

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042419**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.02.13

(21) Номер заявки
202191425

(22) Дата подачи заявки
2019.12.10

(51) Int. Cl. **E06B 3/677** (2006.01)
E06B 3/66 (2006.01)
E06B 3/663 (2006.01)
B32B 17/10 (2006.01)

(54) СБОРКА МНОГОСЛОЙНОГО ВАКУУМНОГО ИЗОЛЯЦИОННОГО ОСТЕКЛЕНИЯ

(31) **18212518.7**

(32) **2018.12.14**

(33) **EP**

(43) **2021.09.16**

(86) **PCT/EP2019/084343**

(87) **WO 2020/120440 2020.06.18**

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

(72) Изобретатель:
**Жанфилс Жульен, Бен Трад
Абдерразак (BE)**

(74) Представитель:
Квашнин В.П. (RU)

(56) **WO-A1-9612862
WO-A1-9724294
EP-A1-1544180
GB-A-2562009**

(57) Настоящее изобретение относится к многослойной вакуумной изоляционной сборке (10), проходящей вдоль плоскости P, определяемой продольной осью X и вертикальной осью Z, и содержащей: i) первую стеклянную панель (1), имеющую толщину Z1 и имеющую внутреннюю поверхность (11) панели и наружную поверхность (12) панели, и вторую стеклянную панель (2), имеющую толщину Z2 и имеющую внутреннюю поверхность (21) панели и наружную поверхность (22) панели; при этом толщины измеряют в направлении, перпендикулярном плоскости P; ii) набор отдельных распорок (3), расположенных между первой и второй стеклянными панелями, поддерживающих расстояние между первой и второй стеклянными панелями; iii) герметично соединяющее уплотнение (4), уплотняющее расстояние между первой и второй стеклянными панелями по их периметру; iv) внутренний объем V, образованный первой и второй стеклянными панелями и набором отдельных распорок и закрытый герметично соединяющим уплотнением, и при этом существует абсолютный вакуум с давлением меньше 0,1 мбар; и при этом внутренние поверхности панели обращены к внутреннему объему V. На наружную поверхность (12) первой стеклянной панели (1) наслоены m листов (5) стекла посредством m промежуточных полимерных слоев (6) для образования многослойной сборки; и/или на наружную поверхность (22) второй стеклянной панели (2) наслоены n листов (5) стекла посредством n промежуточных полимерных слоев (6) для образования многослойной сборки; при этом лист стекла имеет толщину листа Zs, измеряемую в направлении, перпендикулярном плоскости P, и при этом m является положительным целым числом, большим или равным 0 (m>0), n является положительным целым числом, большим или равным 0 (n>0), и сумма целых чисел m и n больше или равна 1 (m+n>1). Многослойная вакуумная изоляционная сборка выполнена так, что кубический корень суммы толщин листов Zs в третьей степени равен максимальному значению толщины Zmax или меньше

$$\left(\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Zs_i^3}\right),$$

него при этом Zmax, выраженное в мм, рассчитывают посредством уравнения A: $Z_{\max} = 5,78 - 3,4Ra - 0,57(Ra - 1,68)^2 + 1,1(Z_1 + Z_2) - 0,26[(Z_1 + Z_2) - 12][Ra - 1,68]$, при этом Ra является максимальным значением среди отношения толщин толщины первой стеклянной панели к толщине второй стеклянной панели Z_1/Z_2 и отношения толщин толщины второй стеклянной панели к толщине первой стеклянной панели Z_2/Z_1 .

B1**042419****042419****B1**

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к вакуумному изоляционному блоку остекления, при этом одна или несколько стеклянных панелей дополнительно подвергнуты наслоению, в частности по соображениям безопасности, защищенности и/или звукоизоляции.

Предпосылки создания изобретения

Вакуумные изоляционные блоки остекления рекомендуются из-за их теплоизоляции с высокими характеристиками. Вакуумный изоляционный блок остекления обычно состоит из по меньшей мере двух стеклянных панелей, разделенных внутренним пространством, в котором был создан вакуум. В целом для достижения теплоизоляции с высокими характеристиками (теплопроводность U составляет $U < 1,2$ Вт/м²К) абсолютное давление внутри блока остекления составляет обычно 0,1 мбар или меньше, и обычно по меньшей мере одна из двух стеклянных панелей покрыта низкоэмиссионным слоем. Для получения такого давления внутри блока остекления герметично соединяющее уплотнение размещают на периферии двух стеклянных панелей, и внутри блока остекления с помощью насоса создают вакуум. Для предотвращения вдавливания внутрь блока остекления под действием атмосферного давления (за счет разницы давлений внутри и снаружи блока остекления) отдельные распорки размещают между двумя стеклянными панелями.

Вакуумные изоляционные блоки остекления тщательно подбирают по размерам, чтобы противодействовать разным внешним нагрузкам. Основная нагрузка, которую следует учитывать при определении размеров, в частности, вакуумного изоляционного блока остекления, является нагрузкой, вызванной разницей температур между внешней и внутренней средами. Следовательно, критичным является сохранение его механических характеристик посредством управления уровнем вызванного теплового напряжения. Действительно, стеклянная панель, обращенная к внутренней среде, приобретает температуру, подобную температуре внутренней среды, и стеклянная панель, обращенная к внешней среде, приобретает температуру, подобную температуре внешней среды. При наиболее жестких погодных условиях разница между внутренней и внешней температурами может достигать 40°C и более. Разница температур между внутренней и внешней средами может вызывать напряжение внутри стеклянных панелей, и в некоторых тяжелых случаях это может приводить к разрушению вакуумного изоляционного остекления.

По соображениям безопасности и защищенности в дополнение к механическим характеристикам необходимо, чтобы вакуумный изоляционный блок остекления соответствовал требованиям безопасности в соответствии с нормой европейского стандарта EN12600. Норма европейского стандарта EN356 отвечает за защитное остекление, выполненное с возможностью противодействовать воздействию усилия посредством задержки доступа объектов и/или людей к защищенному пространству в течение короткого периода времени. Из уровня техники хорошо известно использование многослойного стекла для получения таких характеристик безопасности и защищенности: две или более стеклянных панелей соединены вместе промежуточным слоем прочного пластика, что позволяет стеклу в высокой степени противостоять проникновению воздействующих объектов. Если стекло, тем не менее, разрушится, оно будет склонно к тому, чтобы оставаться в его раме, сводя к минимуму риск травмы от острых кромок и летящих или падающих частиц стекла. Следовательно, многослойное стекло обычно применяют для защиты от взрывов, защиты от кражи со взломом, пулестойкости, стеклянных полов или ступеней, защиты от выпадения разбитого стекла из фасадов зданий, сейсмоустойчивости и т.д.

В документе EP 1544180 раскрыт вакуумный изоляционный блок остекления, в котором одна из стеклянных панелей имеет наружную поверхность, связанную с фрагментом в форме пластины посредством слоя клея для сведения к минимуму искажения отраженных изображений, в то же время сохраняя низкий коэффициент теплопередачи. В документе WO97/24294 раскрыт вакуумный изоляционный блок остекления для сохранения высоких теплоизолирующих свойств, в то же время защищая линию зрения посредством добавления снаружи пленки покрытия или посредством матирования внешней поверхности.

Однако ни одно из решений уровня техники не решает техническую проблему сохранения механических характеристик посредством управления уровнем вызванного теплового напряжения вакуумных изоляционных блоков остекления, которые были дополнительно подвергнуты наслоению, в частности, для обеспечения дополнительного преимущества в виде характеристик безопасности, защищенности и/или звукоизоляции.

Краткое описание изобретения

Настоящее изобретение относится к многослойной вакуумной изоляционной сборке, проходящей вдоль плоскости P, определяемой продольной осью X и вертикальной осью Z, и содержащей:

- i) первую стеклянную панель, имеющую толщину Z1 и имеющую внутреннюю поверхность панели и наружную поверхность панели, и вторую стеклянную панель, имеющую толщину Z2 и имеющую внутреннюю поверхность панели и наружную поверхность панели; при этом толщину измеряют в направлении, перпендикулярном плоскости P;
- ii) набор отдельных распорок, расположенных между первой и второй стеклянными панелями, поддерживающих расстояние между первой и второй стеклянными панелями;
- iii) герметично соединяющее уплотнение, уплотняющее расстояние между первой и второй стеклянными панелями по их периметру;

iv) внутренний объем V, образованный первой и второй стеклянными панелями и набором отдельных распорок и закрытый герметично соединяющим уплотнением, и при этом существует абсолютный вакуум с давлением меньше 0,1 мбар; и при этом внутренняя поверхность панели обращена к внутреннему объему V;

при этом на наружную поверхность панели первой стеклянной панели наслоены m листов стекла посредством m промежуточных полимерных слоев для образования многослойной сборки; и/или на наружную поверхность панели второй стеклянной панели наслоены n листов стекла посредством n промежуточных полимерных слоев для образования многослойной сборки; при этом лист стекла имеет толщину листа Zs, измеряемую в направлении, перпендикулярном плоскости P, и при этом m является положительным целым числом, большим или равным 0 ($m \geq 0$), n является положительным целым числом, большим или равным 0 ($n \geq 0$), и сумма целых чисел m и n больше или равна 1 ($m+n \geq 1$). В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение относится к многослойной вакуумной изоляционной сборке, при этом $m+n$ равно 2, предпочтительно равно 1 и/или при этом m равно 0.

В многослойной вакуумной изоляционной сборке кубический корень суммы толщин листов Zs в третьей степени равен максимальному значению толщины Zmax или меньше него,

$$(\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Zs_i^3} \leq Z_{\max}),$$

при этом Zmax, выраженное в мм, рассчитывают посредством уравнения A, указанного ниже

$$Z_{\max} = 5,78 - 3,4 Ra - 0,57 (Ra - 1,68)^2 + 1,1 (Z1 + Z2) - 0,26 [(Z1+Z2)-12] [Ra-1,68]$$

(Уравнение A)

при этом Ra является максимальным значением среди отношения толщин толщины первой стеклянной панели к толщине второй стеклянной панели Z1/Z2 и отношения толщин толщины второй стеклянной панели к толщине первой стеклянной панели Z2/Z1.

