

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **040759**

(13) **B1**

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

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2022.07.25**

**(21)** Номер заявки  
**201990265**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2017.07.18**

**(51)** Int. Cl. **C03C 3/087** (2006.01)  
**C03C 3/091** (2006.01)  
**C03C 4/00** (2006.01)  
**C03C 4/02** (2006.01)  
**C03C 4/10** (2006.01)

---

**(54) ЛИСТ СТЕКЛА, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЙСЯ ВЫСОКИМ ПРОПУСКАНИЕМ  
В ИК- И ВИДИМОЙ ОБЛАСТЯХ СПЕКТРА, С ЦВЕТОМ ОТ ПРИЯТНОГО  
СЛАБОВЫРАЖЕННОГО ЦВЕТА ДО НЕЙТРАЛЬНОГО ЦВЕТА**

---

**(31)** 16180331.7

**(32)** 2016.07.20

**(33)** EP

**(43)** 2019.06.28

**(86)** PCT/EP2017/068144

**(87)** WO 2018/015395 2018.01.25

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

**(56)** US-A1-2007161492  
US-A1-2014326314  
US-A-4526872  
WO-A1-2016008906  
US-A1-2003114291  
US-A1-2010122728  
WO-A1-2015172983  
US-A1-2012315410

**(72)** Изобретатель:  
**Ламбрихт Томас, Догимон Одри,  
Деган Алин, Богерт Мишель (BE)**

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

---

**(57)** Изобретение относится к листу стекла, который характеризуется составом, выраженным в процентах по весу в пересчете на общий вес стекла, предусматривающим:  $\text{SiO}_2$  - 40-78%;  $0 < \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 18\%$ ;  $0 < \text{B}_2\text{O}_3 \leq 18\%$ ;  $0 < \text{Na}_2\text{O} \leq 20\%$ ;  $0 < \text{CaO} \leq 15\%$ ;  $0 < \text{MgO} \leq 10\%$ ;  $0 < \text{K}_2\text{O} \leq 10\%$ ;  $0 < \text{BaO} \leq 5\%$ , и общее содержание железа (в пересчете на  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ): 0,002-0,06 вес. %; хром (в пересчете на  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ): 3-75 ppm; марганец (в пересчете на MnO): 50-1000 ppm; и характеризуется LTD4, составляющим более 70%, при использовании источника света D65 для листа толщиной 4 мм при телесном угле обзора  $2^\circ$ . Данный лист стекла одновременно характеризуется высоким светопропусканием, повышенным пропусканием инфракрасного (ИК) излучения и приятным слабовыраженным цветом или цветом от практически нейтрального до нейтрального.

---

**B1**

**040759**

**040759**

**B1**

### Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к листу стекла, который характеризуется высоким светопропусканием, повышенным пропусканием инфракрасного (ИК) излучения и приятным слабовыраженным цветом или цветом от практически нейтрального до нейтрального.

Вследствие своего высокого ИК-пропускания лист стекла согласно настоящему изобретению, таким образом, можно преимущественно применять в любом устройстве, для которого необходимы панели более или менее большого размера и в котором применяется технология, для которой необходимо очень хорошее пропускание инфракрасного излучения через указанные панели либо через основные поверхности (в данном случае длина оптического пути соответствует толщине листа), либо начиная с их краев.

Например, лист стекла согласно настоящему изобретению можно преимущественно применять в сенсорном экране, или сенсорной панели, или сенсорном планшете, в которых применяется оптическая технология, называемая определением давления с помощью планарного рассеивания света (PSD) или также эффект нарушенного полного внутреннего отражения (FTIR) (или любая другая технология, в которой применяется ИК-излучение на обрезном крае стекла), с целью определения положения одного или нескольких объектов (например пальца или стилуса) на поверхности указанного листа.

Следовательно, настоящее изобретение также относится к применению такого листа стекла в устройстве, в котором применяется инфракрасное излучение, распространяющееся по сути внутри указанного листа.

Настоящее изобретение также применимо благодаря его эстетическим характеристикам в качестве строительного стекла или интерьерного стекла, как, например, применение в изготовлении мебели, или в качестве автомобильного стекла, или также в качестве покровного стекла для электронных устройств/дисплеев.

### Решения, известные из уровня техники

Известно, что для обеспечения высокого пропускания в инфракрасной области (и в видимой области) необходимо уменьшить общее содержание железа в стекле (в пересчете на  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , согласно стандартной практике в данной области) с получением стекол с низким содержанием железа. Стекла силикатного типа всегда содержат железо, поскольку последний присутствует в виде примеси в большинстве применяемых исходных материалов (песок, известняк, доломит и т.п.). Железо в структуре стекла находится в форме ионов трехвалентного железа  $\text{Fe}^{3+}$  и ионов двухвалентного железа  $\text{Fe}^{2+}$ . Присутствие ионов трехвалентного железа  $\text{Fe}^{3+}$  придает стеклу небольшое поглощение видимого света с низкой длиной волны и более сильное поглощение в ближней ультрафиолетовой области (полоса поглощения с центром при 380 нм), тогда как присутствие ионов двухвалентного железа  $\text{Fe}^{2+}$  (иногда представляемого как оксид  $\text{FeO}$ ) приводит в результате к сильному поглощению в ближней инфракрасной области (широкая полоса поглощения с центром при 1050 нм). Таким образом, увеличение общего содержания железа (в обеих его формах) усиливает поглощение в видимой области и в инфракрасной области. Кроме того, высокая концентрация ионов двухвалентного железа  $\text{Fe}^{2+}$  приводит в результате к уменьшению пропускания в инфракрасной области (в частности, ближней инфракрасной области). Однако для достижения коэффициента поглощения в диапазоне длин волн от 780 до 1200 нм, который является достаточно низким для видов сенсорного применения, путем воздействия только на общее содержание железа будет необходимо такое значительное уменьшение общего содержания железа, что либо (i) это приведет в результате к производственным затратам, которые являются чрезмерно высокими, вследствие необходимости в очень чистых исходных материалах (которые иногда даже не существуют в достаточно чистой форме), либо (ii) это будет создавать проблемы при производстве (в частности, преждевременный износ печи и/или сложности, связанные с нагреванием стекла в печи).

