

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202192503 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2021.12.13

(51) Int. Cl. E06B 3/66 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2020.03.05

(54) АСИММЕТРИЧНЫЙ ВАКУУМНЫЙ ИЗОЛЯЦИОННЫЙ БЛОК ОСТЕКЛЕНИЯ

(31) 19163703.2

(32) 2019.03.19

(33) EP

(86) PCT/EP2020/055862

(87) WO 2020/187584 2020.09.24

(71) Заявитель:

АГК ГЛАСС ЮРОП (BE); АГК ИНК.
(JP); АГК ФЛЭТ ГЛАСС НОРС
АМЕРИКА, ИНК. (US); АГК ВИДРОС
ДО БРАЗИЛ ЛТДА (BR)

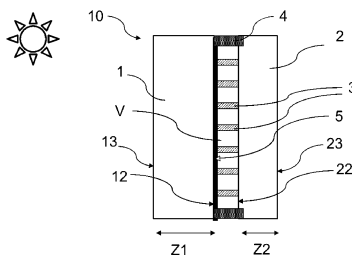
(72) Изобретатель:

Бен Трад Абдерразак, Ванг Минвей
(BE)

(74) Представитель:

Квашнин В.П. (RU)

(57) Изобретение относится к вакуумному изоляционному блоку (10) остекления, проходящему вдоль плоскости P, определяемой продольной осью X и вертикальной осью Z, снабженному одним покрытием, отражающим инфракрасное излучение, имеющим длину L, причем $300\text{ мм} \leq L \leq 4000\text{ мм}$, и ширину W, причем $300\text{ мм} \leq W \leq 1500\text{ мм}$, и содержащему а) первую стеклянную панель (1), имеющую внутреннюю поверхность (12) панели и наружную поверхность (13) панели, имеющую толщину Z1 и имеющую покрытие, отражающее инфракрасное излучение, на внутренней поверхности панели, причем покрытая первая стеклянная панель имеет показатель поглощения энергии EA1, и б) вторую стеклянную панель (2), имеющую внутреннюю поверхность (22) панели и наружную поверхность (23) панели и имеющую толщину Z2, при этом толщины измерены в направлении, перпендикулярном к плоскости P, причем вторая стеклянная панель имеет показатель поглощения энергии EA2; в) набор отдельных распорок (3), расположенных между первой и второй стеклянными панелями, поддерживающих расстояние между первой и второй стеклянными панелями и образующих массив с шагом λ , причем шаг λ находится в диапазоне от 10 до 35 мм; г) герметично соединяющее уплотнение (4), уплотняющее расстояние между первой и второй стеклянными панелями по их периметру; е) внутренний объем V, образованный первой и второй стеклянными панелями и набором отдельных распорок и закрытый герметично соединяющим уплотнением, и при этом имеется вакуум с абсолютным давлением менее 0,1 мбар, и ф) при этом внутренние поверхности панели первой и второй стеклянных панелей обращены к внутреннему объему V; г) характеризующемуся тем, что первая стеклянная панель толще, чем вторая стеклянная панель ($Z1 > Z2$), и при этом $\Delta EA \leq 0,0033 \Delta Z2 / \text{мм}^2 - 0,0468 \Delta Z / \text{мм} + 0,7702$; причем $\Delta EA = EA1 - 2 \times EA2$, и при этом $Z1 \geq 5\text{ мм}$, $Z2 \geq 3\text{ мм}$ и $\Delta Z = Z1 - Z2 \geq 1\text{ мм}$, и при этом $10\text{ мм} \leq \lambda \leq 35\text{ мм}$.



A1

202192503

202192503

A1

Описание

Асимметричный вакуумный изоляционный блок остекления

Область техники

- [0001] Изобретение относится к вакуумному изоляционному блоку остекления, снабженному низкоэмиссионным покрытием и имеющему низкие уровни напряжения, вызванного разностью между отрицательной и положительной температурами.

Уровень техники

- [0002] Вакуумные изоляционные блоки остекления (VIG) 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 коэффициент теплопередачи U составляет $U < 1,2$ Вт/м²К. Абсолютное давление внутри блока остекления обычно составляет 0,1 мбар или менее, и обычно по меньшей мере одна из двух стеклянных панелей может быть покрыта низкоэмиссионным покрытием. 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 блока остекления внутрь под действием атмосферного давления за счет перепада давлений внутри и снаружи блока остекления, между двумя стеклянными панелями размещают отдельные распорки.
- [0003] Типовые блоки VIG представляют собой симметричные блоки VIG, выполненные из двух стеклянных панелей, имеющих одинаковую толщину стекла. Высокие изоляционные свойства вакуумного изоляционного остекления вместе с негибкими герметично соединяющими уплотнениями приводят к более высокому тепловому напряжению при наличии большой разности температуры снаружи и внутри здания. Поэтому в документе JP 2001316137 А описана конфигурация асимметричного вакуумного изоляционного блока остекления, в котором внутренняя стеклянная панель, расположенная на внутренней стороне, толще, чем наружная стеклянная панель, для достижения уровней теплового напряжения под сильным солнечным светом, которые ниже, чем в сопоставимом симметричном блоке VIG. Хотя эти асимметричные остекления уменьшают деформацию в летних условиях, они рискуют быть подвергнуты более высокому напряжению, чем сопоставимые симметричные блоки VIG, в зимних условиях.

- [0004] В документе JP 2001316138 A описана противоположная асимметричная конструкция VIG, в которой наружная стеклянная панель, расположенная на внешней стороне, толще, чем внутренняя стеклянная панель, для улучшенных характеристик ударостойкости и акустики.
- [0005] В документе US 2015/0354264 A1 описана стеклянная панель с двойным остеклением при пониженном давлении с низкоэмиссионной пленкой с коэффициентом излучения 0,067 или менее на второй стеклянной поверхности наружного стекла, т. е. стеклянной поверхности наружного стекла, которая ориентирована в сторону части в виде зазора для обеспечения достаточных теплоизоляционных и теплозащитных свойств. Низкоэмиссионная пленка представляет собой пакет из нижнего слоя диэлектрика, слоя металла, жертвенного слоя и верхнего слоя диэлектрика, предпочтительно образованного магнетронным распылением.
- [0006] В документе WO 2016/063007 A1 раскрыт вакуумный изоляционный блок остекления с низкоэмиссионным покрытием на обращенной наружу поверхности для противоконденсационных свойств.
- [0007] В документе EP 1630344 A1 описано предоставление низкоэмиссионного покрытия с коэффициентом излучения менее 0,2 на внутренних поверхностях стеклянных панелей вакуумного изоляционного блока остекления. Примерами удобного низкоэмиссионного покрытия являются пакеты с распыленным покрытием типа диэлектрик/серебро/жертвенный/диэлектрик, или покрытия, химически осажденные из паровой фазы, основанные на слоях из легированного оксида олова. Хотя добавление покрытий также является интересным для оптимизации изоляционных или солнцезащитных свойств VIG, эти покрытия, однако, также изменяют тепловое напряжение, прилагаемое к VIG.
- [0008] Однако в уровне техники нет решения технической проблемы уменьшения вызванного воздействием температуры напряжения в асимметричных блоках VIG, в которых одна или несколько стеклянных панелей имеют солнцезащитные или изоляционные низкоэмиссионные покрытия и подвергаются действию разности температур между внешней и внутренней средами. Кроме того, в уровне техники нет решения технической проблемы напряжения, вызванного атмосферным давлением, в местах размещения стоек таких блоков VIG и даже того, как создать такой вакуумный изоляционный блок остекления, демонстрирующий улучшенные уровни комбинированного, вызванного воздействием температуры и давлением, напряжения, поддерживая при этом теплоизоляцию с высокими характеристиками.

[0009] Действительно, в уровне техники нет решения технической проблемы уменьшения комбинированного вызванного напряжения и возникающего в связи с этим риска разрушения блоков VIG, имеющих покрытия, отражающие инфракрасное излучение, как в летних условиях, когда внутренняя часть является более холодной, чем внешняя, так и в зимних условиях, когда внешняя часть является более холодной, чем внутренняя, в частности в ситуациях, когда зимние условия являются более суровыми, чем летние условия.

Сущность изобретения

[0010] Целью настоящего изобретения является предоставление вакуумного изоляционного остекления, имеющего на внутренней поверхности первой стеклянной панели **покрытие, отражающее инфракрасное излучение**, которое обращено к внутреннему объему, и имеющего низкий общий риск разрушения, связанный с напряжением, в летних условиях, когда внутренняя часть является более холодной, чем внешняя часть, а также в зимних условиях, когда внешняя часть является более холодной, чем внутренняя часть, в частности, в ситуациях, когда зимние условия являются более суровыми, чем летние условия. Покрытие, отражающее инфракрасное излучение, в настоящем изобретении может быть изоляционным покрытием или солнцезащитным покрытием.

[0011] Изобретатели неожиданно обнаружили, что сочетание определенных размеров и толщин внутренней и наружной стеклянных панелей вместе с определенным шагом распорок, а также определенным расположением покрытий и энергетическими свойствами стеклянных панелей, привело к значительному снижению общего риска разрушения, связанного с напряжением, в вакуумных изоляционных остеклениях, которые подвергаются воздействию как умеренных летних условий, когда внутренняя часть является более холодной, чем внешняя часть, а также суровых зимних условий, когда внешняя часть является более холодной, чем внутренняя часть. В настоящем изобретении общее вызванное напряжение асимметричных VIG снижено, в конкретных вариантах осуществления напряжение в зимних условиях уменьшено до уровня ниже, чем у эквивалентных им симметричных VIG. Эквивалентные им симметричные VIG идентичны во всех отношениях, в частности, в отношении внешних размеров длины, ширины и общей толщины, за исключением того, что толщины первого и второго листов стекла одинаковы. Симметричные VIG зарекомендовали себя на рынке и естественным образом образуют отправную точку для новых разработок в данной области. Хорошо известно, что они обычно достигают своих самых

высоких уровней комбинированного вызванного напряжения в зимних условиях. Таким образом, максимальный уровень комбинированного вызванного напряжения эквивалентных симметричных VIG, достигаемый как в зимних, так и в летних условиях, составляет полезное референтное значение для сравнения с асимметричным VIG. В определенных конкретных вариантах осуществления настоящего изобретения значения общего вызванного напряжения асимметричных VIG как в зимних, так и в летних условиях ниже, чем максимальные уровни вызванного напряжения, которые выдерживают в летних или зимних условиях эквивалентные им симметричные VIG.