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение относится к многослойной вакуумной изоляционной сборке, при этом кубический корень суммы толщин листов Zs в третьей степени равен или меньше 125% оптимального значения толщины Zopt

$$(\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Zs_i^3} \leq 1,25 Z_{\text{opt}});$$

предпочтительно равен оптимальному значению толщины Zopt или меньше него

$$(\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Zs_i^3} \leq Z_{\text{opt}}),$$

при этом Zopt, выраженное в мм, рассчитывают посредством уравнения B, указанного ниже

$$Z_{\text{opt}} = 2,54 - 1,42 Ra - 0,625 (Ra - 1,68)^2 + 0,73 (Z1 + Z2) - 0,12 [(Z1+Z2)-12] [Ra-1,68]$$

(Уравнение B)

Предпочтительно кубический корень суммы толщин листов Zs в третьей степени равен или больше 2 мм, более предпочтительно равен или больше 3 мм. В дополнительном предпочтительном варианте осуществления многослойное VIG настоящего изобретения тщательно подбирают по размерам, вследствие чего кубический корень суммы толщин листов Zs в третьей степени равен или больше 40% оптимального значения толщины Zopt

$$\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Zs_i^3} \geq 0,4 Z_{\text{opt}};$$

и предпочтительно равен или больше 80% оптимального значения толщины Zopt

$$\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Zs_i^3} \geq 0,8 Z_{\text{opt}}.$$

Многослойное вакуумное изоляционное остекление будет более предпочтительно выполнено так, что кубический корень суммы толщин листов Zs в третьей степени составляет от 80 до 125% оптимального значения толщины Zopt

$$0,8 Z_{\text{opt}} \leq \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Zs_i^3} \leq 1,25 Z_{\text{opt}}.$$

В многослойной вакуумной изоляционной сборке настоящего изобретения толщина первой стеклянной панели Z1 может быть больше толщины второй стеклянной панели Z2, предпочтительно с отношением толщин Z1/Z2 равным или большим 1,10 ($Z1/Z2 \geq 1,10$), предпочтительно равным или большим 1,30 ($Z1/Z2 \geq 1,30$), более предпочтительно равным или большим 1,55 ($Z1/Z2 \geq 1,55$), более предпочтительно составляющим от 1,60 до 6,00 ($1,60 \leq Z1/Z2 \leq 6,00$), еще более предпочтительно от 2,00 до 4,00 ($2,00 \leq Z1/Z2 \leq 4,00$).

В предпочтительном варианте осуществления настоящее изобретение относится к многослойной вакуумной изоляционной сборке, при этом первая стеклянная панель имеет коэффициент линейного теплового расширения CTE1 и вторая стеклянная панель имеет коэффициент линейного теплового расширения CTE2, и при этом абсолютная разница между CTE1 и CTE2 составляет не более $1,2 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ($|CTE1 -$

$СТЕ2 \leq 1,2 \cdot 10^{-6}/^{\circ}C$), предпочтительно не более $0,8 \cdot 10^{-6}/^{\circ}C$ ($|СТЕ1-СТЕ2| \leq 0,8 \cdot 10^{-6}/^{\circ}C$), более предпочтительно не более $0,4 \cdot 10^{-6}/^{\circ}C$ ($|СТЕ1-СТЕ2| \leq 0,4 \cdot 10^{-6}/^{\circ}C$).

Многослойная вакуумная изоляционная сборка настоящего изобретения предпочтительно имеет длину L , измеряемую вдоль вертикальной оси Z ; равную или большую 500 мм ($L \geq 500$ мм), предпочтительно равную или большую 800 мм ($L \geq 800$ мм), более предпочтительно равную или большую 1200 мм ($L \geq 1200$ мм). Обычно многослойная вакуумная изоляционная сборка имеет ширину W , измеряемую вдоль продольной оси X ; равную или большую 300 мм ($W \geq 300$ мм), предпочтительно равную или большую 400 мм ($W \geq 400$ мм), более предпочтительно равную или большую 500 мм ($W \geq 500$ мм).

Другие аспекты и преимущества вариантов осуществления станут очевидными из следующего подробного описания, рассмотренного вместе с прилагаемыми графическими материалами, на которых в качестве примера проиллюстрированы принципы описанных вариантов осуществления.

Краткое описание графических материалов

На фиг. 1 показан вид в разрезе многослойной вакуумной изоляционной сборки согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения, при этом толщина первой стеклянной панели равна толщине второй стеклянной панели, при этом к наружной поверхности второй стеклянной панели прикреплен наслоением один лист стекла.

На фиг. 2 показан вид в разрезе многослойной вакуумной изоляционной сборки согласно дополнительному варианту осуществления настоящего изобретения, при этом толщина первой стеклянной панели больше толщины второй стеклянной панели, при этом к наружной поверхности первой стеклянной панели прикреплены наслоением два листа стекла, и при этом к наружной поверхности второй стеклянной панели прикреплен наслоением один лист стекла.

Подробное описание изобретения

Целью настоящего изобретения является обеспечение многослойной вакуумной изоляционной сборки, которая имеет теплоизоляцию с высокими характеристиками, по меньшей мере сохраняет механические характеристики VIG посредством не превышения начального уровня напряжения, вызванного разницей температур между внутренней и внешней средами, в то же время обеспечивая дополнительные преимущества в виде безопасности, защищенности, защиты от кражи со взломом и/или звукоизоляции. Другой целью настоящего изобретения является улучшение механических характеристик VIG посредством уменьшения уровня вызванного теплового напряжения посредством наслоения одного или нескольких дополнительных листов стекла на наружную поверхность первой и/или второй стеклянных панелей.

Объект настоящего изобретения относится к "многослойной вакуумной изоляционной сборке", которая содержит вакуумное изоляционное остекление, далее в настоящем документе называемое "VIG", и один или несколько листов многослойного стекла. Такой объект далее в настоящем документе называют "многослойное VIG".

Остекления, такие как VIG, обычно используют для закрытия перегородки, отделяющей первое пространство, характеризующееся первой температурой $Temp1$, от второго пространства, определяемого второй температурой $Temp2$, при этом $Temp1$ ниже $Temp2$. Температура внутреннего пространства составляет обычно от 20 до 25°C, тогда как температура внешнего пространства может варьироваться от -20°C зимой до +35°C летом. Следовательно, разница температур между внутренним пространством и внешним пространством может обычно достигать больше 40°C в тяжелых условиях. Температура каждой стеклянной панели многослойного VIG ($T1$, $T2$) будет отражать температуру соответствующего пространства ($Temp1$, $Temp2$). Если VIG расположено так, что его первая стеклянная панель обращена к первому пространству, температура указанной первой стеклянной панели ($T1$) будет отражать температуру первого пространства ($Temp1$), и температура второй стеклянной панели ($T2$) будет отражать температуру второго пространства ($Temp2$), и наоборот. Вызванное тепловое напряжение возникает, как только появляется разница температур между первой стеклянной панелью (1 и $T1$) и второй стеклянной панелью (2 и $T2$) и увеличивается при увеличении разницы между $T1$ и $T2$. Разница температур (ΔT) является абсолютной разницей между средней температурой $T1$, рассчитанной для первой стеклянной панели (1), и средней температурой $T2$, рассчитанной для второй стеклянной панели (2). Среднюю температуру стеклянной панели рассчитывают исходя из численных моделирований, известных специалистам в данной области техники. Вызванное тепловое напряжение становится даже более проблематичным, вплоть до возможного разрушения VIG, когда такая абсолютная разница температур между стеклянными панелями достигает 20°C и становится критичным, когда такая абсолютная разница температур выше 30°C и достигает 40°C в тяжелых условиях.

Следовательно, VIG тщательно подбирают по размерам, чтобы противодействовать вызванному тепловому напряжению, характерному для его среды использования. Целью настоящего изобретения является обеспечение дополнительных характеристик безопасности, защищенности, защиты от кражи со взломом и/или звукоизоляции посредством наслоения одной или нескольких из стеклянных панелей VIG, в то же время сохраняя и даже уменьшая уровень вызванного теплового напряжения. Неожиданно было обнаружено, что посредством тщательного подбора толщины дополнительного листа стекла (дополнительных листов стекла), который будет наслоен (которые будут наслоены) на одну или обе из на-

ружных поверхностей стеклянных панелей VIG, преимущество безопасности, защищенности и/или звукоизоляции может быть добавлено без ухудшения и/или даже улучшения его механической устойчивости к вызванному тепловому напряжению.

Многослойная вакуумная изоляционная сборка окружает вакуумный изоляционный блок остекления, который обычно содержит первую стеклянную панель и вторую стеклянную панель, которые соединены вместе набором отдельных распорок, которые удерживают указанные панели на определенном расстоянии друг от друга, обычно 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 внутреннее пространство, содержащее по меньшей мере одну первую полость, в этой полости существует вакуум с абсолютным давлением меньше 0,1 мбар, закрыто периферийным герметично соединяющим уплотнением, размещенным на периферии стеклянных панелей вокруг указанного внутреннего пространства.

Как проиллюстрировано на фиг. 1 и 2, многослойная вакуумная изоляционная сборка (10) настоящего изобретения проходит вдоль плоскости P, определяемой продольной осью X и вертикальной осью Z, и содержит:

- i) первую стеклянную панель (1), имеющую толщину Z1 и имеющую внутреннюю поверхность (11) панели и наружную поверхность (12) панели, и вторую стеклянную панель (2), имеющую толщину Z2 и имеющую внутреннюю поверхность (21) панели и наружную поверхность (22) панели. Толщины измеряют в направлении, перпендикулярном плоскости P;
- ii) набор отдельных распорок (3), расположенных между первой и второй стеклянными панелями, поддерживающих расстояние между первой и второй стеклянными панелями;
- iii) герметично соединяющее уплотнение (4), уплотняющее расстояние между первой и второй стеклянными панелями по их периметру;
- iv) внутренний объем V, образованный первой и второй стеклянными панелями и набором отдельных распорок и закрытый герметично соединяющим уплотнением, и при этом существует абсолютный вакуум с давлением меньше 0,1 мбар; и при этом внутренняя поверхность панели обращена к внутреннему объему V.