Также известно, что для дополнительного увеличения пропускания стекла необходимо окислить железо, присутствующее в стекле, то есть уменьшить содержание ионов двухвалентного железа в сторону содержания ионов трехвалентного железа. Степень окисления стекла определяется его окислительно-восстановительным потенциалом, определяемым как отношение по весу атомов  $\text{Fe}^{2+}$  к общему весу атомов железа, присутствующих в стекле,  $\text{Fe}^{2+}/\text{общее содержание Fe}$ . Эквивалентным образом, окислительно-восстановительный потенциал также можно определять путем выражения значений веса двухвалентного железа ( $\text{Fe}^{2+}$ ) и общего содержания железа в виде  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . В качестве альтернативы, окислительно-восстановительный потенциал также иногда выражают как весовое соотношение двухвалентного железа ( $\text{Fe}^{2+}$ ) в пересчете на  $\text{FeO}$  и общего содержания железа в пересчете на  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Известно, что для уменьшения окислительно-восстановительного потенциала стекла необходимо добавление окисляющего компонента к партии исходных материалов. Однако большинство известных окислителей (сульфатов, нитратов и т.п.) обладают окислительной способностью, которая не является достаточно сильной для достижения необходимых значений ИК-пропускания, в частности для применения в сенсорных панелях, в которых применяется технология FTIR или PSD, или необходимо их добавление в чрезмерно большом количестве с сопутствующими недостатками, такими как затраты, несовместимость с производственным процессом и т.п.

Недавно было предложено очень привлекательное и эффективное решение для придания листу стекла с низким содержанием железа высокой пропускающей способности в отношении инфракрасного

излучения, при этом максимально сохраняя его высокое светопропускание. Таким образом, листы стекла с составами, предусматривающими низкое общее содержание железа (от 0,002 до 0,06 вес.% в  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) и содержание хрома в диапазоне от 0,0001 до 0,06 вес.% в  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , в частности раскрыты в международных заявках на патент WO 2014128016 A1, WO 2014180679 A1, WO 2015011040 A1, WO 2015011041 A1, WO 2015011042 A1, WO 2015011043 A1 и WO 2015011044 A1. Такие листы стекла проявляют высокое светопропускание и особенно высокое ИК-пропускание (по сравнению с традиционными листами стекла с низким содержанием железа из уровня техники без хрома).

Однако данное последнее решение, несмотря на то что оно является очень эффективным в отношении ИК-пропускания, не является действительно удовлетворительным в отношении придания цвета. Действительно, полученные в результате содержащие хром листы стекла демонстрируют желтовато-зеленоватый оттенок, который является более выраженным, если толщину листа увеличивают и/или если смотреть через края листа (из-за удлиненного пути просмотра). Такие листы стекла обычно имеют цвет, характеризующийся, в контексте значений CIE Lab, отрицательным значением  $a^*$  и положительным значением  $b^*$ .

Даже если слегка окрашенное в желтовато-зеленоватый цвет стекло (или со значительно окрашенными краями) является приемлемым для некоторых видов применения, могут присутствовать эстетические проблемы для других видов применения.

Данная проблема уже была частично решена посредством получения от более синеватого до нейтрального цвета в этих содержащих хром стеклах. Следовательно, в WO 2015091106 раскрыто, что добавление кобальта в состав содержащего хром стекла приводит к цвету, который характеризуется слегка отрицательным значением  $a^*$  и слегка положительным значением  $b^*$ .

Однако для улучшения нежелательного желтовато-зеленоватого оттенка известных содержащих хром листов стекла, пропускающих ИК-излучение, все еще присутствует интерес в предоставлении других решений, обеспечивающих приближение к нейтральной окраске или ее достижение или достижение других тонов, отличных от синеватого тона (т.е. теплый тон или красный тон), но все же близких к нейтральной окраске. В частности, под "теплым тоном" в данном документе (в том числе, в частности, древесным тоном, медовым тоном), подразумевают цвет, который определен положительными координатами в системе  $a^*b^*$  или, другими словами, цвет, который находится в первой четверти диаграммы  $a^*b^*$ .

Нейтральную окраску листа стекла (и, следовательно, его краев), как правило, оценивают по ее близости к источнику света (координата 0;0 в системе  $a^*b^*$ ), и, в частности, ее количественно определяют с помощью "N-фактора", определенного как

$$N = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}},$$

который необходимо, насколько это возможно, снижать для приближения к нейтральной окраске и ее достижения.

### Цели изобретения

По меньшей мере в одном из его вариантов осуществления цель настоящего изобретения заключается в обеспечении листа стекла, характеризующегося высоким светопропусканием, высоким пропусканием инфракрасного излучения и приятным слабовыраженным цветом или цветом от практически нейтрального до нейтрального. В частности, целью настоящего изобретения является обеспечение такого листа стекла с высоким пропусканием ближнего инфракрасного излучения, в частности в диапазоне длин волн от 780 до 1200 нм.

Другая цель изобретения заключается в обеспечении листа стекла с высоким светопропусканием, высоким пропусканием инфракрасного излучения и приятным слабовыраженным цветом или цветом от практически нейтрального до нейтрального, производство которого является легким и дешевым.

### Подробное описание изобретения

Изобретение относится к листу стекла, который характеризуется составом, предусматривающим:  
 общее содержание железа (в пересчете на  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ): 0,002-0,06 вес.%;  
 хром (в пересчете на  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ): 3-75 ppm;  
 марганец (в пересчете на MnO): 50-1000 ppm, и  
 характеризуется LTD4, составляющим более 70%.