- [0012] Настоящее изобретение относится к вакуумному изоляционному блоку остекления, проходящему вдоль плоскости P, определяемой продольной осью X и вертикальной осью Z, и имеющему ширину W, измеренную вдоль продольной оси X, и длину L, измеренную вдоль вертикальной оси Z. Длина вакуумного изоляционного блока остекления L находится в диапазоне от 300 до 4000 мм ($300 \text{ мм} \leq L \leq 4000 \text{ мм}$), а ширина вакуумного изоляционного блока остекления W находится в диапазоне от 300 до 1500 мм ($300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм}$). В определенных предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения L находится в диапазоне от 300 до 3000 мм для дополнительного уменьшения напряжения. Вакуумный изоляционный блок остекления содержит:
- первую стеклянную панель, имеющую толщину Z_1 и показатель поглощения энергии EA_1 , и
 - вторую стеклянную панель, имеющую толщину Z_2 и показатель поглощения энергии EA_2 ,
 - при этом Z_1 равна или больше 5 мм, и
 - при этом разность толщин ΔZ между толщиной Z_1 первой стеклянной панели и толщиной Z_2 второй стеклянной панели равна или больше 1 мм ($\Delta Z = Z_1 - Z_2 \geq 1 \text{ мм}$).
 - набор отдельных распорок, расположенных между первой и второй стеклянными панелями, поддерживающих расстояние между первой и второй стеклянными панелями и образующих массив с шагом λ . Шаг λ находится в диапазоне от 10 мм до 35 мм ($10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 35 \text{ мм}$).
 - герметично соединяющее уплотнение (4), уплотняющее расстояние между первой и второй стеклянными панелями по их периметру;
 - внутренний объем V, образованный первой и второй стеклянными панелями и набором отдельных распорок и закрытый герметично соединяющим уплотнением, и при этом имеется вакуум с абсолютным давлением менее 0,1 мбар,

h. покрытие, отражающее инфракрасное излучение, имеющее коэффициент излучения не больше 0,4 на поверхности, обращенной к внутреннему объему первой стеклянной панели.

- [0013] Условно считается, что для описания положения поверхности панели в изоляционном блоке остекления поверхности двух или более стеклянных панелей пронумерованы начиная с поверхности панели, которая обращена ко внешней части (Положение 1), до поверхности панели, которая обращена ко внутренней части (Положение 4 в двойном остеклении). Для целей вакуумных изоляционных остеклений согласно настоящему изобретению нумерация поверхностей панели VIG сохраняется даже в вариантах осуществления, в которых это VIG комбинируют с дополнительными стеклянными панелями. Кроме того, толщины измеряют в направлении, перпендикулярном к плоскости Р. Для целей настоящего изобретения толщины стекла округлены до ближайшего миллиметра.
- [0014] Вакуумный изоляционный блок остекления согласно настоящему изобретению имеет покрытие, отражающее инфракрасное излучение, в положении 2, которое находится на поверхности первой, наружной стеклянной панели, которая ориентирована в направлении внутреннего объема. Низкое общее вызванное напряжение получают, когда взвешенная разность показателя поглощения энергии между наружной стеклянной панелью и внутренней стеклянной панелью ΔEA составляет не больше $0,0033 \Delta Z^2/\text{мм}^2 - 0,0468 \Delta Z/\text{мм} + 0,7702$ ($\Delta EA \leq 0,0033 \Delta Z^2/\text{мм}^2 - 0,0468 \Delta Z/\text{мм} + 0,7702$; $\Delta EA = EA_1 - 2 \cdot EA_2$).
- [0015] 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

- [0016] Этот аспект и другие аспекты настоящего изобретения ниже будут описаны более подробно со ссылкой на приложенные графические материалы, на которых показан примерный вариант осуществления изобретения.
- [0017] На фиг. 1 показан вид в поперечном разрезе асимметричного вакуумного изоляционного блока остекления согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения.

Описание вариантов осуществления

- [0018] Целью настоящего изобретения является предоставление вакуумного изоляционного блока остекления (далее в настоящем документе называемого VIG), который демонстрирует низкое вызванное воздействием температуры напряжение, когда подвергается воздействию высокой разности между положительной и отрицательной температурами между внешней и внутренней средами, обеспечивает теплоизоляционные свойства, является очень устойчивым на протяжении своего срока службы и может быть произведен эффективно и с малыми затратами.
- [0019] В частности, целью настоящего изобретения является предоставление вакуумного изоляционного блока остекления (далее в настоящем документе называемого VIG), который демонстрирует теплоизоляцию или защиту от солнца с высокими характеристиками и улучшенное сопротивление напряжению, вызванному комбинацией разности температур между внутренней и внешней средами и атмосферного давления.
- [0020] Эти цели реализованы за счет вакуумного изоляционного блока остекления согласно настоящему изобретению, который является асимметричным, т. е. в котором первая стеклянная панель толще, чем вторая стеклянная панель ($Z_1 > Z_2$), и тщательно подобрана по конкретному размеру, включая диапазон длины (L) и диапазон ширины (W), конкретный интервал между распорками (λ) и конкретную толщину второй стеклянной панели (Z_2), и в котором первая стеклянная панель имеет покрытие, отражающее инфракрасное излучение, обращенное ко внутреннему объему, когда в отношении взвешенной разности показателя поглощения энергии между первой и второй стеклянными панелями соблюдено следующее условие:

$$\Delta EA \leq 0,0033 \Delta Z^2/\text{мм}^2 - 0,0468 \Delta Z/\text{мм} + 0,7702; \Delta EA = EA_1 - 2 \cdot EA_2, \text{ при этом}$$

$$300 \text{ мм} \leq L \leq 4000 \text{ мм},$$

$$300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм},$$

$$Z_1 \geq 5 \text{ мм}, Z_2 \geq 3 \text{ мм},$$

$$\Delta Z = Z_1 - Z_2 \geq 1 \text{ мм и}$$

$$10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 35 \text{ мм}.$$
- [0021] Более толстая первая стеклянная панель предназначена для обращения наружу из здания, более тонкая вторая стеклянная панель предназначена для обращения внутрь здания. Такое сочетание разных толщин улучшает напряжение, связанное с зимними условиями, также в случае с покрытием, отражающим инфракрасное излучение, в положении 2. Неожиданно, также в летних условиях низкое вызванное напряжение может быть получено на таком асимметричном VIG, имеющем покрытие, отражающее

инфракрасное излучение, в положении 2. Для достижения этого было фактически обнаружено, что критически важно адаптировать уровни показателя поглощения энергии первой и второй стеклянных панелей с учетом критически важных размеров VIG.

[0022] Настоящее изобретение относится к вакуумному изоляционному блоку остекления, обычно содержащему первую стеклянную панель и вторую стеклянную панель, связанные друг с другом посредством набора отдельных распорок, которые удерживают указанные панели на определенном расстоянии друг от друга, обычно в диапазоне от 50 мкм до 1000 мкм, предпочтительно от 50 мкм до 500 мкм, более предпочтительно от 50 мкм до 150 мкм, и между указанными стеклянными панелями внутреннее пространство, содержащее по меньшей мере одну первую полость, в которой имеется абсолютный вакуум с давлением менее 0,1 мбар, причем указанное пространство закрыто периферийным герметично соединяющим уплотнением, размещенным на периферии стеклянных панелей вокруг указанного внутреннего пространства. В настоящем изобретении шаг распорок следует понимать как кратчайшее расстояние, отделяющее любую заданную распорку от ближайшей к ней соседней распорки. Предпочтительно распорки разнесены друг от друга по повторяющейся схеме, например в виде квадрата, шестиугольника или треугольника.

[0023] Как проиллюстрировано на фиг. 1, вакуумный изоляционный блок (10) остекления проходит вдоль плоскости P, определяемой продольной осью X и вертикальной осью Y. VIG согласно настоящему изобретению содержит:

- a. первую стеклянную панель (1), имеющую внутреннюю поверхность (12) панели и наружную поверхность (13) панели и имеющую толщину Z_1 , и вторую стеклянную панель (2), имеющую внутреннюю поверхность (22) панели и наружную поверхность (23) панели и имеющую толщину Z_2 . Толщины измеряют до ближайшего мм в направлении, перпендикулярном к плоскости P.
- b. набор отдельных распорок (3), расположенных между первой и второй стеклянными панелями и поддерживающих расстояние между первой и второй стеклянными панелями;
- c. герметично соединяющее уплотнение (4), уплотняющее расстояние между первой и второй стеклянными панелями по их периметру;
- d. внутренний объем V, образованный первой и второй стеклянными панелями и набором отдельных распорок и закрытый герметично

соединяющим уплотнением, и при этом имеется вакуум с абсолютным давлением менее 0,1 мбар.