В настоящем изобретении на наружную поверхность (12) панели первой стеклянной панели (1) наслоены m листов (5) стекла посредством m промежуточных полимерных слоев (6) для образования многослойной сборки, и/или на наружную поверхность (22) панели второй стеклянной панели (2) наслоены n листов (5) стекла посредством n промежуточных полимерных слоев (6) для образования многослойной сборки. Целое число m является положительным целым числом, большим или равным 0 ($m \geq 0$). Целое число n является положительным целым числом, большим или равным 0 ($n \geq 0$). Сумма целых чисел m и n больше или равна 1 ($m+n \geq 1$). Каждый лист стекла имеет толщину листа Zs, измеряемую в направлении, перпендикулярном плоскости P. Вызванное тепловое напряжение

Вызванное тепловое напряжение ($\sigma \Delta T$) является напряжением, вызванным в стеклянных панелях VIG, когда указанные стеклянные панели подвержены воздействию разницы температур между внутренней и внешней средами. Вызванное тепловое напряжение является комбинацией напряжения сдвига и напряжения изгиба по толщине VIG. Профиль вызванного теплового напряжения по VIG, известный из уровня техники в статье автора Timoshenko "Timoshenko, S., Analysis of Bi-metal Thermostats. JOSA, 1925. 11(3): стр. 233-255", используют для расчета напряжений в биметаллической полоске, что может быть просто применено к вакуумным изоляционным остеклениям.

Профиль вызванного теплового напряжения автора Timoshenko может быть просто применен дополнительно для многослойных вакуумных изоляционных остеклений. Для сборок многослойного VIG сделано предположение, что коэффициент передачи усилий сдвига промежуточного полимерного слоя равен 0. Предположение, широко используемое в уровне техники, основано на медленных изменениях температуры, наблюдаемых, когда VIG подвергнуто воздействию ежедневной разницы температур его среды. Следовательно, только напряжение изгиба учитывают в дополнительном (дополнительных) листе (листах) стекла, наслоенном (наслоенных) на наружную стеклянную панель VIG.

Для каждой конфигурации многослойного VIG такой профиль напряжения может быть рассчитан и обеспечивает значение максимального напряжения на растяжение на внешней поверхности VIG; т.е. наружной поверхности первой или второй стеклянных панелей (12 или 22). Это максимальное напряжение на растяжение на внешней поверхности VIG является вызванным тепловым напряжением, которое будет учитываться в настоящем изобретении.

Описанное выше аналитическое решение позволяет рассчитывать вызванное тепловое напряжение для всех конфигураций VIG. Рассчитывают вызванное тепловое напряжение для конструкции не многослойного VIG, имеющей первую стеклянную панель заданной толщины Z1 и вторую стеклянную панель заданной толщины Z2, и ее максимальное напряжение на растяжение на ее внешней поверхности будет учтено в качестве эталонного значения вызванного теплового напряжения, которое не должно быть превышено соответствующим многослойным VIG.

Подобным образом, для заданной конструкции VIG описанное выше аналитическое решение позволяет рассчитывать вызванные тепловые напряжения для разных конфигураций наслоения увеличи-

вающейся толщины, то есть при этом на конструкцию VIG наложены один или несколько дополнительных листов стекла увеличивающейся толщины. Неожиданно было обнаружено, что для заданной конструкции VIG значения вызванного теплового напряжения, рассчитанные для разных конфигураций наслоения, всегда охватывают самое низкое значение вызванного теплового напряжения.

Дополнительно было неожиданно обнаружено, что корреляция может быть установлена между эталонным значением вызванного теплового напряжения или между таким самым низким значением теплового напряжения и толщиной дополнительных листов стекла. Эталонному значению вызванного теплового напряжения соответствует максимальное значение толщины $Z_{\max}$, которое не должно быть превышено кубическим корнем суммы толщин листов всех дополнительных листов многослойного стекла Z_s в третьей степени. Такое максимальное значение толщины рассчитывают посредством уравнения А, указанного ниже. Подобным образом, самому низкому значению вызванного теплового напряжения соответствует оптимальное значение толщины Z_{opt} , к которому должен приближаться насколько это возможно для обеспечения улучшенной устойчивости к вызванному тепловому напряжению кубический корень суммы толщин листов всех дополнительных листов многослойного стекла Z_s в третьей степени. Такое оптимальное значение толщины Z_{opt} рассчитывают посредством уравнения В, указанного ниже. Настоящее изобретение основано на этом неожиданном обнаружении того, что для любой конфигурации многослойного VIG, имеющей любую заданную первую толщину стекла Z_1 и любую заданную вторую толщину стекла Z_2 , независимо от количества дополнительных листов стекла, независимо от толщины одного листа стекла и независимо от их положения на VIG данные вызванного теплового напряжения всегда предоставляют самое низкое значение вызванного теплового напряжения, которому соответствует оптимальное значение толщины.

Следовательно, VIG может быть многослойным без ухудшения его механических характеристик пока кубический корень суммы толщин листов Z_s в третьей степени равен максимальному значению толщины $Z_{\max}$ или меньше него, и предпочтительно таким, что кубический корень суммы толщин листов Z_s в третьей степени составляет от 40%, предпочтительно 80%, до 125%, предпочтительно 100% оптимального значения толщины (Z_{opt}) для уменьшения уровня вызванного теплового напряжения.

Следовательно, в настоящем изобретении наслоение дополнительного листа (дополнительных листов) стекла на наружную поверхность стеклянной панели (стеклянных панелей) вакуумного изоляционного блока остекления тщательно выполняют так, что кубический корень суммы толщин листов Z_s в третьей степени равен максимальному значению толщины $Z_{\max}$ или ниже него,

$$\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Z_{s_i}^3} \leq Z_{\max}$$

при этом $Z_{\max}$, выраженное в мм, рассчитывают посредством уравнения А, указанного ниже

$$Z_{\max} = 5,78 - 3,4 Ra - 0,57 (Ra - 1,68)^2 + 1,1 (Z_1 + Z_2) - 0,26 [(Z_1 + Z_2) - 12] [Ra - 1,68]$$

(Уравнение А)

при этом Ra является максимальным значением среди отношения толщин Z_1/Z_2 толщины первой стеклянной панели Z_1 к толщине второй стеклянной панели Z_2 и отношения толщин Z_2/Z_1 толщины второй стеклянной панели Z_2 к толщине первой стеклянной панели Z_1 .

В одном варианте осуществления VIG настоящего изобретения может иметь наслоение одного листа стекла на одну стеклянную панель. Например, и как проиллюстрировано на фиг. 1, наружная поверхность первой стеклянной панели (12) не имеет наслоения ($m=0$), тогда как на наружную поверхность второй стеклянной панели (22) наслоен один лист (5) стекла ($n=1$), имеющий толщину Z_s . В этом случае Z_s должно быть равно максимальному значению толщины $Z_{\max}$ ($Z_s \leq Z_{\max}$) или ниже него.

В другой конфигурации на наружную поверхность первой стеклянной панели могут быть наложены два листа стекла (5a и 5b) ($m=2$), а наружная поверхность панели второго листа стекла не имеет наслоения ($n=0$). Первый лист (5a) стекла имеет толщину листа Z_{sa} , и второй лист (5b) стекла имеет толщину листа Z_{sb} . В другой конфигурации настоящего изобретения на наружную поверхность первой стеклянной панели может быть наложен один лист (5a) стекла ($m=1$), имеющий толщину Z_{sa} , и на наружную поверхность второй стеклянной панели может быть наложен один лист (5b) стекла ($n=1$), имеющий толщину Z_{sb} . В обеих конфигурациях толщины листов Z_{sa} и Z_{sb} могут быть одинаковыми ($Z_{sa}=Z_{sb}$) или разными ($Z_{sa} \neq Z_{sb}$); и кубический корень суммы толщин листов Z_s в третьей степени

$$(\sqrt[3]{Z_{sa}^3 + Z_{sb}^3})$$

должен быть равным максимальному значению толщины $Z_{\max}$ или ниже него

$$(\sqrt[3]{Z_{sa}^3 + Z_{sb}^3} \leq Z_{\max}).$$

В дополнительной конфигурации, как проиллюстрировано на фиг. 2, на наружную поверхность первой стеклянной панели (12) могут быть наложены два листа стекла (5a, 5b) ($m=2$), имеющие соответственно толщину листа Z_{sa} и Z_{sb} , и на наружную поверхность второй стеклянной панели (22) может быть наложен один лист стекла (5c) ($n=1$), имеющий толщину Z_{sc} . Каждая из толщин листов Z_{sa} , Z_{sb} и Z_{sc} мо-

жет быть независимо такой же, как другая ($Z_{sa}=Z_{sb}=Z_{sc}$ или $Z_{sa}=Z_{sb}$, и/или $Z_{sa}=Z_{sc}$, и/или $Z_{sb}=Z_{sc}$) или независимо отличаться ($Z_{sa}\neq Z_{sb}$ и/или $Z_{sa}\neq Z_{sc}$, и/или $Z_{sb}\neq Z_{sc}$). В этом случае кубический корень суммы толщин листов Z_s в третьей степени

$$\sqrt[3]{Z_{sa}^3 + Z_{sb}^3 + Z_{sc}^3}$$

должен быть равным максимальному значению толщины Z_{max} или ниже него

$$(\sqrt[3]{Z_{sa}^3 + Z_{sb}^3 + Z_{sc}^3} \leq Z_{max}).$$

В предпочтительном варианте осуществления многослойное VIG настоящего изобретения тщательно подбирают по размерам так, что кубический корень суммы толщин листов Z_s в третьей степени равен или ниже 125% оптимального значения толщины Z_{opt} ,

$$\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Z_{si}^3} \leq 1,25 Z_{opt};$$

предпочтительно равен оптимальному значению толщины Z_{opt} или ниже него,

$$\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Z_{si}^3} \leq Z_{opt},$$

при этом Z_{opt} , выраженное в мм, рассчитывают посредством уравнения В, указанного ниже

$$Z_{opt} = 2,54 - 1,42 Ra - 0,625 (Ra - 1,68)^2 + 0,73 (Z_1 + Z_2) - 0,12 [(Z_1 + Z_2) - 12] [Ra - 1,68]$$

(Уравнение В)

при этом Ra является максимальным значением среди отношения толщин толщины первой стеклянной панели к толщине второй стеклянной панели Z_1/Z_2 и отношения толщин толщины второй стеклянной панели к толщине первой стеклянной панели Z_2/Z_1 .