Таким образом, настоящее изобретение основано на новом и изобретательском подходе, поскольку он обеспечивает решение поставленной технической задачи. Действительно, авторы настоящего изобретения неожиданно показали, что путем объединения в составе стекла с низким содержанием железа хрома и марганца в конкретных диапазонах значений содержания можно получить лист стекла, который демонстрирует очень хороший компромисс между высокой прозрачностью в видимой области, высокой прозрачностью в ближней ИК области и приятным слабовыраженным/нейтральным цветом. В частности, авторы настоящего изобретения показали, что путем добавления марганца в определенных количествах в состав содержащего хром стекла можно без значительного ухудшения светопропускания "нейтрализовать" компонент  $a^*$  изначального цвета стекла (сдвинуть его в направлении менее отрицательного значения, нулевого или даже слегка положительного значения), при этом обеспечивая уменьшение необходимого содержания хрома для достижения заданного уровня ИК-пропускания по сравнению с ситуацией,

когда хром не находится в присутствии марганца. Такое уменьшение необходимого содержания хрома для достижения заданного высокого ИК-пропускания является очень преимущественным, поскольку это уже приводит к уменьшению вызванного желто-зеленого оттенка с достижением таких же характеристик в отношении ИК-пропускания. Более того, марганец также действует положительным образом на ИК-пропускание, даже если в несколько меньшей мере, чем хром.

Другие признаки и преимущества настоящего изобретения будут более понятными после прочтения следующего описания предпочтительных вариантов осуществления, приведенных лишь в качестве иллюстративных и неограничивающих примеров.

По всему тексту настоящего изобретения при указании диапазона включены крайние точки, за исключением случаев, когда явно указано иное. Кроме того, все целые и дробные значения в числовом диапазоне включены безоговорочно, как если бы они были указаны явным образом. Более того, также по всему тексту настоящего изобретения значения содержания в процентах представлены в процентах по весу (также упоминаются как вес.%) в пересчете на общий вес стекла. Наконец, если приведен состав стекла, то он относится к общему составу стекла.

В описании настоящего изобретения и формуле изобретения для оценки цвета листа стекла (и, таким образом, его краев) рассматриваются значения согласно CIELab:  $a^*$  и  $b^*$ , измеренные для листа толщиной 5 мм при прохождении света от источника света D65,10°, SCI.

В описании настоящего изобретения и формуле изобретения для измерения светопропускания листа стекла рассматривается общее пропускание света при использовании источника света D65 (LTD) для листа толщиной 4 мм (LTD4) при телесном угле обзора 2° (в соответствии со стандартом ISO9050). Пропускание света представляет собой процент светового потока, испускаемого с длинами волн от 380 до 780 нм, который проходит через лист стекла.

Лист стекла согласно настоящему изобретению может иметь различные и относительно большие размеры. Он может иметь размеры, например, в диапазоне не более 3,21 м × 6 м, или 3,21 м × 5,50 м, или 3,21 м × 5,10 м, или 3,21 м × 4,50 м (лист стекла "PLF"), или также, например, 3,21 м × 2,55 м или 3,21 м × 2,25 м (лист стекла "DLF").

Лист стекла согласно настоящему изобретению может характеризоваться толщиной от 0,1 до 30 мм. Преимущественно в случае применения в сенсорных панелях лист стекла согласно настоящему изобретению может характеризоваться толщиной от 0,1 до 6 мм. Предпочтительно в случае применения в сенсорных экранах по соображениям веса толщина листа стекла согласно настоящему изобретению составляет от 0,1 до 2,2 мм. В качестве альтернативы, предпочтительно для любого применения, отличного от применения в экранах, по сути по соображениям механической прочности, толщина листа стекла согласно настоящему изобретению составляет от 4 до 12 мм.

Предпочтительно стекло по настоящему изобретению представляет собой полностью аморфный материал, тем самым исключая любой кристаллический материал, даже частично кристаллический материал (такие как, например, стеклокристаллические или стеклокерамические материалы).

Лист стекла согласно настоящему изобретению может представлять собой лист стекла, полученный посредством флоат-способа, способа вытягивания, способа проката или любого другого известного способа изготовления листа стекла, начиная с расплавленного состава стекла. Согласно предпочтительному варианту осуществления согласно данному изобретению лист стекла представляет собой лист флоат-стекла. Под термином "лист флоат-стекла" понимают лист стекла, образованный посредством способа изготовления флоат-стекла, который заключается в выливании расплавленного стекла в ванну расплавленного олова при восстанавливающих условиях. Лист флоат-стекла, известным образом, содержит "оловянную поверхность", то есть поверхность, обогащенную оловом, в теле стекла вблизи поверхности листа. Под термином "обогащенный оловом" понимают увеличение концентрации олова по сравнению с составом стекла в сердцевине, которая может быть или может не быть практически нулевой (лишенной олова).

Лист стекла согласно настоящему изобретению выполнен из стекла, которое может относиться к различным категориям. Таким образом, стекло может представлять собой стекло натриево-кальциево-силикатного, алюмосиликатного или боросиликатного типа и т.п. Предпочтительно состав листа стекла предусматривает следующее, выраженное в процентах по весу в пересчете на общий вес стекла:

SiO <sub>2</sub>	40-78%;
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-18%;
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-18%;
Na <sub>2</sub> O	0-20%;
CaO	0-15%;
MgO	0-10%;
K <sub>2</sub> O	0-10%;
BaO	0-5%.

Более предпочтительно, особенно по причине низких затрат на производство, чтобы состав стекла представлял собой состав стекла натриево-кальциево-силикатного типа. Согласно данному варианту осуществления под "стеклом натриево-кальциево-силикатного типа" подразумевают, что состав основной матрицы стекла предусматривает следующее, выраженное в процентах по весу в пересчете на общий вес стекла:

SiO <sub>2</sub>	60-78 вес. %;
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-8 вес. %;
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-4 вес. %;
CaO	0-15 вес. %;
MgO	0-10 вес. %;
Na <sub>2</sub> O	5-20 вес. %;
K <sub>2</sub> O	0-10 вес. %;
BaO	0-5 вес. %.

