
EP-A1-3309501

(32) **2018.10.23**

(33) **EP**

(43) **2021.07.22**

(86) **PCT/EP2019/078754**

(87) **WO 2020/083928 2020.04.30**

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

(72) Изобретатель:  
**Леско Томас, Деллиеу Луи, Мати  
Бертран (BE)**

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

---

(57) Изобретение касается огнестойкого/пуленепробиваемого безопасного остекления, содержащего многослойную сборку листов I стекла, то есть многослойный материал I, листы стекла которого собраны посредством листов термопластичного промежуточного слоя типа PVB, EVA, PU, иономеров, циклоолефиновых полимеров и посредством n слоев вспучивающегося материала, изготовленного из гидратированного силиката щелочного металла, где  $1 \leq n \leq 3$ ; который содержит огнестойкий модуль, содержащий n слоев вспучивающегося материала, изготовленного из гидратированного силиката щелочного металла и n+1 листов стекла, причем указанный модуль покрыт с обеих сторон по меньшей мере одним листом термопластичного промежуточного слоя и по меньшей мере одним листом стекла, и который не содержит листы органического стекла, изготовленные из полимерного материала типа поликарбоната, полиметилметакрилата, то есть материала, жесткого при температуре окружающей среды; причем многослойный материал I необязательно связан либо с листом стекла, либо со второй многослойной сборкой II, содержащей листы стекла, собранные посредством листов термопластичного промежуточного слоя типа PVB, EVA, PU, иономеров, циклоолефиновых полимеров, при этом между многослойным материалом I и либо листом стекла, либо многослойным материалом II сохраняется пространство, причем остекление содержит по меньшей мере 6 листов стекла.

---

**043457**  
**B1**

**043457**  
**B1**

Изобретение относится к видам остекления, которые одновременно проявляют свойства сопротивления ударам пуль, взрывам или проникновению, с одной стороны, и к возгоранию, с другой стороны, причем оба этих свойства могут возникать независимо, одновременно или последовательно. В нижеследующем тексте, чтобы избежать повторения, эти виды остекления будут называться пуленепробиваемыми.

На практике изделия, предназначенные для защиты от ударов, изготовлены из множества листов, предназначенных для поглощения энергии снарядов. Листы соединяют вместе посредством клея, который может состоять из термопластичных листов.

Обычно рассматриваемые виды остекления изготавливают из листов стекла, но, как правило, материалы известны как органические стекла, поскольку они обеспечивают прозрачность, аналогичную прозрачности минеральных стекол, дополняют сборки и придают им высокий уровень сопротивления. Этими материалами, которые являются жесткими при температуре окружающей среды, являются, например, поликарбонаты, полиметилметакрилаты и т.п., и их обычно размещают в виде листов определенной толщины. Рассматриваемые материалы обычно не предусматривают способ скрепления листов стекла вместе. В многослойных сборках их приклеивание к листам стекла требует использования специальных клеев. Кроме того, объединение "минеральных" листов стекла и "органических" листов стекла создает, в частности, проблемы, связанные с различиями в коэффициенте теплового расширения, в частности, когда остекления подвергаются значительным изменениям, например как в случае с открытыми видами остекления на фасадах зданий. Эти различия приводят к расслоению этихборок. Эти материалы, помимо их более низкой неустойчивости к разбитию по сравнению с листами стекла, обладают особым признаком, заключающимся в том, что плотность намного ниже, чем у стекла, но эта экономия веса компенсируется гораздо большей стоимостью. Остекления этого типа описаны, например, в публикации EP2439066, причем в указанной публикации предлагаемые изделия также называются огнестойкими. Однако присутствие этих органических стекол в значительном количестве нежелательно из-за их поведения по отношению к огню, поскольку при горении они выделяют вредные испарения. Аналогичными публикациями являются, например, WO2018/015066 или DE202010008729U. Кроме того, рассматриваемые материалы не обладают оптическими свойствами, которые остаются стабильными с течением времени. Многие из них желтеют, и их прозрачность меняется.

В других публикациях предлагаются остекления без этих органических стекол, чтобы избежать указанных выше недостатков. Чтобы улучшить поведение этих "пуленепробиваемых" многослойных материалов в отношении огня, листы стекла собирают посредством специальных клеев, которые, хотя и являются органическими, являются жаростойкими или достаточно огнестойкими. Публикация EP2090427 посвящена именно этому вопросу.

Наконец, были внесены предложения по изготовлению такого типа видов остекления, которые, помимо всего, проявляют повышенную огнеупорность. Как правило, виды остекления, которые проявляют повышенную огнеупорность, изготавливают изборок огнестойких блоков или модулей, изготовленных из трех листов стекла, соединенных посредством двух вспучивающихся слоев, причем несколько модулей (2 или 3) связаны посредством термопластичных листов. Эти виды остекления, которые в принципе сконструированы на основе принципа их свойства огнестойкости, из-за множества собранных листов стекла также проявляют механические свойства, которые позволяют им исполнять роль пуленепробиваемой защиты или противодействия проникновению. Одна трудность с этим типом остекления связана с большим количеством вспучивающихся/огнестойких слоев, что приводит к "суммированию" оптических дефектов, потенциально встречающихся в каждом из вспучивающихся слоев, результатом чего являются высокие коэффициенты брака во время его производства.

Авторы настоящего изобретения стремились получить средства для одновременного удовлетворения требований с точки зрения защиты от огня для видов остекления, которые в первую очередь предназначены для обеспечения хорошей механической прочности и, более конкретно, прочности типа пуленепробиваемости, и которые не требуют наличия большого количества органических стекол поликарбонатного типа или т.п., и которые проявляют высокий уровень прозрачности.

В то же время авторы настоящего изобретения стремились производить рассматриваемые остекления с использованием в максимально возможной степени уже доступных элементов, чтобы упростить их производство и снизить их стоимость. Таким образом, авторы настоящего изобретения предложили сборки, которые могут использоваться для различных встречающихся требований, будь то виды остекления, расположенные внутри зданий, дверей, перегородок или расположенные на фасадах зданий, в частности изоляционные виды остекления, при этом стремясь ограничить толщину этих видов остекления и их вес.

Преимущественно и неожиданно заявители теперь обнаружили, что этой цели возможно достичь посредством производства остекления согласно настоящему изобретению.