Предпочтительно многослойный вакуумный изоляционный блок остекления настоящего изобретения будет иметь такие размеры, что кубический корень суммы толщин листов Z_s в третьей степени равен или больше 2 мм

$$\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Z_{si}^3} \geq 2 \text{ мм};$$

предпочтительно равен или больше 3 мм

$$\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Z_{si}^3} \geq 3 \text{ мм}.$$

В дополнительном предпочтительном варианте осуществления многослойное VIG настоящего изобретения тщательно подбирают по размерам так, что кубический корень суммы толщин листов Z_s в третьей степени равен или больше 40% оптимального значения толщины Z_{opt}

$$\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Z_{si}^3} \geq 0,4 Z_{opt};$$

и предпочтительно равен или больше 80% оптимального значения толщины Z_{opt}

$$\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Z_{si}^3} \geq 0,8 Z_{opt}.$$

В предпочтительном варианте осуществления многослойное VIG настоящего изобретения тщательно подбирают по размерам так, что кубический корень суммы толщин листов Z_s в третьей степени составляет от 80 до 125% оптимального значения толщины Z_{opt}

$$0,8 Z_{opt} \leq \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Z_{si}^3} \leq 1,25 Z_{opt}.$$

"Кубический корень суммы толщин листов Z_s в третьей степени" далее в настоящем документе будет назван "эквивалентной толщиной листа".

Было дополнительно обнаружено, что когда первую и вторую стеклянные панели с подобным коэффициентом линейного теплового расширения (СЕТ) используют для создания многослойного VIG настоящего изобретения, это обеспечивает лучшую устойчивость к вызванному тепловому напряжению. Действительно, было обнаружено, что выполнение VIG с первой и второй стеклянными панелями, имеющими подобный, если не идентичный, СЕТ, предотвращает добавление начального вызванного теплового напряжения между первой и второй стеклянными панелями во время этапов нагрева и охлаждения процесса изготовления. Следовательно, в предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения первая стеклянная панель имеет коэффициент линейного теплового расширения СЕТ1, и вторая стеклянная панель имеет коэффициент линейного теплового расширения СЕТ2, таким образом, абсолютная разница между СЕТ1 и СЕТ2 составляет не более $1,2 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ($|CET1 - CET2| \leq 1,2 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$); предпочтительно составляет не более $0,80 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ($|CET1 - CET2| \leq 0,80 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), более предпочтительно составляет не более $0,40 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ($|CET1 - CET2| \leq 0,40 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$). В идеальном варианте первая и вторая стеклянные панели имеют одинаковый коэффициент линейного теплового расширения. Термин "коэффициент теплового расширения" (СТЕ) является показателем того, как размер объекта изменяется с изменением темпе-

ратуры и является средним показателем в диапазоне температур от 0 до 100°C при постоянном давлении.

Многослойная сборка (многослойные сборки) в многослойном VIG настоящего изобретения обычно содержит (содержат) от 1 до 4 дополнительных листов стекла и соответствующих дополнительных слоев промежуточного полимерного слоя. Однако предпочтительно наслаивать на наружную поверхность первой и/или второй стеклянных панелей от 1 до 2 листов стекла. Предпочтительно сумма целых чисел m и n равна или ниже 2 ($m+n \leq 2$), более предпочтительно сумма целых чисел m и n равна 1 ($m+n=1$). В другом предпочтительном варианте осуществления целое число m равно 0 ($m=0$). Однако в зависимости от конкретного применения многослойного VIG настоящего изобретения для высоких характеристик безопасности, защищенности и/или звукоизоляции большее количество листов стекла, обычно до 6 листов стекла, может быть использовано на каждой из стеклянных панелей VIG.

Как проиллюстрировано на фиг. 1, один или несколько листов стекла могут быть наслоены только на одну сторону VIG, т.е. только на наружную поверхность первой стеклянной панели или второй стеклянной панели ($m=0$ или $n=0$). Односторонние многослойные VIG обычно будут использовать, когда предполагается наличие только одного технического преимущества из безопасности или защищенности, или звукоизоляции. В другом варианте осуществления, как проиллюстрировано на фиг. 2, один или несколько листов стекла могут быть наслоены на наружную поверхность первой и второй стеклянных панелей ($m \geq 1$ и $n \geq 1$). Двухсторонние многослойные VIG обычно будут использовать, когда требуется несколько технических свойств безопасности, защищенности и/или звукоизоляции.

Когда несколько листов стекла наслоены на наружную поверхность первой и/или второй стеклянных панелей VIG настоящего изобретения, каждый лист стекла имеет толщину Z_s , которая может быть идентичной или разной. Толщины листов измеряют в направлении, перпендикулярном плоскости P.

В одном варианте осуществления толщина первой стеклянной панели Z_1 идентична толщине второй стеклянной панели Z_2 ($Z_1=Z_2$), как проиллюстрировано на фиг. 1. В другом варианте осуществления толщина второй стеклянной панели Z_1 больше или меньше толщины второй стеклянной панели Z_2 ($Z_1 > Z_2$ или $Z_1 < Z_2$), как проиллюстрировано на фиг. 2, на которой Z_1 больше Z_2 .

Неожиданно было дополнительно обнаружено, что многослойное VIG, в котором толщина первой стеклянной панели отличается от толщины второй стеклянной панели ($Z_1 \neq Z_2$), при тщательном подборе размеров, может обеспечивать лучшую устойчивость к вызванному тепловому напряжению. Следовательно, в одном варианте осуществления многослойное VIG настоящего изобретения имеет такие размеры, что отношение толщин Z_1/Z_2 толщины первой стеклянной панели Z_1 к толщине второй стеклянной панели Z_2 равно или больше 1,10 ($Z_1/Z_2 \geq 1,10$), предпочтительно равно или больше 1,30 ($Z_1/Z_2 \geq 1,30$), предпочтительно равно или больше 1,55 ($Z_1/Z_2 \geq 1,55$), более предпочтительно составляет от 1,60 до 6,00 ($1,60 \leq Z_1/Z_2 \leq 6,00$), еще более предпочтительно от 2,00 до 4,00 ($2,00 \leq Z_1/Z_2 \leq 4,00$). В другом варианте осуществления многослойное VIG настоящего изобретения имеет такие размеры, что отношение толщин Z_2/Z_1 толщины второй стеклянной панели Z_2 к толщине первой стеклянной панели Z_1 равно или больше 1,10 ($Z_2/Z_1 \geq 1,10$), предпочтительно равно или больше 1,30 ($Z_2/Z_1 \geq 1,30$), более предпочтительно равно или больше 1,55 ($Z_2/Z_1 \geq 1,55$), более предпочтительно составляет от 1,60 до 6,00 ($1,60 \leq Z_2/Z_1 \leq 6,00$), еще более предпочтительно от 2,00 до 4,00 ($2,00 \leq Z_2/Z_1 \leq 4,00$). Было обнаружено, что чем больше отношение Z_1/Z_2 или отношение Z_2/Z_1 , тем лучше это для достижения более высоких механических характеристик.

Толщина первой и/или второй стеклянных панелей Z_1 , Z_2 VIG обычно равна или больше 2 мм (Z_1 , $Z_2 \geq 2$ мм), предпочтительно равна или больше 3 мм, (Z_1 , $Z_2 \geq 3$ мм), более предпочтительно равна или больше 4 мм (Z_1 , $Z_2 \geq 4$ мм), более предпочтительно равна или больше 6 мм (Z_1 , $Z_2 \geq 6$ мм). Обычно толщина первой и второй стеклянных панелей будет составлять не больше 12 мм, предпочтительно не больше 10 мм, более предпочтительно не больше 8 мм.

Толщина листа стекла Z_s обычно равна или больше 0,5 мм ($Z_s \geq 0,5$ мм), предпочтительно равна или больше 1 мм ($Z_s \geq 1$ мм), более предпочтительно равна или больше 2 мм ($Z_s \geq 2$ мм), еще более предпочтительно равна или больше 3 мм ($Z_s \geq 3$ мм). Обычно толщина листа стекла будет составлять не больше 12 мм, предпочтительно не больше 10 мм, более предпочтительно не больше 8 мм, еще более предпочтительно не больше 6 мм.

Предпочтительные конфигурации для VIG, подлежащие использованию в настоящем изобретении, будут содержать первую стеклянную и вторую стеклянную панели следующих толщин, как обобщено в табл. А ниже.

Таблица А	Первая стеклянная панель – толщина Z1	Вторая стеклянная панель – толщина Z2
(1)	Z1 = 3 мм	Z2 = 3 мм
(2)	Z1 = 6 мм	Z2 = 3 мм
(3)	Z1 = 4 мм	Z2 = 4 мм
(4)	Z1 = 6 мм	Z2 = 4 мм
(5)	Z1 = 5 мм	Z2 = 5 мм
(6)	Z1 = 6 мм	Z2 = 6 мм
(7)	Z1 = 8 мм	Z2 = 8 мм

Обычно один или два листа стекла с толщиной листа стекла Zs, составляющей 3, 4, 5 или 6 мм, будут наслены на наружную поверхность первой и/или второй стеклянных панелей.

Настоящее изобретение относится к многослойному VIG, проходящему вдоль плоскости P, определяемой продольной осью X и вертикальной осью Z, и имеющему ширину W, измеряемую вдоль продольной оси X, и длину L, измеряемую вдоль вертикальной оси Z. В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения длина L асимметричного VIG настоящего изобретения равна или больше 500 мм ($L \geq 500$ мм), более предпочтительно равна или больше 800 мм ($L \geq 800$ мм), еще более предпочтительно равна или больше 1200 мм ($L \geq 1200$ мм). В дополнительном предпочтительном варианте осуществления ширина асимметричного VIG настоящего изобретения W равна или больше 300 мм ($W \geq 300$ мм), предпочтительно равна или больше 500 мм ($W \geq 500$ мм), более предпочтительно равна или больше 800 мм ($W \geq 800$ мм). Действительно, чем больше многослойное VIG настоящего изобретения, тем больше оно подвержено внешним нагрузкам и, следовательно, тем больше многослойному VIG настоящего изобретения необходимо быть устойчивым к вызванному тепловому напряжению.