Согласно данному варианту осуществления предпочтительно состав основной матрицы стекла предусматривает следующее, выраженное в процентах по весу в пересчете на общий вес стекла:

SiO <sub>2</sub>	60-78 вес. %;
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-6 вес. %;
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-1 вес. %;
CaO	5-15 вес. %;
MgO	0-8 вес. %;
Na <sub>2</sub> O	10-20 вес. %;
K <sub>2</sub> O	0-10 вес. %;
BaO	0-1 вес. %.

В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения состав предусматривает следующее, выраженное в процентах по весу в пересчете на общий вес стекла:

$$65 \leq \text{SiO}_2 \leq 78 \text{ вес. \%};$$

$$5 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 20 \text{ вес. \%};$$

$$0 \leq \text{K}_2\text{O} < 5 \text{ вес. \%};$$

$$1 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 6 \text{ вес. \%};$$

$$0 \leq \text{CaO} < 4,5 \text{ вес. \%};$$

$$4 \leq \text{MgO} \leq 12 \text{ вес. \%};$$

$$(\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})) \geq 0,5.$$

В другом предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения состав предусматривает следующее, выраженное в процентах по весу в пересчете на общий вес стекла:

$$65 \leq \text{SiO}_2 \leq 78\%;$$

$$5 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 20\%;$$

$$0 \leq \text{K}_2\text{O} < 5\%;$$

$$3 < \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 5\%;$$

$$0 < \text{CaO} < 4,5\%;$$

$$4 \leq \text{MgO} \leq 12\%;$$

$$0,88 \leq [\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO})] < 1.$$

В другом предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения состав предусматривает следующее, выраженное в процентах по весу в пересчете на общий вес стекла:

$$60 \leq \text{SiO}_2 \leq 78\%;$$

$$5 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 20\%;$$

$$0,9 < \text{K}_2\text{O} \leq 12\%;$$

$$4,9 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 8\%;$$

$$0,4 < \text{CaO} < 2\%;$$

$$4 < \text{MgO} \leq 12\%.$$

В другом предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения состав предусматривает следующее, выраженное в процентах по весу в пересчете на общий вес стекла:

$$65 \leq \text{SiO}_2 \leq 78 \text{ вес. \%};$$

$$5 \leq \text{Na}_2\text{O} \leq 20 \text{ вес. \%};$$

$$1 \leq \text{K}_2\text{O} < 8 \text{ вес. \%};$$

$$1 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 6 \text{ вес. \%};$$

$$2 \leq \text{CaO} < 10 \text{ вес. \%};$$

$$0 \leq \text{MgO} \leq 8 \text{ вес. \%};$$

$$\text{K}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}): 0,1-0,7.$$

В частности, примеры состава для основной матрицы стекла согласно данному изобретению описаны в публикациях заявок на патент согласно PCT WO 2015/150207 A1 и WO 2015/150403 A1, в зарегистрированных заявках на патент согласно PCT WO 2016/091672 A1 и WO 2016/169823A1 и в заявке на патент EP № 16176447.7.

Согласно настоящему изобретению состав по настоящему изобретению предусматривает следующее общее содержание железа (в пересчете на  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ): 0,002-0,06 вес.%. В описании настоящего изобретения, когда речь идет об общем содержании железа в составе стекла, "общее содержание железа" и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  используются в равной степени. Согласно одному варианту осуществления состав предусматривает общее содержание железа  $\geq 0,004$  вес.%. Предпочтительно состав предусматривает общее содержание железа  $\geq 0,005$  вес.%. Более предпочтительно состав предусматривает общее содержание железа  $\geq 0,006$  вес.% или даже  $\geq 0,007$  вес.%. Минимальные значения позволяют избежать излишнего удорожания стекла, поскольку для обеспечения таких низких значений содержания железа часто требуются дорогостоящие, очень чистые исходные материалы, а также их очистка. Согласно одному варианту осуществления состав предусматривает общее содержание железа  $\leq 0,04$  вес.%. Предпочтительно состав предусматривает общее содержание железа  $\leq 0,03$  вес.%. Более предпочтительно состав предусматривает общее содержание железа  $\leq 0,02$  вес.%, или даже  $\leq 0,015$  вес.%, или даже лучше  $\leq 0,01$  вес.%. Снижение максимального значения общего содержания железа обеспечивает достижение все более и более высоких значений светопропускания. Чтобы избежать какой-либо неясности, в данном документе каждый вариант осуществления, касающийся более низких пределов содержания общего железа, конечно же независимо можно объединять с любым возможным вариантом осуществления, касающимся более высоких пределов содержания.

Предпочтительно согласно настоящему изобретению состав предусматривает содержание  $\text{Fe}^{2+}$  (в пересчете на  $\text{FeO}$ ), составляющее менее 20 ppm. Данный диапазон значений содержания обеспечивает возможность получения высоко удовлетворительных свойств, в частности в отношении пропускания ИК-излучения. Предпочтительно состав предусматривает содержание  $\text{Fe}^{2+}$  (в пересчете на  $\text{FeO}$ ), составляющее менее 10 ppm. Очень предпочтительно состав предусматривает содержание  $\text{Fe}^{2+}$  (в пересчете на  $\text{FeO}$ ), составляющее менее 5 ppm.

Согласно настоящему изобретению состав предусматривает следующее содержание хрома (в пересчете на  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ): 3-75 ppm, и следующее содержание марганца (в пересчете на  $\text{MnO}$ ): 50-1000 ppm.

Предпочтительно состав предусматривает  $\text{MnO} \geq 70$  ppm. Более предпочтительно состав предусматривает  $\text{MnO} \geq 100$  ppm, или даже  $\geq 150$  ppm, или даже лучше  $\text{MnO} \geq 200$  ppm. Данные минимальные значения обеспечивают достижение необходимой цели в отношении цвета. Это также имеет положительное влияние на ИК-пропускание. Наконец, это также позволяет учитывать сниженное общее влияние марганца в промышленных условиях (печь).