Настоящее огнестойкое/пуленепробиваемое безопасное остекление содержит многослойную сборку листов I стекла, то есть многослойный материал I, листы стекла которого собраны посредством листов термопластичного промежуточного слоя, изготовленных из термопластов, таких как PVB, EVA, PU, иономеры, циклоолефиновые полимеры, и посредством n слоев вспучивающегося материала на основе

гидратированного силиката щелочного металла, где  $1 \leq n \leq 3$ ,

который содержит огнестойкий модуль, содержащий указанные  $n$  слоев вспучивающегося материала на основе гидратированного силиката щелочного металла и  $n+1$  листов стекла, причем указанный модуль покрыт с обеих сторон по меньшей мере одним листом термопластичного промежуточного слоя и по меньшей мере одним листом стекла, и

который не содержит лист органического стекла на основе полимерного материала, такого как поликарбонат, полиметилметакрилат, то есть материала, жесткого при температуре окружающей среды, причем многослойный материал I необязательно связан либо с листом стекла, либо со второй многослойной сборкой II, изготовленной из листов стекла, собранных посредством листов термопластичного промежуточного слоя, изготовленных из термопластов, таких как PVB, EVA, PU, иономеры, циклоолефиновые полимеры, при этом между многослойным материалом I и либо листом стекла, либо многослойным материалом II сохраняется пространство, причем остекление содержит по меньшей мере 6 листов стекла. Различные варианты осуществления настоящего остекления изображены на фиг. 1-8.

#### Фигуры

На фиг. 1 представлено остекление согласно настоящему изобретению, изготовленное из 7 листов стекла со значениями толщины 4, 12, 3, 8, 3, 10 и 6 мм, начиная с передней поверхности в крайней левой части фиг. 1, с огнестойким модулем, содержащим 2 вспучивающихся слоя (1) и 3 листа стекла, покрытые с обеих сторон 2 листами стекла и 2 термопластичными листами (2), при общей толщине 52 мм.

На фиг. 2 представлено остекление в соответствии с фиг. 1, связанное с листом стекла с толщиной 6 мм посредством пространства (3), составляющего 9 мм, между компонентами при общей толщине 67 мм; лист стекла с толщиной 6 мм образует переднюю поверхность.

На фиг. 3 представлено остекление согласно настоящему изобретению, изготовленное из 7 листов стекла с показателями толщины 4, 12, 8, 3, 12, 12 и 4 мм, начиная с передней поверхности в крайней левой части фиг. 3, с огнестойким модулем, содержащим 1 вспучивающийся слой (1) и 2 листа стекла, окруженные с одной стороны (со стороны передней поверхности) 2 листами стекла и 2 термопластичными листами (2) и с другой стороны (со стороны защитной поверхности) 3 листами стекла и 3 термопластичными листами, при общей толщине 61 мм.

На фиг. 4 представлено остекление в соответствии с фиг. 3, связанное с листом стекла с толщиной 6 мм посредством пространства (3), составляющего 9 мм, между компонентами при общей толщине 76 мм; лист стекла с толщиной 6 мм образует переднюю поверхность.

На фиг. 5 представлено остекление согласно настоящему изобретению, изготовленное из 9 листов стекла с показателями толщины 4, 12, 3, 8, 3, 12, 12, 12 и 4 мм, начиная с передней поверхности в крайней левой части фиг. 5, с огнестойким модулем, содержащим 2 вспучивающихся слоя (1) и 3 листа стекла, покрытые с одной стороны (со стороны передней поверхности) 2 листами стекла и 2 термопластичными листами (2) и с другой стороны (со стороны защитной поверхности) 4 листами стекла и 4 термопластичными листами, при общей толщине 78 мм.

На фиг. 6 представлено остекление в соответствии с фиг. 5, связанное с листом стекла с толщиной 6 мм посредством пространства (3), составляющего 9 мм, между компонентами при общей толщине 93 мм; лист стекла с толщиной 6 мм образует переднюю поверхность.

На фиг. 7 представлено остекление согласно настоящему изобретению, изготовленное из 7 листов стекла с показателями толщины 4, 12, 3, 8, 3, 12 и 4 мм, начиная с передней поверхности в крайней левой части фиг. 1, с огнестойким модулем, содержащим 2 вспучивающихся слоя (1) и 3 листа стекла, покрытые с обеих сторон 2 листами стекла и 2 термопластичными листами (2), при общей толщине 54 мм.

На фиг. 8 представлено остекление в соответствии с фиг. 7, связанное с листом стекла с толщиной 6 мм посредством пространства (3), составляющего 9 мм, между компонентами при общей толщине 69 мм; лист стекла с толщиной 6 мм образует переднюю поверхность.

Следовательно, огнестойкий модуль представляет собой сборку, выполняющую огнестойкую функцию, содержащую  $n$  слоев вспучивающегося материала на основе гидратированного силиката щелочного металла и  $n+1$  листов стекла, где  $1 \leq n \leq 3$ .

Многослойный материал I изготовлен из сборки листов стекла, собранной из листов термопластичного промежуточного слоя, в которые вставлен огнестойкий модуль из по меньшей мере одного листа термопластичного промежуточного слоя и по меньшей мере одного листа стекла, с обеих сторон его структуры. В результате по меньшей мере один лист стекла и один лист термопластичного промежуточного слоя расположены с обеих сторон огнестойкого модуля в многослойном материале I.

В объеме настоящего изобретения в целом, при отсутствии листа стекла и второй многослойной сборки II, заявленное остекление изготовлено только из многослойного материала I, содержащего по меньшей мере 6 листов стекла.

Свойства сопротивления ударам пули, взрывам или проникновению предоставляются заявленным остеклением, и к ним добавляются свойства огнеупорности, предоставляемые огнестойким модулем, встроенным в многослойный материал I, в указанном остеклении.

Переднюю поверхность определяют здесь как первый лист стекла на стороне, которая с большей

вероятностью будет подвержена удару; защитную поверхность определяют здесь как последний лист стекла, начиная со стороны, которая с большей вероятностью подвергнется удару, причем защитная поверхность обычно представляет собой первый лист стекла, ориентированный в сторону защищенной стороны остекления.

Настоящее остекление собрано таким образом, что огнестойкий модуль не образует переднюю поверхность пуленепробиваемого остекления, которая с большей вероятностью будет подвержена ударам. Настоящее остекление собрано таким образом, что огнестойкий модуль также не образует защитную поверхность (поверхность на противоположной стороне относительно передней поверхности). Передняя поверхность и защитная поверхность расположены с обеих сторон огнестойкого модуля, отделенные от последнего посредством по меньшей мере одного листа термопластичного промежуточного слоя.