Стеклянные панели и листы.

Первая стеклянная панель, вторая стеклянная панель и лист стекла многослойного VIG настоящего изобретения могут быть выбраны среди прозрачного стекла, изготовленного флоат методом, сверхпрозрачного или цветного стекла. Под термином "стекло" в настоящем документе понимают любой тип стекла или эквивалентного прозрачного материала, такого как минеральное стекло или органическое стекло. Используемое минеральное стекло может представлять собой независимо один или несколько известных типов стекла, таких как натриево-кальциево-силикатное, алюмосиликатное или боросиликатное, кристаллическое и поликристаллическое стекло. Стеклянные панели и/или лист (листы) стекла могут быть получены посредством флоат-процесса, процесса вытягивания, процесса проката или любого другого известного процесса для изготовления стеклянной панели, начиная с расплавленного состава стекла. Стеклянные панели и/или лист (листы) стекла могут необязательно иметь шлифованные кромки. При шлифовании кромок острые кромки превращаются в гладкие кромки, которые намного безопаснее для людей, которые могут контактировать с вакуумным изоляционным блоком остекления, в частности, с кромкой остекления. Предпочтительно стеклянные панели и/или лист (листы) стекла согласно настоящему изобретению выполнены из натриево-кальциево-силикатного стекла, алюмосиликатного стекла или боросиликатного стекла. Предпочтительно по причине более низких производственных затрат стеклянные панели являются панелями из натриево-кальциево-силикатного стекла, а также и листа (листов) стекла. Обычно первая и вторая стеклянные панели настоящего изобретения являются отоженными стеклянными панелями.

В одном варианте осуществления для обеспечения многослойного VIG с более высокими механическими характеристиками и/или для улучшения дополнительно безопасности VIG может быть предусмотрено физическое или химическое предварительное напряжение первой и/или второй стеклянных панелей настоящего изобретения. В этом случае требуется, чтобы как первая, так и вторая стеклянные панели подвергались одинаковой обработке для создания предварительного напряжения, чтобы обеспечить одинаковую устойчивость к вызванной тепловой нагрузке. Следовательно, если происходит обработка стеклянных панелей для создания предварительного напряжения, тогда она требует, чтобы обе из первой стеклянной панели и второй стеклянной панели являлись термоупрочненными стеклянными панелями, или чтобы обе из первой стеклянной панели и второй стеклянной панели являлись термически закаленными стеклянными панелями, или чтобы обе из первой стеклянной панели и второй стеклянной панели являлись химически упрочненными стеклянными панелями.

Термоупрочненное стекло подвергают тепловой обработке с применением способа контролируемого нагрева и охлаждения, при котором поверхность стекла подвергают сжатию и внутреннюю часть стекла - растягивающему напряжению. Этот способ тепловой обработки предоставляет стекло с прочностью на изгиб большей, чем отоженное стекло, но меньшей, чем термически закаленное ударопрочное стекло.

Термически закаленное ударопрочное стекло подвергают тепловой обработке с применением спо-

соба контролируемого высокотемпературного нагрева и быстрого охлаждения, при котором поверхность стекла подвергают сжатию и внутреннюю часть стекла - растягивающему напряжению. Такие напряжения приводят к тому, что стекло при воздействии на него разрушается на небольшие частицы в виде гранул вместо раскалывания на острые осколки. Частицы в виде гранул с меньшей вероятностью ранят людей или повреждают объекты.

Химическое упрочнение стеклянного изделия представляет собой вызванный нагреванием ионный обмен, заключающийся в замене в поверхностном слое стекла щелочных ионов натрия, обладающих малым размером, на более крупные ионы, например щелочные ионы калия. Повышение напряжения поверхностного сжатия происходит в стекле по мере "внедрения" ионов большего размера в небольшие участки, ранее занимаемые ионами натрия. Такую химическую обработку обычно осуществляют, погружая стекло в ванну с ионообменным расплавом, содержащим одну или несколько расплавленных солей с ионами большего размера, при точном контроле температуры и времени. Составы стекла алюмосиликатного типа, такие как, например, происходящие из продуктовой линейки DragonTrail® производства Asahi Glass Co., происходящие из продуктовой линейки Gorilla® производства Corning Inc., также известны высокой эффективностью химической закалки.

Дополнительный (дополнительные) лист (листы) стекла, используемый (используемые) в многослойном VIG настоящего изобретения, может (могут) необязательно и независимо быть предварительно напряженным (напряженными) листом (листами) стекла.

Предпочтительно состав для первой стеклянной панели, второй стеклянной панели и/или листа стекла многослойного VIG настоящего изобретения содержит следующие компоненты в весовых процентах, выраженных относительно общего веса стекла (Сравн. А). Более предпочтительно состав стекла (сравнение В) представляет собой натриево-кальциево-силикатный тип стекла с основной стеклянной матрицей состава, содержащего следующие компоненты в весовых процентах, выраженных относительно общего веса стекла.

	Сравн. А	Сравн. В
SiO ₂	40–78 %	60–78 %
Al ₂ O ₃	0–18 %	0–8 вес.%, предпочтительно 0–6 вес.%
B ₂ O ₃	0–18 %	0–4 вес.%, предпочтительно 0–1 вес.%
Na ₂ O	0–20 %	5–20 вес.%, предпочтительно 10–20 вес.%
CaO	0–15 %	0–15 вес.%, предпочтительно 5–15 вес.%
MgO	0–10 %	0–10 вес.%, предпочтительно 0–8 вес.%
K ₂ O	0–10 %	0–10 вес.%
BaO	0–5 %	0–5 вес.%, предпочтительно 0–1 вес.%.

Другие предпочтительные составы стекла для первой стеклянной панели, второй стеклянной панели и/или листа стекла блока многослойного VIG настоящего изобретения содержат следующие компоненты в весовых процентах, выраженных относительно общего веса стекла

Сравн. С	Сравн. D	Сравн. E
$65 \leq \text{SiO}_2 \leq 78 \text{ вес.}\%$	$60 \leq \text{SiO}_2 \leq 78 \%$	$65 \leq \text{SiO}_2 \leq 78 \text{ вес.}\%$
$5 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 20 \text{ вес.}\%$	$5 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 20 \%$	$5 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 20 \text{ вес.}\%$
$0 \leq \text{K}_2\text{O} < 5 \text{ вес.}\%$	$0,9 < \text{K}_2\text{O} \leq 12 \%$	$1 \leq \text{K}_2\text{O} < 8 \text{ вес.}\%$
$1 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 6 \text{ вес.}\%$, предпочтительно $3 < \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 5 \%$	$4,9 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 8 \%$	$1 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 6 \text{ вес.}\%$
$0 \leq \text{CaO} < 4,5 \text{ вес.}\%$	$0,4 < \text{CaO} < 2 \%$	$2 \leq \text{CaO} < 10 \text{ вес.}\%$
$4 \leq \text{MgO} \leq 12 \text{ вес.}\%$	$4 < \text{MgO} \leq 12 \%$	$0 \leq \text{MgO} \leq 8 \text{ вес.}\%$
$(\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})) \geq 0,5$, предпочтительно $0,88 \leq [\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})] < 1$.		$\text{K}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}):$ $0,1-0,7$.

В частности, примеры состава для основной стеклянной матрицы согласно настоящему изобретению описаны в публикациях заявок на патент согласно PCT WO2015/150207A1, WO2015/150403A1, WO2016/091672A1, WO2016/169823A1 и WO2018/001965A1.

Стеклянные панели могут иметь одинаковые размеры или разные размеры и образовывать тем самым ступенчатый VIG. В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения первая и вторая стеклянные панели (1, 2) содержат первые и вторые периферийные кромки соответственно, и при этом первые периферийные кромки углублены относительно вторых периферийных кромок, или при этом вторые периферийные кромки углублены относительно первых периферийных кромок. Периферийные кромки листов (5) стекла выровнены с периферийными кромками стеклянной панели, на которую они наложены. Эта конфигурация позволяет увеличить прочность герметично соединяющего уплотнения.

Промежуточный полимерный слой.

Промежуточный полимерный слой, подлежащий использованию в настоящем изобретении, обычно содержит материал, выбранный из группы, включающей этиленвинилацетат (EVA), полиизобутилен (PIB), поливинилбутираль (PVB), полиуретан (PU), поливинилхлорид (PVC), полиэферы, сополиэферы, полиацетаты, циклоолефиновые полимеры (COP), иономер и/или активируемый ультрафиолетом клей и другие известные из уровня техники производственные многослойные стекла. Также подходящими могут быть смешанные материалы, в которых используется любая совместимая комбинация этих материалов. В предпочтительном варианте осуществления промежуточный полимерный слой содержит материал, выбранный из группы, включающей этиленвинилацетат и/или поливинилбутираль. Более предпочтительно промежуточный полимерный слой содержит материал, который можно подвергать обработке при более низком давлении. Промежуточный полимерный слой действует как "связующий промежуточный слой", поскольку промежуточный полимерный слой и стеклянная панель образуют связь, которая обеспечивает склеивание стеклянной панели и промежуточного полимерного слоя.

Из практических соображений промежуточный полимерный слой, используемый для образования многослойной сборки (многослойных сборок), является обычно одним и тем же материалом между каждой из стеклянных панелей и каждым из листов стекла. Однако может быть предусмотрено использование разных материалов для разных промежуточных полимерных слоев в многослойном VIG настоящего изобретения.

В предпочтительном варианте осуществления промежуточный полимерный слой, подлежащий использованию в настоящем изобретении, представляет собой прозрачный или полупрозрачный промежуточный полимерный слой. Однако для декоративных применений промежуточный полимерный слой может быть окрашен или на него может быть нанесен узор.