Предпочтительно состав предусматривает  $\text{MnO} \leq 900$  ppm. Более предпочтительно состав предусматривает  $\text{MnO} \leq 800$  ppm, или даже  $\leq 700$  ppm, или даже лучше  $\leq 600$  ppm. Еще более предпочтительно состав предусматривает  $\text{MnO} \leq 500$  ppm или даже  $\leq 400$  ppm. Эти сниженные максимальные значения позволяют поддерживать высокое светопропускание и избегать насколько это возможно эффекта соларизации.

Чтобы избежать какой-либо неясности, в данном документе каждый вариант осуществления, касающийся более низких пределов содержания  $\text{MnO}$ , конечно же независимо можно объединять с любым возможным вариантом осуществления, касающимся более высоких пределов содержания.

Предпочтительно состав предусматривает  $\text{Cr}_2\text{O}_3 \geq 5$  ppm. Более предпочтительно состав предусматривает  $\text{Cr}_2\text{O}_3 \geq 10$  ppm или даже  $\geq 15$  ppm. Данные минимальные значения обеспечивают достижение цели в отношении цвета в сочетании с марганцем, а также достижение высокого ИК-пропускания.

Предпочтительно состав предусматривает  $\text{Cr}_2\text{O}_3 \leq 50$  ppm. Более предпочтительно состав предусматривает  $\text{Cr}_2\text{O}_3 \leq 40$  ppm или даже  $\leq 25$  ppm. Данные сниженные максимальные значения позволяют поддерживать высокое светопропускание, при этом более легко получая необходимый цвет.

Чтобы избежать какой-либо неясности, в данном документе каждый вариант осуществления, касающийся более низких пределов содержания  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , конечно же независимо можно объединять с любым возможным вариантом осуществления, касающимся более высоких пределов содержания.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения состав предусматривает:

$$\text{Cr}_2\text{O}_3 = -0,04 \cdot \text{MnO} + (\text{Fe}_2\text{O}_3/100) \cdot x,$$

x составляет от 15 до 30, и  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  представлены в ppm. Это обеспечивает достижение высокого светопропускания и высокого ИК-пропускания. В качестве альтернативы, состав предусматривает:

$$\text{Cr}_2\text{O}_3 = -0,02 \cdot \text{MnO} + (\text{Fe}_2\text{O}_3/100) \cdot x,$$

x составляет от 15 до 30, и  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  представлены в ppm. Это обеспечивает достижение высокого светопропускания и высокого ИК-пропускания, при этом также учитывая сниженное общее влияние марганца в промышленных условиях (печь).

Согласно особенно преимущественному варианту осуществления состав также может предусматривать кобальт для еще лучшей адаптации конечного цвета листа стекла, в частности для "нейтрализации" компонента  $b^*$  цвета листа стекла, тем самым еще более приближаясь к нейтральной окраске.

Согласно настоящему изобретению лист стекла характеризуется высоким светопропусканием, и, в частности, он характеризуется LTD4 (LTD для листа толщиной 4 мм), составляющим более 70%. Предпочтительно лист стекла согласно изобретению характеризуется LTD4 более 75, 80, 85, 86, 87, 88, 89 или даже более 90%, или лучше более 90,5, 90,75%, или даже еще лучше более 91%.

Предпочтительно лист стекла характеризуется тем, что:  $N \leq 2$ ;  $\leq 1,5$ ;  $\leq 1$ ;  $\leq 0,75$ ;  $\leq 0,5$ ; или даже  $\leq 0,2$ . Данные варианты осуществления позволяют достичь более и более выраженной нейтральной окраски.

Лист стекла согласно настоящему изобретению преимущественно можно применять в любом устройстве, для которого необходимы панели более или менее большие по размеру и в котором применяется технология, для которой необходимы (i) высокое пропускание инфракрасного излучения через указанные панели либо через основные поверхности, либо начиная с их обрезного края, и (ii) высокое пропускание в видимой области, а также с приятной окраской от нейтральной до слабовыраженной. Например, лист стекла по настоящему изобретению преимущественно можно применять в любой технологии, в которой применяется ИК-излучение, распространяющееся в обрезном крае стекла. В частности, лист может иметь высокую ценность в оптической технологии с "определением давления с помощью планарного рассеивания света" (PSD) или также "эффектом нарушенного полного внутреннего отражения" (FTIR) для определения положения одного или нескольких объектов (например пальца или стилуса) на поверхности указанного листа. Более того, вследствие его высокого пропускания в видимой области и его приятной окраски от нейтральной до слабовыраженной, лист стекла согласно настоящему изобретению преимущественно можно применять в качестве сенсорной поверхности, в частности расположенной над поверхностью дисплея.

Согласно настоящему изобретению лист стекла характеризуется высоким пропусканием ИК-излучения. Более конкретно, лист стекла по настоящему изобретению характеризуется высоким пропусканием излучения в ближней инфракрасной области.

В описании настоящего изобретения для количественного определения высокого пропускания стекла в ближней инфракрасной области применяют коэффициенты поглощения при длинах волн, составляющих 1050, 950 и 850 нм, которые, следовательно, должны быть настолько это возможно низкими для получения высокого пропускания. Коэффициент поглощения определяется отношением поглощения к длине оптического пути, пройденным электромагнитным излучением в заданной среде. Его выражают в  $\text{м}^{-1}$ . Таким образом, он независим от толщины материала, но он зависит от длины волны поглощаемого излучения и химической природы материала.

В случае стекла коэффициент поглощения ( $\mu$ ) при выбранной длине волны  $\lambda$  можно рассчитать с использованием измеренного показателя пропускания (T) и показателя преломления n материала, причем значения n,  $\rho$  и T зависят от выбранной длины волны  $\lambda$

$$\mu = -\frac{1}{\text{толщина}} \cdot \ln \left[ \frac{-(1-\rho)^2 + \sqrt{(1-\rho)^4 + 4 \cdot T^2 \cdot \rho^2}}{2 \cdot T \cdot \rho^2} \right]$$

$$s \rho = (n-1)^2 / (n+1)^2.$$

Согласно настоящему изобретению лист стекла характеризуется коэффициентом поглощения при длинах волн, составляющих 1050, 950 и 850 нм, который ниже, чем коэффициент поглощения "сверхпрозрачного" стекла с низким содержанием железа из уровня техники (достигающим, например,  $\sim 6,5 \text{М}^{-1}$  при 1050 нм).