Не желая ограничивать настоящее изобретение какой-либо одной теорией, может оказаться, что распределение огнестойкого модуля внутри остекления позволяет огнестойкому модулю частично рассеивать и частично поглощать энергию, возникающую в результате удара с передней поверхностью, через остальную часть остекления. На передней поверхности листы стекла, образующие огнестойкий модуль, с большей вероятностью могут разбиться во время одного или нескольких ударов, что приведет к пагубным последствиям в виде образования осколков стекла и, таким образом, ухудшения пуленепробиваемой функции и/или ухудшения огнестойкой функции. На защитной поверхности жесткость и, следовательно, отсутствие способности к деформации огнестойкого модуля может отрицательно сказаться на функции защиты и поглощения нагрузки после удара.

Благодаря своему расположению внутри остекления и будучи отделенным от передней и защитной поверхностей по меньшей мере одним листом термопластичного промежуточного слоя и по меньшей мере одним листом стекла, огнестойкий модуль защищен по меньшей мере одним первым листом стекла. В ситуации, возникающей при множестве ударов, передняя поверхность, которая с большей вероятностью будет разбита, сохранит свою структуру благодаря первому листу термопластичного промежуточного слоя. За этой передней поверхностью и указанным листом термопластичного промежуточного слоя сам огнестойкий модуль также мог быть поврежден. Если внешний лист огнестойкого модуля за по меньшей мере первым листом стекла передней поверхности разобьется, наличие первого листа термопластичного промежуточного слоя предотвратит его обрушение. Огнестойкий модуль, хотя и поврежден, может, следовательно, сохранять свою огнестойкую функцию, а также предпочтительно участвовать в рассеивании энергии после удара или других последовательных ударов. Таким образом, рекомендуется располагать огнестойкий модуль внутри остекления, чтобы он участвовал в рассеивании нагрузки после удара и сохранял свою огнестойкую функцию.

На практике виды остекления согласно настоящему изобретению не содержат органических стекол, жестких материалов, таких как поликарбонаты, использованные ранее.

Ударопрочность настоящего остекления в основном является результатом сборки листов стекла, которые связаны с друг с другом посредством, с одной стороны, обычных термопластичных листов для образования многослойных материалов, таких как листы PVB, EVA, PU, иономеров, циклоолефиновых полимеров или т.п., и, с другой стороны, посредством одного или нескольких слоев вспучивающегося материала на основе гидратированного силиката щелочного металла. Эту сборку называют "многослойным материалом I" в нижеследующем тексте.

Необязательно, для образования видов остекления эта сборка также может быть связана известным образом с листом стекла или другой многослойной сборкой, называемой "многослойным материалом II", благодаря пространству, обеспечиваемому между этими компонентами.

Для видов остекления, предназначенных для защиты от удара снарядов, важность общей толщины стекла является основным фактором для противодействия кинетической энергии снаряда в точке удара. Следовательно, важным фактором является количество листов в сборке. В свою очередь, листы промежуточного слоя способствуют поглощению деформаций последовательных листов стекла после поверхности, подвергшейся удару.

Согласно настоящему изобретению, чтобы удовлетворить наиболее ограниченные требования в отношении ударопрочности, виды остекления содержат по меньшей мере шесть листов стекла.

Предпочтительно, в зависимости от требуемых эксплуатационных аспектов, общая толщина листов стекла остекления составляет не менее 35 мм и особенно предпочтительно не менее 40 мм.

Кроме того, предпочтительно каждый лист стекла имеет толщину по меньшей мере 2,5 мм и предпочтительно по меньшей мере 3 мм, чтобы полностью исполнять свою роль и, в частности, добавлять некоторую "инерцию" к сборке и способствовать механическому поглощению.

Сопротивление листов ударам или даже термической нагрузке не увеличивается пропорционально их индивидуальной толщине. Разрыв, инициированный в листе стекла, распространяется в зависимости от напряжений, присущих этим листам. Следует отметить, что органические стекла гораздо менее чувствительны к распространению трещин, вызывающих разрыв. В целом, для одинаковой общей толщины может быть предпочтительнее использовать несколько листов, а не один. По этой причине в видах остекления согласно настоящему изобретению листы стекла предпочтительно имеют толщину не более 16 мм, а предпочтительно не более 14 мм.

В видах остекления, содержащих, помимо многослойного материала I, лист стекла, последний предпочтительно имеет толщину от 5 до 16 мм, а в видах остекления, содержащих многослойный материал II, последний предпочтительно содержит не более 6 листов стекла толщиной от 3 до 16 мм.

Пространство, сохраняемое между многослойным материалом I и листом стекла или многослойным материалом II, предпочтительно составляет от 6 до 14 мм.

Преимущественно один или несколько листов стекла настоящего остекления механически усилены посредством термической или химической обработки (закалки, отверждения). Когда используют такие листы, их предпочтительно располагают на поверхностях, противоположных поверхностям, подверженным возможным ударам, и, следовательно, защитным поверхностям. Особенностью таких листов является лучшее сопротивление деформационному напряжению перед, в зависимости от ситуации, разбитием на большое количество мелких осколков. Наличие листов, обработанных таким образом, компенсируется ограничением возможности резания видов остекления, а это означает, что последние должны быть выполнены в соответствии с требуемыми размерами с самого начала.

Сопrotивление увеличивается с количеством листов. Однако на практике это количество и толщина листов ограничены из-за их громоздкости, веса и стоимости изготовления остекления. По этим причинам общее количество листов стекла в многослойном материале I предпочтительно составляет максимум 12 и особенно предпочтительно равно максимум 10. Точно так же общее количество листов стекла во всем остеклении, включая листы, отделенные от многослойного материала I, предпочтительно равно максимум 14. Общая толщина листов стекла предпочтительно составляет не более 150 мм и особенно предпочтительно не более 110 мм.

Материалом листа стекла чаще всего является стекло натрий-кальций-силикатного типа по соображениям стоимости, но это также может быть стекло алюмосиликатного или боросиликатного типа, которые, как известно, имеют более тугоплавкую природу.

Натрий-кальций-силикатные стекла могут также соответствовать качеству, известному как "сверхпрозрачность", причем такими стеклами являются те, в которых содержание железа минимально и, следовательно, присутствует малое количество окраски. Это свойство тем более выгодно, учитывая, что толщина остекления имеет тенденцию выражать зеленый оттенок. Однако использование сверхпрозрачных стекол стоит дороже.

Огнестойкие остекления, проявляющие себя наилучшим образом, традиционно изготовлены из многослойной сборки, состоящей из листов стекла и расположенными между ними слоями материалов, которые реагируют при воздействии тепла, чтобы образовать экран не только для пламени и испарений, но и для теплового излучения. Материалы на основе гидратированных силикатов щелочных металлов, которые выбирают, в частности, для обеспечения в четко определенных условиях прозрачности для излучения в видимом диапазоне, в результате чего их иногда называют "жидким стеклом", вносят ограниченный вклад в механические свойства. В частности, они не придают значительной пластичности рассматриваемым видам остекления.