- [0024] Вакуумный изоляционный блок остекления согласно настоящему изобретению далее в настоящем документе называется «асимметричным VIG».
- [0025] В VIG первая стеклянная панель имеет внутреннюю поверхность (12) панели и наружную поверхность (13) панели. Вторая стеклянная панель имеет внутреннюю поверхность (22) панели и наружную поверхность (23) панели. Внутренние поверхности панелей обращены ко внутреннему объему V асимметричного VIG. Например, наружные поверхности панелей обращены ко внешней и внутренней частям здания.
- [0026] Как проиллюстрировано на фиг. 1, внутренняя поверхность (12) панели первой стеклянной панели (1) асимметричного VIG согласно настоящему изобретению снабжена покрытием, отражающим инфракрасное излучение (далее в настоящем документе называемым покрытием, отражающим ИК-излучение).
- [0027] Покрытие (5), отражающее ИК-излучение, согласно настоящему изобретению имеет коэффициент излучения не более 0,2, в частности, менее 0,1, менее 0,05 или даже менее 0,04. Покрытие, отражающее ИК-излучение, согласно настоящему изобретению может содержать низкоэмиссионное покрытие, отражающее ИК-излучение, на основе металла; эти покрытия обычно представляют собой систему из тонких слоев, содержащих один или несколько, например два, три или четыре, функциональных слоев, основанных на материале, отражающем инфракрасное излучение, и по меньшей мере два диэлектрических покрытия, при этом каждый функциональный слой окружен диэлектрическими покрытиями. Покрытие, отражающее ИК-излучение, согласно настоящему изобретению может, в частности, иметь коэффициент излучения по меньшей мере 0,010. Функциональные слои обычно представляют собой слои серебра толщиной в несколько нанометров, в основном около 5–20 нм. Что касается диэлектрических слоев, они являются прозрачными, и традиционно каждый диэлектрический слой выполнен из одного или нескольких слоев оксидов и/или нитридов металла. Эти разные слои наносят, например, используя методы вакуумного распыления, такие как катодное распыление в магнитном поле, более широко известное как «магнетронное распыление». В дополнение к диэлектрическим слоям каждый функциональный слой может быть защищен барьерными слоями или улучшен осаждением на смачивающий слой.

[0028] Покрытия, отражающие ИК-излучение, в настоящем изобретении могут иметь антисолнечные или солнцезащитные свойства, которые могут снижать риск перегрева, например, в закрытом пространстве с большими остекленными поверхностями и, таким образом, снижать энергетическую нагрузку, которую следует учитывать для кондиционирования воздуха в летнее время. В этом случае остекление должно пропускать как можно меньшее количество общего солнечного излучения энергии, т.е. оно должно иметь как можно более низкий солнечный фактор (SF или g). Часто очень желательно, чтобы остекление гарантировало определенный уровень светопропускания (LT) для обеспечения достаточного уровня освещенности внутри здания. Эти в некоторой степени противоречащие друг другу требования отражают желание получить элемент остекления с высокой селективностью (S), определяемой как отношение светопропускания к солнечному фактору. Покрытия, отражающие ИК-излучение, в настоящем изобретении также могут быть изоляционными покрытиями с низким коэффициентом излучения, адаптированными для снижения потери тепла зданием посредством инфракрасного излучения с большей длиной волны. Таким образом, они улучшают теплоизоляцию остекленных поверхностей и снижают потери энергии и затраты на отопление в холодные периоды.

Конкретные варианты осуществления

[0029] Было обнаружено, что приведенные ниже конкретные варианты осуществления комбинаций толщин стеклянных панелей, диапазонов шага и размеров обеспечивают более низкие уровни комбинированного вызванного напряжения как в зимних, так и в летних условиях, чем максимальный уровень комбинированного напряжения, вызванного в летних или зимних условиях в их эквивалентном симметричном вакуумном изоляционном остеклении той же самой общей толщины. EA_1 и EA_2 обозначают показатели поглощения энергии первой и второй стеклянных панелей соответственно.

[0030] В частности, сопротивление напряжению настоящего изобретения в летних условиях оценивается в сравнении с эквивалентным ему симметричным VIG. В целях настоящего изобретения симметричным VIG, эквивалентным асимметричному VIG, является VIG, имеющий все значения W , L , λ , имеющий ту же самую общую толщину Z_1+Z_2 , но в котором толщина первой панели является такой же, как и толщина второй панели, $Z_1=Z_2$.

- [0031] В частности, для вакуумного изоляционного остекления как в зимних, так и в летних условиях достигаются более низкие уровни комбинированного вызванного напряжения, чем максимальный уровень комбинированного напряжения, вызванного в эквивалентном симметричном вакуумном изоляционном остеклении той же самой общей толщины, при этом $Z_2 = 3$ мм, и $10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 25 \text{ мм}$, когда в отношении взвешенной разности показателя поглощения энергии между первой и второй стеклянными панелями соблюдено следующее условие: $\Delta EA \leq 0,0084 \Delta Z^2/\text{мм}^2 - 0,1545 \Delta Z/\text{мм} + 0,6966$; $\Delta EA = EA_1 - 2*EA_2$, при этом $300 \text{ мм} \leq L \leq 3000 \text{ мм}$, $300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм}$, $Z_1 \geq 5 \text{ мм}$, $\Delta Z = Z_1 - Z_2 \geq 1 \text{ мм}$.
- [0032] В частности, для вакуумного изоляционного остекления как в зимних, так и в летних условиях достигаются более низкие уровни комбинированного вызванного напряжения, чем максимальный уровень комбинированного напряжения, вызванного в эквивалентном симметричном вакуумном изоляционном остеклении той же самой общей толщины, при этом $Z_2 = 4$ мм и $10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 25 \text{ мм}$, когда в отношении взвешенной разности показателя поглощения энергии между первой и второй стеклянными панелями соблюдено следующее условие: $\Delta EA \leq -0,0214 \Delta Z/\text{мм} + 0,5696$; $\Delta EA = EA_1 - 2*EA_2$, при этом $300 \text{ мм} \leq L \leq 3000 \text{ мм}$, $300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм}$, $Z_1 \geq 5 \text{ мм}$, $\Delta Z = Z_1 - Z_2 \geq 1 \text{ мм}$.
- [0033] В частности, для вакуумного изоляционного остекления как в зимних, так и в летних условиях достигаются более низкие уровни комбинированного вызванного напряжения, чем максимальный уровень комбинированного напряжения, вызванного в эквивалентном симметричном вакуумном изоляционном остеклении той же самой общей толщины, при этом $Z_2 = 5$ мм, и $10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 35 \text{ мм}$, когда в отношении взвешенной разности показателя поглощения энергии между первой и второй стеклянными панелями соблюдено следующее условие: $\Delta EA \leq 0,0033 \Delta Z^2/\text{мм}^2 - 0,0468 \Delta Z/\text{мм} + 0,7434$; $\Delta EA = EA_1 - 2*EA_2$, при этом $300 \text{ мм} \leq L \leq 3000 \text{ мм}$, $300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм}$, $Z_1 \geq 5 \text{ мм}$, $\Delta Z = Z_1 - Z_2 \geq 1 \text{ мм}$.
- [0034] В частности, для вакуумного изоляционного остекления как в зимних, так и в летних условиях достигаются более низкие уровни комбинированного вызванного напряжения, чем максимальный уровень комбинированного напряжения, вызванного в эквивалентном симметричном вакуумном изоляционном остеклении той же самой общей толщины, при этом $Z_2 = 6$ мм, и $10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 35 \text{ мм}$, когда в отношении взвешенной разности показателя поглощения энергии между первой и второй стеклянными панелями соблюдено следующее условие: $\Delta EA \leq 0,0033 \Delta Z^2/\text{мм}^2 - 0,0468$

$\Delta Z/\text{мм} + 0,7702$; $\Delta EA = EA_1 - 2*EA_2$, при этом $300 \text{ мм} \leq L \leq 3000 \text{ мм}$, $300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм}$, $Z_1 \geq 5 \text{ мм}$, $\Delta Z = Z_1 - Z_2 \geq 1 \text{ мм}$.

- [0035] В частности, для вакуумного изоляционного остекления как в зимних, так и в летних условиях достигаются более низкие уровни комбинированного вызванного напряжения, чем максимальный уровень комбинированного напряжения, вызванного в эквивалентном симметричном вакуумном изоляционном остеклении той же самой общей толщины, при этом $Z_2 = 4 \text{ мм}$, и $25 \text{ мм} < \lambda \leq 30 \text{ мм}$, когда в отношении взвешенной разности показателя поглощения энергии между первой и второй стеклянными панелями соблюдено следующее условие: $\Delta EA \leq -0,0308 \Delta Z/\text{мм} + 0,5294$; $\Delta EA = EA_1 - 2*EA_2$, при этом $300 \text{ мм} \leq L \leq 3000 \text{ мм}$, $300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм}$, $Z_1 \geq 5 \text{ мм}$, $\Delta Z = Z_1 - Z_2 \geq 1 \text{ мм}$.
- [0036] В одном варианте осуществления настоящего изобретения толщина Z_1 первой стеклянной панели асимметричного VIG может быть равна или больше 5 мм ($Z_1 \geq 5 \text{ мм}$), предпочтительно может быть равна или больше 6 мм ($Z_1 \geq 6 \text{ мм}$), предпочтительно равна или больше 8 мм ($Z_1 \geq 8 \text{ мм}$). Обычно толщина Z_1 первой стеклянной панели не превышает 12 мм, предпочтительно не превышает 10 мм. В другом варианте осуществления толщина Z_2 второй стеклянной панели асимметричного VIG может обычно быть равна или больше 3 мм ($Z_2 \geq 3 \text{ мм}$), предпочтительно может быть равна или больше 4 мм ($Z_2 \geq 4 \text{ мм}$), предпочтительно равна или больше 5 мм ($Z_2 \geq 5 \text{ мм}$). Обычно толщина Z_2 второй стеклянной панели не превышает 10 мм, предпочтительно не превышает 8 мм. Однако для улучшения механического сопротивления асимметричного VIG согласно настоящему изобретению предпочтительно сохранять толщину Z_2 второй панели минимальной.
- [0037] 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. Следовательно, в одном варианте осуществления для улучшения механических характеристик асимметричного VIG согласно настоящему изобретению третья дополнительная стеклянная панель может быть соединена с по меньшей мере одной из наружных поверхностей (13 и/или 23) панели первой и второй стеклянных панелей по периферии VIG посредством периферийной дистанционной рамки, создающей изолирующую полость, уплотненную периферийным краевым

уплотнением. Указанная периферийная дистанционная рамка поддерживает определенное расстояние между третьей стеклянной панелью и по меньшей мере одним из наружной поверхности панели одной из первой и второй стеклянных панелей. Обычно указанная дистанционная рамка содержит поглотитель влаги и обычно имеет толщину от 6 мм до 20 мм, предпочтительно от 9 мм до 15 мм. В целом, указанный второй внутренний объем заполнен заданным газом, выбранным из группы, включающей воздух, сухой воздух, аргон (Ar), криптон (Kr), ксенон (Xe), гексафторид серы (SF₆), углекислый газ или их комбинацию. Указанный заданный газ является эффективным для предотвращения теплообмена и/или может быть использован для уменьшения пропускания звука.