Преимущественно лист стекла согласно настоящему изобретению характеризуется коэффициентом поглощения при длине волны 1050 нм, составляющим менее  $5 \text{м}^{-1}$ . Предпочтительно он характеризуется коэффициентом поглощения при длине волны 1050 нм, составляющим меньше или равняющимся  $2 \text{м}^{-1}$ . Очень предпочтительно он характеризуется коэффициентом поглощения при длине волны 1050 нм, составляющим меньше или равняющимся  $1 \text{м}^{-1}$ .

Также преимущественно лист стекла согласно настоящему изобретению характеризуется коэффициентом поглощения при длине волны 950 нм, составляющим менее  $5 \text{м}^{-1}$ . Предпочтительно он характеризуется коэффициентом поглощения при длине волны 950 нм, составляющим меньше или равняющимся  $2 \text{м}^{-1}$ . Очень предпочтительно он характеризуется коэффициентом поглощения при длине волны 950

нм, составляющим меньше или равняющимся  $1 \text{ м}^{-1}$ .

Также преимущественно лист стекла согласно настоящему изобретению характеризуется коэффициентом поглощения при длине волны 850 нм, составляющим менее  $5 \text{ м}^{-1}$ . Предпочтительно он характеризуется коэффициентом поглощения при длине волны 850 нм, составляющим меньше или равняющимся  $2 \text{ м}^{-1}$ . Очень предпочтительно он характеризуется коэффициентом поглощения при длине волны 850 нм, составляющим меньше или равняющимся  $1 \text{ м}^{-1}$ .

Для количественного определения компромисса согласно изобретению между достижением высокого светопропускания, высокого пропускания инфракрасного излучения и приятного слабовыраженного или нейтрального цвета, можно применять фактор Q, определенный следующим образом:

$$Q^2 = a^{*2} + b^{*2} + \mu^2 + \left(1 - \frac{LTD4}{100}\right)^2$$

Для получения наилучшего компромисса между высоким светопропусканием, высоким пропусканием инфракрасного излучения и нейтральной окраской значение фактора Q должно быть настолько это возможно низким. В частности, согласно настоящему изобретению:  $Q \leq 5$  и предпочтительно  $Q \leq 4$ ;  $\leq 3$  или даже  $\leq 2$ . В наиболее предпочтительном варианте осуществления  $Q \leq 1$ .

Состав листа стекла может предусматривать помимо примесей, присутствующих, в частности, в исходных материалах, низкую долю добавок (таких как средства, которые способствуют плавлению или осветлению стекла) или компоненты, возникающие при растворении футеровки, составляющей печь для плавления.

Преимущественно лист стекла по настоящему изобретению может быть закален, механически или химически. Он также может быть согнут/закруглен или в общем случае деформирован для достижения какой-либо необходимой конфигурации (посредством гнутья в холодном состоянии, термоформования и т. д.). Он также может быть многослойным.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения лист стекла покрыт по меньшей мере одним прозрачным и электропроводящим тонким слоем. Прозрачный и проводящий тонкий слой согласно настоящему изобретению, например, может представлять собой слой на основе  $\text{SnO}_2\text{F}$ ,  $\text{SnO}_2\text{:Sb}$  или ИТО (оксид индия и олова),  $\text{ZnO:Al}$  или также  $\text{ZnO:Ga}$ .

Согласно другому преимущественному варианту осуществления настоящего изобретения лист стекла покрыт по меньшей мере одним противоотражающим слоем. Данный вариант осуществления, безусловно, является преимущественным в случае применения листа стекла по настоящему изобретению в качестве передней поверхности экрана. Противоотражающий слой согласно настоящему изобретению, например, может представлять собой слой на основе пористого диоксида кремния с низким показателем преломления или он может состоять из нескольких слоев (пакет), в частности пакета слоев диэлектрического материала с чередованием слоев с низкими и высокими показателями преломления и конечным слоем с низким показателем преломления.

Согласно другому варианту осуществления лист стекла покрывают по меньшей мере одним слоем, устойчивым к появлению отпечатков пальцев, или обрабатывают для снижения или предотвращения фиксирования отпечатков пальцев. Данный вариант осуществления также является преимущественным в случае применения листа стекла согласно настоящему изобретению в качестве передней поверхности сенсорного экрана. Такой слой или такая обработка могут быть объединены с прозрачным и электропроводящим тонким слоем, нанесенным на противоположную сторону. Такой слой можно объединять с противоотражающим слоем, нанесенным на ту же поверхность, при этом слой, устойчивый к появлению отпечатков пальцев, расположен на внешней стороне пакета и покрывает, таким образом, противоотражающий слой.

Согласно еще одному варианту осуществления лист стекла покрывают по меньшей мере одним слоем или обрабатывают для снижения или предотвращения блеска и/или сверкания. Данный вариант осуществления, конечно, является преимущественным в случае применения листа стекла по настоящему изобретению в качестве передней поверхности устройства отображения. Такая обработка против блеска или против сверкания, например, представляет собой кислотное травление с получением особой шероховатости обработанной поверхности листа стекла.

Согласно еще одному варианту осуществления лист стекла обрабатывали с получением антибактериальных свойств (т.е. посредством известной обработки серебром). Такая обработка также является преимущественной в случае применения листа стекла по настоящему изобретению в качестве передней поверхности устройства отображения.

Согласно еще одному варианту осуществления лист стекла покрывают по меньшей мере одним слоем краски, в том числе эмалью, органической краской, лаком и т.д. Данный слой краски преимущественно может быть окрашенным в определенный цвет или быть белым. Согласно данному варианту осуществления лист стекла может быть покрыт по меньшей мере на одной поверхности полностью или только частично.

Согласно необходимым областям применения и/или свойствам другие слой(слои)/обработка(обработки) могут быть нанесены/выполнены на одной и/или другой поверхности листа стекла согласно на-



стоящему изобретению.