На практике сборка, изготовленная из вспучивающегося слоя с двумя листами стекла, расположенными с обеих его сторон, ведет себя механически в многослойном остеклении приблизительно так, как если бы вспучивающийся слой заменял монолитный лист стекла эквивалентной толщины, или даже лучше. В этом отношении этот "лист", очевидно, способствует достижению желаемых механических свойств.

Более того, было обнаружено, что при испытании на падение с использованием стального шара массой 0,510 кг и диаметром 5 см лист стекла размером 30 на 30 см и толщиной 15 мм разбивается, когда шар падает с высоты 1,5 м, в то время как огнестойкий модуль с размерами 30 на 30 см, изготовленный из 3 листов стекла 3, 8 и 3 мм и 2 вспучивающихся слоев толщиной 1,5 мм каждый, разбивается, когда шар падает с высоты 3,5 м. Таким образом, огнестойкий модуль за счет всей своей конструкции способствует свойствам рассеивания энергии для остекления в целом.

В ходе экспериментов авторы настоящего изобретения обнаружили, что сборки, изготовленные из листов стекла, собранных посредством термопластичных листов, изготовленных из термопластов, таких как PVB, EVA, PU, иономеры или циклоолефиновые полимеры, уже обладают значительными свойствами огнеупорности. В то время как материал термопластичных листов горит при высокой температуре, большое количество листов сборки приводит к постепенному разрушению сборки лист за листом, причем данный прогресс значительно замедляет полное разрушение остекления даже при отсутствии вспучивающегося слоя.

По этой причине в сборках согласно настоящему изобретению, которые имеют большое количество листов стекла, огнестойкий модуль, содержащий один вспучивающийся слой, нормальной толщины, например от 1,5 до 3 мм, позволяет при необходимости удовлетворять не особо требовательным и удовлетворительным условиям огнеупорности. Рассматриваемые слои также могут иметь гораздо большую толщину, например, не более 10 мм. Природа выбранного силиката щелочного металла и, в частности, молярное соотношение  $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$  (M представляет щелочной металл) и содержание воды известным образом также позволяют повысить качество огнеупорности.

Однако согласно настоящему изобретению предпочтительные модули имеют более одного вспучи-

вающегося слоя с толщиной, по меньшей мере равной значениям, указанным выше (1,5-3 мм). Наиболее распространенные комбинации содержат два или три вспучивающихся слоя, а чаще всего два слоя. Предпочтительно эти 2 слоя расположены с обеих сторон одиночного листа стекла. Эта структура лист стекла/слой/лист стекла/слой/лист стекла, присутствующая в многослойном материале I, в предпочтительных видах остекления согласно настоящему изобретению обеспечивает преимущество сохранения листов после того, как первый вспучивающийся слой расширится и удалится от наиболее открытого листа стекла, который уже разбился, увеличивая время сопротивления сборке. Кроме того, эта структура относится к особо распространенным огнеупорным видам остекления. Использование в остеклении согласно настоящему изобретению того, что в таком случае составляет традиционный огнестойкий модуль, является еще более экономичным.

Возможное использование более трех вспучивающихся слоев привело бы к увеличению сложности, что неизбежно повлекло бы за собой дополнительные расходы. Выбор ограничения количества слоев предпочтительно одним или двумя, помимо указанного выше факта, что такое количество вспучивающихся слоев позволяет достичь наиболее полезных огнестойких характеристик для этих видов остекления с двойной функцией (огнестойких/пуленепробиваемых), уменьшает количество изделий, отбракованных из-за дефектов. В частности, хотя многослойные сборки, изготовленные только из листов стекла, связанных посредством термопластичных листов, традиционно имеют небольшое количество оптических дефектов, известно, что вспучивающиеся слои очень часто имеют матовость или пузырьки, которые допустимы только в пределах очень малых размеров. Увеличение количества вспучивающихся слоев обязательно увеличивает общее количество дефектов и, следовательно, процент брака. Этот процент тем более недопустим, учитывая, что обычные методы сборки (в частности, автоклавируемые) с большей вероятностью увеличат количество этих дефектов.

Наличие от 1 до 3 вспучивающихся слоев внутри остекления, связанных с большим количеством листов стекла, придает видам остекления согласно настоящему изобретению по меньшей мере основные огнестойкие свойства, а именно свойства класса EI 30. Однако эксплуатационные аспекты могут быть намного лучше в зависимости от сложности образованного остекления, в частности EW60 и/или EI 60.

В классификациях видов остекления EI обозначает виды остекления, которые образуют препятствие для пламени и испарений и составляют теплопроводную изоляцию; EW обозначает виды остекления, которые образуют препятствие для пламени и испарений, а также для передачи тепла излучением. Число указывает время в минутах, на протяжении которого проводили испытания сопротивления. Условия испытаний соответствуют протоколу стандартов EN1363 и EN1364.

Качество и производство вспучивающихся слоев на основе гидратированных силикатов щелочных металлов является предметом многих предшествующих публикаций. См., например, документы EP1855878, EP1960317, EP1993828, EP2361223, EP2480041. Огнеупорные свойства вспучивающихся материалов приводят в результате к тому, что предпочтение отдается изделиям, имеющим сильные тугоплавкие характеристики, даже если механические характеристики при этом также несколько изменяются. Эти изделия обладают относительно высоким молярным соотношением  $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ , например, приблизительно 3-7 и, в частности, 3,4-5,5, где M представляет щелочной металл.

Помимо молярного соотношения, содержание воды в силикатах влияет на их поведение в отношении огня. В зависимости от технологии производства содержание воды составляет от 20% до 45% по весу материала. Предпочтительно используют "высушенные" вспучивающиеся слои, в которых содержание воды не больше 30% по весу.

Вспучивающиеся слои также могут содержать добавки, которые изменяют их определенные свойства. К ним относятся, в частности, полиолы, этиленгликоль или глицерин, которые придают этим твердым слоям определенную "пластичность". Эти полиолы преимущественно находятся в количестве менее 20% и предпочтительно менее 17% по весу вспучивающегося материала.