- [0038] Когда асимметричный VIG используют для закрытия проема внутри перегородки, разделяющей внутреннее и внешнее пространства, предпочтительно, чтобы третья стеклянная панель была обращена ко внешнему пространству. Также предпочтительно, чтобы третья стеклянная панель была снабжена по меньшей мере пиролитическим покрытием на основе TCO на по меньшей мере одной из ее поверхностей. Такой конкретный блок остекления обеспечивает более высокие механические характеристики, улучшая при этом характеристики коэффициента излучения и/или уменьшая образование конденсата. В частности, и в целях безопасности, на наружную поверхность (23) второй стеклянной панели, обращенной во внутреннюю среду, может быть дополнительно наложен по меньшей мере один лист стекла посредством по меньшей мере одного полимерного промежуточного слоя с образованием многослойной сборки.
- [0039] В одном варианте осуществления настоящего изобретения на по меньшей мере одну из наружных поверхностей (13 и/или 23) панели первой и второй стеклянных панелей может быть дополнительно наложен по меньшей мере один дополнительный лист стекла посредством по меньшей мере одного полимерного промежуточного слоя с образованием многослойной сборки в целях безопасности и надежности.
- [0040] В многослойной сборке по меньшей мере один дополнительный лист стекла предпочтительно имеет толщину Z_s , равную или больше 0,5 мм ($Z_s \geq 0,5$ мм). Толщина измерена в направлении, перпендикулярном плоскости P. По меньшей мере один полимерный промежуточный слой представляет собой прозрачный или полупрозрачный полимерный промежуточный слой, содержащий материал, выбранный из группы, включающей этиленвинилацетат (EVA), полиизобутилен (PIB), поливинилбутираль

(PVB), полиуретан (PU), поливинилхлориды (PVC), полиэфир, сополиэфир, сборочные полиацетали, циклоолефиновые полимеры (COP), иономер и/или активируемый ультрафиолетом клей и другие, известные в области производства многослойных стекол. Также подходящими могут быть смешанные материалы, в которых используется любая совместимая комбинация этих материалов.

[0041] Для улучшения эксплуатационных характеристик окна или двери усиленная звукоизоляция посредством звукопоглощающего многослойного стекла также совместима с концепцией настоящего изобретения. В этом случае полимерный промежуточный слой содержит по меньшей мере один дополнительный звукопоглощающий материал, размещенный между двумя пленками из поливинилбутираля. Стеклопакеты с электрохромными, термохромными, фотохромными или фотогальваническими элементами также совместимы с настоящим изобретением.

[0042] Первая и вторая стеклянные панели асимметричного VG согласно настоящему изобретению могут быть выбраны из стекол, изготовленных по технологиям термополированного листового прозрачного стекла, сверхпрозрачного стекла или цветного стекла. Под термином «стекло» в настоящем документе понимают любой тип стекла или эквивалентного прозрачного материала, такого как минеральное стекло или органическое стекло. Используемые минеральные стекла могут представлять собой независимо один или несколько известных типов стекла, таких как натриево-кальциево-силикатное, алюмосиликатное или боросиликатное, кристаллическое и поликристаллическое стекла. Стеклянная панель может быть получена посредством флоат-процесса, процесса вытягивания, процесса проката или любого другого известного процесса для изготовления стеклянной панели, начиная с расплавленного состава стекла. Стеклянные панели могут необязательно иметь шлифованные края. Шлифование краев превращает острые края в гладкие края, которые намного безопаснее для людей, которые могут контактировать с вакуумным изоляционным остеклением, в частности с краем остекления. Предпочтительно стеклянная панель согласно настоящему изобретению представляет собой панель из натриево-кальциево-силикатного стекла, алюмосиликатного стекла или боросиликатного стекла. Более предпочтительно и из соображений меньших производственных затрат стеклянная панель согласно настоящему изобретению представляет собой панель из натриево-кальциево-силикатного стекла. Обычно первая и вторая стеклянные панели согласно настоящему изобретению являются

отожженными стеклянными панелями. Предпочтительно состав для первой и второй стеклянных панелей асимметричного VIG согласно настоящему изобретению содержит следующие компоненты в весовых процентах, выраженных относительно общего веса стекла (таблица 1, состав А). Более предпочтительно состав стекла (таблица 1, состав В) представляет собой натриево-кальциево-силикатное стекло с основной стеклянной матрицей состава, содержащего следующие компоненты в весовых процентах, выраженных относительно общего веса стекла.

[0043] Таблица 1

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

[0044] Другие частные составы стекла для первой и второй стеклянных панелей асимметричного VIG согласно настоящему изобретению содержат следующие компоненты, представленные в таблице 2, в весовых процентах, выраженных относительно общего веса стекла.

[0045] Таблица 2

Состав С	Состав D	Состав E
$65 \leq \text{SiO}_2 \leq 78$ вес. %	$60 \leq \text{SiO}_2 \leq 78$ %	$65 \leq \text{SiO}_2 \leq 78$ вес. %
$5 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 20$ вес. %	$5 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq$	$5 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 20$ вес. %

	20 %	
$0 \leq K_2O < 5$ вес. %	$0,9 < K_2O \leq 12$ %	$1 \leq K_2O < 8$ вес. %
$1 \leq Al_2O_3 < 6$ вес. %, предп. $3 < Al_2O_3 \leq 5$ %	$4,9 \leq Al_2O_3 \leq 8$ %	$1 \leq Al_2O_3 < 6$ вес. %
$0 \leq CaO < 4,5$ вес. %	$0,4 < CaO < 2$ %	$2 \leq CaO < 10$ вес. %
$4 \leq MgO \leq 12$ вес. %	$4 < MgO \leq 12$ %	$0 \leq MgO \leq 8$ вес. %
$(MgO/(MgO+CaO)) \geq 0,5$, предпочтительно $0,88 \leq [MgO/(MgO+CaO)] < 1$		$0,1 \leq K_2O/(K_2O+Na_2O) \leq 0,7$

- [0046] В частности, примеры основных стеклянных матриц для состава согласно настоящему изобретению описаны в публикациях РСТ заявок на патент WO 2015/150207 A1, WO 2015/150403 A1, WO 2016/091672 A1, WO 2016/169823 A1 и WO 2018/001965 A1.
- [0047] Вторая и первая 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 содержат первые и вторые периферийные края соответственно, и при этом первые периферийные края углублены относительно вторых периферийных краев, или при этом вторые периферийные края углублены относительно первых периферийных краев. Эта конфигурация позволяет усилить герметично соединяющее уплотнение.
- [0048] В одном варианте осуществления для обеспечения VIG более высокими механическими характеристиками и/или для дополнительного улучшения безопасности VIG может быть предусмотрено тепловое 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 воздействием температуры 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.

- [0049] Термоупрочненное стекло подвергают тепловой обработке с применением способа контролируемого нагрева и охлаждения, при котором поверхность стекла подвергают сжатию, а внутреннюю часть стекла – растягивающему напряжению. Этот способ тепловой обработки предоставляет стекло с прочностью на изгиб, большей, чем отожженное стекло, но меньшей, чем термически закаленное ударопрочное стекло.
- [0050] Термически закаленное ударопрочное стекло подвергают тепловой обработке с применением способа контролируемого высокотемпературного нагрева и быстрого охлаждения, при котором поверхность стекла подвергают сжатию, а 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.
- [0051] Химическое упрочнение стеклянного изделия представляет собой вызванный нагреванием ионный обмен, заключающийся в замене в поверхностном слое стекла щелочных ионов натрия меньшего размера на более крупные ионы, например, щелочные ионы калия. Повышение напряжения поверхностного сжатия происходит в стекле по мере «внедрения» ионов большего размера в меньшие пространства, 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. или происходящие из продуктовой линейки Gorilla® производства Corning Inc., также известны высокой эффективностью химической закалки.
- [0052] Как изображено на фиг. 1, вакуумный изоляционный блок остекления согласно настоящему изобретению содержит множество отдельных распорок (3), также называемых стойками, расположенных между первой и второй стеклянными панелями (1, 2) для сохранения внутреннего объема V. Согласно настоящему изобретению отдельные распорки расположены между первой и второй стеклянными панелями, сохраняя расстояние между первой и второй стеклянными панелями и образуя массив с шагом λ , составляющим от 10 мм до 35 мм ($10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 35 \text{ мм}$). Под шагом

подразумевается интервал между отдельными распорками. В предпочтительном варианте осуществления шаг находится в диапазоне от 20 мм до 35 мм ($20 \text{ мм} \leq \lambda \leq 35 \text{ мм}$). Массив в настоящем изобретении обычно представляет собой равномерный массив на основе схемы равностороннего треугольника, квадрата или шестиугольника, предпочтительно схемы квадрата.

- [0053] 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 поверхность контакта со стеклянной панелью, образованную их внешней окружностью, равную или меньше 5 мм^2 , предпочтительно равную или меньше 3 мм^2 , более предпочтительно равную или меньше 1 мм^2 . Эти значения могут обеспечивать хорошее механическое сопротивление, при этом будучи эстетически абстрактными. Отдельные распорки, как правило, выполнены из материала, имеющего прочность, способную выдерживать давление, прилагаемое поверхностями стеклянных панелей, способного выдерживать высокотемпературный процесс, такой как прокаливание и отверждение при нагревании, и незначительно выделяющего газ после изготовления стеклянной панели. Такой материал является предпочтительно твердым металлическим материалом, кварцевым стеклом или керамическим материалом, в частности металлическим материалом, например, железом, вольфрамом, никелем, хромом, титаном, молибденом, углеродистой сталью, хромовой сталью, никелевой сталью, нержавеющей сталью, никелево-хромистой сталью, марганцевой сталью, хромомарганцевой сталью, хромомолибденовой сталью, кремнистой сталью, нихромом, дюралем и т. п., или керамическим материалом, например, корундом, оксидом алюминия, муллитом, магнезией, оксидом иттрия, нитридом алюминия, нитридом кремния и т. п.
- [0054] Как показано на фиг. 1, внутренний объем V, ограниченный между стеклянными панелями (1, 2) вакуумного изоляционного остекления (10) согласно настоящему изобретению закрыт герметично соединяющим уплотнением (4), размещенным на периферии стеклянных панелей вокруг указанного внутреннего 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.