Обычные толщины (измеряемые в направлении, перпендикулярном плоскости P) для промежуточного полимерного 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), составляющими 0,38 и 0,76 мм, 1,52 мм, 2,28 и 3,04 мм. Для достижения требуемой толщины могут использоваться одна или несколько из тех пленок.

Усиленная звукоизоляция может быть обеспечена многослойным VIG настоящего изобретения, при этом используют промежуточный полимерный слой с конкретными характеристиками звукоизоляции, например, конкретные PVB слои, например, Saflex® - звукоизолирующий промежуточный слой PVB от Eastman или Trisofol® - звукоизолирующий слой PVB от Kuraray.

Неожиданно было обнаружено, что вакуумное изоляционное остекление и многослойное VIG в соответствии с изобретением, содержащие первую стеклянную панель с толщиной Z1 и вторую стеклянную панель с толщиной Z2, обеспечивают характеристики звукоизоляции, подобные характеристикам звукоизоляции монолитного остекления такой же общей толщиной (Z1+Z2), и характеристики звукоизо-

ляции, значительно превосходящие таковые двойного изоляционного остекления, имеющего первую стеклянную панель с толщиной $Z1$ и вторую стеклянную панель с толщиной $Z2$.

Перегородка.

Многослойное VIG настоящего изобретения обычно используют для закрытия проема в перегородке, например, в блоках остекления общего назначения, стене постройки, автомобильных блоках остекления или архитектурных блоках остекления, электроприборах и т.д. Эта перегородка отделяет внешнее пространство от внутреннего пространства, обычно перегородка отделяет внешнее пространство от внутреннего пространства здания.

В конфигурации, в которой многослойное VIG настоящего изобретения характеризуется отношением толщин $Z1/Z2$, равным или большим 1,10 ($Z1/Z2 \geq 1,10$), таким образом, такое VIG предпочтительно закрывает проем перегородки, отделяющей первое пространство с первой температурой $Temp1$ от второго пространства со второй температурой $Temp2$, при этом $Temp1$ ниже $Temp2$, и при этом первая стеклянная панель обращена к первому пространству.

Настоящее изобретение также относится к использованию многослойной вакуумной изоляционной сборки, как определено выше, для закрытия проема перегородки, отделяющей внешнее пространство от внутреннего пространства.

Многослойное изоляционное остекление.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения настоящее изобретение также применимо к любому типу блока остекления, содержащего стеклянные панели (две, три или более), связывающие изолирующие или неизолирующие внутренние пространства (также называемые блоками многослойного остекления), при условии, что частичный вакуум создают в по меньшей мере одном из этих внутренних пространств.

В одном варианте осуществления для улучшения дополнительно механических характеристик VIG настоящего изобретения третья дополнительная стеклянная панель может быть соединена с по меньшей мере одной из наружных поверхностей (12 и/или 22) первой и/или второй стеклянных панелей вдоль периферии VIG посредством периферийной дистанционной рамки, также известной как разделительный оконный профиль, при этом создается изоляционная полость, уплотненная периферийным краевым уплотнением. Указанная периферийная дистанционная рамка поддерживает определенное расстояние между третьей стеклянной панелью и наружной поверхностью первой стеклянной панели. Обычно указанная дистанционная рамка содержит влагопоглотитель и имеет обычно толщину, составляющую от 6 мм до 24 мм, предпочтительно от 9 до 15 мм. В целом указанный второй внутренний объем наполнен заданным газом, выбранным из группы, включающей воздух, сухой воздух, аргон (Ar), криптон (Kr), ксенон (Xe), гексафторид серы (SF_6), диоксид углерода или их комбинации. Указанный заданный газ является эффективным для предотвращения теплообмена и/или может быть использован для уменьшения пропускания звука. В предпочтительном варианте осуществления, таким образом, эта третья дополнительная стеклянная панель будет соединена с первой или второй стеклянной панелью многослойного VIG, при этом указанная первая или вторая стеклянная панель не является многослойной, т.е. при этом $m=0$ или $n=0$. Предпочтительно третья дополнительная стеклянная панель, соединенная с VIG настоящего изобретения, будет использована для закрытия перегородки, отделяющей внутреннее пространство от внешней среды, и, вследствие чего, такая третья дополнительная стеклянная панель будет расположена таким образом, чтобы быть обращенной к внешней среде.

Специалисту в данной области техники понятно, что настоящее изобретение никоим образом не ограничено предпочтительными вариантами осуществления, 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.

Предпочтительно настоящее изобретение не будет включать конкретный вариант осуществления, в котором толщина первой стеклянной панели $Z1$ равна или больше 6 мм ($Z1 \geq 6$ мм), при этом отношение толщин $Z1/Z2$ толщины первой стеклянной панели $Z1$ к толщине второй стеклянной панели $Z2$ равно или больше 1,10 ($Z1/Z2 \geq 1,10$), при этом на наружную поверхность первой стеклянной панели не наложен лист стекла посредством по меньшей мере одного промежуточного полимерного слоя с образованием многослойной сборки, т.е. m равно 0 ($m=0$), и при этом на наружную поверхность второй стеклянной панели наложен по меньшей мере один лист стекла посредством по меньшей мере одного промежуточного полимерного слоя ($n=1$) с образованием многослойной сборки, при этом лист стекла имеет толщину Zs , равную или большую 0,5 мм ($Zs \geq 0,5$ мм).

Предпочтительно настоящее изобретение не будет включать конкретный вариант осуществления, в котором толщина первой стеклянной панели $Z1$ равна 8 мм, при этом толщина второй стеклянной панели $Z2$ равна 4 мм, при этом на наружную поверхность первой стеклянной панели не наложен лист стекла посредством по меньшей мере одного промежуточного полимерного слоя с образованием многослойной сборки, т.е. m равно 0 ($m=0$), и при этом на наружную поверхность второй стеклянной панели наложен один лист стекла посредством одного промежуточного полимерного слоя ($m=1$) с образованием много-

слоистой сборки, при этом указанный лист стекла имеет толщину Z_s равную 2 мм. Предпочтительно настоящее изобретение не будет включать конкретный вариант осуществления, в котором толщина первой стеклянной панели Z_1 равна 6 мм, при этом толщина второй стеклянной панели Z_2 равна 3 мм, при этом на наружную поверхность первой стеклянной панели не наложен лист стекла посредством по меньшей мере одного промежуточного полимерного слоя с образованием многослойной сборки, т.е. m равно 0 ($m=0$), и при этом на наружную поверхность второй стеклянной панели наложен один лист стекла посредством одного промежуточного полимерного слоя ($n=1$) с образованием многослойной сборки, при этом указанный лист стекла имеет толщину Z_s равную 2 мм.

Покрытие.

В некотором варианте осуществления настоящего изобретения пленки, такие как низкоэмиссионные пленки, солнцезащитные пленки (пленки, отражающие тепловые лучи), противотражающие пленки, противотуманные пленки, предпочтительно пленка, отражающая тепловые лучи, или низкоэмиссионная пленка, могут быть предусмотрены на по меньшей мере одной из внутренних поверхностей (11, 21) и/или наружных поверхностей (12, 22) первой и/или второй стеклянных панелей (1, 2) многослойного VIG (10). В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения, как показано на фиг. 1 и 2, внутренние поверхности (11, 21) первой или второй стеклянных панелей (1, 2) многослойного VIG , оснащена пленкой, отражающей тепловые лучи, или низкоэмиссионной пленкой (7).

В предпочтительном варианте осуществления, в котором многослойное VIG размещено для закрытия проема в перегородке, таким образом, первая стеклянная панель (1) обращена к внешней среде, первая наружная поверхность (12) панели может быть оснащена низкоэмиссионной пленкой для уменьшения образования конденсата на поверхности стекла. В таком варианте осуществления предпочтительно, чтобы низкоэмиссионная пленка или пленка, отражающая тепловые лучи, была предусмотрена на по меньшей мере одной из внутренних поверхностей первой и второй стеклянных панелей (11 и/или 21).

В другом предпочтительном варианте осуществления пленки могут быть добавлены к дополнительному листу (дополнительным листам) стекла. В частности, по меньшей мере пленка, отражающая тепловые лучи, или низкоэмиссионная пленка может быть предусмотрена на по меньшей мере одной поверхности листа стекла с образованием сборки многослойного VIG для улучшения характеристик поглощения излучения.

Стеклянные панели с электрохромными, термохромными, фотохромными или фотогальваническими элементами также совместимы с настоящим изобретением.

Распорки.

Как изображено на фиг. 1 и 2, вакуумный изоляционный блок остекления настоящего изобретения содержит множество отдельных распорок (3), также называемых стойками, расположенных между первой и второй стеклянными панелями (1, 2) для поддержания внутреннего объема V . В соответствии с изобретением отдельные распорки расположены между первой и второй стеклянными панелями, поддерживая расстояние между первой и второй стеклянными панелями и образуя массив, имеющий шаг λ , составляющий от 10 до 100 мм ($10\text{ мм} \leq \sigma \leq 100\text{ мм}$). Под шагом понимается интервал между отдельными распорками. В предпочтительном варианте осуществления шаг составляет от 20 до 80 мм ($20\text{ мм} \leq \sigma \leq 80\text{ мм}$), более предпочтительно от 20 до 50 мм ($20\text{ мм} \leq \sigma \leq 50\text{ мм}$). Массив в настоящем изобретении обычно представляет собой равномерный массив на основе схемы равностороннего треугольника, квадрата или шестиугольника, предпочтительно на основе схемы квадрата.

Отдельные распорки могут иметь разные формы, например цилиндрическую, сферическую, нитеобразную форму, форму песочных часов, С-образную, крестообразную, призматическую форму и т.д. Предпочтительно использовать небольшие стойки, т.е. стойки, имеющие общую контактную поверхность со стеклянной секцией, образованную их внешней окружностью, равной или меньше 5 мм^2 , предпочтительно равной или меньше 3 мм^2 , более предпочтительно равной или меньше 1 мм^2 . Эти значения могут обеспечить хорошую механическую устойчивость, в то же время оставаясь эстетически абстрактными. 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, ни-хромом, дюралем и т.п., или керамическим материалом, например, корундом, оксидом алюминия, муллитом, магнезией, иттрий оксидом, нитридом алюминия, нитридом кремния и т.п.