Следующие примеры иллюстрируют настоящее изобретение без намерения ограничить его объем любым образом.

### Примеры

Получали различные листы натриево-кальциево-силикатного стекла согласно настоящему изобретению с различными количествами железа, хрома и марганца в традиционной основной матрице известково-натриевого стекла (группы № 1-2) и в адаптированной матрице известково-натриевого стекла с более высоким содержанием оксида алюминия (группа № 3).

Для получения образцов согласно настоящему изобретению исходные материалы смешивали в порошкообразной форме и помещали в тигли для плавления согласно предварительно определенной основной матрице стекла, к которой добавляли исходные материалы, включающие хром, марганец и железо, в различных количествах как функцию от целевых значений содержания в конечном составе (следует отметить, что железо по меньшей мере частично уже присутствует в исходных материалах основного состава в виде примеси).

Следующую основную матрицу стекла применяли для групп № 1-2

<i>Компонент</i>	[весовой %]
CaO	9
K <sub>2</sub> O	0,015
Na <sub>2</sub> O	14
SO <sub>3</sub>	0,3
TiO <sub>2</sub>	0,015
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,7
MgO	4,5
SiO <sub>2</sub>	<i>количество для достижения 100%</i>

Следующую основную матрицу стекла применяли для группы № 3

<i>Компонент</i>	[весовой %]
CaO	1
K <sub>2</sub> O	1
Na <sub>2</sub> O	16
SO <sub>3</sub>	0,3
TiO <sub>2</sub>	0,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,9
MgO	9,6
SiO <sub>2</sub>	<i>количество для достижения 100%</i>

Количество SiO<sub>2</sub> в образцах стекла адаптировали в зависимости от количеств общего содержания железа, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и MnO для достижения 100% по общему весу.

Оптические свойства каждого листа стекла согласно настоящему изобретению и сравнительного образца из групп № 1-3 определяли на спектрофотометре Perkin Elmer Lambda 950, оснащенный интегрирующей сферой с диаметром 150 мм, и, в частности

осуществляли измерения в отношении пропускания (длины волн от 290 до 1750 нм). Коэффициенты поглощения ( $\mu$ ) при длине волны 1050 нм рассчитывали из данных измерений в отношении пропускания;

пропускание света LTD4 также определяли при телесном угле обзора 2° (источник света D65);

параметры CIE L\*a\*b\* определяли в пропускании со следующими параметрами измерения: источник света D65, 10°, толщина 5 мм.

Составы и оптические свойства, измеренные для листов стекла согласно настоящему изобретению ("ПО НАСТ. ИЗОБР.") и сравнительного листа ("СРАВН.") показаны в табл. 1 для группы № 1, табл. 2 для группы № 2 и табл. 3 для группы № 3.

Таблица 1

Группа № 1	ПРИМ. 1	ПРИМ. 2	ПРИМ. 3 Сравн.	ПРИМ. 4	ПРИМ. 5	ПРИМ. 6	ПРИМ. 7	ПРИМ. 8	ПРИМ. 9	ПРИМ. 10	ПРИМ. 11
	Сравн.	Сравн.		ПО НАСТ. ИЗОБР.	ПО НАСТ. ИЗОБР.	ПО НАСТ. ИЗОБР.	ПО НАСТ. ИЗОБР.	ПО НАСТ. ИЗОБР.	ПО НАСТ. ИЗОБР.	ПО НАСТ. ИЗОБР.	ПО НАСТ. ИЗОБР.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (вес. %)	0,0239	0,0234	0,0114	0,0104	0,0246	0,0107	0,0105	0,0103	0,0102	0,0101	0,0112
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (ppm)	0	0	40	5	48	9	14	19	6	21	27
MnO (ppm)	78	75	3895	210	332	300	254	82	297	80	0
Fe <sup>2+</sup> в виде FeO (ppm)	33	27	не определено	2	1	0	0	0	0	0	0
Коэффициент поглощения при 1050 нм (м <sup>-1</sup> )	7,30	6,12	2,32	0,64	0,44	0,33	0,17	0,15	0,13	0,07	0,07
LTD4 (% D65, 2°)	91,36	91,41	39,91	91,14	86,34	90,27	88,25	88,95	89,64	88,88	90,57
a* (D65, 10°)	-0,28	-0,25	21,08	-0,16	0,25	0,11	0,74	0,32	0,42	0,37	-0,63
b* (D65, 10°)	0,27	0,29	3,70	0,57	1,63	0,70	0,87	0,97	0,67	0,96	1,41
N	0,39	0,38	21,40	0,59	1,65	0,71	1,14	1,02	0,79	1,03	1,54
Q	7,31	6,13	21,54	0,88	1,71	0,79	1,16	1,04	0,81	1,04	1,55

Таблица 2

Группа № 2	ПРИМ. 12	ПРИМ. 13	ПРИМ. 14	ПРИМ. 15	ПРИМ. 16	ПРИМ. 17	ПРИМ. 18	ПРИМ. 19	ПРИМ. 20	ПРИМ. 21
	ПО НАСТ. ИЗОБР.	ПО НАСТ. ИЗОБР.	ПО НАСТ. ИЗОБР.	ПО НАСТ. ИЗОБР.	ПО НАСТ. ИЗОБР.	ПО НАСТ. ИЗОБР.	ПО НАСТ. ИЗОБР.	ПО НАСТ. ИЗОБР.	ПО НАСТ. ИЗОБР.	ПО НАСТ. ИЗОБР.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (вес. %)	0,0106	0,0106	0,0101	0,0224	0,0225	0,0237	0,0222	0,0225	0,0221	0,0223
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (ppm)	7	24	11	12	22	48	46	48	14	21
MnO (ppm)	181	205	466	207	208	208	516	619	614	823
Fe <sup>2+</sup> в виде FeO (ppm)	15	0	2	19	0	4	1	1	8	1
Коэффициент поглощения при 1050 нм (м <sup>-1</sup> )	1,55	0,22	0,60	4,53	3,27	1,1	0,40	0,42	1,89	0,52
LTD4 (% D65, 2°)	91,28	89,88	90,13	91,09	90,90	90,20	86,30	88,40	90,80	88,60
a* (D65, 10°)	-0,26	-0,06	0,03	-0,40	-0,55	-0,85	0,5	0,76	-0,3	0,31
b* (D65, 10°)	0,68	0,82	0,65	0,57	0,80	1,35	1,44	1,43	0,71	0,98
N	0,73	0,82	0,65	0,70	0,97	1,60	1,52	1,62	0,78	01,03
Q	1,71	0,86	0,89	4,58	3,41	1,94	1,58	1,68	2,05	1,16