- [0055] 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, т. е. теми, которые способны выдерживать температуру, которая может достигать 250 °С. Дополнительно, поскольку этот тип уплотнения на основе стеклянного припоя может деформироваться только в незначительной степени, он препятствует воздействиям поглощаемого относительного расширения между стеклянной панелью с внутренней стороны блока остекления и стеклянной панелью с наружной стороны блока остекления, когда указанные панели подвергаются воздействию больших разностей температур. Следовательно, на периферии блока остекления возникают достаточно существенные напряжения, и это может приводить к разрушению стеклянных панелей блока остекления.
- [0056] Второй тип уплотнения представляет собой металлическое уплотнение, например, металлическую полосу небольшой толщины (<500 мкм), припаянную по периферии блока остекления с помощью грунтовочного подслоя, покрытого по меньшей мере частично слоем пригодного к пайке материала, например, мягкого оловянного припоя. Одним существенным преимуществом этого второго типа уплотнения относительно первого типа уплотнения является то, что он способен частично деформироваться для частичного поглощения относительного расширения, создаваемого между двумя стеклянными панелями. Существуют различные типы грунтовочных подслоев на стеклянной панели.
- [0057] В заявке на патент WO 2011/061208 A1 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.
- [0058] Вакуум с абсолютным давлением менее 0,1 мбар, предпочтительно менее 0,01 мбар, создается во внутреннем объеме V, образованном первой и второй стеклянными панелями и набором отдельных распорок и закрытом герметично соединяющим уплотнением внутри асимметричного VIG настоящего изобретения.

- [0059] Внутренний объем асимметричного VIG настоящего изобретения может содержать газ, например, но не исключительно, воздух, сухой воздух, аргон (Ar), криптон (Kr), ксенон (Xe), гексафторид серы (SF₆), углекислый газ или их сочетание. Перенос энергии через изолирующую панель, имеющую эту обычную структуру, уменьшается по причине присутствия газа во внутреннем объеме относительно стеклянной панели из одного стекла.
- [0060] Из внутреннего объема может также быть откачан любой газ, создавая тем самым вакуумный блок остекления. Перенос энергии через вакуумный изоляционный блок остекления 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.
- [0061] Для поддержания в течение определенного времени заданного уровня вакуума в вакуумном изоляционном блоке остекления газопоглотитель может быть использован в панели остекления. В частности, внутренние поверхности стеклянных панелей, составляющих панель остекления, могут высвобождать с течением времени газы, поглощенные до этого стеклом, тем самым увеличивая внутреннее давление в панели вакуумного изоляционного остекления и таким образом уменьшая показатель вакуума. В целом, такой газопоглотитель состоит 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».
- [0062] Таблица 3

Ссылочная позиция	Компонент
10	Вакуумный изоляционный блок остекления
1	Первая стеклянная панель

12	Внутренняя поверхность панели первой стеклянной панели
13	Наружная поверхность панели первой стеклянной панели
2	Вторая стеклянная панель
22	Внутренняя поверхность панели второй стеклянной панели
23	Наружная поверхность панели второй стеклянной панели
3	Отдельные распорки
4	Герметично соединяющее уплотнение
5	Низкоэмиссионное покрытие
V	Внутренний объем

Примеры

- [0063] Для оценки риска разрушения было рассчитано комбинированное напряжение, возникающее в результате напряжения от атмосферного давления из-за вакуума во внутреннем объеме V и вызванного воздействием температуры напряжения из-за разности температур с обеих сторон остекления.
- [0064] Поскольку между двумя панелями VIG поддерживается вакуум, атмосферное давление вызывает постоянное напряжение на растяжение на наружных поверхностях стеклянных панелей VIG на каждом месте расположения стойки. Специалисту в данной области известно, что для небольших стоек напряжение на растяжение, вызванное стойками на наружных поверхностях стеклянных панелей, не зависит от размера их внешней окружности. Под небольшими стойками, как правило, подразумеваются стойки, имеющие поверхность контакта со стеклянной панелью, образованную их внешней окружностью, равную или меньше 5 мм², предпочтительно равную или меньше 3 мм², более предпочтительно равную или меньше 1 мм².
- [0065] В таких случаях и для равномерных массивов на основе схемы равностороннего треугольника, квадрата или шестиугольника это напряжение, вызванное атмосферным давлением, также называемое напряжением на растяжение, может быть рассчитано для стеклянной панели по следующей формуле: $p \leq 0,11x^2/Z^2$ [], при этом [м] и Z [м] являются соответственно шагом между распорками и толщиной стеклянной панели. Под «шагом» следует понимать кратчайшее расстояние, отделяющее любую распорку от соседних с ней распорок. В частности, для равномерных массивов на основе квадрата, напряжение на

растяжение является максимальным и, следовательно, соблюдается следующая формула: $p = 0,11x^2/Z^2$ [].

[0066] Максимальное напряжение от атмосферного давления рассчитывают для каждого из первого и второго листов стекла VIG, σ_{p1} и σ_{p2} .

[0067] Вызванное воздействием температуры напряжение на растяжение на внешней поверхности стеклянной панели VIG возникает сразу после появления разности температур между первой стеклянной панелью (1, T_1) и второй стеклянной панелью (2, T_2) и увеличивается с увеличением разности между T_1 и T_2 . Разность (ΔT) температур является абсолютной разностью между средней температурой T_1 , рассчитанной для первой стеклянной панели (1), и средней температурой T_2 , рассчитанной для второй стеклянной панели (2). Средняя температура стеклянной панели может, например, быть рассчитана на основании численных моделирований, известных специалисту в данной области. Для настоящего изобретения разность температур между двумя стеклянными панелями была рассчитана с использованием программного обеспечения для расчетов «Window 7.4», которое основано на способе, предложенном Национальным советом Америки по оценке распределения окон NFRC, который соответствует ISO 15099. Вызванное воздействием температуры напряжение может привести к разрушению VIG, когда такая разность абсолютных температур между стеклянными панелями достигает 30 °C, и даже более, когда абсолютная разность температур выше, чем 40 °C, в суровых условиях. Температура внутренней среды обычно составляет от 20 °C до 25 °C, тогда как температура внешней среды может варьироваться от -20 °C зимой до +35 °C летом. Следовательно, разность температур между внутренней средой и внешней средой может достигать более 40 °C в суровых условиях. Следовательно, разность (ΔT) температур между средней температурой T_1 , рассчитанной для первой стеклянной панели (1), и средней температурой T_2 , рассчитанной для второй стеклянной панели (2), также может достигать более 40 °C. Численное моделирование используют для расчета максимального теплового напряжения σ_T , вызванного на внешней поверхности каждой стеклянной панели VIG. Конечноэлементная (FEA) модель доступного коммерчески программного обеспечения Abaqus2017 (ранее называемого ABAQUS) была разработана для моделирования поведения VIG при подвергании воздействию разных температурных условий. Расчеты были получены для стеклянных панелей, снабженных решеткой с помощью элементов C3D8R с 5 точками интеграции на толщину стекла. Используемый общий размер ячеек составил 1 см. Чтобы достичь ΔT

согласно настоящему изобретению, исходная и постоянная температура была применена к обеим стеклянным панелям, затем в отношении одной из стеклянных панелей была осуществлена вариация в постоянной температуре, тогда как другая стеклянная панель поддерживалась при исходной температуре. Механическое соединение было помещено между двумя стеклянными панелями для обеспечения равного смещения двух касающихся стеклянных поверхностей. Другие граничные условия были заданы для предотвращения движения твердого тела сборки. Расчеты были проведены для всех остеклений, имеющих свободные, неограниченные кромки.

- [0068] Тяжелыми зимними температурными условиями, используемыми в целях настоящего изобретения, были: температура воздуха снаружи $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура воздуха внутри $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, что дает максимальную разность температур между наружным и внутренним пространством величиной $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- [0069] Изобретатели обнаружили, что при одновременном возникновении вызванного воздействием температуры напряжения и напряжения от атмосферного давления в стеклянной панели при определении размеров VIG необходимо учитывать комбинированное напряжение (σ_c), которое является комбинацией вызванного воздействием температуры напряжения и напряжения, вызванного атмосферным давлением. Под термином «комбинированное вызванное напряжение» или «комбинация вызванных напряжений» следует понимать сумму вызванного воздействием температуры напряжения и напряжения, вызванного атмосферным давлением ($\sigma_c = \sigma_p + \sigma_T$). Комбинированное напряжение может быть рассчитано для выбранных зимних условий σ_{cw} и для выбранных летних условий σ_{cs} .
- [0070] Было обнаружено, что в зимних условиях, когда VIG асимметричен с более толстой первой стеклянной панелью и более тонкой второй стеклянной панелью, самое высокое комбинированное зимнее напряжение $\sigma_{cw\max}$, которое является самым высоким значением среди комбинированного зимнего напряжения первой стеклянной панели ($\sigma_{cw1} = \sigma_{p1} + \sigma_{Tw1}$) и комбинированного зимнего напряжения второй стеклянной панели ($\sigma_{cw2} = \sigma_{p2} + \sigma_{Tw2}$)
 $\sigma_{cw\max} = \max(\sigma_{cw1}, \sigma_{cw2})$, уменьшено. В частности, для асимметричного VIG при соблюдении следующих критериев размера:
 $300\text{ мм} \leq L \leq 4000\text{ мм}$,
 $300\text{ мм} \leq W \leq 1500\text{ мм}$,
 $Z_1 \geq 5\text{ мм}$, $Z_2 \geq 3\text{ мм}$,

$$\Delta Z = Z_1 - Z_2 \geq 1 \text{ мм и}$$

$$10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 35 \text{ мм},$$

самое высокое комбинированное зимнее напряжение ниже, чем самое высокое комбинированное зимнее напряжение эквивалентного симметричного VIG, имеющего ту же самую общую толщину.