Большее количество листов стекла (по меньшей мере 6) в остеклении обуславливает необходимое присутствие термопластичных листов. Предпочтительно, чтобы их было как минимум три. Роль термопластичных листов, как указано выше, состоит в основном в сборке листов стекла в "многослойную" структуру. В этой роли эти листы могут быть относительно тонкими. В традиционных видах остекления, изготовленных из многослойных материалов, термопластичные листы имеют толщину более 0,30 мм. Показатели обычной коммерческой толщины листов ПВХ составляют 0,38 и 0,76 мм. Эти же листы, если необходимо, могут быть наложены друг на друга, что приведет к гораздо большей толщине. Их объединение облегчается тем фактом, что они могут прилипнуть друг к другу, образуя компактную и однородную сборку.

Многослойный материал I изготовлен таким образом, чтобы не было необходимости в распорке. Фактически, многослойный материал I не имеет распорки, и листы, которые составляют указанный многослойный материал I, удерживают вместе либо посредством термопластичного листа, либо, для листов огнестойкого модуля, посредством вспучивающегося слоя.

Термопластичные листы, изготовленные из ПВХ, EVA, PU, иономеров или циклоолефиновых полимеров, в отличие от органических стекол, изготовленных из жестких пластмасс, поликарбонатов, полиметакрилатов или т.п., сохраняют определенную пластичность при температуре окружающей среды.

Они не являются "хрупкими". Этот особенный признак добавляет ударопрочности, поглощая часть соответствующей энергии. Тем не менее их присутствие в многослойных материалах видов остекления согласно настоящему изобретению остается, по существу, связанным с их клеящей ролью.

При определенных обстоятельствах наличие по меньшей мере одного термопластичного листа на каждом внешнем листе стекла огнестойкого модуля преимущественно обеспечивает UV-защиту от ультрафиолета с обеих сторон огнестойкого модуля.

По причинам, указанным выше, присутствие органических материалов, чувствительных к температурам, соответствующим воздействию огня, не влияет на огнестойкие свойства остекления согласно настоящему изобретению. Поэтому предпочтительно следить за тем, чтобы количество этих материалов оставалось ограниченным. По этой причине наиболее распространены листы небольшой толщины, общая масса органического материала составляет не более 1/10 массы остекления и предпочтительно не более 1/20.

В зависимости от условий использования является возможным включение в остекление одного или нескольких термопластичных листов с толщиной не более 5 мм. Однако в этих структурах толстый лист (листы) термопластичного материала предпочтительно расположен в структуре так, чтобы он не находился в непосредственной близости от поверхности остекления, которая с большей вероятностью будет подвержена воздействию огня. Предпочтительно толстый лист отделен от этой поверхности по меньшей мере двумя листами стекла.

При определенных обстоятельствах огнестойкий модуль может обеспечить преимущество касательно эстетического внешнего вида остекления из-за его возможного состава из сверхпрозрачного стекла, обеспечивая такие же механические свойства, как и у более толстого листа стекла (например 15-18 мм), но с менее зеленоватым оттенком, или механические свойства лучше, чем у него.

Согласно нижеследующим первому и второму альтернативным вариантам осуществления настоящего изобретения огнестойкий модуль может быть покрыт с одной стороны по меньшей мере одним листом термопластичного промежуточного слоя и по меньшей мере одним листом стекла, а с другой стороны по меньшей мере 2 листами термопластичного промежуточного слоя и по меньшей мере 2 листами стекла.

Согласно первому альтернативному варианту осуществления настоящего изобретения огнестойкое/пуленепробиваемое безопасное остекление может содержать многослойную сборку листов I стекла, то есть многослойный материал I, листы стекла которого собраны посредством листов термопластичного промежуточного слоя, изготовленных из термопластов, таких как PVB, EVA, PU, иономеры, циклоолефиновые полимеры, и посредством n слоев вспучивающегося материала на основе гидратированного силиката щелочного металла, где  $1 \leq n \leq 3$ ,

который содержит огнестойкий модуль, содержащий указанные n слоев вспучивающегося материала на основе гидратированного силиката щелочного металла и n+1 листов стекла, причем указанный модуль покрыт, независимо от того, является ли рассматриваемая сторона передней стороной или защитной стороной, с одной стороны по меньшей мере одним листом термопластичного промежуточного слоя и по меньшей мере одним листом стекла, а с другой стороны по меньшей мере 2 листами термопластичного промежуточного слоя и по меньшей мере 2 листами стекла, и

который не содержит лист органического стекла на основе полимерного материала, такого как поликарбонат, полиметилметакрилат, то есть материала, жесткого при температуре окружающей среды;

причем многослойный материал I необязательно связан либо с листом стекла, либо со второй многослойной сборкой II, изготовленной из листов стекла, собранных посредством листов термопластичного промежуточного слоя, изготовленных из термопластов, таких как PVB, EVA, PU, иономеры, циклоолефиновые полимеры, при этом между многослойным материалом I и либо листом стекла, либо многослойным материалом II сохраняется пространство,

причем остекление содержит по меньшей мере 6 листов стекла.

Согласно этому первому альтернативному варианту осуществления асимметрия может быть независимой от рассматриваемой стороны, а именно на стороне передней поверхности или стороне защитной поверхности.

Согласно второму альтернативному варианту осуществления настоящего изобретения огнестойкое/пуленепробиваемое безопасное остекление может содержать многослойную сборку листов I стекла, то есть многослойный материал I, листы стекла которого собраны посредством листов термопластичного промежуточного слоя, изготовленных из термопластов, таких как PVB, EVA, PU, иономеры, циклоолефиновые полимеры, и посредством n слоев вспучивающегося материала на основе гидратированного силиката щелочного металла, где  $1 \leq n \leq 3$ ,

который содержит огнестойкий модуль, содержащий указанные n слоев вспучивающегося материала на основе гидратированного силиката щелочного металла и n+1 листов стекла, причем указанный модуль покрыт на стороне передней поверхности по меньшей мере одним листом термопластичного промежуточного слоя и по меньшей мере одним листом стекла, а на стороне защитной поверхности по меньшей мере 2 листами термопластичного промежуточного слоя и по меньшей мере 2 листами стекла, и

который не содержит лист органического стекла на основе полимерного материала, такого как поликарбонат, полиметилметакрилат, то есть материала, жесткого при температуре окружающей среды;

причем многослойный материал I необязательно связан либо с листом стекла, либо со второй многослойной сборкой II, изготовленной из листов стекла, собранных посредством листов термопластичного промежуточного слоя, изготовленных из термопластов, таких как PVB, EVA, PU, иономеры, циклоолефиновые полимеры, при этом между многослойным материалом I и либо листом стекла, либо многослойным материалом II сохраняется пространство,

причем остекление содержит по меньшей мере 6 листов стекла.