Герметично соединяющее уплотнение.

Как показано на фиг. 1 и 2, внутренний объем V , ограниченный между стеклянными панелями (1, 2) вакуумного изоляционного блока (10) остекления настоящего изобретения, закрыт герметично соединяющим уплотнением (4), размещенным на периферии стеклянных панелей вокруг указанного внутрен-

него пространства. Указанное герметично соединяющее уплотнение является непроницаемым и твердым. В настоящем описании, если не указано другое, под термином "непроницаемый" подразумевается 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, которые не разлагаются в ходе теплового цикла, необходимого для применения стеклянного припоя, то есть теми, которые способны выдерживать температуру, которая может достигать 250°C. Дополнительно, поскольку этот тип уплотнения на основе стеклянного припоя может деформироваться только в незначительной степени, он препятствует последствиям относительного расширения между стеклянной панелью с внутренней стороны блока остекления и стеклянной панелью с наружной стороны блока остекления, когда указанные панели подвергаются воздействию большой разницы поглощаемых температур. Следовательно, на периферии блока остекления возникают достаточно существенные напряжения, и это может приводить к разрушению стеклянных панелей блока остекления.

Второй тип уплотнения представляет собой металлическое уплотнение, например, металлическую полосу небольшой толщины (<500 мкм), припаянную по периферии блока остекления с помощью грунтового 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 WO2011/061208A1 описан один примерный вариант осуществления периферийного непроницаемого уплотнения второго типа для вакуумного изоляционного блока остекления. В этом варианте осуществления уплотнением является металлическая полоска, например, выполненная из меди, которая припаяна посредством пригодного к пайке материала к клейкой ленте, предусмотренной на периферии стеклянных панелей.

Внутренний объем.

Вакуум с абсолютным давлением меньше 0,1 мбар, предпочтительно меньше 0,01 мбар создают во внутреннем объеме V, образуемом первой и второй стеклянными панелями и набором отдельных распорок и закрытом герметично соединяющим уплотнением в многослойном VIG настоящего изобретения.

Внутренний объем многослойного VIG настоящего изобретения может содержать газ, например, но не исключительно, воздух, сухой воздух, аргон (Ar), криптон (Kr), ксенон (Xe), гексафторид серы (SF₆), диоксид углерода или их комбинации. Перенос энергии через изолирующую панель, имеющую эту обычную структуру, уменьшается по причине присутствия газа во внутреннем объеме относительно стеклянной панели из одного стекла.

Из внутреннего объема может также быть откачан любой газ, создавая тем самым вакуумный блок остекления. Перенос энергии через изолирующий блок остекления с вакуумной изоляцией значительно уменьшается за счет вакуума. 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 образуется во внутреннем пространстве путем выкачивания газов, находящихся во внутреннем пространстве, с помощью насоса, соединенного с наружным концом стеклянной трубки.

Для поддержания в течение определенного времени заданного уровня вакуума в вакуумном изоляционном блоке остекления газопоглотитель может быть использован в блоке остекления. В частности, внутренние поверхности стеклянных панелей, составляющих блок остекления, могут высвобождать с течением времени газы, поглощенные до этого стеклом, тем самым увеличивая внутреннее давление в вакуумной изоляционной панели остекления и, таким образом, уменьшая показатели 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. Считается, что газопоглотитель является "активируемым нагревом".

Специалисту в данной области техники понятно, что настоящее изобретение никоим образом не ограничено предпочтительными вариантами осуществления, 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.

Следующие примеры представлены в целях иллюстрации и не предназначены для ограничения объема этого изобретения.

Примеры

Примеры 1-7 иллюстрируют разные варианты осуществления многослойных VIG настоящего изобретения, демонстрирующие высокую устойчивость к вызванному тепловому напряжению, в то же время соответствуя требованиям безопасности и защищенности. Вызванное тепловое напряжение рассчитывают посредством аналитического линейного решения при условиях, указанных ниже, и оно является самым высоким значением, получаемым для первой и второй стеклянных панелей.

Температура: $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$. ΔT рассчитывают как разницу температур между средней температурой первой стеклянной панели T1 и средней температурой второй стеклянной панели T2;

Стеклянные панели являются отоженными стеклянными панелями из стекла, изготовленного флотат методом, с модулем Юнга $E=72$ ГПа и коэффициентом Пуассона $\mu=0,21$; и

Свободные кромки, т.е. не расположенные в оконной раме.

В примерах, в которых толщина первой стеклянной панели больше толщины второй стеклянной панели ($Z1>Z2$), таким образом, вызванное тепловое напряжение рассчитывают в конфигурации, в которой первая стеклянная панель обращена к среде с более низкой температурой T1 ($T1<T2$).

Для образования двойного блока остекления наружная поверхность второй стеклянной панели многослойного VIG примера 1 может быть дополнительно соединена с третьей стеклянной панелью вдоль периферии вакуумного изоляционного блока остекления посредством периферийной дистанционной рамки, при этом создается изоляционная полость, уплотненная периферийным краевым уплотнением.

		Пример 1	Пример 2	Пример 3	Пример 4
Структура VIG					
Первая стеклянная панель	СЕТ	$86 \cdot 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$	$87 \cdot 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$	$88 \cdot 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$	$88 \cdot 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$
	Толщина	$Z1 = 4$ мм	$Z1 = 6$ мм	$Z1 = 3$ мм*	$Z1 = 6$ мм
Натриево-кальциево-силикатное стекло ClearLight™ от AGC	Длина	$L=1000$ мм	$L=1200$ мм	$L=1500$ мм	$L=1200$ мм
Вторая стеклянная панель	СЕТ	$86 \cdot 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$	$87 \cdot 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$	$88 \cdot 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$	$88 \cdot 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$
	Толщина	$Z2 = 4$ мм	$Z2 = 4$ мм	$Z2 = 3$ мм*	$Z2 = 4$ мм
Натриево-кальциево-силикатное стекло ClearLight™ от AGC	Длина	$L=1000$ мм	$L=1200$ мм	$L=1500$ мм	$L=1200$ мм
$Ra = \max. (Z1/Z2, Z2/Z1)$		1	1,5	1	1,5
Вызванное тепловое напряжение VIG		5,92 МПа	2,90 МПа	6,06 МПа	2,94 МПа
Многослойная сборка на основе первой стеклянной панели					
Лист многослойного стекла	Толщина	$Z_{sa} = 6$ мм	$Z_{sa} = 4$ мм	$Z_{sa} = 3$ мм	-
Промежуточный полимерный слой	Толщина	0,76 мм	0,38 мм	0,38 мм	-
	Сравн.	EVA	PVB	EVA	-
Многослойная сборка на основе второй стеклянной панели					
Лист многослойного стекла		-	$Z_{sb} = 4$ мм	$Z_{sb} = 4$ мм	$Z_{sb} = 3$ мм
Промежуточный полимерный слой	Толщина	-	0,38 мм	0,38 мм	1,52 мм
	Сравн.	-	Звукоизолирующий PVB	EVA	PVB

Zmax – Уравнение А	10,2 мм	11,6 мм	7,7 мм	11,6 мм
1,25 Zopt – Уравнение В	7,8 мм	9,5 мм	5,9 мм	9,75 мм
Zopt – Уравнение В	6,3 мм	7,6 мм	4,7 мм	7,8 мм
$\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Zs_i^3}$	6 мм	5,0 мм	4,5 мм	3 мм
Вызванное тепловое напряжение многослойного VIG	0,70 МПа а	0,97 МПа	0,73 МПа	2,48 МПа

* обе из первой и второй стеклянных панелей примера 3 термически закалены.

		Пример 5	Пример 6	Пример 7
Структура VIG				
<u>Первая стеклянная панель</u> Натриево-кальциево-силикатное стекло ClearLight™ от AGC	СЕТ	87 10 ⁻⁷ /°C	87 10 ⁻⁷ /°C	88 10 ⁻⁷ /°C
	Толщина	Z1 = 6 мм	Z1 = 4 мм	Z1 = 10 мм
	Длина	L=1600 мм	L=1000 мм	L=2400 мм
<u>Вторая стеклянная панель</u> Натриево-кальциево-силикатное стекло ClearLight™ от AGC	СЕТ	87 10 ⁻⁷ /°C	87 10 ⁻⁷ /°C	88 10 ⁻⁷ /°C
	Толщина	Z2 = 6 мм	Z2 = 4 мм	Z2 = 8 мм
	Длина	L=1600 мм	L=1000 мм	L=2400 мм
Ra = макс. (Z1/Z2, Z2/Z1)		1	1	1,25
Вызванное тепловое напряжение VIG		5,99 МПа	5,99 МПа	4,50 МПа
Многослойная сборка на основе первой стеклянной панели				
Лист многослойного стекла	Толщина	Zsa = 15 мм	Zsa = 1 мм	Zsa = 6 мм
Промежуточный полимерный слой	Толщина	1,27 мм	0,38 мм	0,76 мм
	Сравн.	PU	PVB	EVA
Многослойная сборка на основе второй стеклянной панели				
Лист многослойного стекла	Толщина	-	Zsb = 6 мм	Zsb = 4 мм
Промежуточный полимерный слой	Толщина	-	2,28 мм	0,76 мм
	Сравн.	-	PVB	EVA
Второй лист многослойного стекла		-	Zsc = 6 мм	-
Второй промежуточный полимерный слой	Толщина	-	0,76 мм	-
	Сравн.	-	PVB	-
Zmax – Уравнение А		15,3 мм	10,2 мм	21,9 мм
1,25 Zopt – Уравнение В		12,0 мм	7,9 мм	17,6 мм
Zopt – Уравнение В		9,6 мм	6,3 мм	14,1 мм

$\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Zs_i^3}$	15 мм	7,6 мм	6,5 мм
Вызванное тепловое напряжение многослойного VIG	5,81 МПа	2,17 МПа	3,69 МПа