- [0071] Умеренными летними температурными условиями, используемыми в целях настоящего изобретения, были: температура воздуха снаружи 32 °C, температура воздуха внутри 24 °C и солнечный поток 783 Вт/м².
- [0072] В летних условиях самое высокое комбинированное летнее напряжение σ_{csmax} является самым высоким значением среди комбинированного летнего напряжения первой стеклянной панели ($\sigma_{cs1} = \sigma_{p1} + \sigma_{Ts1}$) и комбинированного летнего напряжения второй стеклянной панели ($\sigma_{cs2} = \sigma_{p2} + \sigma_{Ts2}$) ($\sigma_{csmax} = \max(\sigma_{cs1}, \sigma_{cs2})$). Было обнаружено, что в летних условиях для того, чтобы оно было приемлемым, самое высокое комбинированное летнее напряжение σ_{csmax} в асимметричном VIG должно быть меньше или равно максимальному комбинированному вызванному напряжению, которое представляет собой либо σ_{cwmax} , либо σ_{csmax} , эквивалентного ему симметричного VIG. При соблюдении этого отношения риск разрушения из-за комбинированного атмосферного и вызванного воздействием температуры напряжений, как в тяжелых зимних, так и в умеренных летних условиях, для асимметричного VIG никогда не превышает риск для эквивалентного ему симметричного VIG.
- [0073] Было обнаружено, что асимметричный VIG с соблюдением этого ограничения комбинированного вызванного напряжения может быть выполнен за счет балансирования показателя поглощения энергии первой и второй стеклянных панелей, а также их толщин, для разных наборов диапазонов параметров L, W и λ .
- [0074] В приведенных ниже конкретных вариантах осуществления от А до Е согласно настоящему изобретению асимметричный VIG соблюдает следующие отношения:
 σ_{cw2} (асимметричный VIG) < σ_{cw2} (эквивалентный симметричный VIG) и
 σ_{cs1} (асимметричный VIG) $\leq$ σ_{cw2} (эквивалентный симметричный VIG)
- [0075] Вариант осуществления А: Асимметричный VIG, при этом $Z_2 = 3$ мм, и $10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 25 \text{ мм}$, когда в отношении взвешенной разности показателя поглощения энергии между первой и второй стеклянными панелями соблюдено следующее условие: $\Delta EA \leq 0,0084 \Delta Z^2/\text{мм}^2 - 0,1545 \Delta Z/\text{мм} + 0,6966$; при этом $\Delta EA = EA_1 - 2 \cdot EA_2$, при этом $300 \text{ мм} \leq L \leq 3000 \text{ мм}$, $300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм}$, $Z_1 \geq 5 \text{ мм}$, $\Delta Z = Z_1 - Z_2 \geq 1 \text{ мм}$.

- [0076] Вариант осуществления В: Асимметричный VIG, при этом $Z_2 = 4$ мм, и $10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 25 \text{ мм}$, когда в отношении взвешенной разности показателя поглощения энергии между первой и второй стеклянными панелями соблюдено следующее условие: $\Delta EA \leq -0,0214 \Delta Z/\text{мм} + 0,5696$; при этом $\Delta EA = EA_1 - 2 \cdot EA_2$, при этом $300 \text{ мм} \leq L \leq 3000 \text{ мм}$, $300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм}$, $Z_1 \geq 5 \text{ мм}$, $\Delta Z = Z_1 - Z_2 \geq 1 \text{ мм}$.
- [0077] Вариант осуществления С: Асимметричный VIG, при этом $Z_2 = 5$ мм и $10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 35 \text{ мм}$, когда в отношении взвешенной разности показателя поглощения энергии между первой и второй стеклянными панелями соблюдено следующее условие: где $\Delta EA \leq 0,0033 \Delta Z^2/\text{мм}^2 - 0,0468 \Delta Z/\text{мм} + 0,7434$; $\Delta EA = EA_1 - 2 \cdot EA_2$, при этом $300 \text{ мм} \leq L \leq 3000 \text{ мм}$, $300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм}$, $Z_1 \geq 5 \text{ мм}$, $\Delta Z = Z_1 - Z_2 \geq 1 \text{ мм}$.
- [0078] Вариант осуществления D: Асимметричный VIG, при этом $Z_2 = 6$ мм и $10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 35 \text{ мм}$, когда в отношении взвешенной разности показателя поглощения энергии между первой и второй стеклянными панелями соблюдено следующее условие: где $\Delta EA \leq 0,0033 \Delta Z^2/\text{мм}^2 - 0,0468 \Delta Z/\text{мм} + 0,7702$; $\Delta EA = EA_1 - 2 \cdot EA_2$, при этом $300 \text{ мм} \leq L \leq 3000 \text{ мм}$, $300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм}$, $Z_1 \geq 5 \text{ мм}$, $\Delta Z = Z_1 - Z_2 \geq 1 \text{ мм}$.
- [0079] Вариант осуществления Е: Асимметричный VIG, при этом $Z_2 = 4$ мм и $25 \text{ мм} < \lambda \leq 30 \text{ мм}$, когда в отношении взвешенной разности показателя поглощения энергии между первой и второй стеклянными панелями соблюдено следующее условие: где $\Delta EA \leq -0,0308 \Delta Z/\text{мм} + 0,5294$; $\Delta EA = EA_1 - 2 \cdot EA_2$, при этом $300 \text{ мм} \leq L \leq 3000 \text{ мм}$, $300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм}$, $Z_1 \geq 5 \text{ мм}$, $\Delta Z = Z_1 - Z_2 \geq 1 \text{ мм}$.
- [0080] Действительно, было обнаружено, что эти ограничения поглощения энергии первой и второй панелей асимметричного VIG привели к разностям температур в первой и второй стеклянных панелях, которые сохраняли уровни комбинированного напряжения ниже требуемых пределов.
- [0081] Для летних условий изобретатели обнаружили, что имела место корреляция между показателями поглощения энергии стеклянных панелей и полученными разностями температур. Приведенное ниже отношение было установлено на основании примерных покрытий, упомянутых выше, расположенных на внутренней поверхности первой стеклянной панели VIG:
- $$\Delta T/^{\circ}\text{C} = 37,386 \times \Delta EA + 6,2068; \Delta EA = EA_1 - 2 \cdot EA_2 \text{ и } \Delta T = T_1 - T_2.$$
- Показатели поглощения энергии EA стеклянных панелей определяют по стандарту ISO15099, ссылаясь на EN410:2011, для стеклянных панелей, когда они находятся в VIG. Стойки не учтены при расчете EA.

- [0082] Эти расчеты напряжения были выполнены для большого числа размеров стекла, толщин и покрытий, отражающих инфракрасное излучение. В частности, были использованы приведенные ниже покрытия, отражающие инфракрасное излучение, серийно производимые Asahi Glass Company (AGC): Stopray Ultra 50 (U50), Stopray Vision 50 (V50), I-plus Top 1.1(I+), Stopray Vision 40 (V40), Stopray Vision 72 и Energy N (EN). Все эти покрытия обеспечивают коэффициент излучения $<0,4$. Для расчетов остекления считают свободными и неограниченными на всех кромках.
- [0083] Для большинства стеклянных панелей было использовано известково-натриевое прозрачное стекло Planibel Clearlite (CL). Для некоторых стеклянных панелей было использовано известково-натриевое сверхпрозрачное стекло с низким содержанием железа Planibel Clearvision (CV), а также Dark Grey Glass (DG).
- [0084] Сравнительные примеры обозначены «С.Ех.», примеры согласно настоящему изобретению обозначены «Ех.».
- [0085] В примерах и сравнительных примерах пространство между листами стекла составляет 100 мкм, и массив стоек является равномерным квадратным массивом, а размер $W \times L$ равен 1,5 м x 3 м.
- [0086] Таблица 4

	Состав ВИГ					
	Наружная стеклянная панель			Внутренняя стеклянная панель		Шаг (мм)
	Тип	толщина (мм)	Покрытие на р2	Тип	толщина (мм)	
Ех.1	CL	7	U50	CL	3	25
Ех.2	CL	7	I+	CL	3	25
С.Ех.1	CL	5	I+	CL	5	25
Ех.3	CL	8	V50	CL	4	25
С.Ех.2	DG	8	U50	CL	4	25
Ех.4	CL	10	U50	CL	4	30
Ех.5	CL	10	EN	CL	4	30
С.Ех.3	CL	7	EN	CL	7	30
Ех.6	CL	12	U50	CL	4	25
Ех.7	CL	12	V72	CL	4	25
Ех.8	CL	11	V40	CL	5	25

	Состав VIG					
	Наружная стеклянная панель			Внутренняя стеклянная панель		Шаг
	Тип	толщина (мм)	Покрытие на p2	Тип	толщина (мм)	(мм)
C.Ex.4	DG	11	U50	CV	5	25
C.Ex.5	CL	8	V72	CL	8	25
C.Ex.6	CL	8	V40	CL	8	25
Ex.9	CL	11	V40	CL	5	30
C.Ex.7	DG	11	U50	CV	5	30
C.Ex.8	DG	8	U50	CV	8	30
C.Ex.9	CL	8	V40	CL	8	30
Ex.10	CL	11	V40	CL	5	35
C.Ex.10	DG	11	U50	CV	5	35
C.Ex.11	DG	8	U50	CV	8	35
C.Ex.12	CL	8	V40	CL	8	35
Ex.11	CL	12	V40	CL	6	25
C.Ex.13	DG	12	U50	CV	6	25
C.Ex.14	DG	9	U50	CV	9	25
C.Ex.15	CL	9	V40	CL	9	25
Ex.12	CL	12	V40	CL	6	30
C.Ex.16	DG	12	U50	CV	6	30
C.Ex.17	DG	9	U50	CV	9	30
C.Ex.18	CL	9	V40	CL	9	30
Ex.13	CL	12	V40	CL	6	35
C.Ex.19	DG	12	U50	CV	6	35
C.Ex.20	DG	9	U50	CV	9	35
C.Ex.21	CL	9	V40	CL	9	35

[0087] В таблице 5 ниже показаны для примеров и сравнительных примеров таблицы 4 выше максимально допустимые ΔE_A согласно настоящему изобретению и рассчитанные ΔE_A соответствующего примера или сравнительного примера. Сравнительные примеры представляют слишком высокие значения ΔE_A , и поэтому представляют более высокий риск

разрушения, их значение ΔE_A выше, чем значение ΔE_A , допустимое согласно настоящему изобретению. В частности, примеры Ex. 2–13 представляют более низкий риск разрушения, чем соответствующее эквивалентное симметричное вакуумное изоляционное остекление.