Согласно этому второму альтернативному варианту осуществления в случае асимметрии количества листов стекла и листов промежуточного слоя на каждой стороне огнестойкого модуля рекомендуется, чтобы огнестойкий модуль был ближе к передней поверхности, чем к защитной поверхности, и, следовательно, дальше от указанной защитной поверхности. В этой конфигурации огнестойкий модуль может явно способствовать рассеиванию энергии удара через остальную часть остекления в сторону защитной поверхности и сохранять свою огнестойкую функцию.

Например, согласно первому варианту осуществления настоящего изобретения, следующие структуры многослойного материала I могут быть упомянуты, но не исчерпывающе (где V = лист стекла; T = лист термопластичного промежуточного слоя и I = вспучивающийся слой),

с по меньшей мере 6 листами стекла и одним вспучивающимся слоем:

V-T-V-T-V-I-V-T-V-T-V,

V-T-V-I-V-T-V-T-V-T-V,

V-T-V-T-V-T-V-I-V-T-V,

с по меньшей мере 6 листами стекла и 2 вспучивающимися слоями:

V-T-V-I-V-I-V-T-V-T-V,

V-T-V-T-V-I-V-I-V-T-V,

с по меньшей мере 6 листами стекла и 3 вспучивающимися слоями:

V-T-V-I-V-I-V-I-V-T-V,

с по меньшей мере 7 листами стекла и 2 вспучивающимися слоями:

V-T-V-T-V-I-V-I-V-T-V-T-V,

V-T-V-I-V-I-V-T-V-T-V-T-V,

V-T-V-T-V-T-V-I-V-I-V-T-V,

с по меньшей мере 8 листами стекла и 3 вспучивающимися слоями:

V-T-V-I-V-I-V-I-V-T-V-T-V,

V-T-V-T-V-I-V-I-V-I-V-T-V-T-V,

V-T-V-T-V-T-V-I-V-I-V-I-V-T-V.

Структуры согласно второму альтернативному варианту осуществления настоящего изобретения включают, среди прочего, следующие структуры:

с по меньшей мере 6 листами стекла и одним вспучивающимся слоем:

V-T-V-I-V-T-V-T-V-T-V,

с по меньшей мере 6 листами стекла и 2 вспучивающимися слоями:

V-T-V-I-V-I-V-T-V-T-V,

с по меньшей мере 7 листами стекла и 2 вспучивающимися слоями:

V-T-V-I-V-I-V-T-V-T-V-T-V,

с по меньшей мере 8 листами стекла и 3 вспучивающимися слоями:

V-T-V-I-V-I-V-I-V-T-V-T-V.

Дополнительные листы стекла и термопластичные листы могут быть добавлены с одной или обеих сторон описанных выше структур, в зависимости от ожидаемой защиты, без отклонения от вышеописанного принципа настоящего изобретения.

Лист стекла или вторая многослойная сборка II, изготовленная из листов стекла, собранных посредством листов термопластичного промежуточного слоя, изготовленных из термопластов, таких как PVB, EVA, PU, иономеры, циклоолефиновые полимеры, может быть добавлена с обеих сторон структур многослойного материала I, которые описаны выше, при этом между многослойным материалом I и либо листом стекла, либо многослойным материалом II сохраняется пространство. Например,

V-пространство-V-T-V-I-V-I-V-T-V-T-V,

V-пространство-V-T-V-I-V-I-V-T-V-T-V-T-V,

V-пространство-V-T-V-I-V-I-V-I-V-T-V-T-V-T-V,

или

V-T-V-I-V-I-V-T-V-T-V-T-V-пространство-V,

V-T-V-T-V-I-V-I-V-I-V-T-V-T-V-пространство-V,

или

II-пространство-V-T-V-I-V-I-V-T-V-T-V-T-V,

II-пространство-V-T-V-T-V-I-V-I-V-I-V-T-V-T-V,

или

V-T-V-I-V-I-V-T-V-T-V-пространство-II,  
 V-T-V-I-V-I-V-T-V-T-V-T-V-пространство-II,  
 V-T-V-I-V-I-V-I-V-T-V-T-V-T-V-пространство-II,  
 или любая другая возможная комбинация согласно настоящему изобретению.  
 В нижеследующем тексте настоящее изобретение проиллюстрировано рядом примеров.

### Примеры

Примеры 1-18: Структуры видов остекления указаны следующим образом. Листы стекла обозначены числом, соответствующим их толщине в миллиметрах. Вспучивающиеся слои гидратированного силиката натрия имеют постоянную толщину 2 мм и обозначены знаком "/". Листы промежуточного слоя изготовлены из PVB, и каждый из них имеет толщину 0,76 мм. Каждый из них обозначен знаком ":". Когда несколько листов промежуточного слоя наложены друг на друга, присутствует столько ":", сколько и листов. Конфигурация описывается так, что передняя поверхность является первым листом на крайней левой стороне остекления, и что удар распространяется по стеклу в направлении чтения (слева направо).

В таблице также указана общая толщина остекления в миллиметрах и его вес на единицу площади 1 м<sup>2</sup>. Также указывается соотношение массы PVB к общему весу остекления.

"Пуленепробиваемое" качество остекления, обозначенное как BR (пулестойкость), оценивают в соответствии со стандартом EN 1063. Оценка BR дается для данного оружия и снаряда в зависимости от отсутствия проникающего отверстия в структуре после удара о переднюю поверхность. Обозначение NS (отсутствие осколков) соответствует качеству защиты от осколков и указывает на наличие пуленепробиваемого защитного стекла "без осколков" на противоположной стороне во время удара снаряда. Удар снаряда не сопровождается выбросом осколков стекла с защитной поверхности на противоположную сторону от поверхности, подвергшейся этому удару. Обозначение S (осколки) указывает на пуленепробиваемое защитное стекло "с осколками" стекла на противоположной стороне от удара снаряда. Удар снаряда сопровождается выбросом осколков стекла с защитной поверхности на противоположную сторону от поверхности, подвергшейся указанному удару. "Пуленепробиваемое" качество остекления для примеров 1-12, 17 и 18 согласно настоящему изобретению относится к типу BR NS, тогда как качество для примеров 13-16 относится к типу S.

Каждая предложенная сборка остекления имеет два варианта осуществления:

один предназначен для внутреннего использования, в котором есть только многослойный блок I,

один для внешнего использования, образующий изоляцию путем добавления листа II стекла с толщиной 6 мм на 9 мм от многослойного блока I.