Ссылочная позиция	Компонент
10	Вакуумное изоляционное остекление
1	Первая стеклянная панель
11	Внутренняя поверхность первой стеклянной панели
12	Наружная поверхность первой стеклянной панели
2	Вторая стеклянная панель
21	Внутренняя поверхность второй стеклянной панели
22	Наружная поверхность второй стеклянной панели
3	Отдельная распорка
4	Герметично соединяющее уплотнение
5	Лист стекла
6	Промежуточный полимерный слой
7	Пленка, отражающая тепловые лучи, или низкоэмиссионная пленка
V	Внутренний объем

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Многослойная вакуумная изоляционная сборка (10), проходящая вдоль плоскости Р, определяемой продольной осью Х и вертикальной осью Z, и содержащая:

i) первую стеклянную панель (1), имеющую толщину Z1 и имеющую внутреннюю поверхность (11) панели и наружную поверхность (12) панели, и вторую стеклянную панель (2), имеющую толщину Z2 и имеющую внутреннюю поверхность (21) панели и наружную поверхность (22) панели; при этом толщины измеряют в направлении, перпендикулярном плоскости Р;

ii) набор отдельных распорок (3), расположенных между первой и второй стеклянными панелями, поддерживающих расстояние между первой и второй стеклянными панелями;

iii) герметично соединяющее уплотнение (4), уплотняющее расстояние между первой и второй стеклянными панелями по их периметру;

iv) внутренний объем V, образованный первой и второй стеклянными панелями и набором отдельных распорок и закрытый герметично соединяющим уплотнением, и при этом существует абсолютный вакуум с давлением меньше 0,1 мбар; и при этом внутренняя поверхность панели обращена к внутреннему объему V,

отличающаяся тем, что на наружную поверхность (12) первой стеклянной панели (1) наслоены m листов (5) стекла посредством m промежуточных полимерных слоев (6) для образования многослойной сборки; и/или на наружную поверхность (22) второй стеклянной панели (2) наслоены n листов (5) стекла посредством n промежуточных полимерных слоев (6) для образования многослойной сборки; при этом лист стекла имеет толщину листа Zs, измеряемую в направлении, перпендикулярном плоскости Р, и при этом m является положительным целым числом, большим или равным 0 ($m \geq 0$), n является положительным целым числом, большим или равным 0 ($n \geq 0$), и сумма целых чисел m и n больше или равна 1 ($m+n \geq 1$); и

при этом кубический корень суммы толщин листов Zs в третьей степени равен максимальному значению толщины Zmax или меньше него

$$(\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Zs_i^3} \leq Z_{\max}),$$

при этом Zmax, выраженное в мм, рассчитывают посредством уравнения А, указанного ниже

$$Z_{\max} = 5,78 - 3,4Ra - 0,57(Ra - 1,68)^2 + 1,1(Z1 + Z2) - 0,26[(Z1 + Z2) - 12][Ra - 1,68] \text{ (уравнение А)},$$

при этом Ra является максимальным значением среди отношения толщин толщины первой стеклянной панели к толщине второй стеклянной панели Z1/Z2 и отношения толщин толщины второй стеклянной панели к толщине первой стеклянной панели Z2/Z1.

2. Многослойная вакуумная изоляционная сборка по п.1, отличающаяся тем, что кубический корень суммы толщин листов Z_s в третьей степени равен или меньше 125% оптимального значения толщины Z_{opt}

$$(\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Z_{s_i}^3} \leq 1,25 Z_{opt});$$

предпочтительно равен оптимальному значению толщины Z_{opt}

$$(\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Z_{s_i}^3} \leq Z_{opt})$$

или меньше него, при этом Z_{opt} , выраженное в мм, рассчитывают посредством уравнения В, указанного ниже

$$Z_{opt}=2,54-1,42Ra-0,625(Ra-1,68)^2+0,73(Z1+Z2)-0,12[(Z1+Z2)-12][Ra-1,68] \text{ (уравнение В)},$$

при этом Ra является максимальным значением среди отношения толщин толщины первой стеклянной панели к толщине второй стеклянной панели $Z1/Z2$ и отношения толщин толщины второй стеклянной панели к толщине первой стеклянной панели $Z2/Z1$.

3. Многослойная вакуумная изоляционная сборка по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что кубический корень суммы толщин листов Z_s в третьей степени равен или больше 2 мм

$$(\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Z_{s_i}^3} \geq 2 \text{ мм}),$$

предпочтительно равен или больше 3 мм

$$(\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Z_{s_i}^3} \geq 3 \text{ мм}).$$

4. Многослойная вакуумная изоляционная сборка по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что кубический корень суммы толщин листов Z_s в третьей степени равен или больше 40% оптимального значения толщины Z_{opt}

$$(\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Z_{s_i}^3} \geq 0,40 Z_{opt});$$

предпочтительно равен или больше 80% оптимального значения толщины Z_{opt}

$$(\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Z_{s_i}^3} \geq 0,80 Z_{opt}),$$

при этом Z_{opt} , выраженное в мм, рассчитывают посредством уравнения В, указанного ниже

$$Z_{opt}=2,54-1,42Ra-0,625(Ra-1,68)^2+0,73(Z1+Z2)-0,12[(Z1+Z2)-12][Ra-1,68] \text{ (уравнение В)},$$

при этом Ra является максимальным значением среди отношения толщин толщины первой стеклянной панели к толщине второй стеклянной панели $Z1/Z2$ и отношения толщин толщины второй стеклянной панели к толщине первой стеклянной панели $Z2/Z1$.

5. Многослойное вакуумное изоляционное остекление по любому из пп.2-4, отличающееся тем, что кубический корень суммы толщин листов Z_s в третьей степени составляет от 80 до 125% оптимального значения толщины Z_{opt}

$$0,8 Z_{opt} \leq \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{m+n} Z_{s_i}^3} \leq 1,25 Z_{opt}.$$

6. Многослойная вакуумная изоляционная сборка по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что первая стеклянная панель имеет коэффициент линейного теплового расширения $СТЕ1$, и вторая стеклянная панель имеет коэффициент линейного теплового расширения $СТЕ2$, и при этом абсолютная разница между $СТЕ1$ и $СТЕ2$ составляет не более $1,2 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ($|СТЕ1-СТЕ2| \leq 1,2 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), предпочтительно составляет не более $0,8 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ($|СТЕ1-СТЕ2| \leq 0,8 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), более предпочтительно не более $0,4 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ($|СТЕ1-СТЕ2| \leq 0,4 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), еще более предпочтительно равна 0 ($|СТЕ1-СТЕ2| = 0/^{\circ}\text{C}$).

7. Многослойная вакуумная изоляционная сборка по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что $m+n$ равно 2, предпочтительно равно 1.

8. Многослойная вакуумная изоляционная сборка по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что m равно 0.

9. Многослойная вакуумная изоляционная сборка по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что $Z1$ больше $Z2$.

10. Многослойная вакуумная изоляционная сборка по п.9, отличающаяся тем, что отношение толщин $Z1/Z2$ толщины первой стеклянной панели $Z1$ к толщине второй стеклянной панели $Z2$ равно или больше 1,10 ($Z1/Z2 \geq 1,10$), предпочтительно равно или больше 1,30 ($Z1/Z2 \geq 1,30$), предпочтительно равно или больше 1,55 ($Z1/Z2 \geq 1,55$), более предпочтительно составляет от 1,60 до 6,00 ($1,60 \leq Z1/Z2 \leq 6,00$), еще более предпочтительно от 2,00 до 4,00 ($2,00 \leq Z1/Z2 \leq 4,00$).

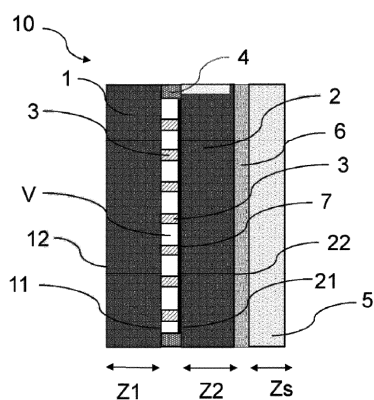
11. Многослойная вакуумная изоляционная сборка по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что имеет длину L , измеряемую вдоль вертикальной оси Z ; при этом длина равна или больше 500 мм ($L \geq 500$ мм), равна или больше 800 мм ($L \geq 800$ мм), более предпочтительно равна или больше 1200 мм ($L \geq 1200$ мм).

12. Многослойная вакуумная изоляционная сборка по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что имеет ширину W , измеряемую вдоль продольной оси X ; при этом ширина равна или больше 300 мм ($W \geq 300$ мм), предпочтительно равна или больше 400 мм ($W \geq 400$ мм), более предпочтительно равна или больше 500 мм ($W \geq 500$ мм).

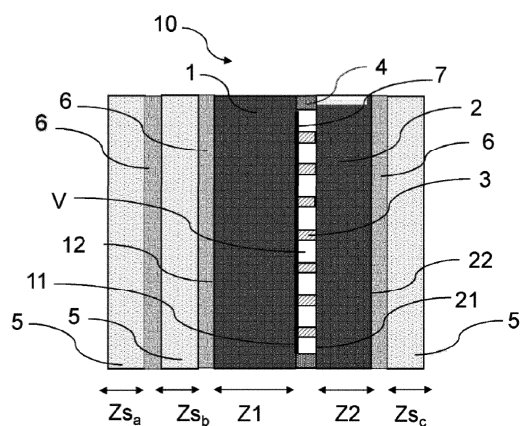
13. Многослойная вакуумная изоляционная сборка по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что промежуточный полимерный слой содержит материал, выбранный из группы, включающей этиленвинилацетат, полиизобутилен, поливинилбутираль, полиуретан, поливинилхлорид, полиэфир, сополиэфиры, полиацетали, циклоолефиновые полимеры, иономер, активируемый ультрафиолетом клей и/или их комбинации, предпочтительно выбранные из группы, включающей этиленвинилацетат и/или поливинилбутираль.

14. Применение многослойной вакуумной изоляционной сборки по любому из предыдущих пунктов для уменьшения уровня вызванного теплового напряжения.

15. Применение многослойной вакуумной изоляционной сборки по любому из пп.1-14 для обеспечения характеристик звукоизоляции.



Фиг. 1



Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2