[0088] Таблица 5

	Максимально допустимое ΔE_A	ΔE_A	$\Delta T_{\text{лето}}$ (°C)	$\Delta T_{\text{зима}}$ (°C)
Ex. 1	0,636	0,443	22,4	40
Ex. 2	0,636	0,131	11,0	40
C.Ex. 1		0,070	8,7	40
Ex. 3	0,636	0,429	22,0	40
C.Ex. 2	0,636	0,948	39,9	40
Ex. 4	0,608	0,491	24,6	40
Ex. 5	0,608	0,289	17,1	40
C.Ex. 3		0,227	14,5	40
Ex. 6	0,607	0,520	26,0	40
Ex. 7	0,607	0,313	18,3	40
Ex. 8	0,608	0,427	22,6	40
C.Ex. 4	0,608	0,956	41,0	40
C.Ex. 5		0,240	15,0	40
C.Ex. 6		0,381	20,3	40
Ex. 9	0,608	0,427	22,6	40
C.Ex. 7	0,608	0,956	41,0	40
C.Ex. 8		0,949	39,9	40
C.Ex. 9		0,381	20,3	40
Ex. 10	0,608	0,427	22,6	40
C.Ex. 10	0,608	0,956	41,0	40
C.Ex. 11		0,949	39,9	40
C.Ex. 12		0,381	20,3	40
Ex. 11	0,608	0,437	23,1	40
C.Ex. 13	0,608	0,956	41,4	40

	Максимально допустимое $\Delta E A$	$\Delta E A$	$\Delta T_{\text{лето}} (^{\circ}\text{C})$	$\Delta T_{\text{зима}} (^{\circ}\text{C})$
C.Ex. 14		0,950	40,4	40
C.Ex. 15		0,391	21,0	40
Ex. 12	0,608	0,437	23,1	40
C.Ex. 16	0,608	0,956	41,4	40
C.Ex. 17		0,950	40,4	40
C.Ex. 18		0,391	21,0	40
Ex. 13	0,608	0,437	23,1	40
C.Ex. 19	0,608	0,956	41,4	40
C.Ex. 20		0,950	40,4	40
C.Ex. 21		0,391	21,0	40

[0089] В таблице 6 ниже показаны вызванные напряжения, полученные в примерах и сравнительных примерах в летних и зимних условиях. Напряжения, вызванные давлением, в первой или второй стеклянных панелях над стойками обозначены σ_{p1} и σ_{p2} соответственно. Напряжение при зимней температуре обозначено σ_{Tw1} и σ_{Tw2} соответственно, напряжение при летней температуре обозначено σ_{Ts1} и σ_{Ts2} соответственно. Комбинированное летнее напряжение обозначено σ_{cs1} ($\sigma_{cs1} = \sigma_{p1} + \sigma_{Ts1}$) и σ_{cs2} ($\sigma_{cs2} = \sigma_{p2} + \sigma_{Ts2}$) соответственно, комбинированное зимнее напряжение обозначено σ_{cw1} ($\sigma_{cw1} = \sigma_{p1} + \sigma_{Tw1}$) и σ_{cw2} ($\sigma_{cw2} = \sigma_{p2} + \sigma_{Tw2}$) соответственно. Самое высокое комбинированное зимнее напряжение и самое высокое комбинированное летнее обозначены σ_{cwmax} ($\sigma_{cwmax} = \max(\sigma_{cw1} + \sigma_{cw2})$) и σ_{csmax} ($\sigma_{csmax} = \max(\sigma_{cs1} + \sigma_{cs2})$) соответственно. Самое высокое комбинированное вызванное напряжение, которое возникает либо в летних, либо в зимних условиях, обозначено σ_{cmax} . Единицей измерения для всех напряжений является МПа. Значение максимального комбинированного напряжения для каждого примера подчеркнуто и, таким образом, соответствует σ_{cmax} .

[0091] Как можно увидеть из таблицы 6 ниже, в симметричных VIG самые высокие значения комбинированного напряжения за несколькими исключениями достигаются в зимних условиях на второй стеклянной панели. Значение максимального напряжения, достигаемое при любых условиях, служит начальной точкой для сравнения асимметричного VIG с эквивалентным ему симметричным VIG. Кроме того, было обнаружено, что, когда VIG является асимметричным с более толстой первой стеклянной

панелью и более тонкой второй стеклянной панелью, самое высокое комбинированное зимнее напряжение σ_{cwmax} уменьшается, и в частности для асимметричного VIG при соблюдении следующих критериев размера: $300 \text{ мм} \leq L \leq 4000 \text{ мм}$, $300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм}$, $Z_1 \geq 5 \text{ мм}$, $Z_2 \geq 3 \text{ мм}$, $\Delta Z = Z_1 - Z_2 \geq 1 \text{ мм}$ и $10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 35 \text{ мм}$, самое высокое комбинированное зимнее напряжение ниже, чем для эквивалентного симметричного VIG, имеющего такую же общую толщину.

[0092] Из таблицы 6 ниже можно также увидеть, что в летних условиях самое высокое комбинированное летнее напряжение σ_{csmax} выше в асимметричном VIG, чем в эквивалентном ему симметричном VIG. В конкретных вариантах осуществления настоящего изобретения, то есть в примерах, отмеченных звездочкой, самое высокое комбинированное летнее напряжение σ_{csmax} в примерах настоящего изобретения было признано приемлемым, причем самое высокое комбинированное летнее напряжение σ_{csmax} меньше или равно самому высокому комбинированному напряжению (зимнему или летнему) эквивалентного ему симметричного VIG, то есть комбинированному зимнему напряжению σ_{cw2} второй стеклянной панели в эквивалентном ему симметричном VIG.

[0093] Таблица 6

	Напряжения наружной панели (МПа)					Напряжения внутренней панели (МПа)				
	σ_{Ts1}	σ_{Tw1}	σ_{p1}	σ_{cs1}	σ_{cw1}	σ_{Ts2}	σ_{Tw2}	σ_{p2}	σ_{cs2}	σ_{cw2}
Ex.1	6,48	1,66	1,40	7,88	3,07	7,87	2,08	7,64	<u>15,51</u>	9,72
Ex.2*	3,18	1,66	1,40	4,58	3,07	3,87	2,08	7,64	<u>11,50</u>	9,72
C.Ex. 1	2,04	9,14	2,75	4,79	11,89	1,99	9,36	2,75	4,74	<u>12,11</u>
Ex.3*	6,44	0,04	1,07	7,51	1,11	5,70	4,09	4,30	<u>10,00</u>	8,38
C.Ex. 2	11,6 8	0,04	1,07	12,75	1,11	10,34	4,09	4,30	<u>14,64</u>	8,38
Ex.4	6,95	0,00	0,99	7,94	0,99	6,50	2,78	6,19	<u>12,69</u>	8,97
Ex.5*	4,83	0,00	0,99	5,82	0,99	4,52	2,78	6,19	<u>10,71</u>	8,97
C.Ex. 3	3,35	2,73	2,02	5,37	4,75	0,99	9,25	2,02	3,01	<u>11,27</u>
Ex.6	6,91	0,00	0,48	7,39	0,48	7,05	1,71	4,30	<u>11,35</u>	6,01
Ex.7*	4,86	0,00	0,48	5,34	0,48	4,96	1,71	4,30	<u>9,26</u>	6,01