Структура	Противодействие проникновению EN 356	Огнестойкий EN 1364	Пуленепробиваемый EN 1063	толщина на мм	вес кг/м <sup>2</sup>	PVB/общий вес. %
1 4:12:3/8/3:10:6	P7B	EI 30	BR5 NS	52	124	3,7%
2 6 - воздух <sup>9</sup> - 4:12:3/8/3:10:6	P7B	EI 30	BR5 NS	67	139	3,3%
3 4:12:3/8/3:12:12:4	P7B	EI 30	BR5 NS	65	155	3,7%
4 6 - воздух <sup>9</sup> - 4:12:3/8/3:12:12:4	P7B	EI 30	BR5 NS	80	170	3,3%
5 4:12:3/8/3:10:10:4	P7B	EI 30	BR5 NS	61	145	3,9%
6 6 - воздух <sup>9</sup> - 4:12:3/8/3:10:10:4	P7B	EI 30	BR5 NS	76	160	3,6%
7 4:12:8/3:12:12:4	P7B	EI 30	BR5 NS	61	145	3,9%
8 6 - воздух <sup>9</sup> - 4:12:8/3:12:12:4	P7B	EI 30	BR5 NS	76	160	3,6%
9 4:12:3/8/3:12:12:12:4	P8B	EI 30	BR6 NS	78	186	3,7%
10 6 - воздух <sup>9</sup> - 4:12:3/8/3:12:12:12:4	P8B	EI 30	BR6 NS	93	201	3,4%
11 4:12:3/8/3:12:12:10:4	P8B	EI 30	BR6 NS	76	150	3,0%
12 6 - воздух <sup>9</sup> - 4:12:3/8/3:12:12:10:4	P8B	EI 30	BR6 NS	91	165	2,8%
13 12:3/8/3:4:4	P7B	EI 30	BR5 S	42	97	8,2%
14 6 - воздух <sup>9</sup> - 12:3/8/3:4:4	P7B	EI 30	BR5 S	57	112	7,1%
15 4:12:3/8/3:12:12:4	P7B	EI 30	BR6 S	54	126	5,4%
16 6 - воздух <sup>9</sup> - 4:12:3/8/3:12:12:4	P7B	EI 30	BR6 S	69	141	4,8%
17 4:8/3:12:12:12:4	P7B	EI 30	BR5 NS	61	145	3,9%
18 6 - воздух <sup>9</sup> - 4:8/3:12:12:12:4	P7B	EI 30	BR5 NS	76	160	3,6%

На прилагаемых фигурах схематично показаны (без учета пропорций различных размеров) примеры 1, 2, 7, 8, 9, 10, 15 и 16 приведенной выше таблицы.

Как описано выше, на фигурах показан состав разных компонентов видов остекления. Рядом с ними указаны показатели толщины листов стекла. Пространство между многослойным материалом I и листом стекла или многослойным материалом II учитывается в этом пространстве, которое, как известно, заполнено воздухом или инертным газом, например аргоном. Все размеры указаны в миллиметрах.

Только вспучивающиеся слои 1, термопластичные листы 2 и пространства 3 обозначены ссылками. Листы стекла не обозначены ими, за исключением указания их толщины. На этих фигурах общая толщина остекления также указана под соответствующей фигурой в мм.

Каждая нечетная фигура соответствует остеклению, имеющему только многослойный блок I. На четных фигурах добавлен дополнительный лист для образования "двойного" изоляционного остекления.

Фиг. 7 и 8 (примеры 15 и 16) имеют один вспучивающийся слой, в то время как все остальные имеют два вспучивающихся слоя. Тем не менее, характеристики огнеупорности для одного слоя остаются удовлетворительными, и общая структура многослойного материала способствует этим характеристикам.

Фиг. 7 и 8 (примеры 15 и 16 таблицы) имеют сборку из 4 термопластичных листов.

Количество листов стекла на этих фигурах варьируется от 7 для фиг. 1, 3 и 7 (примеры 1, 7 и 15) до 10 для фиг. 6 (пример 10). Таким же образом, примеры демонстрируют широкий разброс в общей толщине листов стекла и всего остекления. Таким образом, толщина остекления варьируется от 52 мм для фиг. 1 (пример 1) до 93 мм для фиг. 6 (пример 10).

Следовательно, виды остекления согласно настоящему изобретению имеют огнестойкий модуль, который изготовлен из 1-3 вспучивающихся слоев, вставлен внутрь пуленепробиваемого остекления и покрыт с обеих сторон по меньшей мере одним листом термопластичного промежуточного слоя и по меньшей мере одним листом стекла. В этой конфигурации передняя поверхность и защитная поверхность расположены с обеих сторон указанного огнестойкого модуля, причем каждая из них отделена от последнего посредством по меньшей мере одного термопластичного листа.

В возможных конфигурациях остекления согласно настоящему изобретению огнестойкий модуль, следовательно, может быть покрыт с обеих сторон по меньшей мере 2 листами стекла и 2 термопластичными листами. В других возможных конфигурациях огнестойкий модуль может, следовательно, быть покрыт с одной стороны по меньшей мере 2 листами стекла и 2 термопластичными листами и с другой стороны по меньшей мере 3 листами стекла и 3 термопластичными листами, независимо от того, является ли рассматриваемая сторона передней стороной или защитной стороной.

Благодаря расположению внутри пуленепробиваемого модуля огнестойкий модуль с большей вероятностью не будет поврежден при ударе и, следовательно, с большей вероятностью не разобьется и не потеряет свою огнестойкую функцию. Такое расположение внутри пуленепробиваемого модуля также позволяет огнестойкому модулю рассеивать энергию, возникающую в результате удара о переднюю поверхность.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Огнестойкое и пуленепробиваемое безопасное остекление, содержащее многослойную сборку листов I стекла, то есть многослойный материал I, листы стекла которого собраны посредством листов термопластичного промежуточного слоя, изготовленных из термопластов, выбранных из группы, состоящей из PVB, EVA, PU, иономеров и циклоолефиновых полимеров, и посредством n слоев вспучивающегося материала на основе гидратированного силиката щелочного металла, где  $1 \leq n \leq 3$ ; который содержит огнестойкий модуль, содержащий указанные n слоев вспучивающегося материала на основе гидратированного силиката щелочного металла и n+1 листов стекла, причем указанный модуль покрыт с обеих сторон по меньшей мере одним листом термопластичного промежуточного слоя и по меньшей мере одним листом стекла, и который не содержит лист органического стекла на основе полимерного материала, выбранного из группы, состоящей из поликарбонатов, полиметилметакрилатов, жесткого при температуре окружающей среды; причем остекление содержит по меньшей мере 6 листов стекла.