Таблица 3

Группа № 3	ПРИМ.	ПРИМ.	ПРИМ.	ПРИМ.	ПРИМ.	ПРИМ.
	22	23	24	25	26	27
	Сравн.	ПО НАСТ. ИЗОБР.	ПО НАСТ. ИЗОБР.	ПО НАСТ. ИЗОБР.	Сравн.	ПО НАСТ. ИЗОБР.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (вес. %)	0,015	0,015	0,015	0,015	0,028	0,027
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (ppm)	0	30	27	22	0	47
MnO (ppm)	15	129	128	272	15	368
Fe <sup>2+</sup> в виде FeO (ppm)	20,5	8,2	4,4	1,6	31,0	1,6
Коэффициент поглощения при 1050 нм (м <sup>-1</sup> )	4,83	2,10	1,46	0,69	7,14	0,69
LTD4 (% D65, 2°)	91,02	90,62	90,76	90,52	90,94	88,85
a* (D65, 10°)	0,01	-0,24	-0,16	-0,06	-0,07	-0,31
b* (D65, 10°)	0,02	0,53	0,44	0,47	0,03	1,26
N	0,02	0,58	0,47	0,47	0,08	1,30
Q	4,83	2,18	1,53	0,84	7,14	1,47

Данные результаты показывают, что объединение в матрице стекла с низким содержанием железа конкретных значений содержания хрома и марганца согласно изобретению обеспечивает достижение цели настоящего изобретения, а именно получения листа стекла, который одновременно является высокопрозрачным в ИК-области (коэффициент поглощения  $\mu$  очень низкий), является высокопрозрачным в видимой области (LTD4 > 86% и вплоть до ~91,3%) и обладает эстетически приятным цветом от слабовыраженного до нейтрального (очень низкий N). Этот очень хороший баланс/компромисс между достижением высокого светопропускания, высокого пропускания инфракрасного излучения и приятным слабовыраженным или нейтральным цветом продемонстрирован с помощью низких значений фактора Q для примеров согласно настоящему изобретению по сравнению с их сравнительными примерами.

Результаты также показывают, что настоящее изобретение обеспечивает явное улучшение цвета известного ИК-пропускающего содержащего хром стекла путем "нейтрализации" компонента a\* изначального цвета стекла (его сдвига в направлении менее отрицательного значения, нуля или даже слегка положительного значения).

Наконец, данные результаты также показывают, что настоящее изобретение обеспечивает уменьшение содержания хрома, необходимого для достижения заданного уровня ИК-пропускания по сравнению с ситуацией, где хром не находится в присутствии марганца (см. ПРИМ. 10 и 11). Такое уменьшение необходимого содержания хрома для достижения заданного высокого ИК-пропускания является очень преимущественным, поскольку это уже приводит к уменьшению вызванного желто-зеленого оттенка с достижением таких же характеристик в отношении ИК-пропускания.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Лист стекла, характеризующийся составом, который предусматривает следующее, выраженное в процентах по весу в пересчете на общий вес стекла:

SiO<sub>2</sub> - 40-78%;

0 < Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ≤ 18%;

0 < B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ≤ 18%;

0 < Na<sub>2</sub>O ≤ 20%;

0 < CaO ≤ 15%;

0 < MgO ≤ 10%;

0 < K<sub>2</sub>O ≤ 10%;

0 < BaO ≤ 5%, и

общее содержание железа (в пересчете на Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>): 0,002-0,06 вес.%;

хром (в пересчете на Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>): 3-75 ppm;

марганец (в пересчете на MnO): 50-1000 ppm,  
и характеризуется LTD4, составляющим более 70%, при использовании источника света D65 для листа толщиной 4 мм при телесном угле обзора 2°.

2. Лист стекла по предыдущему пункту, отличающийся тем, что состав предусматривает общее содержание железа 0,002-0,04 вес.%.

3. Лист стекла по предыдущему пункту, отличающийся тем, что состав предусматривает общее содержание железа 0,002-0,02 вес.%.

4. Лист стекла по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что состав предусматривает содержание  $Fe^{2+}$  (в пересчете на FeO), составляющее менее 20 ppm.

5. Лист стекла по предыдущему пункту, отличающийся тем, что состав предусматривает содержание  $Fe^{2+}$  (в пересчете на FeO), составляющее менее 5 ppm.

6. Лист стекла по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что лист стекла характеризуется коэффициентом поглощения при длине волны 1050 нм, составляющим менее  $5\text{ м}^{-1}$ .

7. Лист стекла по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что состав предусматривает:  $MnO \leq 800\text{ ppm}$ .

8. Лист стекла по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что состав предусматривает  $Cr_2O_3 = -0,04 * MnO + (Fe_2O_3 / 100) * x$ ,

x составляет от 15 до 30, и  $Cr_2O_3$ , MnO и  $Fe_2O_3$  представлены в ppm.

9. Лист стекла по пп.1-7, отличающийся тем, что состав предусматривает

$$Cr_2O_3 = -0,02 * MnO + (Fe_2O_3 / 100) * x,$$

x составляет от 15 до 30, и  $Cr_2O_3$ , MnO и  $Fe_2O_3$  представлены в ppm.

10. Лист стекла по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что лист стекла характеризуется LTD4, составляющим более 80%.

11. Лист стекла по предыдущему пункту, отличающийся тем, что лист стекла характеризуется LTD4, составляющим более 85%.