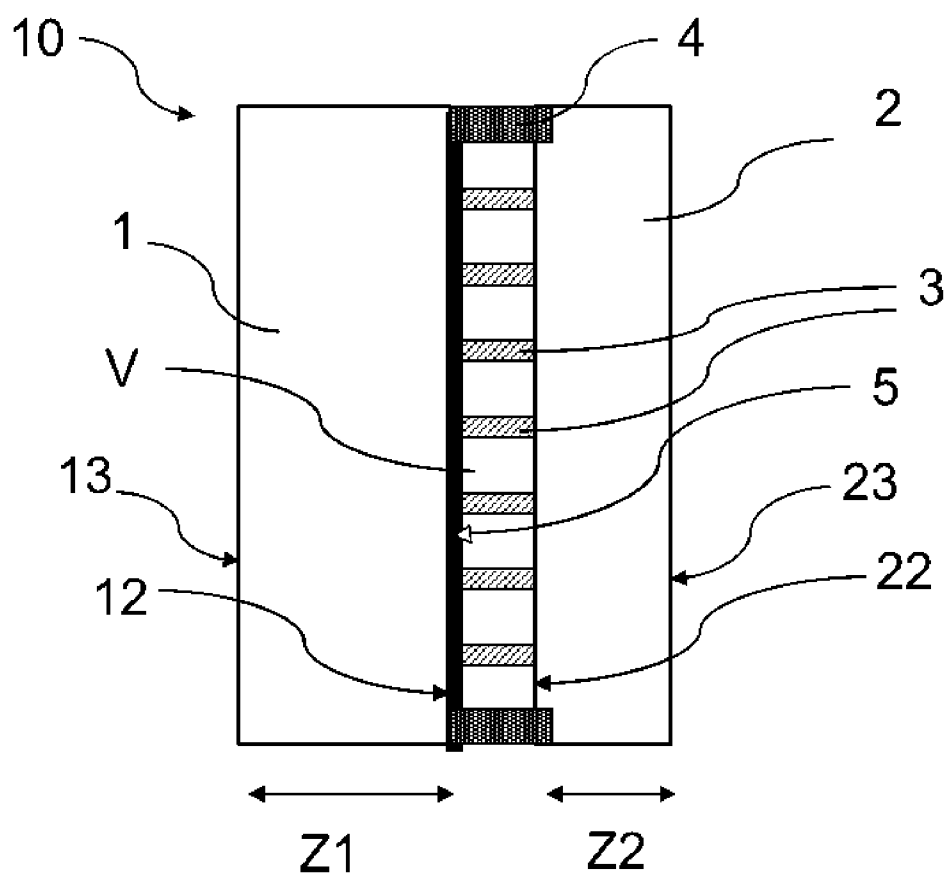
	Напряжения наружной панели (МПа)					Напряжения внутренней панели (МПа)				
	σ_{Ts1}	σ_{Tw1}	σ_{p1}	σ_{cs1}	σ_{cw1}	σ_{Ts2}	σ_{Tw2}	σ_{p2}	σ_{cs2}	σ_{cw2}
Ex.8*	6,46	0,00	0,57	7,02	0,57	4,44	4,41	2,75	<u>7,19</u>	7,16
C.Ex. 4	11,7 1	0,00	0,57	<u>12,28</u>	0,57	8,06	4,41	2,75	10,81	7,16
C.Ex. 5	3,43	0,89	1,07	4,50	1,97	0,34	9,15	1,07	1,41	<u>10,22</u>
C.Ex. 6	4,64	0,89	1,07	5,72	1,97	0,45	9,15	1,07	1,53	<u>10,22</u>
Ex.9*	6,46	0,00	0,82	7,27	0,82	4,44	4,41	3,96	<u>8,40</u>	8,37
C.Ex. 7	11,7 1	0,00	0,82	<u>12,53</u>	0,82	8,06	4,41	3,96	12,02	8,37
C.Ex. 8	9,12	0,89	1,55	10,67	2,44	0,89	9,15	1,55	2,44	<u>10,69</u>
C.Ex. 9	4,64	0,89	1,55	6,19	2,44	0,45	9,15	1,55	2,00	<u>10,69</u>
Ex.10*	6,46	0,00	1,11	7,57	1,11	4,44	4,41	5,39	<u>9,83</u>	9,80
C.Ex. 10	11,7 1	0,00	1,11	12,82	1,11	8,06	4,41	5,39	<u>13,45</u>	9,80
C.Ex. 11	9,12	0,89	2,11	11,23	3,00	0,89	9,15	2,11	3,00	<u>11,25</u>
C.Ex. 12	4,64	0,89	2,11	6,75	3,00	0,45	9,15	2,11	2,56	<u>11,25</u>
Ex.11*	6,59	0,00	0,48	7,07	0,48	3,23	5,51	1,91	5,14	<u>7,42</u>
C.Ex. 13	11,8 1	0,00	0,48	<u>12,29</u>	0,48	5,80	5,51	1,91	7,71	7,42
C.Ex. 14	9,12	0,00	0,85	<u>9,97</u>	0,85	0,00	9,03	0,85	0,85	9,88
C.Ex. 15	4,74	0,00	0,85	5,59	0,85	0,00	9,03	0,85	0,85	<u>9,88</u>
Ex.12*	6,59	0,00	0,69	7,28	0,69	3,23	5,51	2,75	5,98	<u>8,26</u>
C.Ex. 16	11,8 1	0,00	0,69	<u>12,50</u>	0,69	5,80	5,51	2,75	8,55	8,26

	Напряжения наружной панели (МПа)					Напряжения внутренней панели (МПа)				
	σ_{Ts1}	σ_{Tw1}	σ_{p1}	σ_{cs1}	σ_{cw1}	σ_{Ts2}	σ_{Tw2}	σ_{p2}	σ_{cs2}	σ_{cw2}
C.Ex. 17	9,12	0,00	1,22	<u>10,35</u>	1,22	0,00	9,03	1,22	1,22	10,26
C.Ex. 18	4,74	0,00	1,22	5,96	1,22	0,00	9,03	1,22	1,22	<u>10,26</u>
Ex.13*	6,59	0,00	0,94	7,53	0,94	3,23	5,51	3,74	6,98	<u>9,25</u>
C.Ex. 19	11,8 1	0,00	0,94	<u>12,75</u>	0,94	5,80	5,51	3,74	9,54	9,25
C.Ex. 20	9,12	0,00	1,66	<u>10,79</u>	1,66	0,00	9,03	1,66	1,66	10,70
C.Ex. 21	4,74	0,00	1,66	6,41	1,66	0,00	9,03	1,66	1,66	<u>10,70</u>

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Вакуумный изоляционный блок (10) остекления, снабженный одним покрытием, отражающим инфракрасное излучение, имеющий длину L , причем $300 \text{ мм} \leq L \leq 4000 \text{ мм}$, и ширину W , причем $300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм}$, и содержащий:
 - a. первую стеклянную панель (1), имеющую внутреннюю поверхность (12) панели и наружную поверхность (13) панели, имеющую толщину Z_1 и имеющую покрытие, отражающее инфракрасное излучение, на внутренней поверхности панели, причем покрытая первая стеклянная панель имеет показатель поглощения энергии EA_1 , и
 - b. вторую стеклянную панель (2), имеющую внутреннюю поверхность (22) панели и наружную поверхность (23) панели, имеющую толщину Z_2 , при этом толщины измерены в направлении, перпендикулярном к плоскости P , причем вторая стеклянная панель имеет показатель поглощения энергии EA_2 ;
 - c. набор отдельных распорок (3), расположенных между первой и второй стеклянными панелями, поддерживающих расстояние между первой и второй стеклянными панелями и образующих массив с шагом λ , причем шаг λ находится в диапазоне от 10 мм до 35 мм;
 - d. герметично соединяющее уплотнение (4), уплотняющее расстояние между первой и второй стеклянными панелями по их периметру;
 - e. внутренний объем V , образованный первой и второй стеклянными панелями и набором отдельных распорок и закрытый герметично соединяющим уплотнением, и при этом имеется вакуум с абсолютным давлением менее 0,1 мбар, и
 - f. при этом внутренние поверхности панелей первой и второй стеклянных панелей обращены ко внутреннему объему V ;
 - g. отличающийся тем, что первая стеклянная панель толще, чем вторая стеклянная панель ($Z_1 > Z_2$), и при этом $\Delta EA \leq 0,0033 \Delta Z^2/\text{мм}^2 - 0,0468 \Delta Z/\text{мм} + 0,7702$; причем $\Delta EA = EA_1 - 2 \cdot EA_2$, и при этом $Z_1 \geq 5 \text{ мм}$, $Z_2 \geq 3 \text{ мм}$ и $\Delta Z = (Z_1 - Z_2) \geq 1 \text{ мм}$, и при этом $10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 35 \text{ мм}$.
2. Вакуумный изоляционный блок остекления по п. 1, отличающийся тем, что $Z_2 = 3 \text{ мм}$, и $10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 25 \text{ мм}$, когда в отношении взвешенной разности показателя поглощения энергии между первой и второй стеклянными панелями соблюдено следующее условие: $\Delta EA \leq 0,0084 \Delta Z^2/\text{мм}^2 - 0,1545 \Delta Z/\text{мм} + 0,6966$; при этом $\Delta EA = EA_1 - 2 \cdot EA_2$ и $300 \text{ мм} \leq L \leq 3000 \text{ мм}$, $300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм}$.
3. Вакуумный изоляционный блок остекления по п. 1, отличающийся тем, что $Z_2 = 4 \text{ мм}$ и $10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 25 \text{ мм}$, и $\Delta EA \leq -0,0214 \Delta Z/\text{мм} + 0,5696$, и $300 \text{ мм} \leq L \leq 3000 \text{ мм}$, $300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм}$.

4. Вакуумный изоляционный блок остекления по п. 1, отличающийся тем, что $Z_2 = 5$ мм и $10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 35 \text{ мм}$, и $\Delta EA \leq 0,0033 \Delta Z^2/\text{мм}^2 - 0,0468 \Delta Z/\text{мм} + 0,7434$, и $300 \text{ мм} \leq L \leq 3000 \text{ мм}$, $300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм}$.
5. Вакуумный изоляционный блок остекления по п. 1, отличающийся тем, что $Z_2 = 6$ мм и $10 \text{ мм} \leq \lambda \leq 35 \text{ мм}$, и $\Delta EA \leq 0,0033 \Delta Z^2/\text{мм}^2 - 0,0468 \Delta Z/\text{мм} + 0,7702$, и $300 \text{ мм} \leq L \leq 3000 \text{ мм}$, $300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм}$.
6. Вакуумный изоляционный блок остекления по п. 1, отличающийся тем, что $Z_2 = 4$ мм и $25 \text{ мм} < \lambda \leq 30 \text{ мм}$, и $\Delta EA \leq -0,0308 \Delta Z/\text{мм} + 0,5294$, и $300 \text{ мм} \leq L \leq 3000 \text{ мм}$, $300 \text{ мм} \leq W \leq 1500 \text{ мм}$.
7. Вакуумный изоляционный блок остекления по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что покрытие, отражающее инфракрасное излучение, содержит функциональный низкоэмиссионный слой на основе металла, обеспечивающий коэффициент излучения не больше 0,04, предпочтительно не больше 0,02.
8. Вакуумный изоляционный блок остекления по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что на по меньшей мере одну из наружных поверхностей (13; 23) панели первой и второй стеклянных панелей наложен по меньшей мере один лист стекла посредством по меньшей мере одного полимерного промежуточного слоя с образованием многослойной сборки.
9. Вакуумный изоляционный блок остекления по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что по меньшей мере одна из наружных поверхностей (13; 23) панели первого и второго стекла присоединена к третьей стеклянной панели вдоль периферии вакуумного изоляционного блока остекления посредством периферийной дистанционной рамки, создающей изолирующую полость, уплотненную периферийным краевым уплотнением.
10. Перегородка, образующая внешнее пространство и внутреннее пространство, причем указанная перегородка содержит проем, закрываемый вакуумным изоляционным блоком остекления по любому из предыдущих пунктов, при этом первая стеклянная панель обращена к внешнему пространству.
11. Применение вакуумного изоляционного блока остекления по любому из пп. 1–9 для закрытия проема перегородки, образующей внешнее пространство и внутреннее пространство, при этом первая стеклянная панель обращена к внешнему пространству.



Фиг. 1