2. Остекление по п.1, отличающееся тем, что многослойный материал I дополнительно связан либо с листом стекла, либо со второй многослойной сборкой II, изготовленной из листов стекла, собранных посредством листов термопластичного промежуточного слоя, изготовленных из термопластов, выбранных из группы, состоящей из PVB, EVA, PU, иономеров и циклоолефиновых полимеров, при этом между многослойным материалом I и либо листом стекла, либо многослойным материалом II сохраняется пространство.

3. Остекление по п.1 или 2, отличающееся тем, что огнестойкий модуль покрыт с одной стороны по меньшей мере одним листом термопластичного промежуточного слоя и по меньшей мере одним листом стекла, а с другой стороны по меньшей мере 2 листами термопластичного промежуточного слоя и по меньшей мере 2 листами стекла.

4. Остекление по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что общая толщина листов

стекла составляет не менее 35 мм и предпочтительно не менее 40 мм и/или не более 150 мм и предпочтительно не более 110 мм.

5. Остекление по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что каждый из по меньшей мере 6 листов стекла имеет толщину по меньшей мере 2,5 мм и предпочтительно по меньшей мере 3 мм и максимум 16 мм.

6. Остекление по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что многослойный материал I имеет два вспучивающихся слоя, расположенных с обеих сторон одного и того же листа стекла.

7. Остекление по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что многослойный материал I содержит по меньшей мере 3 листа термопластичного промежуточного слоя, причем эти листы отделены друг от друга.

8. Остекление по п.7, отличающееся тем, что каждый из термопластичных листов имеет толщину по меньшей мере 0,30 мм.

9. Остекление по п.7, отличающееся тем, что многослойный материал I содержит максимум 7 листов термопластичного промежуточного слоя.

10. Остекление по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что листы промежуточного слоя, возможно, за исключением максимум 2 из них, имеют толщину максимум 3 мм.

11. Остекление по п.10, отличающееся тем, что содержит один или два листа промежуточного слоя, каждый из которых имеет толщину более 3 мм и менее 8 мм и предпочтительно менее 6 мм.

12. Остекление по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что масса сборки листов промежуточного слоя составляет максимум 1/10 от массы остекления и предпочтительно максимум 1/20.

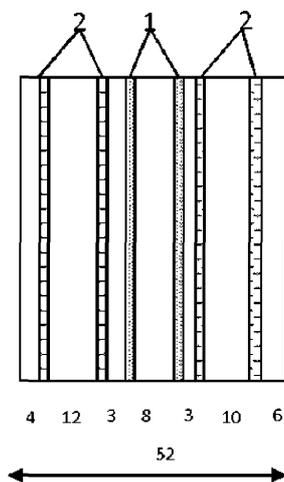
13. Остекление по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что имеет один или несколько термически или химически обработанных листов стекла.

14. Остекление по п.13, отличающееся тем, что обработанный лист (листы) стекла расположен на поверхности остекления, которая не подвержена удару.

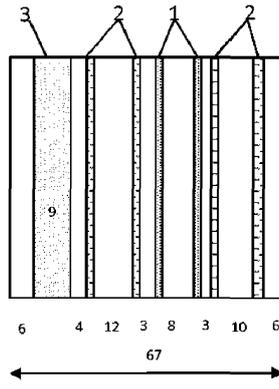
15. Остекление по одному из пп.2, 3, отличающееся тем, что многослойный материал I связан с листом стекла или многослойным материалом II, причем пространство, сохраняемое между листом стекла или многослойным материалом II, составляет от 6 до 14 мм.

16. Остекление по п.15, отличающееся тем, что многослойный материал I связан с листом стекла, имеющим толщину от 5 до 16 мм, или

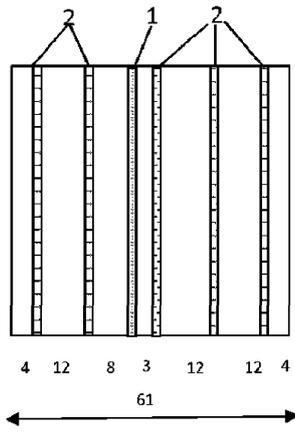
с многослойным материалом II, содержащим максимум 6 листов стекла, каждый из которых имеет толщину от 3 до 16 мм.



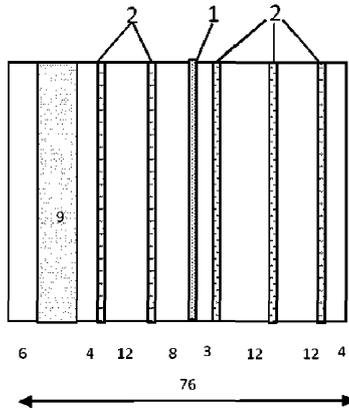
Фиг. 1



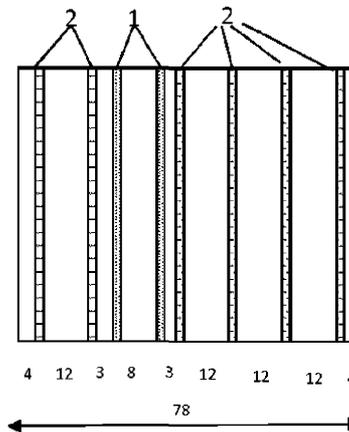
Фиг. 2



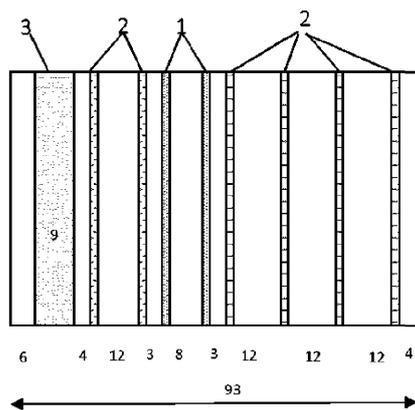
Фиг. 3



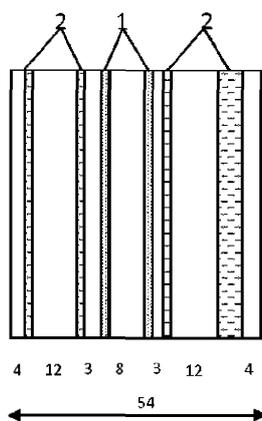
Фиг. 4



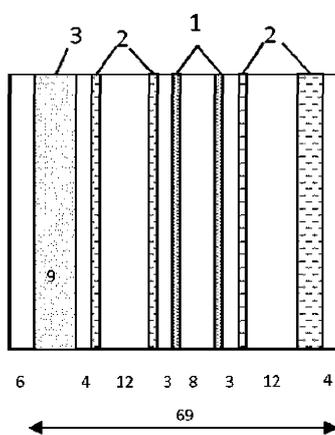
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

